

# 赤潮・貝毒調査事業

漁場環境科 林 芳弘・田井野清也

## 赤潮調査

### 1 はじめに

プランクトンおよび環境を調査し、関連データの蓄積および漁業被害の軽減をはかることを目的とした。

本調査および後述する貝毒調査の調査地および詳細なデータは、川上から川下に至る豊かで多様性のある海づくり事業の「平成 16 年度赤潮発生監視調査事業報告書」「平成 16 年度貝毒発生監視調査事業報告書」および「平成 16 年度漁場環境保全推進調査事業報告書」において報告されている。ただし、16 年度の赤潮発生状況や被害状況については、報告後に得られた情報も追加し、今回の報告では若干修正した。なお、「赤潮発生監視調査事業報告書」において、浦ノ内湾の光松地区に設定した St. 3 は、「貝毒発生監視調査事業報告書」の St. 2 および「漁場環境保全推進調査事業報告書」の St. 2 と同地点である。ここでは、St. 番号は、赤潮発生監視調査事業のものに統一した。

また、*Gymnodinium mikimotoi* の名称については、*Karenia mikimotoi* に統一した。

## 2 方法

### (1) 環境調査

浦ノ内湾と野見湾では各々 6 個所の St. において、4~10 月の期間、月に 1 回の頻度で定期的に調査した（図 1）。

水温、塩分、溶存酸素は、YSI 社製の MODEL85 で計測した。透明度は、セッキ盤により測定した。栄養塩類は、ブランルーベ社のトラックス 800TM により分析した。

クロロフィル a は、TURNER DESIGNS 社製の蛍光光度計 10-AU Fluorometer で測定した。

また、4 月と 8 月に浦ノ内湾の St. 3 および野見湾の St. 3 において底泥を採取し、強熱減量（IL）、酸揮発性硫化物量（AVS）、化学的酸素要求量（COD）、全窒素量（T-N）を測定した。IL、AVS、COD の分析

方法は、漁場保全対策推進事業調査指針<sup>1)</sup>に従った。T-N は、Yanaco 社製の CN CORDER MT-700 型を用いて分析した。

浦ノ内湾では、漁場環境保全推進調査事業において、4 月から翌年 3 月にかけて、月に 1 回、水温、塩分、溶存酸素を測定し、また 10 月と 2 月に底質を分析している。本報告では、そのデータも含めて解析した。

### (2) プランクトン調査

野見湾と浦ノ内湾では、各々 6 個所の St. において、4~10 月の期間、月に 1 回の頻度で定期的に調査した。各 St. で採水した海水 1ml を光学顕微鏡で観察し、出現した植物性プランクトンの細胞数を計数した。倍率は原則として 40 倍とした。珪藻類については、100 倍の倍率で、スライドガラス上の 10 分の 1 の範囲を観察し、1ml 当たりの細胞数に換算した。10 $\mu$ m より小さい小型のプランクトンについては、同定が困難であったため、計数は行わなかった。

### (3) 赤潮対応

赤潮発生時等は、必要に応じて、臨時調査を実施した。また、漁業者等から持ち込まれた海水サンプルを検鏡し、有害種の出現状況の把握に努めた。

調査結果は FAX 等で地元漁協に連絡した。

## 3 結果

### (1) 浦ノ内湾

#### 1) 環境調査

##### ① 水温・塩分

湾中央部の St. 3 における、水深 5m 層の水温と塩分の経月変化を図 2 に示した。水温は、全体的に平年並みに推移したが、11~1 月にかけては平年より高めに推移し、2~3 月は低めであった。塩分は、4~12 月は、7 月を除き、平年より低めに推移した。他の St. でも、概ね同様な傾向を示した。

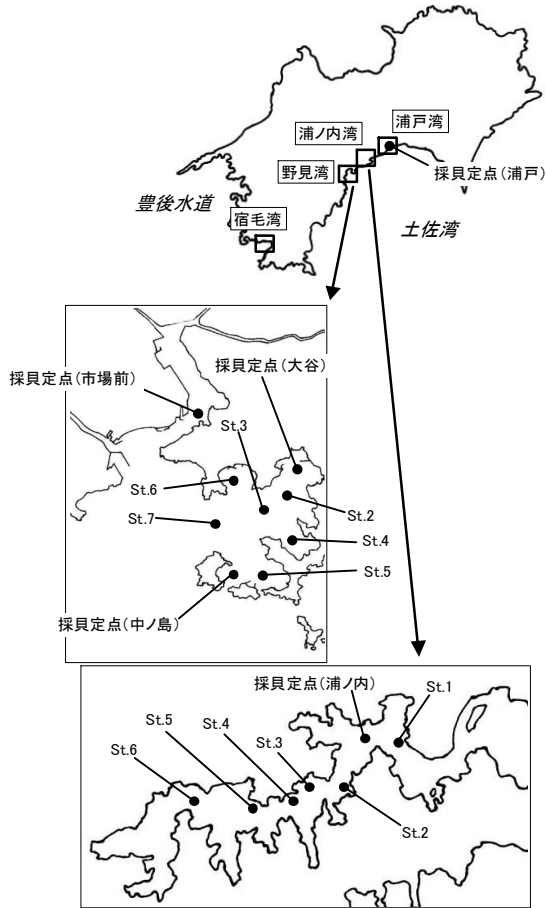


図1 調査地点

②溶存酸素

St. 3 における B-1m 層の溶存酸素量の変化を図 3 に示した。St. 3 の水深は約 17.4m であった。

溶存酸素は、概ね平年と同様な推移を示した。4～10月の期間は、全体的に低い水準で推移した。この期間の、B-1m 層の溶存酸素の推移を St. 間で比較した (図 4)。最も湾口部に近く水深の浅い St. 1 は、他の St. よりも高めに推移した。湾中央部から湾奥部の St. 2、3、6 では、St. 間で大きな差はみられなかった。

③透明度

St. 3 における透明度の変化を図 5 に示した。透明度は平年並みで推移した。

④クロロフィル a

St. 3 の 0m 層におけるクロロフィル a の経月変化を図 6 に示した。平年値より低めに推移した。

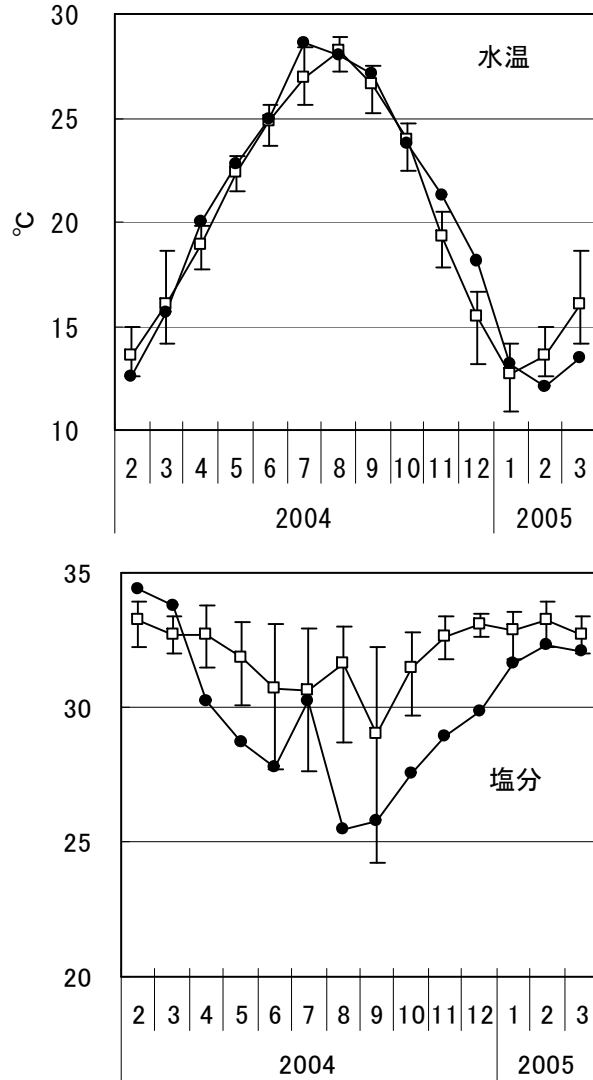


図2 浦ノ内湾 St. 3 の水深 5m における水温と塩分の経月変化

● : 2004年2月～2005年3月の各月の値

□ : 1997～2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値

⑤栄養塩

St. 3 における 5m 層の DIN、PO<sub>4</sub>-P、DON、DOP の経月変化を図 7 に示した。DIN は、概ね平年より低めに推移したが、8月に高い値を示した。PO<sub>4</sub>-P も、やはり8月に平年値を上回った。DON は4～7月にかけて平年値を上回ったが、DOP は期間中、平年値より低めに推移した。

St. 3 の 5m 層における 8月の DIN および PO<sub>4</sub>-P の、

1984年からの経年変化を図8に示した。DIN、 $PO_4\text{-P}$ ともに、1980年代に比較して若干の減少傾向がうかがえるものの、2000年以降は再び増加の兆しがみられた。特に2004年のDINは、1988年以来最も高い値となった。

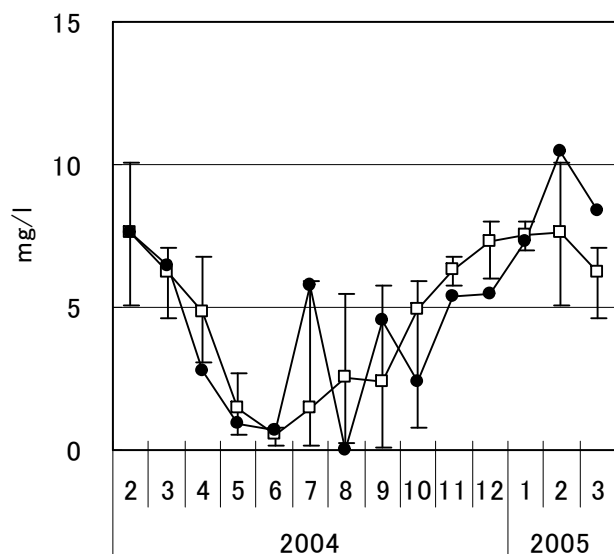


図3 浦ノ内湾 St. 3 の B-1m における溶存酸素の経月変化

● : 2004年2月～2005年3月の各月の値  
 □ : 1997～2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値

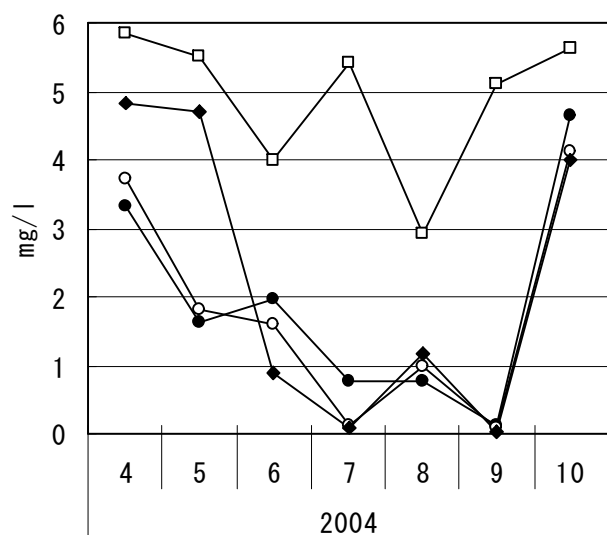


図4 浦ノ内湾 B-1m 層の、各 St. における溶存酸素の経月変化

□ : St. 1 ● : St. 2 ○ : St. 3 ◆ : St. 6

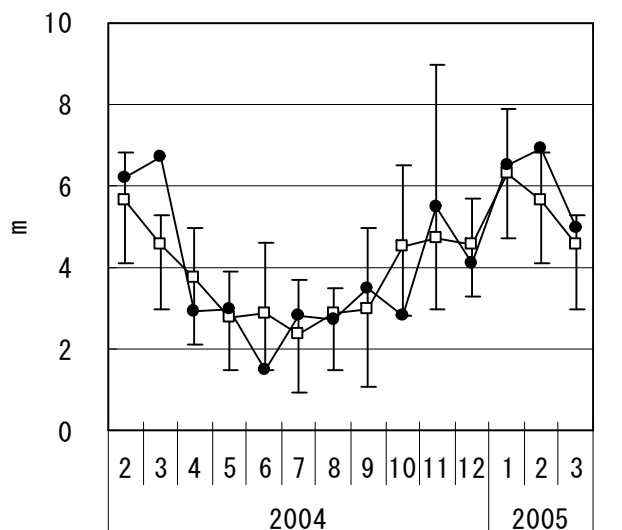


図5 浦ノ内湾 St. 3 における透明度の経月変化

● : 2004年2月～2005年3月の各月の値  
 □ : 1997～2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値

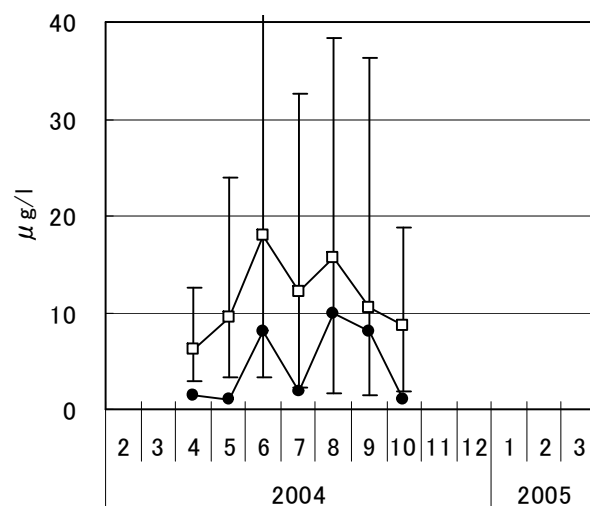


図6 浦ノ内湾 St. 3 の水深 0m におけるクロロフィル a の経月変化

● : 2004年4月～10月の各月の値  
 □ : 1995～2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値。6月の最大値は  $62.3 \mu\text{g/l}$ 。なお、2001年6月に記録された極端に高い値 ( $216.9 \mu\text{g/l}$ ) は、本解析から除外した。

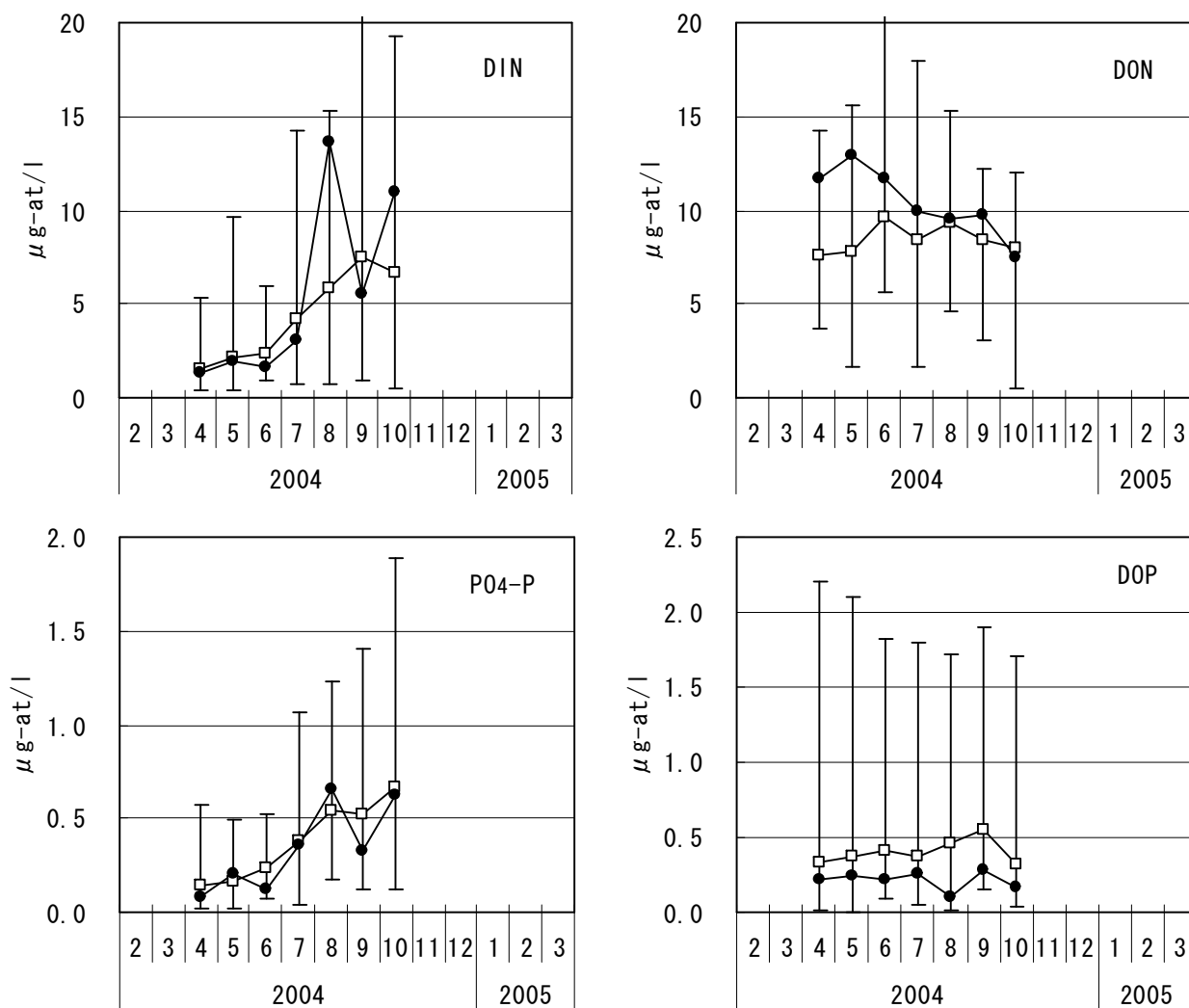


図7 浦ノ内湾 St. 3 の水深 5m における DIN、PO<sub>4</sub>-P、DON、DOP の経月変化

● : 2004 年 4 月～10 月の各月の値

□ : 1984～2003 年の各月の平均値 (平年値)、最大値、最小値。

DIN の 9 月の最大値は 20.6  $\mu\text{g-at/l}$ 、DON の 6 月の最大値は 22.7  $\mu\text{g-at/l}$ 。

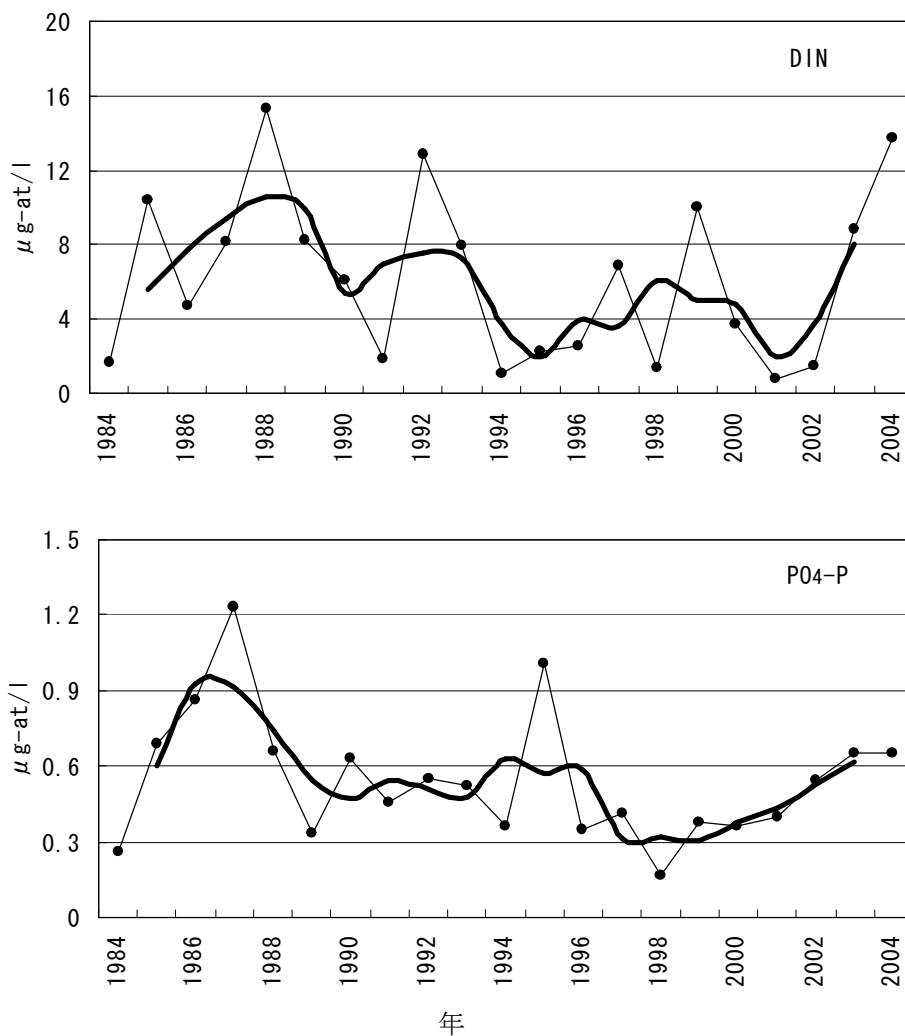


図8 浦ノ内湾 St. 3 の水深 5m における 8 月の DIN と PO<sub>4</sub>-P の経年変化

● : 各年の値    — : 3 カ年移動平均。

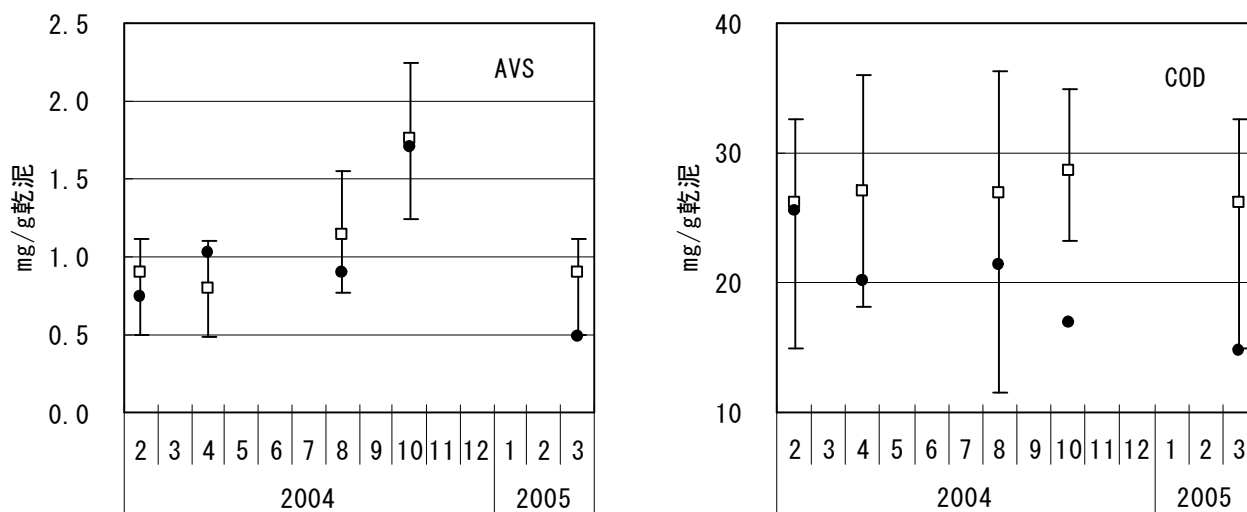


図9 浦ノ内湾 St. 3 における AVS (上) と COD (下) の経月変化

● : 2004 年 2 月、4 月、8 月、10 月、2005 年 3 月の値

□ : 1997~2003 年の平均値(平年値)、最大値、最小値

## 赤潮・貝毒調査事業

### ⑥底質

St. 3における底質のAVSとCODの変化を図9に示した。概ね平年並みに推移した。

St. 3における8月のAVSとCODの経年変化を図10に示した。AVS、CODともに、近年、横這い状態となっており、2004年も大きな変化はみられなかった。

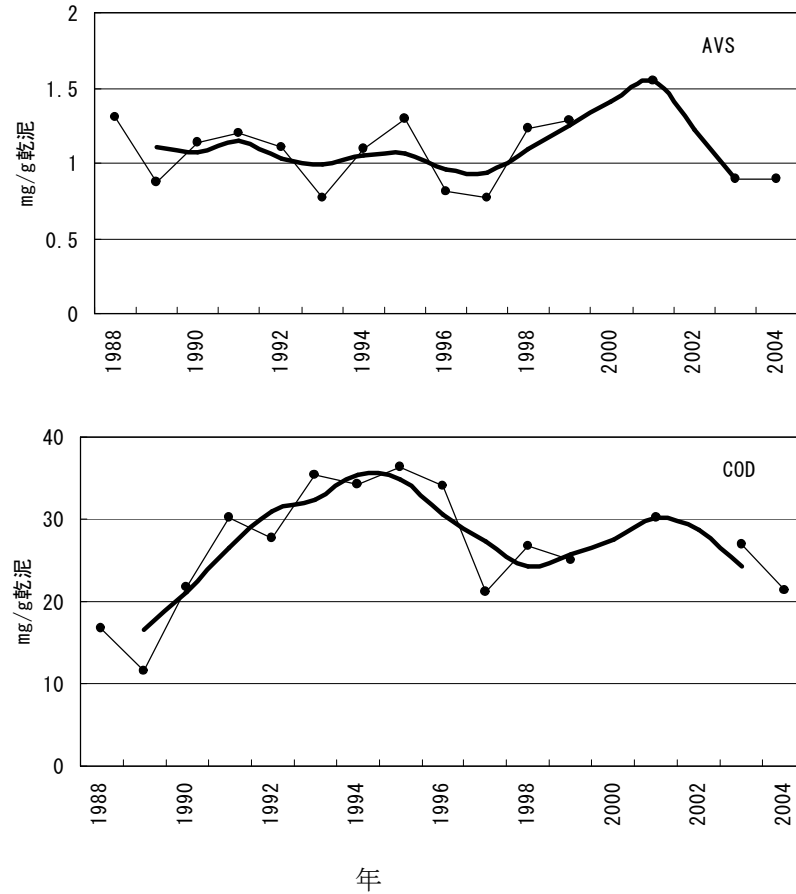


図10 浦ノ内湾St. 3における8月のAVSとCODの経年変化

●：各年の値      —：3ヵ年移動平均。

### 2) プランクトン調査

#### ①植物性プランクトン

St. 3で4～10月に月1回実施したプランクトン調査において出現した植物性プランクトンの種数、全細胞数の合計（総細胞数）、最優占種の総細胞数に占める割合を、採水層ごとに示した（表1）。珪藻類は種の同定が困難であるため、属を数えた。総細胞数は0m層が最も多かった。B-1m層は、出現種数も少なく、総細胞数は0m層の約3%に過ぎなかった。いずれの層も珪藻類が卓越した。0mと5mでは

*Chaetoceros* spp. が優占し、特に5mでは出現細胞数の84%を占めた。B-1mでは *Leptocylindrus* spp. が優占種となった。

St. 3の0m層における細胞密度の経月変化を図11に示した。4～5月は植物性プランクトンはほとんど出現しなかったが、6月以降急速に密度が高くなった。4～5月は、*Karenia mikimotoi* が優占したが、6月以降は珪藻類が大部分を占めた。

表1 St.3における植物性プランクトンの種(属)数、総細胞数、優占種

採水層	0m	5m	B-1m
出現種数	20	24	14
総細胞数	16,656	6,469	510
優占種割合(%)	C 35	C 84	L 37

優占種のうち、Cは *Chaetoceros* spp.、Lは *Leptocylindrus* spp. をそれぞれ示す。

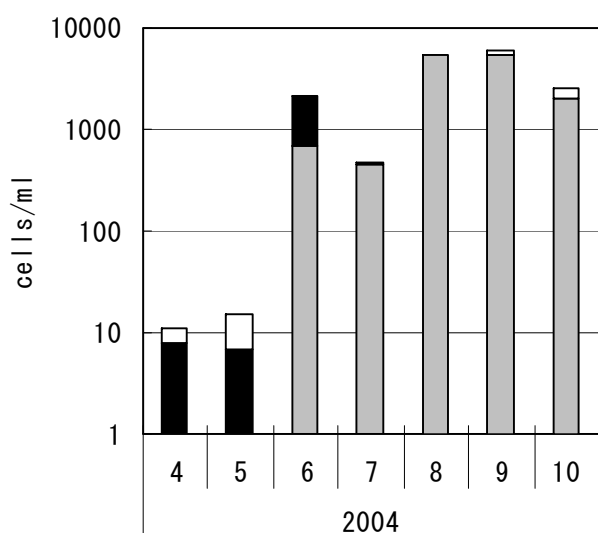


図11 浦ノ内湾St.3の水深0mにおける植物プランクトン細胞密度の経月変化

■: 珪藻類    ■: *Karenia mikimotoi*  
□: その他

## (2)野見湾

### 1)環境調査

#### ①水温・塩分

湾中央部のSt.3における、水深5m層の水温と塩分の経月変化を図12に示した。水温は平年並みに推移したが、9~10月は平年より高くなった。塩分は、平年より低めに推移した。

#### ②溶存酸素

St.3におけるB-1m層の溶存酸素量の変化を図13に示した。St.3の水深は約24.3mだった。

4~10月の、B-1m層の溶存酸素をSt.間で比較した(図14)。最も湾口部に近いSt.7は、他のSt.よ

りも高めに推移した。湾中央部から湾奥部のSt.2、3、6では、St.間で大きな差はみられなかった。

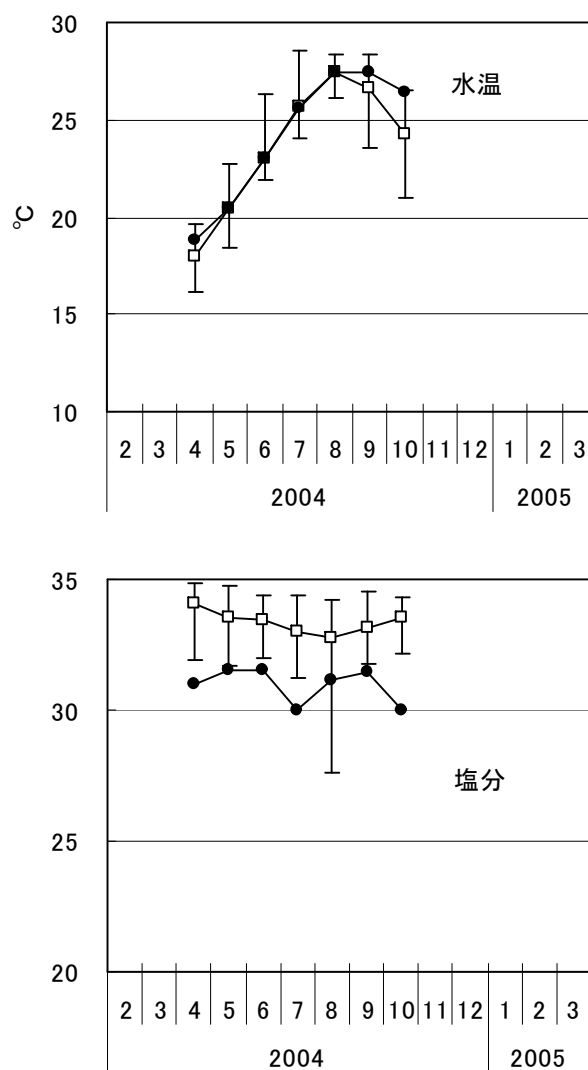


図12 野見湾St.3の水深5mにおける水温と塩分の経月変化

●: 2004年4~10月の各月の値

□: 1984~2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値

赤潮・貝毒調査事業

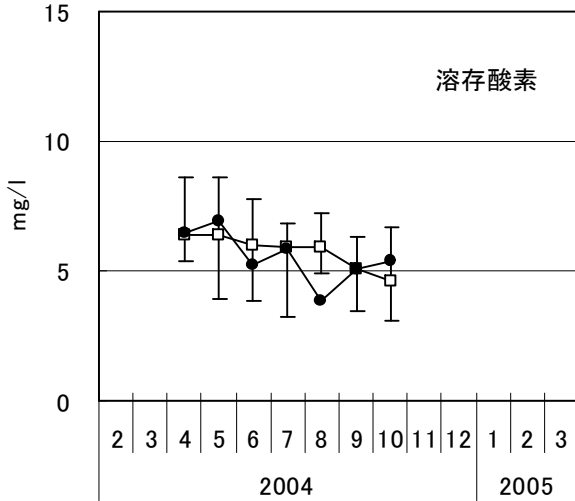


図13 野見湾 St. 3 のB-1mにおける溶存酸素の経月変化

● : 2004年4~10月の各月の値  
 □ : 1984~2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値

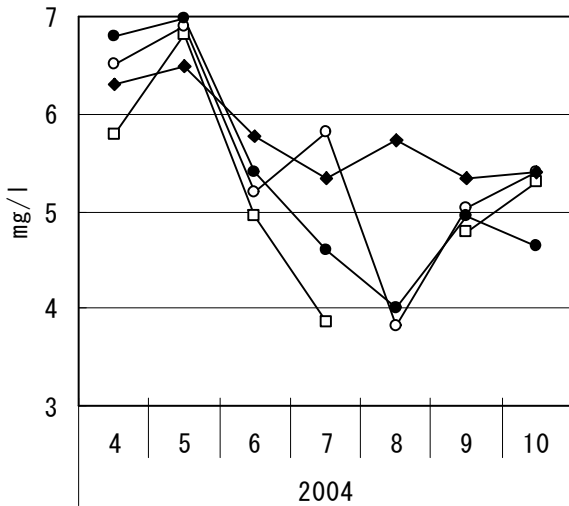


図14 野見湾 B-1m層の、各 St. における溶存酸素の経月変化

□ : St. 2   ○ : St. 3   ● : St. 6   ◆ : St. 7

③透明度

St. 3における透明度の変化を図15に示した。4~6月は、平年よりも高かったが、7月以降は平年よりもやや低くなった。

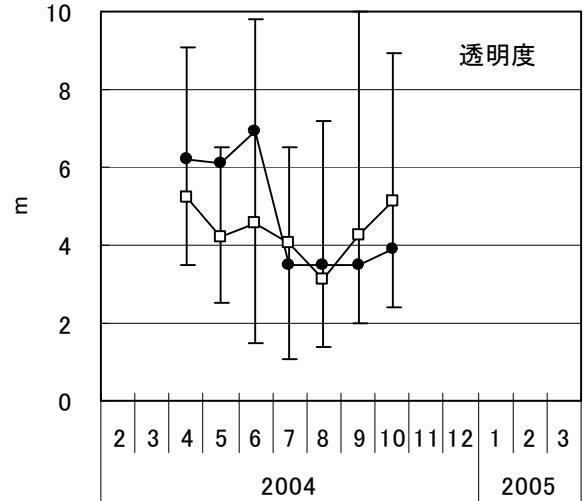


図15 野見湾 St. 3 における透明度の経月変化

● : 2004年4~10月の各月の値  
 □ : 1984~2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値。9月の最大値は10.0m。

④クロロフィル a

St. 3の0m層におけるクロロフィル a の経月変化を図16に示した。平年よりも低めに推移した。

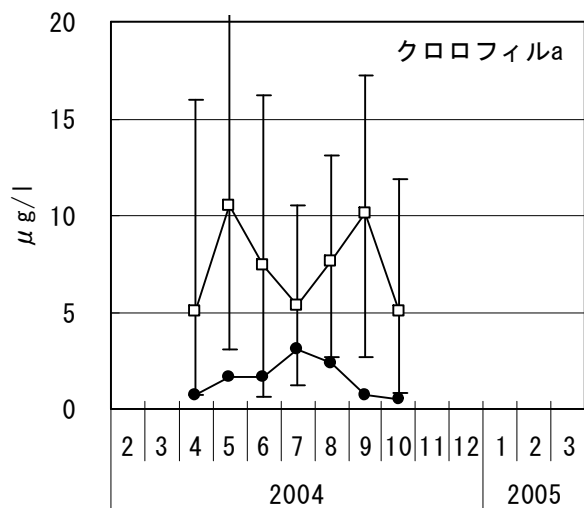


図16 野見湾 St. 3 の水深0mにおけるクロロフィル a の経月変化

● : 2004年4~10月の各月の値  
 □ : 1995~2003年の各月の平均値(平年値)、最大値、最小値。5月の最大値は37.0 μg/l。



## ⑤栄養塩

St. 3における5m層のDIN、 $PO_4$ -P、DON、DOPの経月変化を図17に示した。DINは、5~7月は概ね平年並に推移したが、4月と8~10月は、低い値を示した。 $PO_4$ -Pも、同様な傾向を示した。DONは平年より高めに、DOPは平年より低めに推移した。

St. 3の5m層における4月のDINおよび $PO_4$ -Pの、1985年からの経年変化を図18に示した。DIN、 $PO_4$ -Pともに、1992~1993年に比較して減少しているものの、2000年以降は再び増加の兆しがみられた。

## ⑥底質

St. 3における8月のAVSとCODの経年変化を図19に示した。

AVSは横這い傾向にあり、近年は変動の幅も小さかった。2004年も、大きな変動はみられなかった。

CODは、1990~1998年にかけて上昇し、それ以降は横這いとなった。2004年は比較的低い値を示し、1998年以降では2000年に次いで低かった。

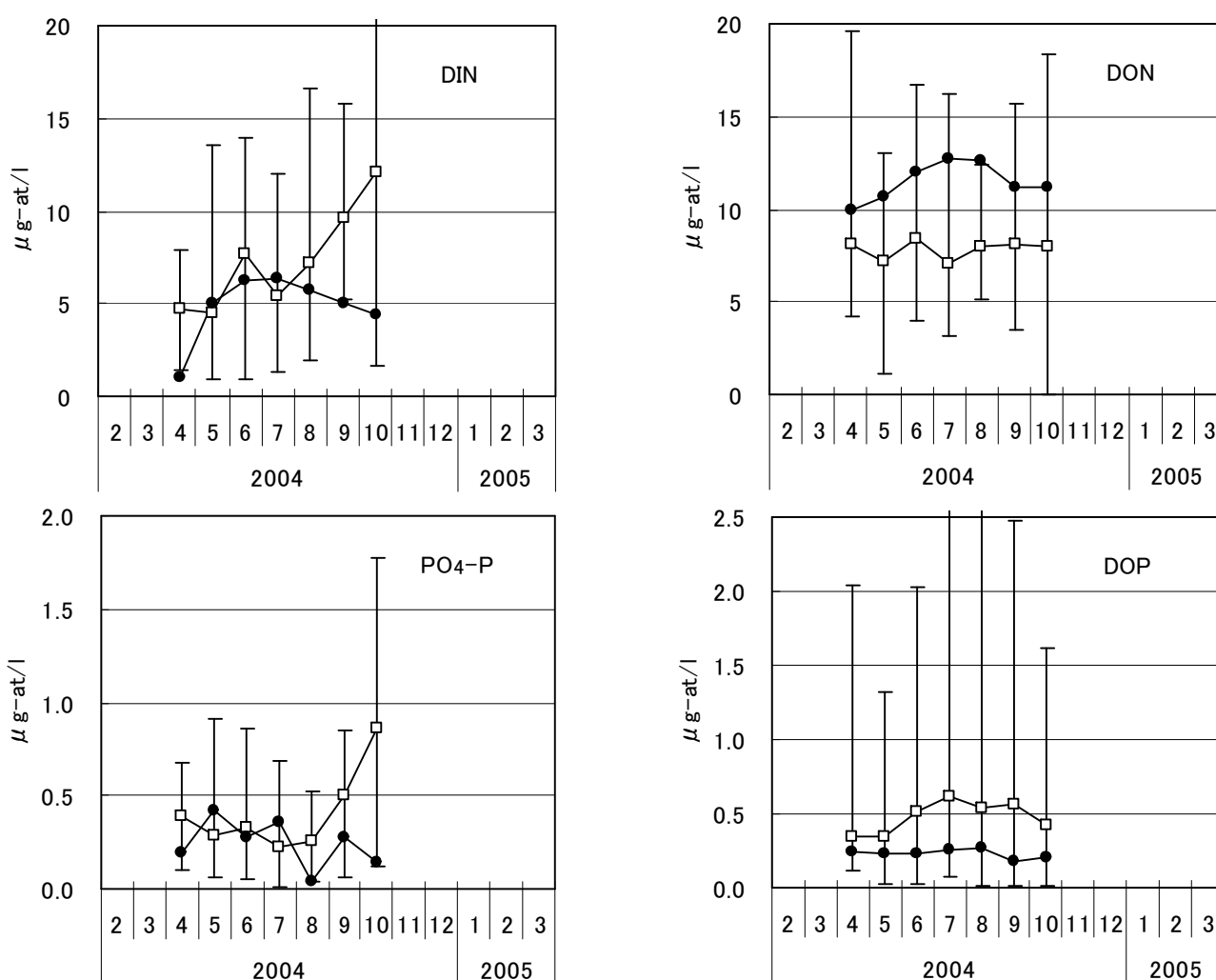


図17 野見湾 St. 3 の水深 5m における DIN、 $PO_4$ -P、DON、DOP の経月変化

● : 2004 年 4~10 月の各月の値

□ : 1984~2003 年までの各月の平均値 (平年値)、最大値、最小値。

DIN の 10 月の最大値は  $28.4 \mu\text{g-at/l}$ 。DOP の 7 月と 8 月の最大値は、それぞれ  $3.3$ 、 $2.8 \mu\text{g-at/l}$ 。

赤潮・貝毒調査事業

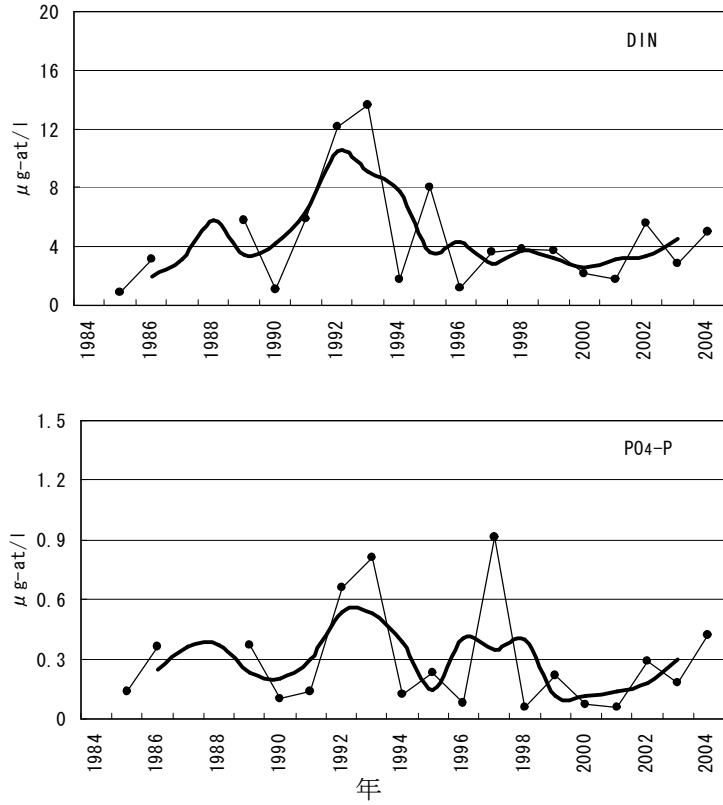


図 18 野見湾 St. 3 の水深 5m における 4 月の DIN と  $PO_4$ -P 経年変化

● : 各年の値    — : 3 カ年移動平均。

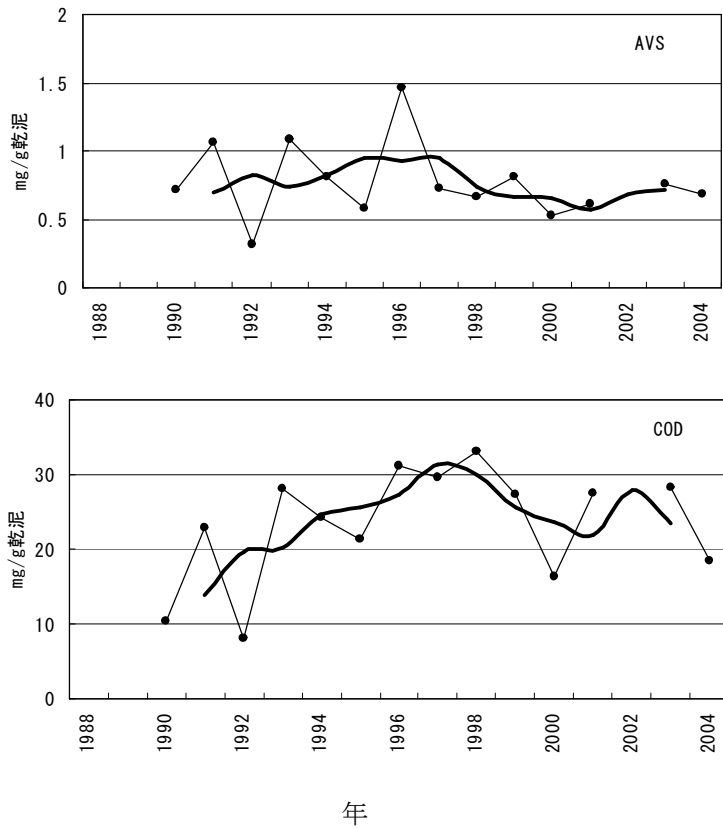


図 19 野見湾 St. 3 における 8 月の AVS と COD の経年変化

● : 各年の値    — : 3 カ年移動平均。

## 2) プランクトン調査

## ① 植物性プランクトン

St. 3 で4~10月に月1回実施したプランクトン調査において出現した植物性プランクトンの種数、全細胞数の合計（総細胞数）、最優占種の総細胞数に占める割合を、採水層ごとに示した（表2）。珪藻類は種の同定が困難であるため、属を数えた。0~5m層にかけては、*Skeletonema* 属の珪藻が卓越した。B-1m層では、ほとんど出現はなかった。

St. 3 の0m層における細胞密度の経月変化を図20に示した。期間中、出現した細胞の大部分は珪藻によって占められていた。9月には、珪藻は全く出現せず、総細胞数も著しく低下した。

表2 St. 3における植物性プランクトンの種(属)数、総細胞数、優占種

採水層	0m	5m	B-1m
出現種数	26	25	4
総細胞数	4,162	7,336	45
優占種割合(%)	S 40	S 52	C 73

優占種のうち、Sは *Skeletonema* spp.、Cは *Chaetoceros* spp. をそれぞれ示す。

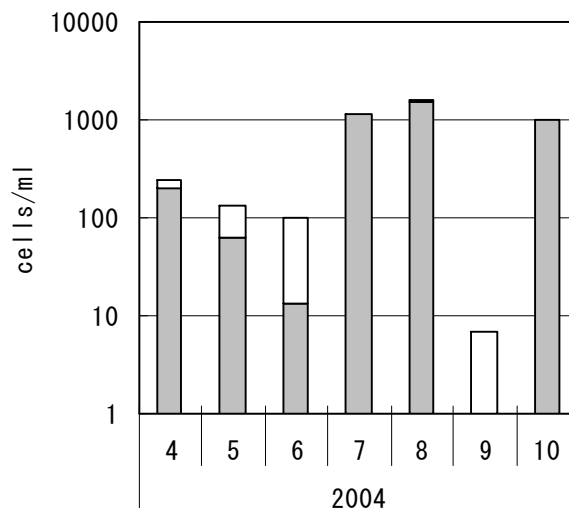


図20 野見湾 St. 3 の0mにおける植物プランクトン細胞密度の経月変化

■：珪藻類 □：その他

## (3) 赤潮発生状況

## 1) 発生状況

表3に赤潮発生状況を示した。浦ノ内湾で4回、野見湾で2回、宿毛湾で2回発生した。浦ノ内湾と宿毛湾で、*Karenia mikimotoi* による被害が発生した。

FAXによる漁協への情報提供を25回実施した（表4）。浦ノ内湾で12回、野見湾で12回、浦戸湾1回となった。

表3 平成16年度の赤潮発生状況

赤潮発生日	赤潮終息日	赤潮発生海域	赤潮構成種	最高細胞数 (/ml)	漁業被害の有無
3/23	4/12	野見湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	5,180	無
4/21		浦ノ内湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	4,180	無
			<i>Karenia mikimotoi</i>	62	
6/4	6/6	宿毛湾	不明	250	無
6/7	6/17	野見湾	<i>Mesodinium rubrum</i>	5,700	無
6/10	6/29	浦ノ内湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	16,060	有?
7/20	7/27	宿毛湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	73,300	有
7/21	8/6	浦ノ内湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	52,600	有
			<i>Chattonella</i> spp.	104	
9/10	9/11	浦ノ内湾	<i>Akashiwo sanguinea</i>	296	無

## 赤潮・貝毒調査事業

表4 平成16年度の赤潮情報提供 FAX 送信実績

	地区	原因種	細胞密度 (/ml)
3/23	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	530
3/24	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	1,480
3/26	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	140
3/31	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	2,672
4/2	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	5,180
4/6	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	554
4/12	野見	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	29
4/13	浦戸	<i>Heterosigma akashiwo</i>	27,080
4/21	浦ノ内	<i>Heterosigma akashiwo</i>	4,180
		<i>Karenia mikimotoi</i>	62
6/7	野見	<i>Karenia mikimotoi</i>	16
		<i>Mesodinium rubrum</i>	238
6/10	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	1,441
6/10	野見	<i>Mesodinium rubrum</i>	1,992
		<i>Karenia mikimotoi</i>	12
		<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	10
6/14	野見	<i>Mesodinium rubrum</i>	5,700
		<i>Karenia mikimotoi</i>	18
6/15	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	16,060
6/25	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	8,180
7/21	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	2,150
		<i>Chattonella marina</i>	104
7/23	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	7,360
		<i>Chattonella marina</i>	60
7/26	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	16,560
		<i>Chattonella marina</i>	40
7/29	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	920
7/30	浦ノ内	<i>Karenia mikimotoi</i>	7,480
8/6	浦ノ内	<i>Skeletonema spp.</i>	5,330
		<i>Gymnodinium impudicum</i>	1,590
		<i>Chattonella sp.</i>	2
8/27	浦ノ内	<i>Chaetoceros spp.</i>	965
9/10	浦ノ内	<i>Akashiwo sanguinea</i>	296
3/8	野見	<i>Akashiwo sanguinea</i>	171
		<i>Prorocentrum triestinum</i>	11,840
3/17	野見	<i>Akashiwo sanguinea</i>	246

### 2) 被害の概要

#### ① 浦ノ内湾の *K. mikimotoi*

7月24～26日にかけて、水産試験場前の海面で飼育しているカンパチとマダイが死亡した。カンパチでは、全体の約60%（約300個体）が死亡した。また、マダイでは、体重1.5～6kgの個体の57%（269個体）が死亡した。

栽培漁業センターの水層内で飼育しているクロアワビは、殻長20～35mmの個体の85%（16,945個体）が死亡した。殻長10～25mmの稚貝では、29%（17,574個体）が死亡した。メガイは、殻長15～40mmの個体で78%（46,939個体）、殻長10～25mmの稚貝で63%（16,8714個体）が死亡した（中央漁業指導所調べ）。

漁業者への聞き取りの結果、6月の増殖時に、湾内で養殖していたトラフグの稚魚が、数千～1万個体

死亡したという情報も得られた。

#### ② 宿毛湾の *K. mikimotoi*

7月20～27日にかけて、カンパチ1t、ハマチ2t、フグ7tに被害が発生した（宿毛漁業指導所調べ）。

## 4 考察

### (1) 16年度の環境の特徴

今年は、台風の接近等に伴う降雨により、塩分の低下が特徴的であった。浦ノ内湾では、後述するように、これが大規模な *K. mikimotoi* 赤潮の形成に関係していた可能性がある。

DIN、PO<sub>4</sub>-P、AVS、CODについては、近年においても減少傾向は認められず、浦ノ内湾、野見湾ともに、依然として富栄養状態にあることを示している。2000年以降では、DINやPO<sub>4</sub>-Pが増加している可能性すらある。

環境改善の兆しはみられず、浦ノ内湾、野見湾ともに、今後も赤潮の発生件数は低下しないことが予想される。

### (2) 有害種等の動向

以下に、有害種およびその他注目すべき種の今年の動向をまとめた。

#### 1) *Karenia mikimotoi*

##### ① 大規模赤潮の発生に関する要因

表5に高知県下の本種の赤潮発生年と、その年の最高細胞数を示した。今年度の本種の最高細胞数は、浦ノ内湾で52,600cells/ml、宿毛湾で73,300cells/mlだった。今年は、過去に例のないほど著しく高密度の赤潮が形成されたといえる。なお、野見湾でも、7月に37cells/mlが記録された。

周防灘においては、本種の大規模赤潮発生年に、平年よりもDINとPO<sub>4</sub>-P濃度が高く、塩分濃度が低い傾向にあったことが報告されており、そのことから、底層の貧酸素化による栄養塩の溶出と、多量の降雨による塩分の低下が、本種の大規模赤潮発生に関連していると推測されている<sup>2)</sup>。

しかし、栄養塩に関しては、今年の浦ノ内湾では、4～7月のDINとPO<sub>4</sub>-Pは特に高い傾向にはなく、平年並みかやや低めに推移した（図7）。周防灘とは異なり、大規模赤潮発生に必要なDINやPO<sub>4</sub>-Pは、常に充分な量が存在しているのかも知れない。ただし、

栄養塩類は短期間の変動が大きく、本種の赤潮発生直前に DIN や  $PO_4\text{-P}$  が高濃度になった観察例もある<sup>3)</sup> ことから、本種の増殖と栄養塩との関連を論じるうえでは、より詳細な検討が必要である。

塩分濃度では、今年の浦ノ内湾は、平年よりも低く推移し、水深5mで30を割り込むことが多かった。これは周防灘での観察ともよく似ており、塩分環境が本種の増殖に適していたと考えられる。宿毛湾では塩分のデータはないが、やはり同様に降雨によって平年よりも塩分低下が発生していたものと思われる。

浦ノ内湾で2003年12月～2004年8月の期間に行ったプランクトン調査(合計28回)において、各調査日に観察された最高細胞数の推移を示した(図21)。

2003年12月～2004年3月の低水温期にも、本種の栄養細胞が2～6cells/ml出現した。また、4月には140cells/mlの密度が観察された。

浦ノ内では、本種の栄養細胞が周年出現することが知られており、1988年11月～1989年3月には、概ね数百 cells/l の濃度で推移したことが観察されている<sup>4)</sup>。それに比較すると、2003年12月～2004年3月の栄養細胞の密度は高いと思われる。

本種はシストを形成せず、湾内で越冬した栄養細胞がシードポピュレーションになると推測されている<sup>2)</sup>。越冬した栄養細胞の密度が比較的高かったことも、今年の大規模赤潮発生に関係していると考えられる。

これまで、浦ノ内湾では冬期には詳細なプランクトン調査はあまり行われておらず、その時期のプランクトンの動態は明らかではない。本種や *Heterocapsa circularisquama* のような、栄養細胞で越冬すると考えられる種については、冬期の動態を把握することも重要であると考えられる。

## ②赤潮の消滅

本種は、6月15日に1万 cells/ml を超えたが、25日の台風を境に、密度は低下し、7月8日の調査では、最高細胞密度は2cells/ml だった。その後、7月21日に再び着色域が観察され、27日には52,600cells/ml を記録した。30日まで1万～4万 cells/ml の密度で推移したが、31日に再度接近した

台風を境に赤潮は消滅し、8月3日には観察されなくなった(図21)。浦ノ内湾では、今年の本種の赤潮消滅に、台風による環境の攪乱が大きく影響しているものと思われる。

表5 *K. mikimotoi* の赤潮発生年と、最高細胞密度

年	浦ノ内 密度(/ml)	野見 密度(/ml)	宿毛 密度(/ml)
1990	?	?	
1991	25,325		
1992	?		
1993	3,200		
	1,700		
1994	35,000		
1995			
1996			
1997			
1998	27,000		
1999			
2000	20,000	23,000	
2001	22,400	5,600	
2002	35,500		
2003			
2004	16,060		73,300
	52,600		

## ③被害の状況

浦ノ内湾および宿毛湾で、フグに対する被害が発生した。養殖漁業者からの聞き取りによると、経験上、本種はフグに対する影響が非常に大きいとのことである。

また、今年の赤潮では、カンパチ、ハマチ、マダイ、アワビ類など、魚類、軟体類を含む多様な水産生物に対して甚大な被害が発生した。今年、被害が大きくなった要因は、過去と比較しても赤潮の密度が著しく高かったことが考えられる(表4)。

浦ノ内湾では、7月29日11時ごろに、カンパチが水面で暴れながら死亡する様子が観察された。この時、飼育小割では37,500cells/ml の密度となっていた。被害が発生する密度は、条件によって幅があると思われるが、今回の観察から、約3万 cells/ml の密度を超えた水塊が直撃すると、短時間でカンパチが死亡する危険が高いことが示唆された。

## 赤潮・貝毒調査事業

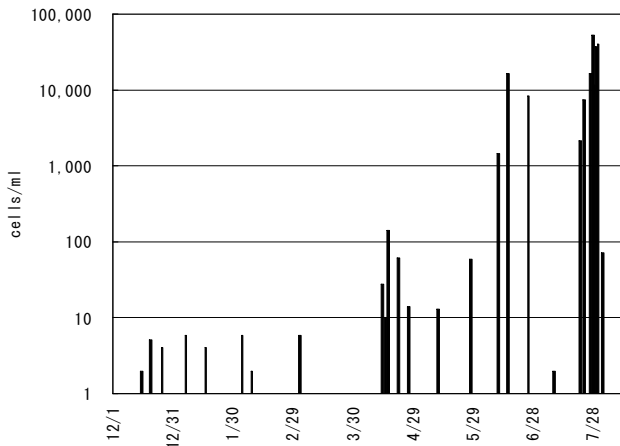


図 21 浦ノ内湾における 2003 年 12 月～2004 年 8 月の *K. mikimotoi* 細胞密度の推移

他の魚介類については、実際に死亡した時の細胞密度は不明である。なお、実験的には約 2 万 cells/ml で、マガキの死亡率が 85%に及ぶことが確かめられている<sup>5)</sup>。

7 月 29 日には、浦ノ内湾口に近い宇佐に出荷のため持ち込まれていたカンパチの様子に異常があるらしいという情報もあった。詳しい状況は把握できなかったために、赤潮との関係ははっきりしない。ただし、同日、宇佐漁港前の海水中にも 920cells/ml 出現しており、今回の赤潮の影響範囲が湾外にまで及んでいた可能性もある。

### ④近年の動向

表 5 によると、1990 年～1999 年までの 10 年間では 2 万 cells/ml を超える赤潮が 3 回発生しているのに対し、2000～2004 年の 5 年間では野見、宿毛を含め 6 回発生している。近年、県下で本種の赤潮が発生しやすくなっていることが伺われる。

### 2) *Heterosigma akashiwo*

浦ノ内湾の魚類飼育小割で、4 月 14 日に 68,800cells/ml、5 月 10 日には 333,000cells/ml の赤潮が発生した。

1997 年に野見湾で本種による大規模な被害が発生した際に記録されている最高密度は 79,100cells/ml であることから、今回の赤潮の密度は極めて高かったといえる。しかしながら、いずれも翌日には赤潮が消滅しており、長期間継続しなかったことで、被害が発生しなかったものと思われる。

本種も低塩分環境下において増殖しやすいとされ

ており<sup>6)</sup>、今年は高密度になりやすい環境であったことが推察される。

### 3) *Cochlodinium polykrikoides*

3～4 月にかけて、野見湾で赤潮を形成した。3 月 24 日に湾奥部で着色域が発生し、最高密度 1,480cells/ml が観察された。31 日には、着色域は湾全域に拡大し、最高細胞密度も 2,672cells/ml となった。4 月 2 日には密度が 5,180cells/ml となったが、その後減少に転じた。4 月 6 日には着色域は消滅し、細胞密度も 554cells/ml となった。6 月 10 日を最後に確認されなくなった。

本種は数千 cells/ml 以下で被害が発生している<sup>7)</sup>が、今回は大規模な漁業被害は確認されなかった。

3 月 24 日の湾中央部 St. 3 の表層水温は 17.0℃、塩分は 33.9 だった。4 月 2 日は、水温 18.6℃、塩分 32.9 だった。

2003 年 4 月 24 日には、野見湾で 324cells/ml まで増殖した。この時の St. 3 の表層水温は 19.0℃、塩分は 33.6 だった。野見湾においては表層水温が 17～19℃になる 4 月に増殖しやすいことが考えられる。

本種による赤潮の形成は、県下では初めてだと思われる。ただし、1990 年と 1991 年の 4 月には、土佐清水市で *Cochlodinium* 属の赤潮による漁業被害が記録されている。

本種は、韓国において、1995 年以降頻発し、巨額の漁業被害を生じさせている<sup>8)</sup>。また、国内でも豊後水道などで漁業被害が発生しており<sup>5)</sup>、近年、非常に問題視されている。実際に赤潮が発生した野見湾のみならず、豊後水道に面する宿毛湾においても本種に充分警戒する必要があると思われる。

### 4) *Chattonella* 属

前年 (2003 年) 7～8 月には、*C. antiqua* あるいは *C. marina* とみられる細胞が浦ノ内湾で高密度 (25,700cells/ml) に増殖し、漁業被害も発生したが、今年は、7 月 21 日に *C. marina* とみられる細胞が 104cells/ml 観察されたのが最高密度だった。

### 5) *Heterocapsa circularisquama*

浦ノ内湾では、2003 年 12 月～2004 年 3 月 3 日まで、数～数十 cells/ml の密度で継続的に出現した<sup>9)</sup>。しかし、4 月以降、本種は確認できず、今年は大規

模な増殖はなかったものと思われる。

なお、10月7日に、外見が類似したプランクトンが700cells/ml出現した。遊泳の際に、特徴的な“キツキ運動”を示したことから、*Heterocapsa*属の1種であると思われるが、細胞の長径が約10 $\mu$ mと、*H. circularisquama*に比べて小さく、別種であると思われた。この類似種による漁業被害は確認されなかった。

#### 6) *Gymnodinium impudicum*

浦ノ内湾で、8月6日に1,590cells/ml、8月9日に1,140cells/mlの密度で出現した。国内で本種が増殖した事例はあまり知られていないと思われる。付近で飼育されていたカンパチ等の魚類に影響はみられず、この程度の密度であれば被害は発生しないと思われる。

今回の観察では、本種の細胞長は約30 $\mu$ mで、しばしば5細胞程度の連鎖を形成し、高速で遊泳する。*C. polykrikoides*に、大きさや遊泳の仕方、連鎖を形成する点で類似しており、混同される可能性がある。細胞の横溝が2回転していない点で *C. polykrikoides* と区別できる。

#### (3) 今後の課題

赤潮調査事業における定期的なプランクトン調査（定期調査）は、原則として月1回の頻度で実施している。

6月9日の浦ノ内湾定期調査では、*K. mikimotoi* 赤潮が大規模化する直前（1,441cells/ml）であり、漁業者へ早めの注意喚起を発することができた。

一方、翌7月8日の定期調査では *K. mikimotoi* の密度は2cells/mlだったが、その後増殖し、7月26～30日には、2万～5万 cells/ml 程度の高密度の赤潮が発生した。

これらの事例は、月1回の定期調査によってある程度の監視体制が機能している一方、赤潮の発生するタイミング次第では、増殖初期段階を捉えきれない場合があることを示している。

しかし、今回の赤潮では、7月20日の時点で水産試験場への海水サンプルの持込があったため、赤潮が著しく高密度になる前（2,150cells/ml）に漁業者に注意喚起をすることができた。

こうした海水の持込は、有害赤潮の監視のうえで

重要な役割を果たすと思われる。今年度は漁業者や漁協から8件の海水の持込があった（表6）。このように、漁業者が赤潮監視へ参加している現状もみられる。

ただ、こうした漁業者の持込は、多くの場合、組織的に行われているわけではない。漁業者自身による赤潮監視の取り組みをより活性化させるためには、漁協を中心とした組織的な体制が構築されることが望ましい。

表6 平成16年度の海水サンプル持込件数

持込者	浦戸	浦ノ内・宇佐	野見	宿毛	計
漁協		2			2
漁業者		5	1		6
指導所	3		5	1	9
計	3	7	6	1	17

## 赤潮・貝毒調査事業

### 貝毒調査

#### 1 はじめに

被害を防止するため貝毒プランクトンの監視および貝毒検査を実施することを目的とした。

#### 2 方法

##### (1) プランクトン調査

###### 1) 野見湾・浦戸湾

4～5月の期間、週1回の頻度で、貝毒プランクトンの出現状況を調べた。採水した海水1mlを光学顕微鏡で観察し、細胞数を計数した。採水は衛生研究所が行った。

###### 2) 浦ノ内湾

アサリの主要漁場である浦ノ内湾では、4～7月および2～3月に、月1～2回の頻度で、沈澱濃縮法により、貝毒プランクトンの出現状況を調査した。St.1とSt.3で採水した海水1Lを5%中性ホルマリンで固定後、10mlまで沈澱濃縮した。このうち1mlを光学顕微鏡で観察し、1Lあたりの細胞数に換算した。

##### (2) 貝毒検査

4～7月および2～3月に、月1～2回の頻度で、図1に示す浦ノ内の採貝定点で採取したアサリ可食部を検査した。検査は衛生研究所に依頼し、公定法に従って、麻痺性貝毒および下痢性貝毒について行った。

野見湾および浦戸湾については、4～5月の期間、週1回の頻度で、衛生研究所が「市場前」、「中ノ島」、「大谷」、「浦戸」でアサリを採取し、麻痺性貝毒の検査を実施した。

#### 3 結果および考察

##### (1) プランクトン

###### 1) 野見湾・浦戸湾

浦戸湾では貝毒プランクトンは出現しなかった。

野見湾では *Alexandrium catenella* が出現した。2003年4月には15,860cells/mlみられたが、今年の最高細胞密度は4月12日に観察された14cells/mlにとどまった。

###### 2) 浦ノ内湾

貝毒プランクトンでは、*A. catenella* および *Dinophysis acuminata* の出現が確認された。St.3

の5m層における *A. catenella* の細胞数を図22に示した。4月に130cells/lの密度を示したが、全体的に平年値より低めに推移した。

*D. acuminata* は、4月に30cells/lの密度で1度出現したのみであった。

##### (2) 貝毒検査

昨年は野見湾でアサリの麻痺性貝毒が規制値を超えたが、今年は野見湾・浦戸湾・浦ノ内湾いずれにおいても、全て検出限界以下となった。

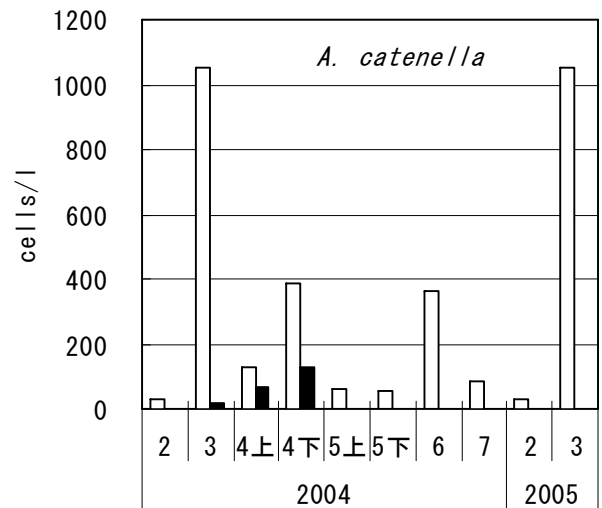


図22 浦ノ内湾 St.3 の水深5mにおける *A. catenella* の月ごとの出現密度(沈澱濃縮法による調査)

■: 2004年2～7月および2005年2～3月の値。4月と5月は、上旬と下旬に2回調査した。

□: 1984～2003年の各月の平均値(平年値)。

##### 参考文献

- 1) 水産庁研究部漁場保全課. 1997. 漁場保全対策推進事業調査指針.
- 2) 山口峰生. 2000. 有害赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* の生理生態学的特性と赤潮発生機構及び発生予察の現状. 水産研究叢書48. 101-136.
- 3) 森山貴光・村田 宏・岩崎健吾. 1991. 貧酸素水塊の動態とギムノディニウム赤潮との関連調査. 平成元年度高知県水産試験場事業報告書.
- 4) 森山貴光・村田 宏・田島健司. 1990. 貧酸素水塊とギムノディニウム増殖との関係の究明. 昭和63



年度高知県水産試験場事業報告書.

5) 水産庁瀬戸内海漁業調整事務所. 2003. 平成 14 年瀬戸内海の赤潮.

6) 今井一郎. 2000. ラフィド藻赤潮の発生機構と予知. 水産研究叢書 48. 29-70.

7) 香川県. 1999. 香川の赤潮生物 (第 2 版).

8) 金 鶴均ほか. 2002. 韓国沿岸における有害赤潮の発生と防除対策. 水産学シリーズ有害・有毒藻類ブルームの予防と駆除. 134-150.

9) 石川 徹・田井野清也. 2005. 新型赤潮調査. 平成 15 年度高知県水産試験場報告. 78-87.