

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供事業－3 浅海定線調査等 (国庫交付金)

岩野英樹・宮村和良

事業の目的

本調査は、別府湾・伊予灘海域における漁場環境の実態把握及び内海漁業資源の動向予測に必要な基礎データ収集を目的とする。

事業の方法

1. 浅海定線調査

毎月上旬に漁業調査船「豊洋」を使用して行った。水温、塩分については STD、栄養塩の分析はオートアナライザー(SWAAT BLTEC 社)を使用した。

1) 調査月日

2010年 4月 5日～ 8日	10月 4日～ 7日
5月 10日～ 13日	11月 8日～ 11日
6月 1日～ 9日	12月 6日～ 8日
7月 5日～ 8日	2011年 1月 11日～ 14日
8月 3日～ 5日	2月 1日～ 3日
9月 13日～ 16日	3月 1日～ 3日

2) 調査項目

気象、海象、水温、塩分、透明度、DO、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$

3) 調査定線

図1が調査定線（ナーセー9線）である。

2. 水温の定点調査

1) 調査体制

佐伯湾内に位置する大分県農林水産研究指導センター水産研究部前（図2）の棧橋付近における表層海水（0m）を、午前8時30分に採水し、棒状水温計で水温を測定した。平年値は、1990年～2005年の15年間の平均値を用いた。

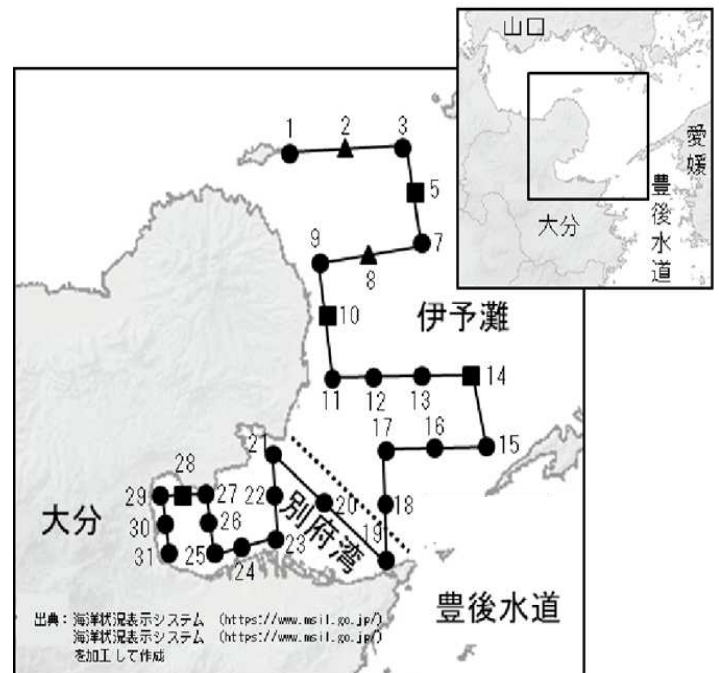


図1 浅海定線調査定線図

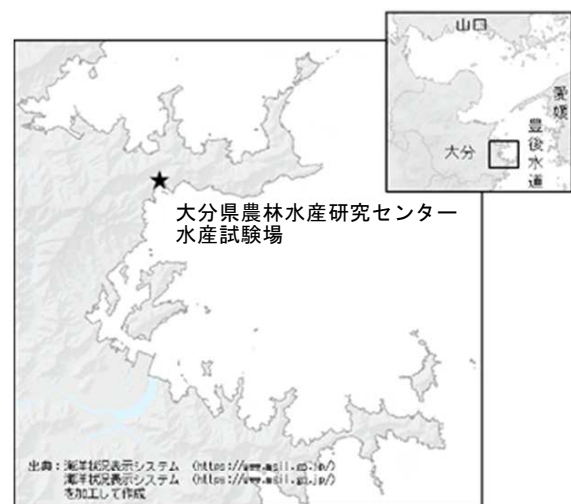


図2 水温定点観測調査点

事業の結果

1. 浅海定線調査

1) 気象

図3は大分市における2010年度の気象の推移(大分気象台)である。

気温：4月中・下旬は低め傾向、8月・9月下旬は高め傾向、1月は低め傾向であった。

降水量：4月中・下旬は100mmを越える(平年比250%程度)降水量を記録した。九州「北部地方の梅

雨入りは、6月12日で、中・下旬には平年並み(90、160mm)の降水量があった。7月17日頃に梅雨明けしたが、中旬には、平年より多い(134mm)降水があった。7月下旬～9月中旬、11月上・中旬、1月は少なめ傾向であった。

日照時間：6月中・下旬～7月上・中旬は少なめ以降であった。

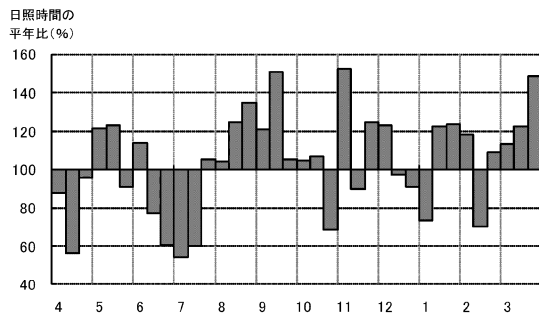
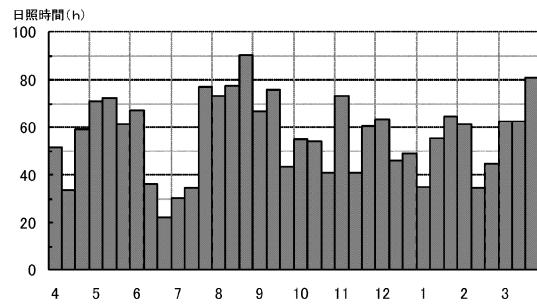
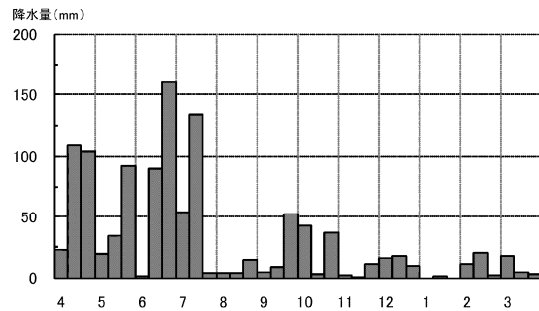
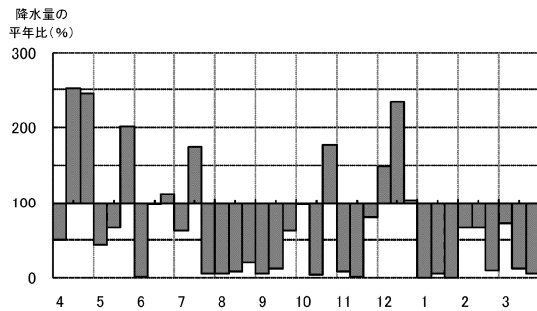
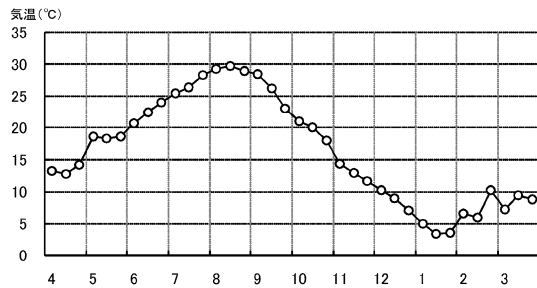


図3 2010年度大分市における気象(気象庁気象統計情報)

2) 海 象

A. 水 温

水温の結果は図4に示したとおりである。

伊予灘の表層は、11.6 ～ 25.9℃で、底層は 11.3 ～ 24.8℃で推移した。表層は5・6月が「やや低め」、底層は6月～8月が「低め基調」であった。8月表層は「やや高め」、9・10月の底層は「やや高め」～「かなり高め」であった。1月～3月の表層は、「やや低め」～「低め基調」で推移した。

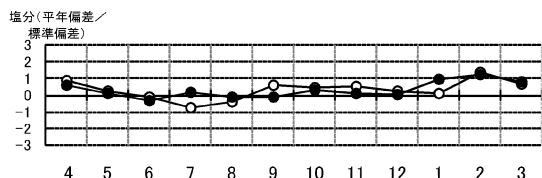
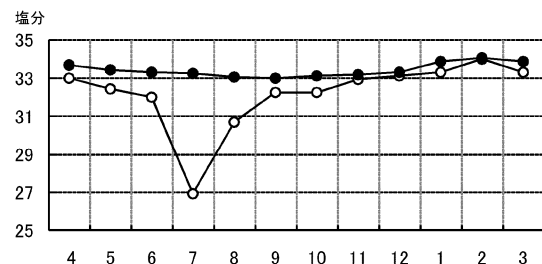
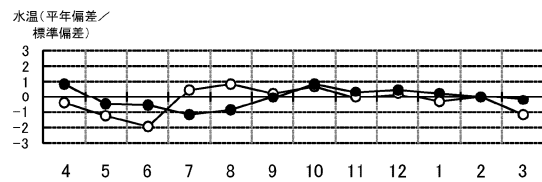
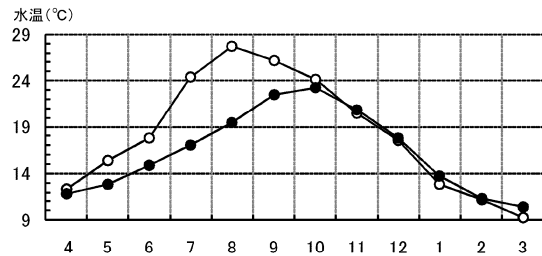
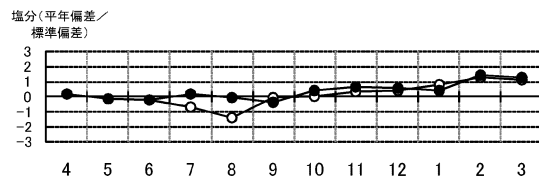
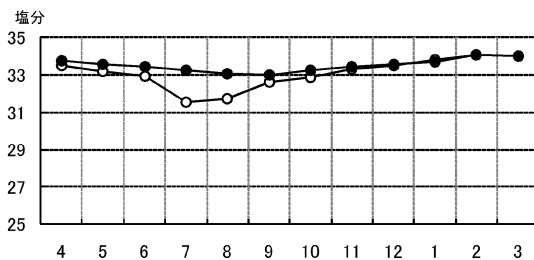
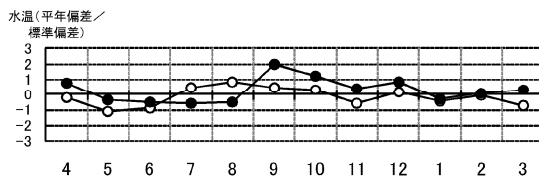
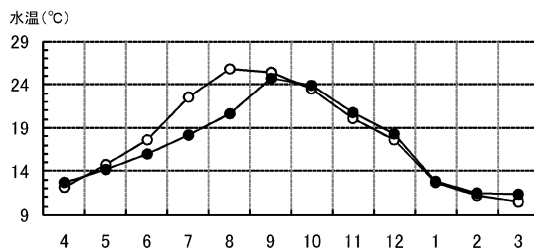
別府湾の表層は、9.3 ～ 27.7℃で、底層は 10.4 ～ 23.2℃で推移した。5・6月の表層は「かなり低め」、6月～8月の底層は「やや低め」であった。10月は表・底層ともに「やや高め」であった。1月～3月の表層は、「やや低め」～「低め基調」で推移した。

B. 塩 分

塩分の結果は図4に示したとおりである。

伊予灘の表層は、31.54 ～ 34.04PSU で、底層は 33.00 ～ 34.05PSU で推移した。7月の表層は、「やや低め」、8月の表層は「かなり低め」であった。1月～3月は、「やや高め」～「かなり高め」であった。

別府湾の表層は、26.94 ～ 34.01PSU で、底層は 32.98 ～ 34.06PSU で推移した。7月の表層は、「やや低め」であった。2月～3月は、「やや高め」～「かなり高め」であった。



○：表層 ●：底層

図4 2010年度 水温、塩分の推移 (左：伊予灘 右：別府湾)

C. 透明度

透明度の結果は図5に示したとおりである。

伊予灘は8.2～15.7mで推移した。6月、8月、1月が「甚だ高め」であった。

別府湾は、3.2～13.1mで推移した。7月は、「かなり低め」であった。8月、10月、11月、1月が「かなり高め」～「甚だ高め」で推移した。

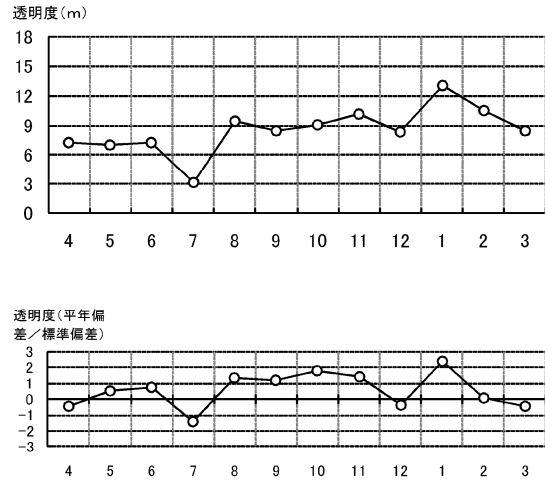
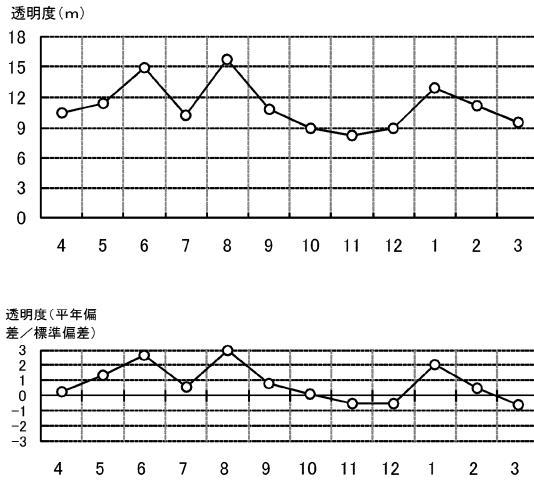


図5 2010年度 透明度の推移 (左:伊予灘 右:別府湾)

*各項目の評価基準

評価基準 (年平均偏差/標準偏差)

平年並 : -0.6 ~ 0.6

やや高め (低め) : 0.6 ~ 1.3 (-1.3 ~ -0.6)

かなり高め (低め) : 1.3 ~ 2.0 (-2.0 ~ -1.3)

甚だ高め (低め) : 2.0 ~ (~-2.0)

3) 栄養塩等

A. DIN

DINの結果は図6に示したとおりである。

伊予灘のDINは、表層が0.86～4.57 μM で、底層が1.70～4.47 μM で推移した。表層、底層ともにほぼ「平常並み」であったが、8月、9月の表層が「やや低め」、2月の表層が「やや高め」、2月の底層が「やや高め」であった。

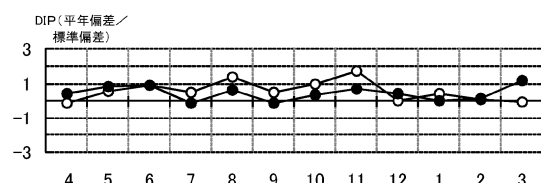
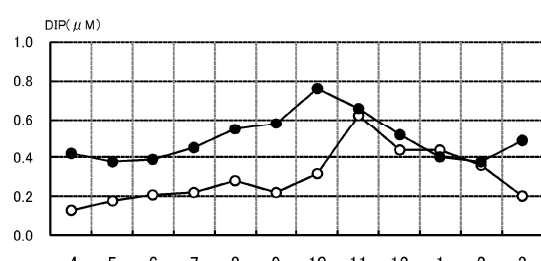
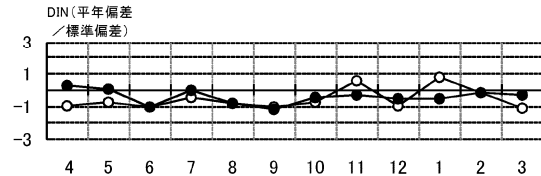
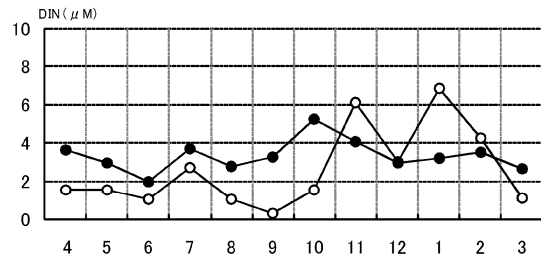
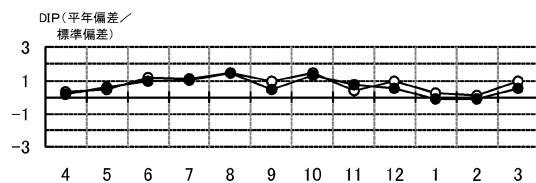
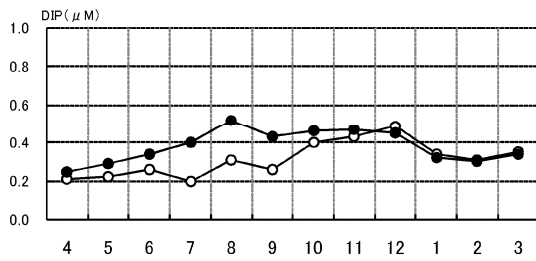
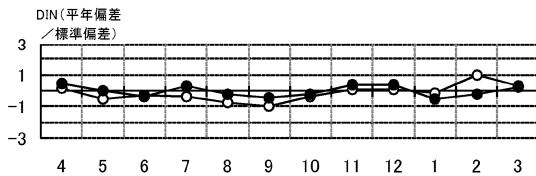
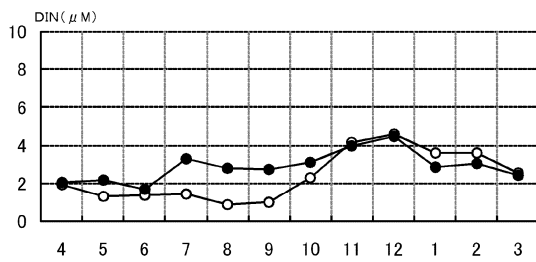
別府湾のDINは、表層が0.30～6.83 μM で、底層が2.00～5.26 μM で推移し、全般に「低め」であった。

B. PO₄-P

PO₄-Pの結果は図6に示したとおりである。

伊予灘は、表層が0.20～0.49 μM で、底層が0.25～0.52 μM で推移し、全般に「高め」傾向であった。表層は6月～10月で「やや高め」～「かなり高め」、底層は6月～11月で「高め基調の平常並み」～「かなり高め」であった。

別府湾は、表層が0.13～0.62 μM で、底層が0.38～0.76 μM で推移し、全般に「平常並み」～「高め」傾向であった。表層は6月～11月で「高め基調の平常並み」～「かなり高め」であった。



○：表層 ●：底層

図6 2010年度 DIN、PO₄-Pの推移 (左：伊予灘 右：別府湾)

C. DO

DOの結果は図7に示したとおりである。

伊予灘の表層は、4.96～6.36ml/Lで、底層は4.51～6.30ml/Lで推移し、4月～7月は「やや高め」であった。

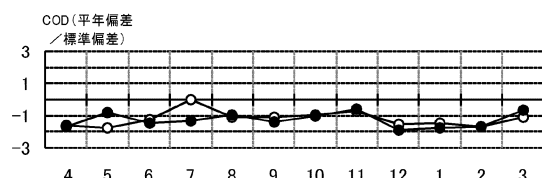
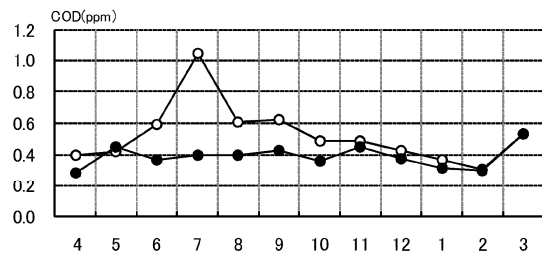
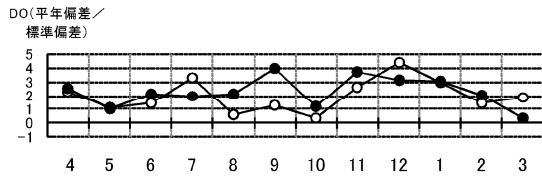
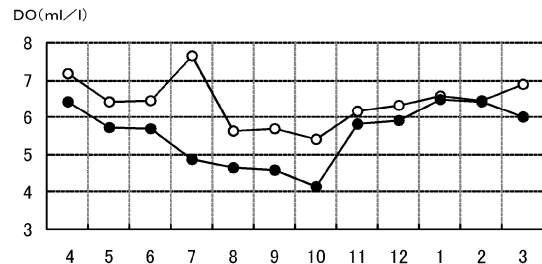
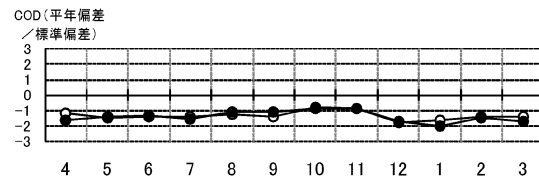
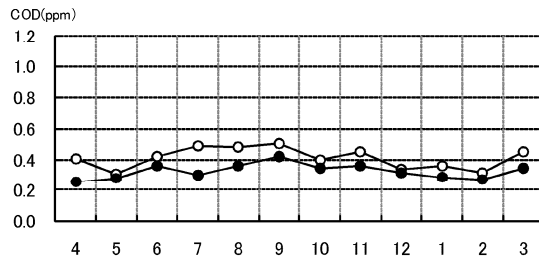
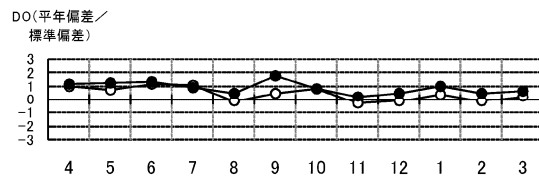
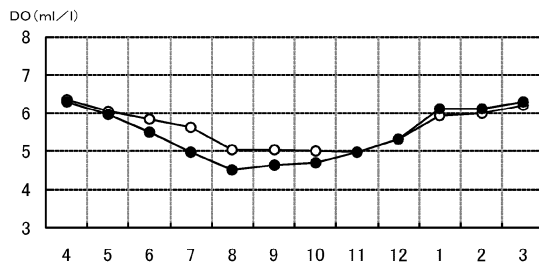
別府湾の表層は、5.40～7.65ml/Lで、底層は4.13～6.47ml/Lで推移し、全般に高め傾向であった。

D. COD

CODの結果は図7に示したとおりである。

伊予灘の表層は、0.31～0.51ppmで、底層は0.26～0.42ppmで推移した。表層、底層ともに「やや低め」～「かなり低め」で推移した。

別府湾の表層は、0.31～1.04ppmで、底層は0.29～0.53ppmで推移した。表層、底層ともに「やや低め」～「かなり低め」で推移した。



○：表層 ●：底層

図7 2010年度 DO、CODの推移 (左：伊予灘 右：別府湾)

2. 水温の定点調査

佐伯湾内（上浦地先）の水温（0m）の定点調査結果は図8に示したとおりである。

2010年度は、8月下旬の26.8℃が最高値で、2月中旬の12.7℃が最低値であった。+1℃以上の水

温偏差が見られた期間は、8月上旬（+1.3℃）、8月下旬（+1.5℃）、9月上旬（+1.3℃）、9月中旬（+1.0℃）であった。-1℃以上の水温偏差は、1月中旬（-1.6℃）、1月下旬（-1.1℃）、2月中旬（-1.2℃）に見られた。

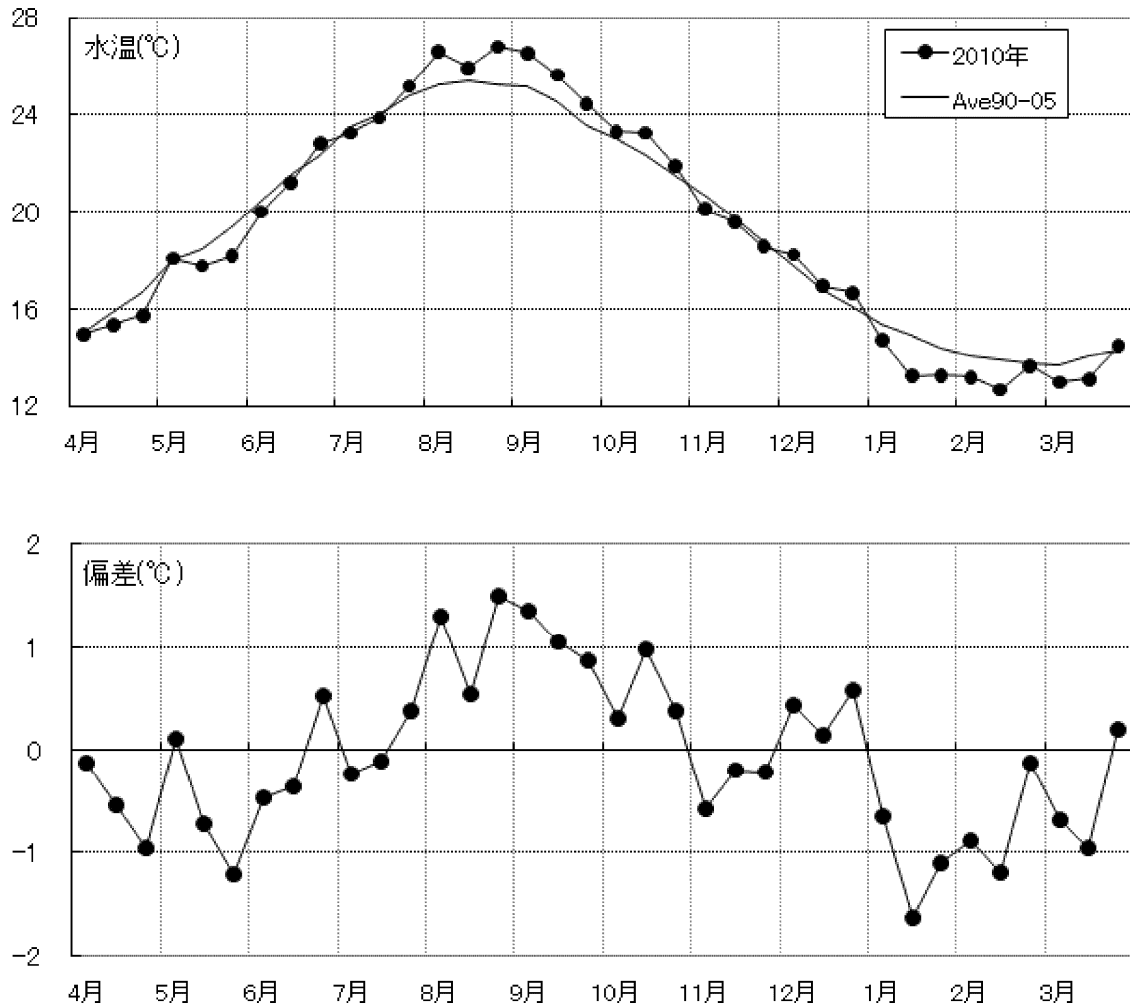


図8 2010年度 佐伯湾定点表層水温(旬平均値)の推移

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－1 漁場環境保全推進事業①（赤潮防止対策）

岩野英樹・宮村和良

事業の目的

赤潮発生予察に必要な資料を得ることを目的に、赤潮が頻繁に発生する海域において、海況、水質およびプランクトンの発生状況を定期的に調査した。

事業の方法

豊後水道に面する各湾に調査点1～2点（図1）を設け、2010年6～8月の期間に月に1～3回の調査を行った。各調査点は臼杵湾が三つ子島、津久見湾が赤碕内、佐伯湾が沖松浦、片神、米水津湾が色利浦、入津湾が湾中央である。各調査点では、表層、2m、5m、10m、B-1m層の採水及びCTD（クロロテック ACL-1180DK アレック社製）による鉛直水温及び透明度について測定した。採水した試水は、有害プランクトンの同定・計数及び塩分、溶存酸素、栄養塩の各測定に供した。有害プランクトンの計数は、濃縮せずに行い、塩分の測定には、サリノメーター（DIGI-AUTO MODEL3-G、鶴見精機社）を、栄養塩の分析には、オートアナライザー（SWAAT、BL-TECK社）を用いた。溶存酸素の測定はウィンクラー法で行った。また各湾で確認された有害赤潮プランクトンについては種類、細胞密度をまとめた。

事業の結果

1. 赤潮発生状況

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－2 有害プランクトン生理・生態研究 1. 漁場監視モニタリング調査 3) 赤潮発生状況 (p126) を参照。

2. 気象

同上2 有害プランクトン生理・生態研究 1. 漁場監視モニタリング調査 1) 気象 (p126) を参照。



図1 赤潮調査点

3. 海象

調査期間中における各調査点の各月平均の水温、塩分、溶存酸素、透明度の推移は図2に、栄養塩（DIN、PO₄-P）の推移は図3に示したとおりである。

1) 水温

表層水温は20.1～27.3℃、底層水温は16.8～23.1℃の範囲で推移した。入津湾では表層と底層の水温差が大きく、底層水温は他の海域に比べて低めで推移した。

2) 塩分

塩分は、サリノメーターによる測定値で示した。表層塩分は23.58～33.38psu、底層塩分は33.38～34.10psuで推移し、表層では沖松浦で7月に著しい低下（23.58psu）がみられた。

3) 溶存酸素

溶存酸素は、表層が 6.19 ~ 9.44mg/L、底層が 0.00 ~ 7.79 mg/L で推移した。入津湾の底層では、6月に貧酸素（魚介類に生理的変化を引き起こす値 4.3mg/L 以下）、7月・8月に無酸素状態が観測された。

4) 透明度

透明度は、白杵湾が 5.2 ~ 7.0m、津久見湾が 5.0 ~ 12.0m、佐伯湾（片神）が 4.0 ~ 7.0m、佐伯湾（沖松浦）が 4.0 ~ 6.0m、米水津湾が 6.0 ~ 8.0m、入津湾が 4.3 ~ 5.0m の範囲で推移した。

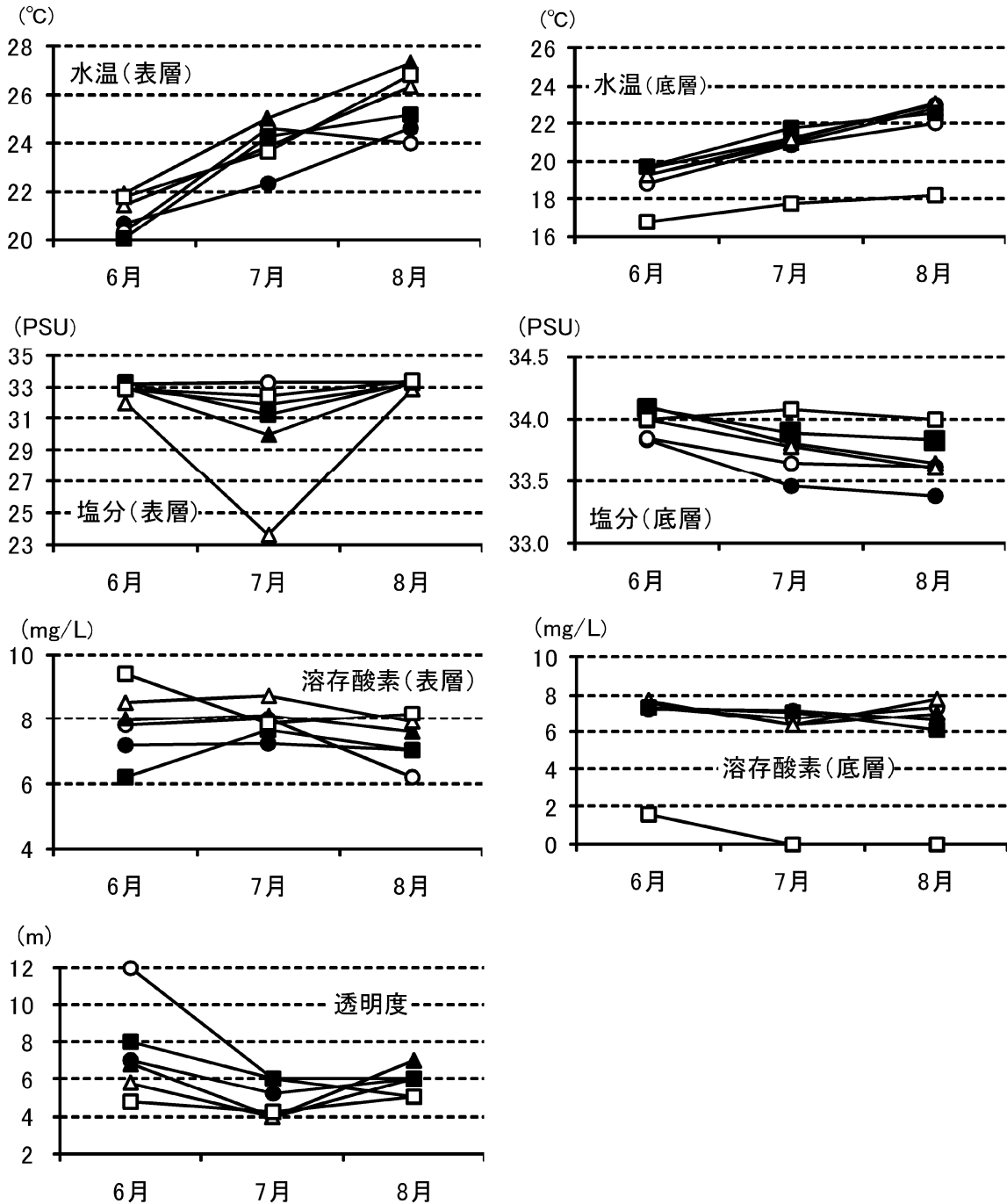


図2 各湾における水温、塩分、溶存酸素、透明度の月別推移

●：白杵湾 ○：津久見湾 ▲：佐伯湾（片神） △：佐伯湾（沖松浦） ■：米水津湾 □：入津湾

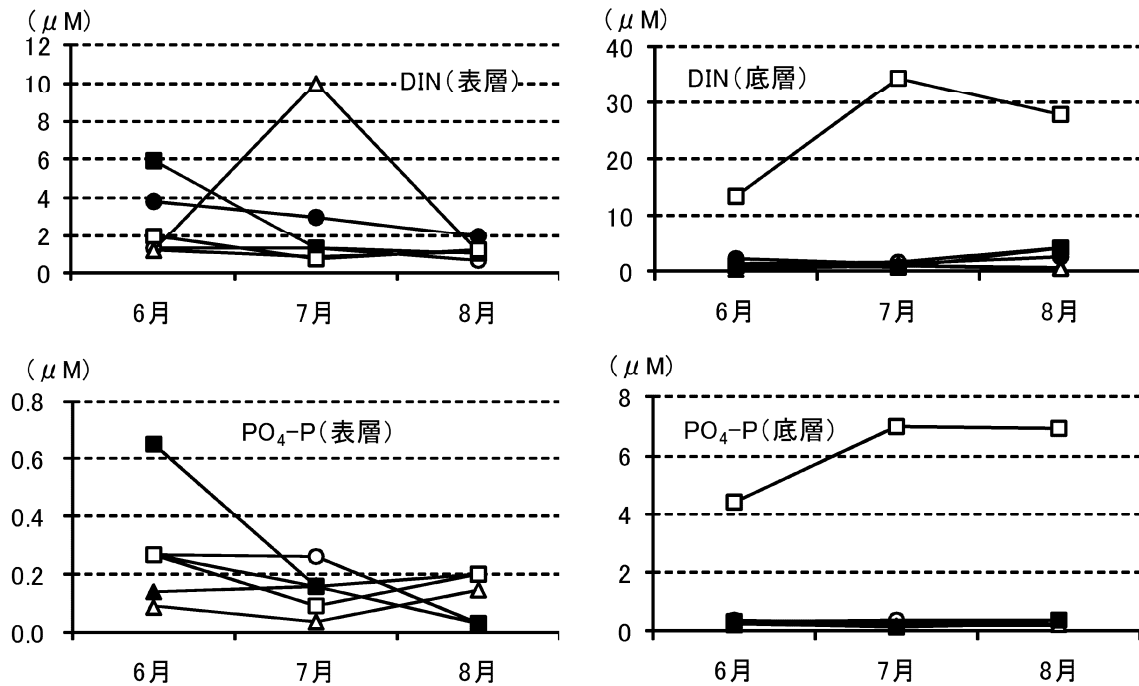


図3 各湾における栄養塩 (DIN、PO₄-P) の月別推移

●: 白杵湾 ○: 津久見湾 ▲: 佐伯湾 (片神) △: 佐伯湾 (沖松浦) ■: 米水津湾 □: 入津湾

5) DIN

DIN は、表層では 0.64 ~ 10.03 μ M、底層 (入津湾を除く) では 0.35 ~ 4.06 μ M で推移した。入津湾の底層 DIN は、他の海域より高く、13.69 ~ 34.47 μ M で推移した。

6) PO₄-P

PO₄-P は、表層では 0.03 ~ 0.65 μ M、底層 (入津湾を除く) では 0.12 ~ 0.41 μ M で推移した。入津湾の底層 PO₄-P は、DIN と同様に他の海域より高く、4.43 ~ 6.99 μ M で推移した。

4. プランクトン

調査期間中の各湾における *Chattonella* spp (*Ch. antiqua*, *Ch. marina*)、*Heterosigma akashiwo*、*Karenia mikimotoi*、*Cochlodinium polykrikoides* の鉛直平均 (表層、2m、5m、10m、B-1m) 細胞密度の推移を示したものが図4である。

1) *Chattonella* spp: 津久見湾を除く各湾で、8月に *Ch. spp* が確認された。白杵湾では、0.13cells/ml、佐伯湾では、片神で 0.10cell/ml、沖松浦で 0.25cell/ml、

米水津湾では 0.20cell/ml、入津湾で 0.31cells/ml が確認された。

2) *Karenia mikimotoi*: *K. mikimotoi* の初確認は7月、8月であった。また、米水津湾では、未確認であった。白杵湾では、7月に 1.27cells/ml、8月に 1.60cells/ml が確認された。津久見湾では7月に 0.40cells/ml が確認された。佐伯湾では、8月に片神で 0.10cells/ml、沖松浦で 0.25cells/ml が確認された。入津湾で、8月に 15.69cells/ml が確認された。

3) *Heterosigma akashiwo*: 白杵湾では、6月に 0.20cells/ml が確認された。佐伯湾では、6月に片神で 0.10cells/ml、沖松浦で 2.63cells/ml、8月に沖松浦で 0.13cells/ml が確認された。米水津湾では、8月に 0.20cells/ml が確認された。入津湾では、7月に 8.00cells/ml が確認された。津久見湾では、確認されなかった。

4) *Cochlodinium polykrikoides*: 佐伯湾の片神で6月に 0.40cells/ml が確認された。

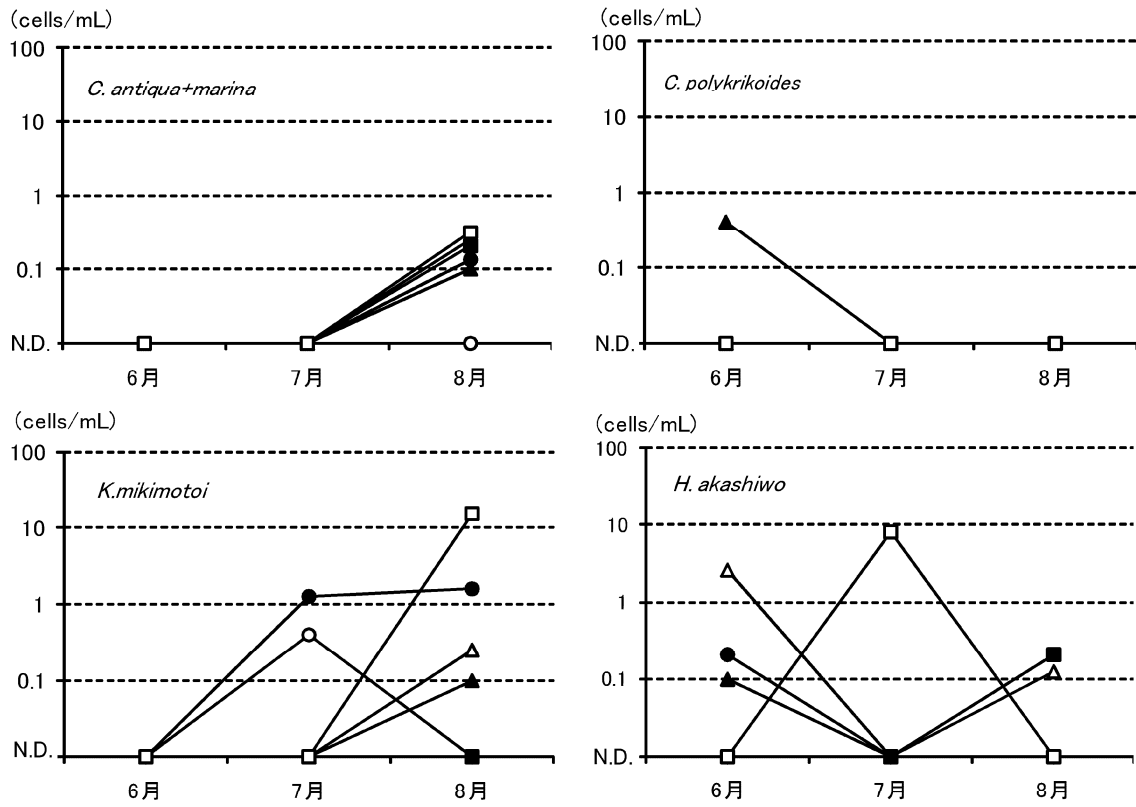


図4 各湾における有害プランクトンの月別推移

● : 白杵湾 ○ : 津久見湾 ▲ : 佐伯湾 (片神) △ : 佐伯湾 (沖松浦) ■ : 米水津湾 □ : 入津湾

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－1 漁場環境保全推進事業②（貝毒発生監視調査）

宮村和良・岩野英樹

事業の目的

近年、貝毒原因プランクトンの発生や、それに伴う二枚貝の毒化がしばしば報告されている。本県佐伯市南部沿岸域においてもヒオウギガイ、アサリ、ムラサキイガイで麻痺性貝毒プランクトンによる毒化が問題となった経緯がある。本事業の目的は、貝毒原因プランクトンをモニタリングすることで二枚貝の毒化を監視し、食品としての安全性を確保することである。

事業の方法

佐伯市蒲江にある猪串湾、小蒲江湾（図1）において調査点2～3点（麻痺性原因プランクトンの増殖が確認された際には避難漁場1点を追加）を設置し、2010年4月から2011年3月の期間（9月を除く）に、毎月1～4回の調査を行った。各調査点では表層、2m層、5m層、10m層および海底上1m層の採水および0.5m層から海底までの水温、塩分をSTD（アレック電子 ACL-1180DK または JFE アドバンテック AAQ125）を用いて測定し、同時に小蒲江または赤バエにおいて養殖ヒオウギガイ（中腸腺の測定時は50個、可食部の測定時は20個）を採取した。潮干狩りシーズン前には猪串湾森崎地先の天然アサリおよび1～3月の期間は蒲江湾の天然タイラギも採取した。採水した海水は孔径10 μ mのプランクトンネットを用いて100倍に濃縮後、光学顕微鏡（Nikon ECLIPSE E600）を用いて貝毒原因プランクトンの同定、計数を行った。採取した二枚貝は県衛生環境研究センターでマウスアッセイ法を用いて麻痺性貝毒力を測定した。

またアサリ漁場のある番匠川河口、入津湾沿岸、白杵川河口、一尺屋において表層の採水を行い、同様な方法で貝毒原因プランクトンの同定、計数を行った。

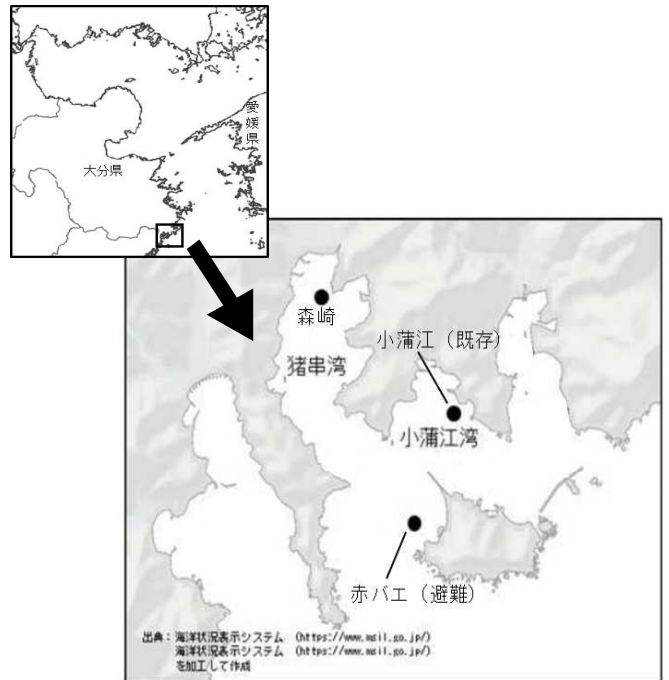


図1 貝毒原因プランクトン調査点
（4～7月は避難漁場（赤バエ）を追加した）

事業の結果

1. 小蒲江湾

1) 海況

小蒲江湾における各層水温の推移および水温の月別平年値との比較は図2に、各層塩分の推移および塩分の月別平年値との比較は図3に示した通りである。平年値および平年偏差は、局地的な降雨等の影響を除くために表層を除く層の値を用いた。水温、塩分の概況は以下のとおりである。

A. 水温

各層水温は表層 15.5～28.1℃、2m層 15.5～28.2℃、5m層 15.5～28.0℃、10m層 15.5～27.5℃、底上-1m層 15.0～24.1℃で推移した。最高水温は8月に、最低水温は2月下旬に観測された。成層は4月から8月まで認められた。各月の平均値を平年比較した結果、今年度は8月が2.1℃、12月が0.7℃、それぞれ高く、一方、1月が0.7℃、2月が1.0℃、それぞれ低かった。

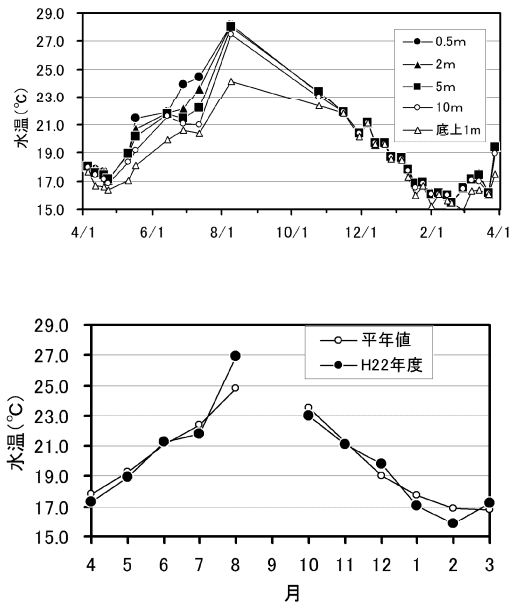


図2 2010年度小蒲江湾における各層水温の推移 (上段) と平年値との比較 (下段)
 平年値は1989年1月～2010年3月の、2m、5m、10m、底上1mの4層の値を平均した

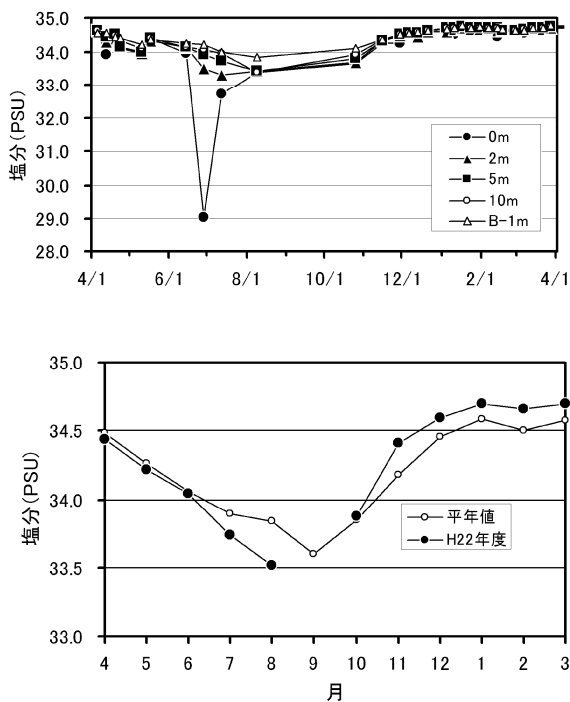


図3 2010年度小蒲江湾における各層塩分の推移 (上段) と平年値との比較 (下段)
 平年値は1989年1月～2010年3月の期間の2m、5m、10m、底上1mの各層の値を平均した

B. 塩分

各層塩分は表層 29.04 ~ 34.71、2m層 33.30 ~ 34.71、5m層 33.42 ~ 34.74、10m層 33.38 ~ 34.76、底上-1m層 33.85 ~ 34.79 で推移した。最低値は表層では6月、2m層は7月、5m層、10m層、底上1m層では8月に観測された。最高値は表層、2m層、10m層および底上-1m層は3月に、5m層は1月に観測された。各月の平均値を平年比較した結果、7月が0.16、8月が0.36、それぞれ低く、11月～3月の期間は0.11～0.24 高めであった。2010年度の特徴として冬季に塩分が高めで推移したことが挙げられる。

2) 貝毒原因プランクトン発生状況

貝毒原因プランクトンの鉛直平均細胞密度の推移は図4に示したとおりである。プランクトン種毎の消長と各漁場の推移は以下のとおりである。

A. *Gymnodinium catenatum*

前年度末から出現していた本種は、引き続き4月上旬から7月中旬まで 100cells/L 以下で散発的に確認された。8月から12月中旬まで検出限界以下で推移したが、12月下旬以降に検出されて以降、急増し1月中旬には 10,000 cells/L を一時的に超えた。その後減少したが、2月上旬に再び増加し2月中旬まで 20,000cells/L を超える濃密度の状態が観測された(最高細胞密度 2月14日 25,320 cells/L)。その後は急減し3月下旬には 4cells/L でなった。

B. *Alexandrium catenella*

5月中旬には一時的に 1000cells/L を超える高密度に確認された。その後は6月、12月、2月に 100cells/L 以下の低密度で散発的に出現が認められた。

C. *Dinophysis spp.*

4月上旬～12月中旬の期間に散発的に低密度で確認された。12月下旬に 600cells/L が確認されたが、その後も散発的に低密度で確認された。

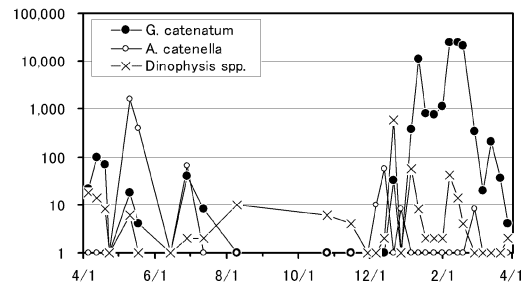


図4 小蒲江湾での貝毒原因プランクトン細胞密度の推移

3) 二枚貝毒化状況

出荷用の養殖ヒオウギガイの中腸腺および可食部の麻痺性貝毒力の推移は図5に示したとおりである。G. cateatumの出現および増加が認められた2010年4月～6月および12月～2011年4月の期間は毒化の軽減を目的に避難漁場へ移動した。ヒオウギガイ中腸腺の毒力は4月～12月の期間は3.5～13.9MU/gの低毒力で推移したが、1月以降にG. catenatumの増加に伴い、急増し1月17日には65.9MU/g、2月7日には132.8MU/gに達した。中腸腺の毒力の急増に伴い、可食部検査に切り替えた結果、2月14日には可食部毒力で規制値4.0MU/gを大幅に超える31.0MU/gが検出され、出荷規制を行った。その後、G. catenatumの減少に伴い、毒力は徐々に減少したが、規制値を下回るまでは低下しなかった。毒力の増減がG. catenatumの出現と一致することから、毒力の増加は本種が原因と考えられる。

蒲江湾口で採取されている天然タイラギの毒力の推移は表1に示したとおりである。1月下旬～2月上旬には麻痺性貝毒は検出されなかったが、2月中旬から3月上旬の期間には規制値には達しなかったが、毒化が確認された。

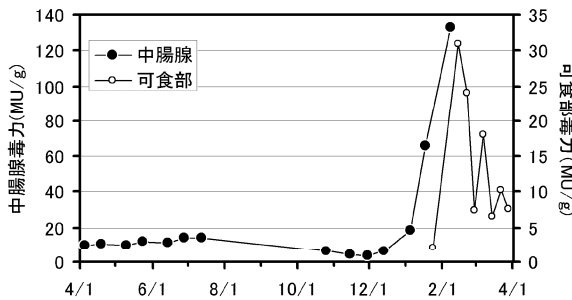


図5 出荷用ヒオウギガイの麻痺性貝毒力の推移

表1 蒲江湾口で採取された天然タイラギの麻痺性毒力

採取年月日	検体名	採取地点	検査部位	毒力
2011/1/31	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	可食部	N.D.
2011/2/7	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	可食部	N.D.
2011/2/14	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	可食部	1.8
2011/2/21	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	可食部	2.1
2011/2/28	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	中腸腺	44.3
2011/3/7	天然タイラギ	佐伯市蒲江蒲江	可食部	1.9

N.D.は1.75MU/g未満を示す。

2. 猪串湾

1) 海況

猪串湾森崎地崎における各層水温の推移および水温の月別平年値との比較は図6に、各層塩分の推移および塩分の月別平年値との比較は図7に示したとおりである。

A. 水温

各層水温は、表層 14.8～29.0℃、2m層 14.8～29.0℃、5m層 14.8～28.3℃、10m層 14.6～27.4℃、底上-1m層 14.5～25.0℃で推移した。最高水温は8月に、最低水温は1月下旬に全層で観測された。成層は4月下旬から発達し8月まで観測された。各月の平年比較では8月2.6℃高く、1月、2月は各0.7℃、1.0℃低かった。

B. 塩分

各層塩分は表層 23.32～34.74、2m層 32.54～34.73、5m層 33.26～34.77、10m層 33.48～34.78、底上-1m層 33.63～34.77で推移した。最低値は表層、2m層は6月下旬に5m層、10m層、底上1m層は8月に、最高値は表層は2月上旬、2m層は1月中旬、5m層、10m層、底上1m層は3月下旬に観測された。各月の平均値を平年比較した結果、6月0.15、8月0.41それぞれ低く、11月～3月の期間は0.06～0.33高めであった。2010年度の特徴として冬季に塩分が高めで推移したことが挙げられる。

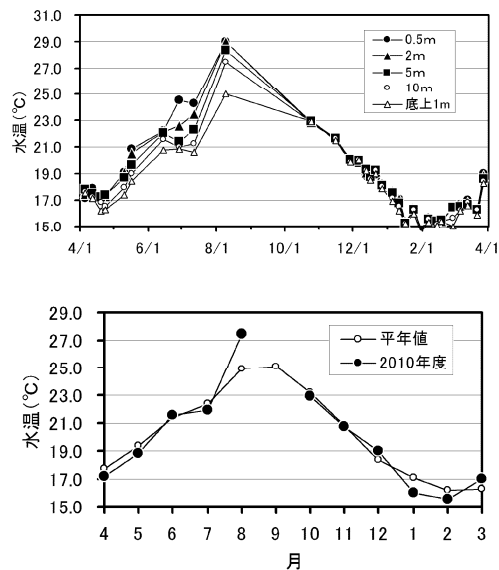


図6 2010年度猪串湾における各層水温の推移(上段)と平年値との比較(下段)

平年値は1999年12月～2010年3月の、2m、5m、10m、底上1mの各層の値を平均した。

2) 貝毒原因プランクトン

貝毒原因プランクトン鉛直平均細胞数の推移は図8に示したとおりである。プランクトン種毎の消長は以下のとおりである。

A. *Gymnodinium catenatum*

2010年1月から出現していた本種は、4月中旬に一時的に2,529cells/Lまで増加し、その後徐々に減

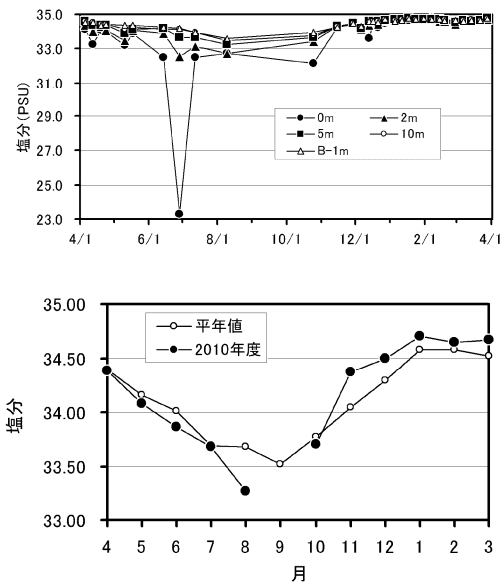


図7 2010年度猪串湾における各層塩分の推移 (上段) と平年値との比較 (下段)

平年値は1999年1月～2010年3月の期間のSTDで測定した値を用い、2m、5m、10m、底上1mの各層の値を平均した

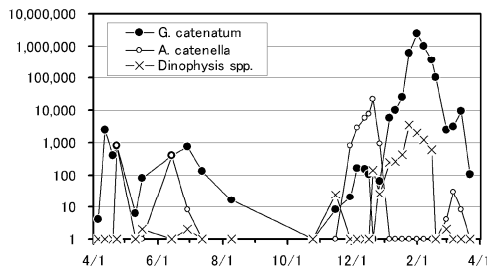


図8 猪串湾森崎地先における貝毒原因プランクトンの推移

(表層, 2, 5, 10, 底上1m層の鉛直平均細胞数)

少したが5月中旬から再び増加し、7月に764cells/Lが確認され、その後減少し10月には検出限界以下になった。11月には再び遊泳細胞の分布が確認され、12月上・中旬には104～164cells/Lで推移し、同月下旬には減少した。1月以降、急増し1月中旬には10,000cells/Lを超え、1月24日には赤潮が形成され、1月31日には観測史上最高密度の2,534,000cells/Lに達した。その後減少し、3月下旬には1,000cells/L以下で推移した。本種が赤潮を形成していた期間には接合中の遊泳細胞およびシストも観測された。

B. *Alexandrium catenella*

4月下旬、6月中旬に散発的に1,000cells/L以下で出現した。11月下旬から急増し12月下旬には21,438cells/Lに達したが、その後急減し1月上旬には検出限界以下になった。本種が増殖した際には*G. catenatum*の細胞密度の低下が確認された。

C. *Dinophysis* spp.

5月中旬、6月下旬、11月中旬に低密度で散発的に100cells/L以下の低密度で確認されたが、12月下旬以降は増加し1月24日には3,600cell/Lに達した。その後減少し、3月以降は検出限界以下で推移した。本種の増殖時期が*G. catenatum*のブルームの時期とほぼ同じであった。

3) 二枚貝毒化状況

結果は表2に示したとおりである。猪串湾蒲江森崎のアサリでは4月、5月では毒力は検出されなかったが、1月24日の検体から規制値を超える26.4MU/gの毒力が検出された、その後も毒力は増加し、翌週の1月31日には123.0 MU/gが検出された。(蒲江森崎地区のアサリ毒力で過去最高値)。その後減少したが、3月下旬まで規制値を下回ることにはなかった。養殖イワガキでは8月の検体から毒は検出されなかった。ムラサキガイは、麻痺性貝毒プランクトンの出現が断続して確認されていることから、1999年から採捕規制が継続されている。

表2 二枚貝麻痺性貝毒検査結果

採取年月日	検体名	採取地点	検査部位	毒力
2010/4/5	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	N.D.
2010/5/17	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	N.D.
2010/8/9	養殖イワガキ	蒲江蒲江猪串	中腸腺	N.D.
2011/1/24	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	26.4
2011/1/31	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	123.0
2011/3/7	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	37.7
2011/3/28	天然アサリ	佐伯市蒲江森崎	可食部	6.8

N.D.は1.75MU/g以下を示す。

3. 入津湾、番匠川河口、臼杵川河口

1) 貝毒原因プランクトン

貝毒プランクトン出現状況は以下に示したとおりである。

A. 入津湾

2010年4月14日に行った採水調査の結果、貝毒原因プランクトンは検出されなかった

B. 番匠川河口

2010年4月14日に行った採水調査の結果、貝毒原因プランクトンは検出されなかった。

C. 臼杵川河口、一尺屋

2010年4月15日と2011年3月29日に行った採水調査の結果、いずれも貝毒原因プランクトンは検出されなかった。

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－2

有害プランクトン生理・生態研究

岩野英樹・宮村和良

事業の目的

近年、西日本では従来種に加え新種有害プランクトンの蔓延等による甚大な被害【*Cochlodinium polykrikoides* 赤潮(被害額：1999年長崎県7.6億円、2000年熊本県35億円)、*Heterocapsa circularisquama* 赤潮(1998年広島県38億円)、*Chattonella* spp.(*Chattonella antiqua* 及び *Ch. marina*) 赤潮(2003年徳島県6.6億円、香川県4.9億円、熊本県3.3億円、鹿児島県1.6億円、2009年鹿児島県20億円、熊本県8.7億円、長崎県4.3億円、2010年鹿児島県36.8億円、熊本県16億円、長崎県1.6億円)】が報告されている。大分県内においても、*Cochlodinium polykrikoides* 赤潮による漁業被害が報告され、今後被害の拡大が危惧されるとともに、監視強化の必要な有害プランクトン種が増大する傾向にある。

漁業被害を防止するためには、プランクトンの生理生態研究で予察技術を確立し、定期的なモニタリング調査で赤潮発生を早期に予知して、適切な被害防止策を講じることが、現状における最善策である。しかし、漁業協同組合職員や漁業者による初期のモニタリングは技術面において困難であることから、業界からは有害プランクトンの監視について一層の強化が望まれている。

本事業では、魚介類を致死させる有害プランクトンの発生および養殖被害を伴う環境悪化等を予測することによって漁業被害を軽減することである。また、被害防止対策の一助とするために、これまで説明されていない赤潮プランクトンの生態研究に取り組み、赤潮予測精度向上のための基礎資料を得ることも目的である。

事業の方法

1. 漁場監視モニタリング調査

豊後水道に接する佐賀関以南の各湾(図1)に調査点4～14点(精密調査点1～2点を含む)を設定し、5～9月に調査を行った。各調査点ではクロロテック(アレック社製ACL-1180DK)による水温、塩分、in-vivo クロロフィル値の測定および、採水器(リゴーB号)による、表層、2m層、5m層の採水を行った。得られた試料海水は有害プランクトンの同定・計数に用いた。精密調査点では上記の採水層、調査項目に加え、10m層、底上1m層の採水も行い、各層の溶存酸素(ウインクラー法)、栄養塩(DIN、PO₄-P)の測定を行った。

また、鉛直クロロフィル値の測定の際、極大値が確認された層については採水を行い、試水中の有害プランクトンの同定及び計数を行った。定期調査の際、有害プランクトンが確認された湾及び赤潮多発期の7～8月には、調査回数、調査点を増やした。

2. 有害プランクトン生理・生態調査

(臼杵湾における*K. mikimotoi*赤潮発生機構の解明)

別府湾、臼杵湾に調査点14点(図2)を設置し、6～8月に1回/週の調査を行った。調査方法等は漁場監視モニタリング調査と同様である。

3. 指導事業

赤潮シーズン前に、佐賀関以南の振興局、市町村、漁協、養殖業者を対象に赤潮担当者会議を開催し、最近の赤潮発生状況や被害についての説明を行った。また、漁業者から赤潮講習会の要望があった場合には現場に赴き講師を務めた。

赤潮発生時や有害プランクトン発生時及び赤潮になる危険がある場合には、緊急赤潮情報、赤潮情報を発行し、周知徹底を図った。

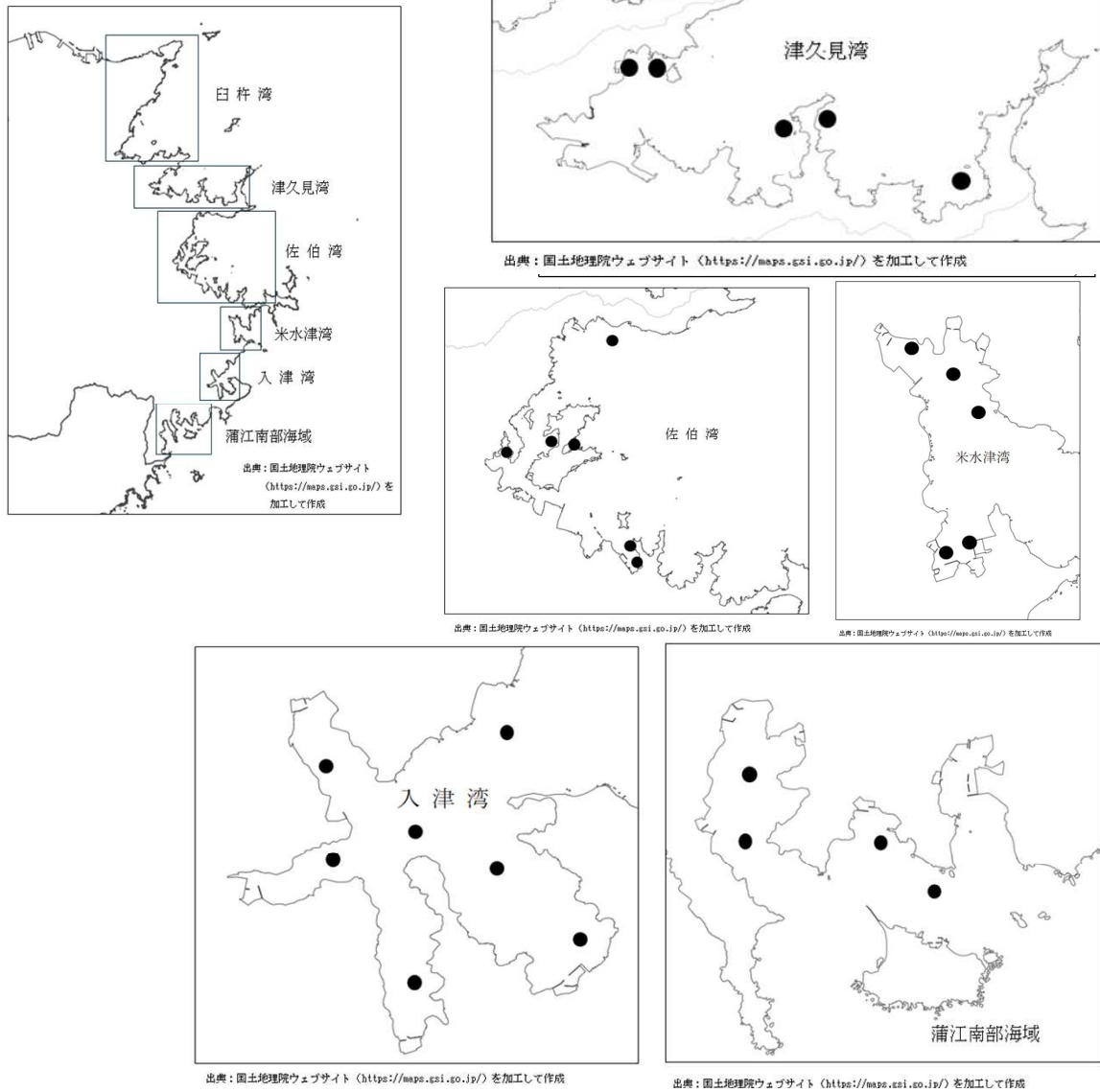


図1 赤潮調査定点（臼杵湾以外）

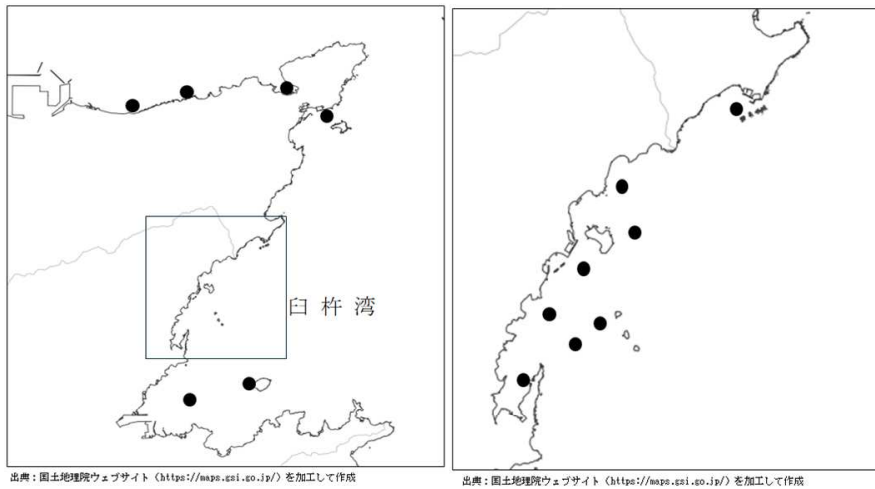


図2 臼杵湾のKarenia mikimotoi赤潮発生機構調査定点

事業の結果

1. 漁場監視モニタリング調査

1) 気象

A. 概要(気象月報抜粋)

6月 上旬：天気は周期的に変化した。小雨・多照。中旬：はじめと中頃は晴れる日もあったが、低気圧や梅雨前線及び気圧の谷の影響で曇りや雨の日が多かった。寡照。下旬：天気は梅雨前線の影響で曇りや雨の日が多かった。高温・寡照。九州北部地方の梅雨入りは、6月12日頃。

7月 上旬：天気は曇りや雨の日が多かった。寡照。中旬：終わりは晴れる日もあったが、曇りや雨の日降る日が多かった。多雨。下旬：期間の前半は晴れる日が多く、後半は曇りや雨の日が多かった。九州北部地方の梅雨明けは、7月17日頃。

8月 上旬：晴れる日が多かったが、期間の終わりは台風4号の影響を受けた。高温。中旬：前半は曇りや雨の降る日が多かったが、後半は晴れる日が多かった。高温・小雨。下旬：太平洋高気圧に覆われて晴れる日が多かったが、後半は湿った空気の影響で曇りや雨の日が多かった。高温。

9月 上旬：初め頃と終わりは晴れる日もあったが、台風9号や湿った空気の影響で曇りや雨の日が多かった。高温。中旬：前半は雨の降る日があったが、後半は晴れる日が多かった。高温・小雨・多照。下旬：天気は周期的に変化した。

B. 気温・降水量

4月～9月の佐伯市アメダス月降水量及び月平均気温の推移は図3に示したとおりである。平均気温は、4月が、平年より0.9℃低め、8月、9月が平年より1.7℃、1.6℃高めであった。降水量は、4月、6月で平年より多く(+131mm、+173mm)、その他の月は平年より少なめ(-31～-212mm)であった。

2) 海象

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－1 漁場環境保全推進事業①(赤潮防止対策)に詳細を記述(p116参照)。

3) 赤潮発生状況

赤潮発生状況は表1に示したとおりである。赤潮発生件数は19件で、そのうち2件で漁業被害があった。構成プランクトンは *Heterosigma akashiwo* によるものが5件、*Prorocentrum dentatum* によるものが4件、*Co. polykrikoides* によるものが3件、*K.mikimotoi*、*Mesodinium rubrum* によるものがそれぞれ2件であった。漁業被害を伴った赤潮構成プランクトンは、*Co. polykrikoides* と *K. mikimotoi* の2種であった。その他に *Eutreptiella sp.*、*Strobilidium sp.*、*Gymnodinium catenatum* による赤潮がそれぞれ1件

発生した。

4) 特記事項

本年度は、*H. akashiwo* による赤潮発生が5件と最も多く、平年(2003～2009年の平均)の発生件数(1.9件/年)に比べて多い傾向にあった。また、本種の赤潮発生期間は、佐伯湾で33日間、名護屋湾で39日間であり、平年の発生期間(1～19日間)に比べて長い傾向にあった。

一方、*K. mikimotoi* による赤潮発生件数は、2件であり、平年(4.3件/年)に比べて少ない傾向にあった。また、発生開始時期は、臼杵湾が8月11日、入津湾が8月24日であり、平年(臼杵湾：7月1日～8月5日、入津湾：6月26日～8月7日)に比べて遅い傾向にあった。

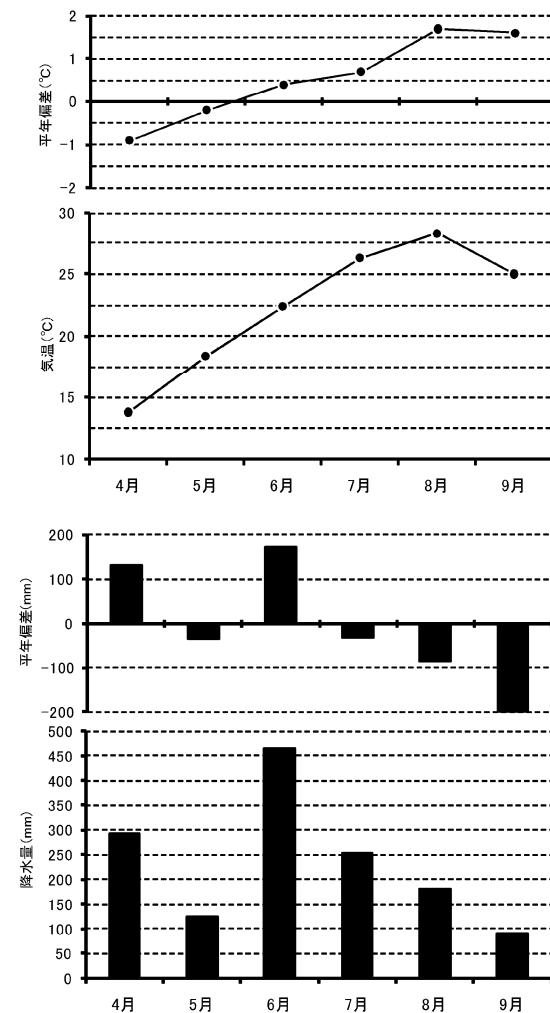


図3 アメダスによる佐伯市の月平均気温、月降水量の推移と平年偏差

(上段：1979～2000年平均値、下段：2010年実測値)

表1 2010年度豊後水道西岸域および別府湾における赤潮発生状況

整理 番号	発生期間				発生海域		構成プランクトン		最高密度 (細胞/ml)	漁業 被害
	発生日	～	終息日	日数	瀬・水道	湾等	属	種		
1	5月17日	～	7月12日	56	豊後水道	猪串湾	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	8,690	有り
2	6月23日	～	6月30日	7	別府湾	鶴崎泊地	<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>	37,000	無し
3	7月1日	～	8月2日	32	豊後水道	佐伯湾(浅海井漁港、大入島周辺)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	250,000	無し
4	7月1日	～	8月9日	39	豊後水道	名護屋湾(名護屋湾奥)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	60,000	無し
5	7月1日	～	7月26日	25	豊後水道	猪串湾	<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>	16,000	無し
6	7月7日	～	7月21日	14	豊後水道	臼杵湾(佐賀関漁港)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	30,000	無し
7	7月14日	～	7月23日	9	豊後水道	津久見湾(浦地地先)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	2,533	無し
8	7月16日	～	7月22日	6	豊後水道	米水津湾(浦代浦)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	47,000	無し
9	7月28日	～	8月19日	22	豊後水道	入津湾(西野浦湾)	<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>	11,500	無し
10	8月5日	～	8月16日	11	豊後水道	佐伯湾(大入島片神地先)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	3,810	無し
11	8月5日	～	8月10日	5	豊後水道	入津湾(洲の本)	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	30,000	無し
12	8月11日	～	9月3日	23	豊後水道	臼杵湾(下の江)	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	1,733	無し
13	8月24日	～	9月24日	31	豊後水道	入津湾	<i>Karenia</i>	<i>mikimotoi</i>	9,000	有り
14	10月7日	～	10月13日	6	豊後水道	入津湾(河内久保浦)	<i>Prorocentrum</i>	<i>dentatum</i>	4,000	無し
15	10月18日	～	11月4日	17	豊後水道	米水津湾(色利浦)	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	945	無し
16	11月29日	～	1月24日	56	豊後水道	猪串湾	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrikoides</i>	3,500	無し
17	1月24日	～	2月28日	35	豊後水道	猪串湾	<i>Gymnodinium</i>	<i>catenatum</i>	5,080	無し
18	2月21日	～	2月28日	7	豊後水道	津久見湾(日見漁港)	<i>Eutreptiella</i>	<i>sp</i>	10,200	無し
19	3月31日	～	4月7日	7	豊後水道	佐伯湾(鶴見中浦周辺)	<i>Strobilidium</i>	<i>sp</i>	2,100	無し

5) 各湾における有害プランクトン発生状況

各湾の有害赤潮プランクトンの出現の概況については、以下にまとめたとおりである。

A. 臼杵湾

2. 有害プランクトン生理・生態調査結果を参照。

B. 津久見湾

K. mikimotoi の最高密度は、6月18日が1cells/ml、7月23日が13cells/ml(田の浦)、8月12日が1cells/ml、9月3日が3cells/mlであり、赤潮形成には至らなかった。*Ch. spp.* は、9月3日に1cells/mlが確認された。*Co. polykrikoides* は、7月23日に8cells/mlが確認された。*H. akashiwo* は、6月18日に2cells/mlが確認された。

C. 佐伯湾

K. mikimotoi は、7月20日に2cells/ml、8月2日に1cells/ml、8月16日に3cells/mlが確認され、赤潮は形成されなかった。

Ch. spp. は、8月2日、8月16日、9月29日、10月1日に1cells/mlが確認された。

Co. polykrikoides は、6月7日に4cells/mlが確認された。

H. akashiwo は、5月18日に石間で、6月7日に松浦漁港、片神で、それぞれ1cells/mlが確認された。24日には、分布範囲が広がり(11調査点のうち8調査点で出現)、細胞密度も増加(1～20cells/ml)した。30日には、さらに細胞密度の増加(彦島、片神で350cells/ml)が確認された。

7月1日には上浦地先の水産研究部筏付近で、5日には守後で、それぞれ赤潮状態(10,500、

2,500cells/ml)となった。上浦地先の赤潮では、7月6日の水産研究部筏付近、13日の豊後二見浦付近、15日の浅海井漁港入り口付近、16日の水産研究部筏付近でそれぞれ、56,000、13,000、250,000、23,000cells/mlの高密度が確認された。

その後、水産研究部筏付近、守後の出現密度は、7月20日には0、40cells/mlまで低下し、8月2日には、確認されなくなり、赤潮は終息した。

D. 米水津湾

K. mikimotoi は、確認されなかった。

Ch. spp. は、8月13日、9月8日に1cells/mlが確認された。

H. akashiwo は、7月16日に色利浦で赤潮を形成し、47,000cells/mlが確認されたが、7月22日には終息した。

Co. polykrikoides は、6月15日、7月22日、8月13日9月8日には確認されなかったが、10月に入って赤潮を形成し、10月18日に色利浦で660cells/ml、10月22日に宮野浦で945cells/mlが確認された。10月29日には14cells/mlまで減少し、11月4日には確認されなくなった。

E. 入津湾

K. mikimotoi は、7月29日に河内、楠本、畑野浦の5m層で初めて確認(1cells/ml)された。8月10日には、出現が全ての枝湾に拡大し、西野浦、河内で15cells/mlまで増加した。8月19日には、さらに増加し、西野浦で97cells/ml、河内で36cells/mlとなった。8月24日には、西野浦湾中央で赤潮(500cells/ml)を形成し、25日には2,450cells/mlま

で増加した。26日には、河内久保浦でも赤潮形成(1,025cells/ml)が確認された。9月1日には、楠本で9,000cells/ml、入津湾中央で5,150cells/ml、西野浦洲の本で2,500cells/ml、河内久保浦で2,000cells/ml、畑野浦で520cells/mlとなり、赤潮は入津湾全域に拡大した。赤潮は、9月6日(最高密度4,500cells/ml)、10日(最高密度2,225cells/ml)にも、入津湾のほぼ全域で確認された。

その後、*K. mikimotoi*は、9月17日に減少傾向(各枝湾の最高密度は、10～225cells/ml。西浦湾を除く。)に転じ、24日には終息(最高密度3cells/ml)した。

*Ch. spp.*は、8月10日～9月30日の間に1～3cells/mlが確認された。

*H. akashiwo*は、5月25日～6月9日で1～2cells/ml、6月22日～7月5日で10～12cells/mlが確認された。7月29日には、楠本で750cells/ml、畑野浦で350cells/mlまで増殖し、8月5日には、洲の本で赤潮(30,000cells/ml)を形成したが、10日には終息した。

*Co. polykrikoides*は、6月9日～7月15日の間に8～19cells/mlが確認された。また、9月1日にも6cells/mlが確認された。

F. 蒲江南部海域

*Co. polykrikoides*の赤潮は、春期～夏期(5月17日～7月12日)、秋期～冬期(11月29日～1月24日)に発生した。

春期～夏期(5月17日～7月12日)

*Co. polykrikoides*は、5月10日に猪串、小蒲江、赤ベエで初めて確認(最高密度4cells/ml)された。17日には、猪串で注意密度(30cells/ml)を越えて、59cells/mlを確認した他、森崎、鶉の糞、越田尾でも8～18cells/mlが確認された。24日には、さらに増加して、森崎、越田尾で196、108cells/mlが確認され、26日には森崎で警戒密度(300cells/ml)を越えて、2,100cells/mlに達し赤潮状態となった。5月31日～6月14日の間は増減を繰り返し、最高密度は、31日が森崎で607cells/ml、6月8日が越田尾で67cells/ml、14日が猪串で8,690cells/mlであった。その後、最高密度は、低下し(6月21日が14cells/ml、28日が8cells/ml)、7月12日には確認されなくなった。

秋期～冬期(11月29日～1月24日)

*Co. polykrikoides*は、11月29日に森崎、猪串で確認され、森崎では注意密度を超えた(68cells/ml)。さらに、12月1日には、森崎で警戒密度を超えた(390cells/ml)。12月6日～21日の間には、森崎、猪串、越田尾、弁天島、みごの浦、小蒲江、鶉の糞で4～3,500cells/mlが確認され、13日の弁天島(505cells/ml)、20日の森崎(3,500cells/ml)、21日

の弁天島(920cells/ml)、森崎(600cells/ml)でそれぞれ警戒密度を超えた。1月5日には、減少傾向に転じ、森崎、猪串、越田尾、鶉の糞で22～163cells/mlが確認された。1月11日、17日には、さらに密度は低下し、森崎、猪串、越田尾、鶉の糞、みごの浦で、2～81cells/mlであった。1月24日には、森崎で確認(4cells/ml)されたのみで、赤潮は終息した。

*H. akashiwo*は、5月24日に初めて確認(1cells/ml)された後、6月21日には、猪串湾弁天島付近で650cells/mlまで増殖した。その後、6月下旬～7月下旬の間は、低密度(2～6cells/ml)であったが、8月9日に加羽根で1,100cells/ml、10日に蒲江湾奥で3,750cells/mlまで増殖した。8月23日には加羽根で20cells/mlまで低下した。

*K. mikimotoi*は、8月9日に5cells/ml、8月23日に4cells/ml確認されたが、赤潮は形成されなかった。

*Ch. spp.*は、5月中旬～9月下旬まで確認されたが、最高密度は、5月24日の2cells/mlであった。

2. 有害プランクトン生理・生態調査

(白杵湾における*K. mikimotoi*赤潮発生機構の解明)

白杵湾における有害赤潮プランクトン出現の推移は図4に示したとおりである。

*Ch. spp.*は、8月中旬～下旬に1cells/ml確認された。

*H. akashiwo*は、6月30日に初めて確認(2cells/ml)され、7月7日に50cells/mlまで増殖した。7月7日には、調査定点とは異なる佐賀関漁港で赤潮が発生(30,000cells/ml)した。その後、7月中旬～8月下旬の間は、1～10cells/mlが確認された。

*Co. polykrikoides*は、7月21日に8cells/mlが確認された。

*K. mikimotoi*は、7月21日に黒島、日ノ浦、三つ子下の江などの9調査点で、初めて確認(1～7cells/ml)された。7月28日には下の江、三つ子などの5調査点で確認され、下の江10mが最高密度(39cells/ml)であった。8月4日も下の江5mが最高密度(75cells/ml)であり、周辺の一尺屋、黒島でそれぞれ45、30cells/mlが確認された。8月11日には、下の江で赤潮(下の江5mで1,733cells/ml、下の江奥3mで744cells/ml)を形成したが、周辺海域の密度は、中津浦の20cells/mlが最高であり、赤潮発生は局所的な狭い範囲に留まった。8月18日の最高密度は、大浜、三つ子の18cells/mlであり、下の江は、9cells/mlまで減少した。8月25日の最高密度は、三つ子の10cells/mlであり、9月3日に赤潮の終息(佐志生で1cells/ml)を確認した。

3. 指導事業

1) 赤潮担当者会議

開催日：2010年5月20日
 開催場所：水産研究部大会議室
 出席者数：20人（佐賀関以南の漁協各支店、市役所、振興局、県庁）

B. 豊後水道北部海域赤潮研究会

開催日：2010年6月8日
 開催場所：臼杵総合庁舎
 出席者：23人（漁業者、管内漁協各支店、市役所）

2) 講師派遣

A. 平成22年度第3回赤潮講習会

開催日：2010年5月21日
 開催場所：JF佐伯支店
 出席者：13人（漁業者、市役所）
 講師：宮村和良

講師：宮村和良

3) 赤潮情報・緊急赤潮情報の発行回数

- ・赤潮情報：9回
- ・緊急赤潮情報：22回

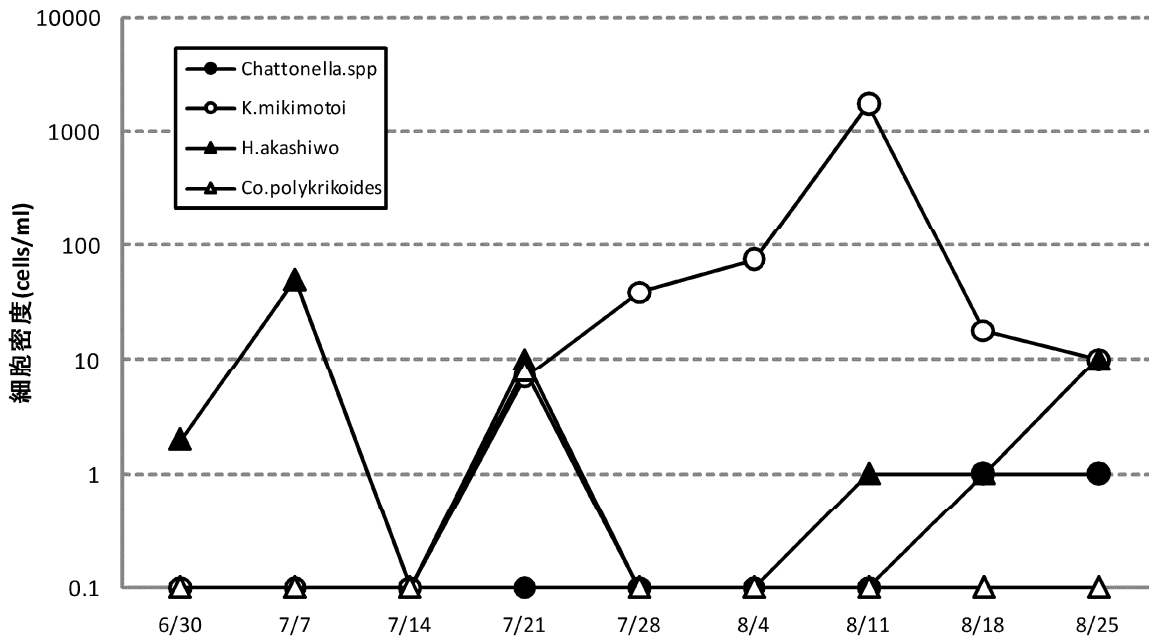


図4 臼杵湾における有害赤潮プランクトン細胞密度の推移
 (数値は全調査点の最高細胞密度を示す)

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発－3

赤潮等養殖被害防止対策事業 (交付金)

宮村和良・岩野英樹

事業の目的

猪串湾では近年、イワガキ養殖が導入され、出荷が可能になっている。しかしながら、同海域ではこれまでに、*Gymnodinium catenatum*、*Alexandrium catenella* 等の麻痺性貝毒原因プランクトンが高密度に出現し、天然および養殖の二枚貝類が度々毒化していることから、養殖イワガキについても早急な毒化監視体制の構築および貝毒防止対策について検討する必要がある。本事業では、養殖イワガキの毒化監視を迅速に行うため、ELISA 法の有用性について検討した。

事業の方法

大分県佐伯市猪串湾の貝類養殖場（鵜の糞）と湾奥（猪串）の2点（図1）で2010年4月～2011年3月、2010年11月～2011年3月の各期間に採水およびイワガキの採取を行った。調査は月に1～4回行い、貝毒プランクトンの多発時期である春季、冬



出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>) を加工して作成

図1 調査定点

季は調査回数を増やした。イワガキは1回につき15個/調査点とし、実験室に持ち帰った後、冷蔵保存し、翌日計測、解体し、可食部（軟体部全体）をホモジナイズした後 -20°C 以下で冷凍保存し麻痺性貝毒分析に供した。採水した海水は当日中に孔径 $10\mu\text{m}$ のプランクトンネットを用いた重力濾過によって100倍（1000mlから10ml）に濃縮し、貝毒プランクトン検鏡に供した。毒力分析はマウスアッセイ法およびELISA法で行い、マウスアッセイ法は環入第30号に従い（財）日本冷凍食品検査協会で行い、ELISA法は利用指針に従い大分県農林水産研究指導センター水産研究部で実施した。なお、ELISA法で得られた値（nmol/g）に換算係数0.3を乗じて毒力（MU/g）を算出した。

事業の結果

1. 麻痺性貝毒原因プランクトン

1) 貝類養殖場（鵜の糞）

麻痺性貝毒プランクトンの推移を示したものが図2である。*Gymnodinium catenatum* は検出限界未満（以後N.D.）～176,000cells/L、*Alexandrium catenella* はN.D.～1,333cells/Lで推移した。*G. catenatum* は1月以降急増し1月中旬から2月下旬にかけて1,000cells/L以上の高密度の期間が継続した。*A. catenella* は5月中旬に一時的に1,000cells/Lを超えた。

2) 湾奥（猪串）

麻痺性貝毒プランクトンの推移を示したものが図3である。*G. catenatum* はN.D.～444,500cells/L、*A. catenella* はN.D.～14,200cells/Lで推移した。*G. catenatum* は1月以降急増し1月上旬から3月上旬にかけて1,000cells/L以上の高密度の期間が継続し、さらに1月下旬から2月中旬には10,000cells/Lを超え、海水の着色（赤潮化）を伴う濃密な状態が数週間観測された。*A. catenella* では12月上旬から下旬に1,000cells/Lを超え、同月中旬には10,000cells/Lを超えた。*G. catenatum*、*A. catenella* と

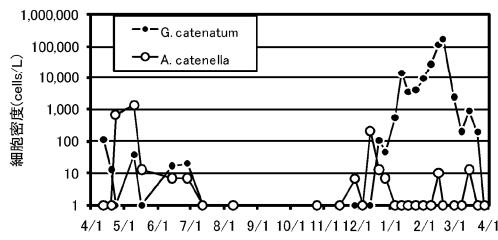


図2 貝類養殖場（鶏の糞）における麻痺性貝毒原因プランクトンの推移
（表層、2m層、5m層の鉛直平均細胞密度を示す）

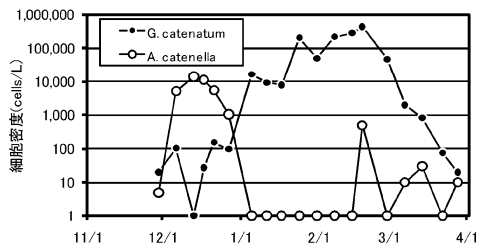


図3 湾奥（猪串）における麻痺性貝毒原因プランクトンの推移
（表層、2m層、5m層、10m層の鉛直平均細胞密度を示す）

もに、同時期における出現密度は貝類養殖場よりも湾奥で高かった。

2. 麻痺性貝毒(PSP)毒力の推移

1) 貝類養殖場（鶏の糞）

貝類養殖場に垂下したイワガキ試料の毒力は図4に示したように、マウスアッセイ法では N.D. (2 MU/g 未満) ~ 127.0MU/g、ELISA 法では N.D. (0.1MU/g 未満) ~ 266.4MU/g で推移した。両者の変動は大部分で一致し、マウスアッセイ法より ELISA 法で毒力が高い傾向が確認された。PSP プランクトンが比較的低密度で断続的に検出された4月~7月の期間、および12月の *A.catenella*、1月の *G.catenatum* が急増した時には、ELISA 法による測定のみで毒力が検出された。

2) 湾奥（猪串）

湾奥に垂下したイワガキ試料の毒力は図5に示したように、マウスアッセイ法では N.D.~95.7MU/g、ELISA 法では N.D.~122.5MU/g で推移した。毒力が増加した期間における両測定値の推移はほぼ一致したが、毒力が横ばいから減少した期間には、両測定値の変動に相違が見られた。全般的に毒力は ELISA 法で高い値が得られたが、2011年2月18日はマウスアッセイ法で高い値となった。12月の *A.catenella* のピーク時には ELISA 法、マウスアッセイ法とも毒力が検出されたが、増殖初期や減少時は

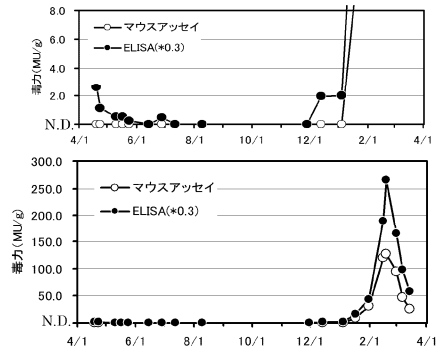


図4 貝類養殖場（鶏の糞）におけるイワガキ可食部毒力の推移

上段：低毒レンジ (N.D~8.0MU/g)
下段：高毒レンジ (N.D~300.0MU/g)

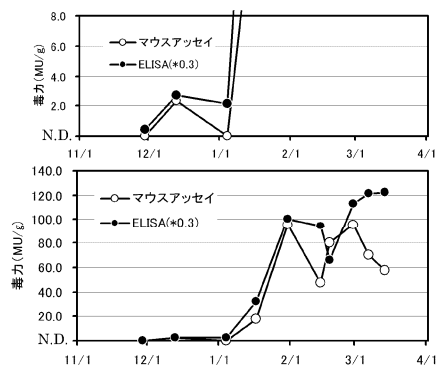


図5 湾奥（猪串）におけるイワガキ可食部毒力の推移

上段：低毒レンジ (N.D~8.0MU/g)
下段：高毒レンジ (N.D~140.0MU/g)

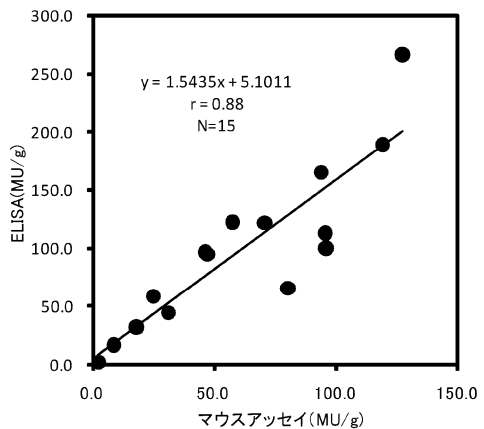


図6 イワガキ可食部におけるマウスアッセイ法と ELISA法の毒力の関係

ELISA 法のみ毒力検出が可能であり、毒力の変動を観測することができた。

3. マウスアッセイ法とELISA法の関係

マウスアッセイ法と ELISA 法の両法で毒力が検出された時の毒力の関係について示したものが図 6 である。両法の測定値間には高い相関 ($r=0.88$) が確認された。

考 察

調査 2 地点の麻痺性貝毒プランクトン密度とイワガキ毒力の推移から、当海域で垂下したイワガキは *A.catenella* および *G.catenatum* によって麻痺性貝毒

成分を蓄積し毒化したと考えられる。特に *G.catenatum* の高密度出現時には規制値（可食部 4MU/g）を大幅に超えて毒化し、最高毒力は 100.0 MU/g に達した。マウスアッセイ法と ELISA 法による毒力の推移を比較すると、両者の傾向はほぼ一致し、相関も高く、両法測定値間に大きな相違は確認されなかった。特に、*A.catenella* の出現時において、マウスアッセイ法で検出できない低毒力を ELISA 法で検出できた場合があった。以上のことから、ELISA 法は貝毒プランクトンの低密度時や毒化初期におけるイワガキの毒化監視において有効であると考えられ、従来のマウスアッセイのみの貝毒監視に ELISA 法を併用すれば、高感度で効率的な毒化監視が可能になるとと思われる。

赤潮・貝毒被害軽減システムの開発^{*} 4

赤潮被害軽減のための衛星データ利用実証試験 (委託研究)

宮村和良・岩野英樹

事業の目的

大分県沿岸域で赤潮監視に向けた衛星データ利用の実証試験を行い、従来の海洋観測による赤潮監視技術との融合によって、高精度で広範囲を網羅できる新たな赤潮監視体制を実用化して、全国規模の赤潮監視体制を構築することが最終目的である。今年度は大分県沿岸域において 6～9 月の赤潮多発期に、調査船「豊洋」で定点観測および連続採水調査を実施し、広範囲かつ詳細な現場海域の有害プランクトン分布密度および海洋環境の把握を行った。また、観測結果および衛星データは、赤潮情報として漁業関係者へ配信し、赤潮被害軽減への指導に用いるとともに、赤潮発生と海洋環境との関係について検討した。

事業の方法

1. 有害プランクトン細胞密度分布および海洋環境調査

周防灘、伊予灘、別府湾に調査点 44 点を設け、2010 年 6 月～9 月の期間に各月 1 回、計 4 回の調査を行った。各調査点では表層、10m 層の採水および C-CTD (JFE アドバンテック社製) による鉛直水温、塩分、in-vivo chl. 蛍光値の測定を行った。また観測時に鉛直 in-vivo chl. 蛍光値で極大値が観測された層(極大層)についても採水を行った。各採水は表層をバケツで、10m 層、極大層については採水器(リゴ B 号透明採水器 離合社製)を用いて行った。表層と 10m 層の各海水は、船上でガラス繊維フィルター(GF/F Whatman)を用い濾過し、DMF に浸漬後、遮光密閉状態で冷凍保存して Chl.a 測定試料に供した。表層と極大層の海水は濃縮せずに有害プランクトンの検鏡に用いた。有害プランクトンは

調査当日中に光学顕微鏡を用いて *Karenia mikimotoi*、*Chattonella* spp. の同定・計数を行った。Chl.a 濃度は調査終了後、蛍光高度計(10-AU Turner Designs 社)を用いて測定した。調査船の航行時にはポンプ(荏原ポンプ 25pqm0.25S)を用いて亜表層の海水を連続採水し、多項目水質計(DS5X Hydrolab 社製)で水温、塩分、in-vivo chl. の測定を行い、イメージングフローサイトメーター(Flow-CAM Fluid Imaging Technology 社製)でプランクトン撮影を行った。

2. 有害プランクトン情報の配信

各月の調査終了後、直ちに有害プランクトンの出現状況について、周辺の漁協支店、周辺県水産試験場、県関係機関に FAX で情報を提供した。また有害プランクトンが赤潮を形成する危険がある場合には、FAX、ホームページを用いて緊急赤潮情報を発行し情報提供を行った。

事業の結果

1. 有害プランクトン細胞密度分布および海洋環境調査

1) 6月: 水温は 16.83～18.64℃、塩分は 30.54～33.28、Chl.a 濃度は 0.5～8.5μg/L で分布した。別府湾奥および別府湾南岸の河口付近では、渦鞭毛藻や繊毛虫類が多数確認されたが、珪藻類も散見された。別府湾の外側では珪藻類、渦鞭毛藻、繊毛虫が同程度に確認された。有害プランクトンは確認されなかった。

2) 7月: 水温は 20.02～27.20℃、塩分は 22.81～33.40、Chl.a 濃度は 0.3～18.4μg/L で分布した。別府湾奥および別府湾南東岸の高 Chl.a 濃度域では珪藻類の *Chaetoceros* 属および *Nitzschia* 属が優占種であった。また周防灘沖でも同様の珪藻類が多数観

*詳細は平成 22 年度赤潮被害軽減のための衛星データ利用実証実験報告書に報告した。

測された。*K.mikimotoi* は N.D.～15cells/ml で確認され、主に周防灘～豊後水道の沿岸に分布していた。*Chattonella* spp は N.D.～1cells/ml で確認され、別府湾奥および中央、豊後水道に出現した。

3) 8月：水温は 23.09～28.88℃、塩分は 29.39～32.97、Chl.a 濃度は 0.4～5.0μg/L で分布した。別府湾東岸および別府湾奥の比較的高い Chl.a 濃度域では渦鞭毛藻の *K.mikimotoi* や珪藻類の *Chaetoceros* 属、*Nitzschia* 属、*Skeletonema* 属が主に確認され、別府湾奥ではさらに黄金色藻類の *Dictyocha* 属や繊毛虫類も確認された。周防灘では主に珪藻類の *Skeletonema* 属が確認された。*K.mikimotoi* は N.D.～250cells/ml の密度で、ほぼ全域で遊泳細胞が確認された。*Chattonella* spp は N.D.～88cells/ml の密度で、周防灘の全調査点で確認された。*K.mikimotoi* が中層で高密度に観測された海域のタコソボ内でタコの死亡が報告され、原因は本種によると推測された。

4) 9月：水温は 24.84～27.73℃、塩分は 31.23～33.31、Chl.a 濃度は 0.9～4.6μg/L で分布した。全域で珪藻類が優占しており、別府湾南岸では珪藻類の *Chaetoceros* 属、*Skeletonema* 属、*Eucampia* 属および渦鞭毛藻類が確認された。国東半島北東岸では主に珪藻類の *Chaetoceros* 属、*Eucampia* 属、*Lauderia* 属、*Rhizosolenia* 属が確認された。周防灘では主に珪藻類の *Chaetoceros* 属、*Coscinodiscus* 属および渦鞭毛層の *Ceratium* 属が確認された。*K.mikimotoi* は未検出であり、*Chattonella* spp は N.D.～1cells/ml で確認された。

2. 有害プランクトン情報の配信

表 1 のとおり、調査結果および緊急赤潮情報を関係機関に提供した。

表1 赤潮調査報告結果一覧

調査回	結果	発行日
第1回	広域赤潮調査速報 (6月)	6月3日
第2回	広域赤潮調査速報 (7月)	7月8日
第3回	広域赤潮調査速報 (8月)	8月5日
	緊急赤潮情報7	8月5日
第4回	広域赤潮調査速報 (9月)	9月13日

考 察

1. 有害プランクトンの出現と*K.mikimotoi*赤潮について

今年度、有害プランクトンは広域な赤潮を形成することがなく低水準で推移した。*K.mikimotoi* が赤潮を形成しなかった要因として、1. 本海域の赤潮初期発生海域である周防灘南西部沿岸域において、赤潮発生前の6月の水温が低く、遊泳細胞が十分に増殖できず、赤潮にいたるシードポピュレーションが形成されなかったこと(2010年度 水産庁)、2. 赤潮形成時期である7月に全域で競合種である珪藻類が優占(一部で赤潮)し、増殖が抑制されたこと、の2点が考えられる。しかしながら、8月には広範囲に *K.mikimotoi* が分布し、周防灘沖合、伊予灘の中層では本種の濃密度層が観測されるなど、局所的ではあるが増殖が確認されていることから、8月は本種にとって増殖に適した環境であったと推測される。*K.mikimotoi* が周防灘、伊予灘、別府湾、豊後水道にいたる広範囲で赤潮を形成する条件として、6月の周防灘南西部でシードポピュレーションが十分に増殖すること、さらに、その後、珪藻類等が優占しないことが必要であると推測された。

今年度から遊泳細胞の分布が広範囲かつ高精度に監視できるようになり、さらにフローサイトメータによる現場海域の構成プランクトン種の把握も可能であることから、従来の潮流等の物理モデルによる赤潮予測に、競合種の動態把握を考慮した、海洋生態系モデルを組み込むことによって、より正確な赤潮の予測が可能になると期待される。

2. 現場への情報提供について

今年度は赤潮の発生が認められなかったが、八代海を中心とした九州西部では *Chattonella* spp 赤潮による甚大な被害が発生した。本調査海域である九州東部においても、有害種による赤潮発生が危惧され、広域な有害プランクトンの調査および情報提供が望まれた。本調査によって、広域な有害プランクトンの発生状況(赤潮発生の危険性が少ないこと)を生産現場へ、迅速に提供することによって、漁業者の不安を軽減することができ、赤潮多発期における本調査の継続について生産現場から切望された。

近年、九州沿岸域において有害種による広域赤潮が頻発している状況であり、漁業者の赤潮への心的ストレスは高まっている。このことから、赤潮多発期の広域赤潮調査および迅速な情報提供が今後も必

*1 平成 22 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業(瀬戸内海西部における有害赤潮等分布拡大防止)

要である。

今後の課題

8 月の調査時に *K.mikimotoi* が中層で濃密度層を形成した周辺海域では、軽微であるが漁業被害が報告された。中層での本種の濃密度層の形成は赤潮初

期にみられる特徴的な現象であり、その把握は漁業被害の軽減だけでなく、赤潮発生を予測する上にも重要な課題である。今回の調査において中層採水が、調査船のローリングやピッチングによる揺れによって目的層を採水できない事例が度々あった。次回からは、目的とする層を的確に採水するため、in-vivo Chl.を搭載した採水器の利用などを検討する必要がある。