

赤潮等発生監視調査事業

増養殖環境課	鈴木 怜・黒原 健朗
中央漁業指導所	青野 怜史
土佐清水漁業指導所	谷口 正雄・齋田 尚希
宿毛漁業指導所	長岩 理央・大山 隼人

1 赤潮調査

1 はじめに

内湾域では、養殖をはじめとした様々な漁業が営まれているが、毎年のように赤潮による被害が発生している。本事業は、内湾漁場の環境とプランクトンの発生状況に関する情報を漁業者等に提供することにより、漁業被害の防止と軽減をはかることを目的とした。

高知県中央部に位置する浦ノ内湾、野見湾及び浦戸湾に関しては水産試験場及び中央漁業指導所が、高知県西部に位置する土佐清水市、黒潮町に関しては土佐清水漁業指導所が、同じく西部に位置する宿毛湾に関しては宿毛漁業指導所が担当した。なお、浦ノ内湾及び宿毛湾の調査結果については、「平成23年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業のうち赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 豊後水道・土佐湾における有害赤潮等分布拡大防止報告書」に詳述しているので、ここでは、野見湾及び浦戸湾の調査結果を中心に報告する。

2 方法

(1) 調査定点

野見湾（須崎湾含む）では5ヶ所、浦戸湾では1ヶ所の定点を設定した（図1）。赤潮発生時には状況に応じて調査点を増設した。

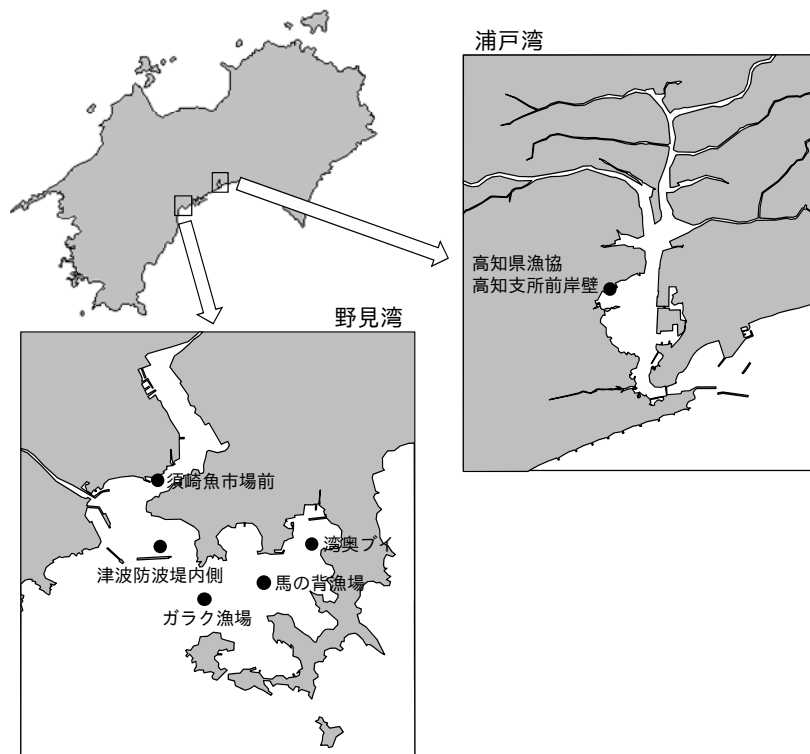


図1 調査定点

(2) 調査回数

平成23年4月から平成24年3月にかけて、野見湾では27回、浦戸湾では12回の調査を実施した(表1)。

表1 調査日

	野見湾	浦戸湾
H23.4	8, 10, 26	27
5	2, 11, 25	31
6	4, 8, 28	24
7	5, 15, 28	26
8	10, 22	25
9	7	29
10	5, 19	20
11	9, 24	29
12	19, 21	26
H24.1	13	25
2	14, 23	22
3	2, 6, 19	21

(3) 調査方法

水温、塩分及び溶存酸素濃度はYSI多項目水質モニター 6600V2または600XLMを用いて、表層、2m層、5m層、10m層及びB-1m層で測定した。透明度はセッキ板を用いて測定した。クロロフィルa濃度は、野見湾の馬の背及びガラクの表層及び5m層で測定した。採水した海水はGF/Cグラスファイバーフィルターで濾過し、そのフィルターを冷暗所で24時間、90%アセトン10mℓで抽出し、蛍光光度計(TURNER DESIGNS社製 10-AU Fluorometer)で測定した。

栄養塩は、クロロフィルと同じ定点の表層、5m層、10m層及びB-1m層で測定した。採水した海水は孔径0.45μmのメンブレンフィルターで濾過した後、オートアナライザー(BL-TEC社製 QuAAtro2-HR)で分析した。

プランクトンの出現状況は、表層、2m層及び5m層で採水した海水1mℓを光学顕微鏡(倍率4×10)で観察し、細胞数を計数、記録した。

水温、塩分、溶存酸素濃度、透明度及びプランクトン調査の結果は調査毎に、養殖業者、関係漁協及び関係機関にFAXで情報提供するとともに、水産試験場のHPで公開した。

3 結果と考察

(1) 高知県全体の赤潮発生状況

平成23年度の赤潮発生件数は19件で(表2)、昨年と比較して3件増加、過去20年間の平均発生件数と比較して6.7件増加した。種類別では渦鞭毛藻類が10件で最も多く、次いで、ラフィド藻類6件、ケイ藻類3件、繊毛虫類3件であった(表3)。漁業被害は宿毛湾及び浦ノ内湾に集中し、野見湾等では発生しなかった(表4)。

表2 平成23年度赤潮発生状況

番号	発生期間	発生海域	赤潮構成種	最高細胞数 (cells/ml)	漁業 被害
1	4.27	浦戸湾	<i>Heterosigma akashiwo</i>	6,860	無
2	4.30	宿毛湾	<i>Myrionecta rubra</i>	11,000	無
3	5.10-5.12	宿毛湾	<i>M. rubra</i>	12,300	無
4	5.17-5.19	宿毛湾	<i>H. akashiwo</i>	2,960	有
5	5.23-5.25	宿毛湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	820	無
6	5.26	浦ノ内湾	<i>Nitzschia</i> sp.	6,275	無
7	5.30-5.31	宿毛湾	<i>Prorocentrum</i> sp.	5,200	無
8	6.1-6.11	宿毛湾	<i>C. polykrikoides</i> <i>H. akashiwo</i>	5,740 1,920	有
9	6.1	入野漁港	<i>Noctiluca scintillans</i>	3,120	無
10	7.13-7.25	浦ノ内湾	<i>Chattonella marina</i> <i>Chattonella antiqua</i>	16,500	有
11	7.23-7.24	宿毛湾	<i>H. akashiwo</i>	84	無
12	7.29	浦ノ内湾	<i>Gyrodinium dominans</i>	1,575	無
13	8.1	浦ノ内湾	ケイ藻類	2,375	無
14	8.22-8.26	浦ノ内湾	<i>C. marina, C. antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	3,080 1,170	有
15	9.5	浦ノ内湾	<i>Heterocapsa circularisquama</i>	17,150	有
16	9.12-9.22	浦ノ内湾	ケイ藻類 <i>H. circularisquama</i>	6,620 4,880	有
17	12.20-12.21	野見湾	<i>M. rubra</i>	2,780	無
18	2.23	野見湾	<i>Prorocentrum micans</i> <i>Prorocentrum triestinum</i>	2,310	無
19	3.2	野見湾	<i>P. micans, P. triestinum</i>	7,825	無

表3 赤潮構成種別月別発生件数

種 類	月 別 延 件 数												計	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
ラフィド藻	<i>Chattonella marina</i>													
	<i>Chattonella antiqua</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
	<i>Heterosigma akashiwo</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
渦鞭毛藻	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	<i>Karenia mikimotoi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	<i>Heterocapsa circularisquama</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
	<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	<i>Gyrodinium dominans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	<i>Prorocentrum micans</i>													
	<i>Prorocentrum triestinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
	<i>Prorocentrum</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ケイ藻	<i>Nitzschia</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ケイ藻類		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
繊毛虫	<i>Myrionecta rubra</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
合 計		2	5	3	3	3	3	0	0	1	0	1	22	

表4 平成23年度漁業被害発生状況

発生期間	発生海域	被害内容		
		魚種	数量	被害額(千円)
5.17-5.19	宿毛湾	シマアジ	1,500 尾	1,980
6.4	宿毛湾	ブリ	10,650 尾	20,770
		カンパチ	1,500 尾	345
6.7	宿毛湾	ブリ	4,800 尾	936
		ハマチ	2,200 kg	165
7.13-7.25	浦ノ内湾	カンパチ	6,960 kg	8,143
		クロマグロ	4 kg	63
8.22-8.26	浦ノ内湾	ハマチ	20,200 kg	14,650
9.5	浦ノ内湾	ヒオウギガイ	不明	不明
		アサリ	不明	不明
9.12-9.22	浦ノ内湾	ヒオウギガイ	不明	不明
		アサリ	不明	不明

(2) 野見湾

1) 環境

①水温

湾中央部馬の背漁場及び湾口部ガラク漁場の水温変動を図2に示した。15～29℃の間で変動し、9～11月は平年と比べて高め、それ以外の期間は平年並みか低めで推移することが多かった。上下層間の水温差は5～9月の間が大きく、それ以外の期間はほぼ同程度であった。

②塩分

馬の背漁場及びガラク漁場の塩分変動を図2に示した。28～35の間で変動し、4月は平年と比べて高め、それ以外の期間は平年並みか低めで推移した。また、7、8月は、降雨等の影響で表層の塩分が大きく低下した。

③溶存酸素濃度

馬の背漁場及びガラク漁場の溶存酸素濃度変動を図2に示した。5～10mg/ℓの間で変動し、年度を通して高めで推移することが多かった。

④透明度及びクロロフィルa濃度

馬の背漁場及びガラク漁場の透明度及びクロロフィルa濃度の変動を図2に示した。透明度は2～11m、クロロフィルa濃度は1～11μg/ℓの間で推移し、透明度とクロロフィルa濃度との間には相関が見られた。透明度は、馬の背漁場では年度を通して平年並みか高め、ガラク漁場では年度を通して平年並みか低めで推移することが多かった。

⑤栄養塩類

馬の背漁場及びガラク漁場の栄養塩類の変動を図3a-bに示した。溶存態窒素は、0～10m層は秋期に、B-1m層は春期に高い傾向が見られた。溶存態リンは、0～10m層は秋期に、B-1m層は春期及び秋期に高い傾向が見られた。ケイ酸態ケイ素は、0m層は秋期～冬期に、B-1m層は春期に高い傾向が見られた。平年と比較すると、窒素及びケイ素は同程度、リンは低めで推移することが多かった。

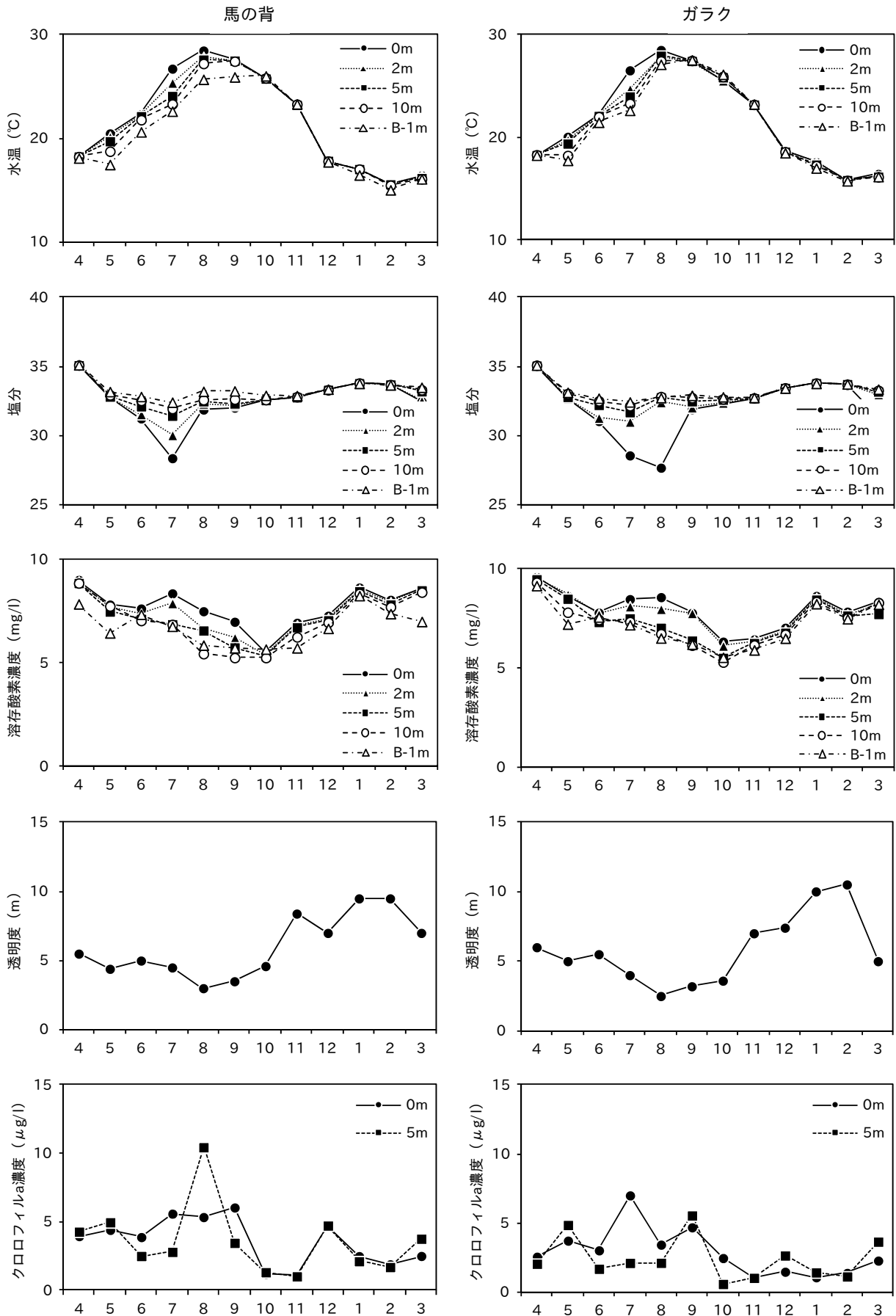


図2 水温・塩分・溶存酸素濃度・透明度・クロロフィル a 濃度の変動 (野見湾)

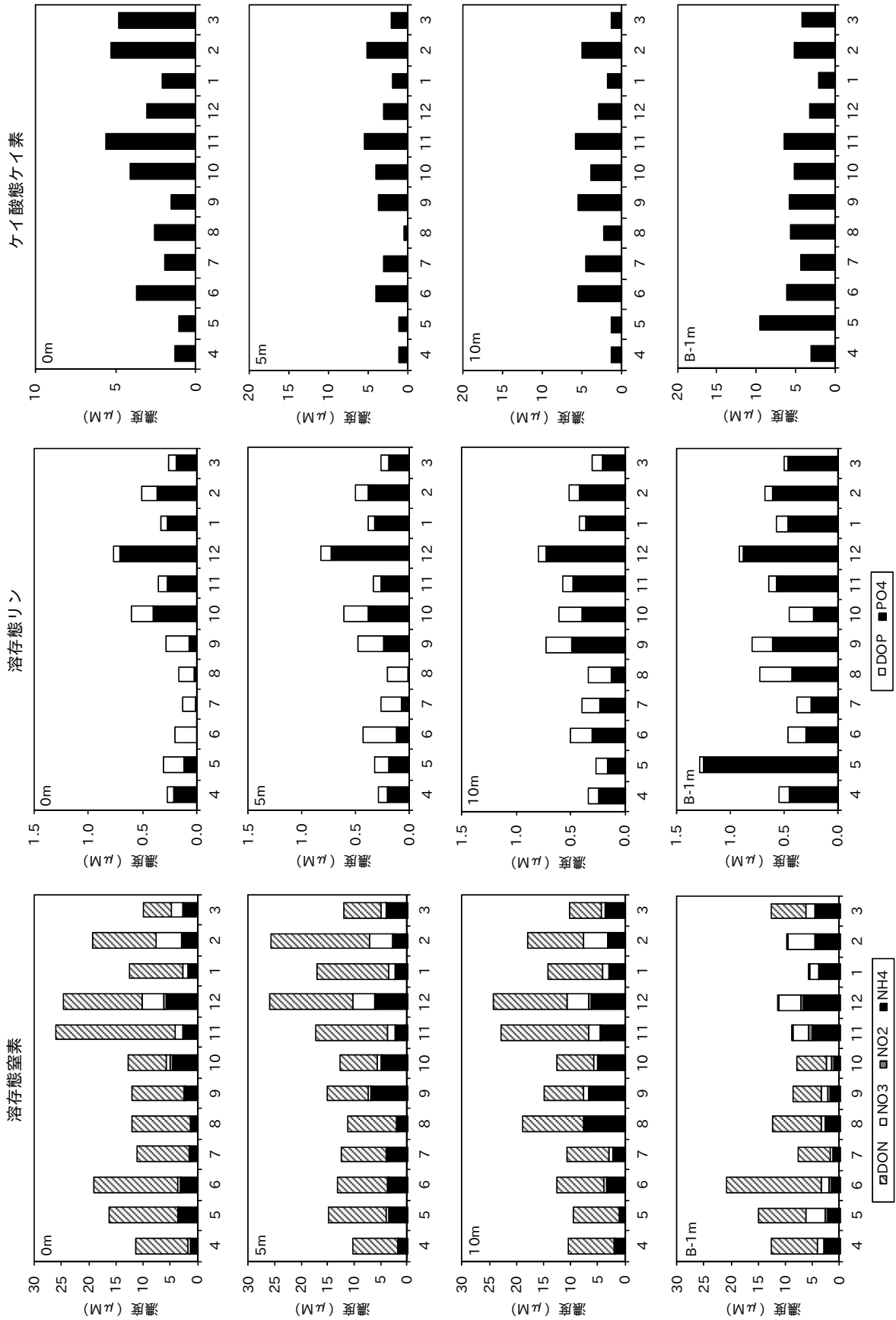


図 3a 栄養塩濃度の変動 (野見湾 馬の背漁場)

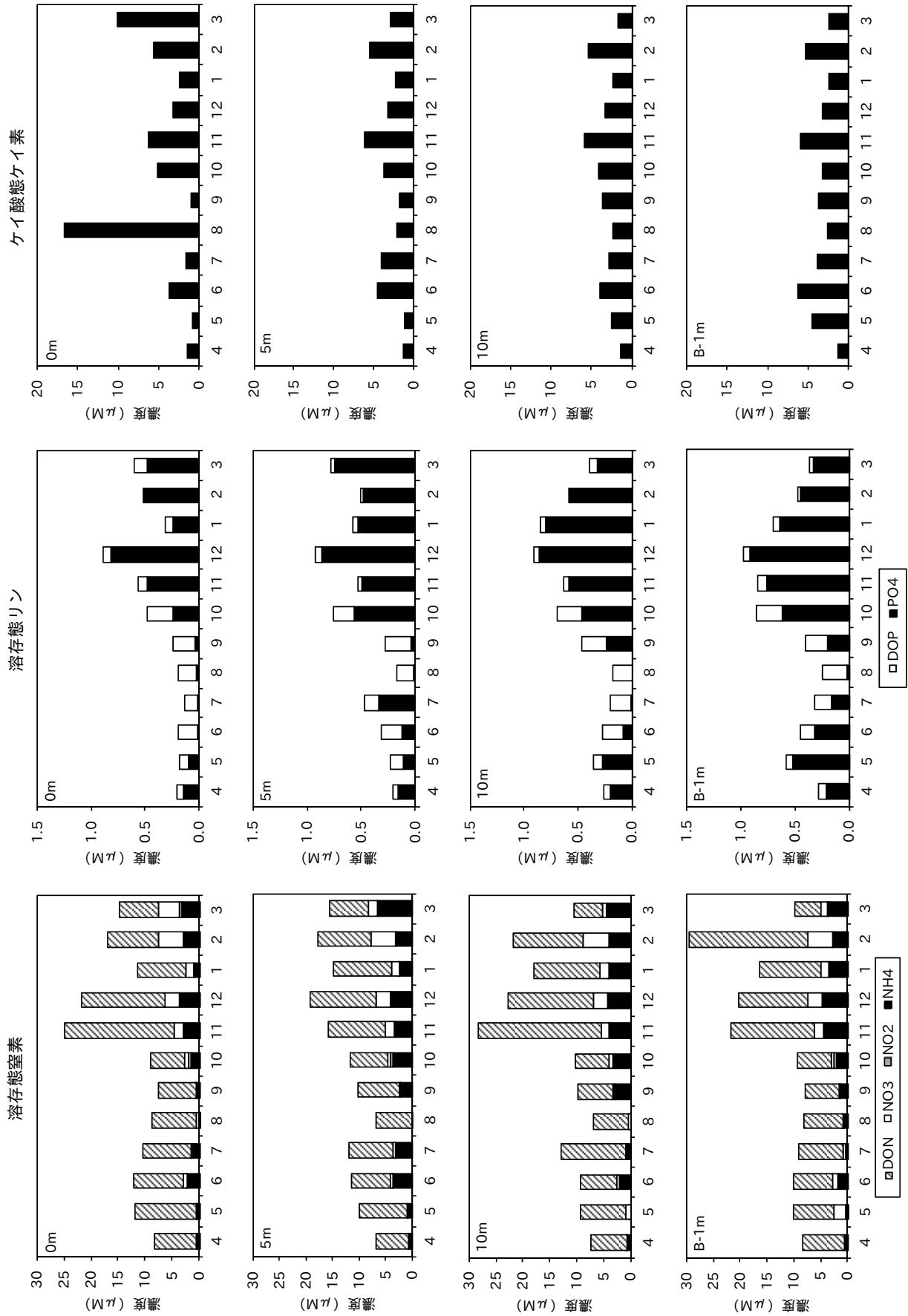


図 3b 栄養塩濃度の変動 (野見湾 ガラク漁場)

2) 有害プランクトンの出現状況 (図4)

① *Chattonella antiqua*, *Chattonella marina*

7月及び11月に数細胞出現したが、赤潮にはならなかった。

② *Heterosigma akashiwo*

4～6月にかけて数細胞出現したが、赤潮にはならなかった。

③ *Cochlodinium polykrikoides*

5～7月にかけて数細胞出現したが、赤潮にはならなかった。

④ *Karenia mikimotoi*

5～7月及び11月に数細胞出現したが、赤潮にはならなかった。

⑤ *Heterocapsa circularisquama*

年度を通して出現し、最高200cells/ml程度まで増殖したが、赤潮にはならなかった。

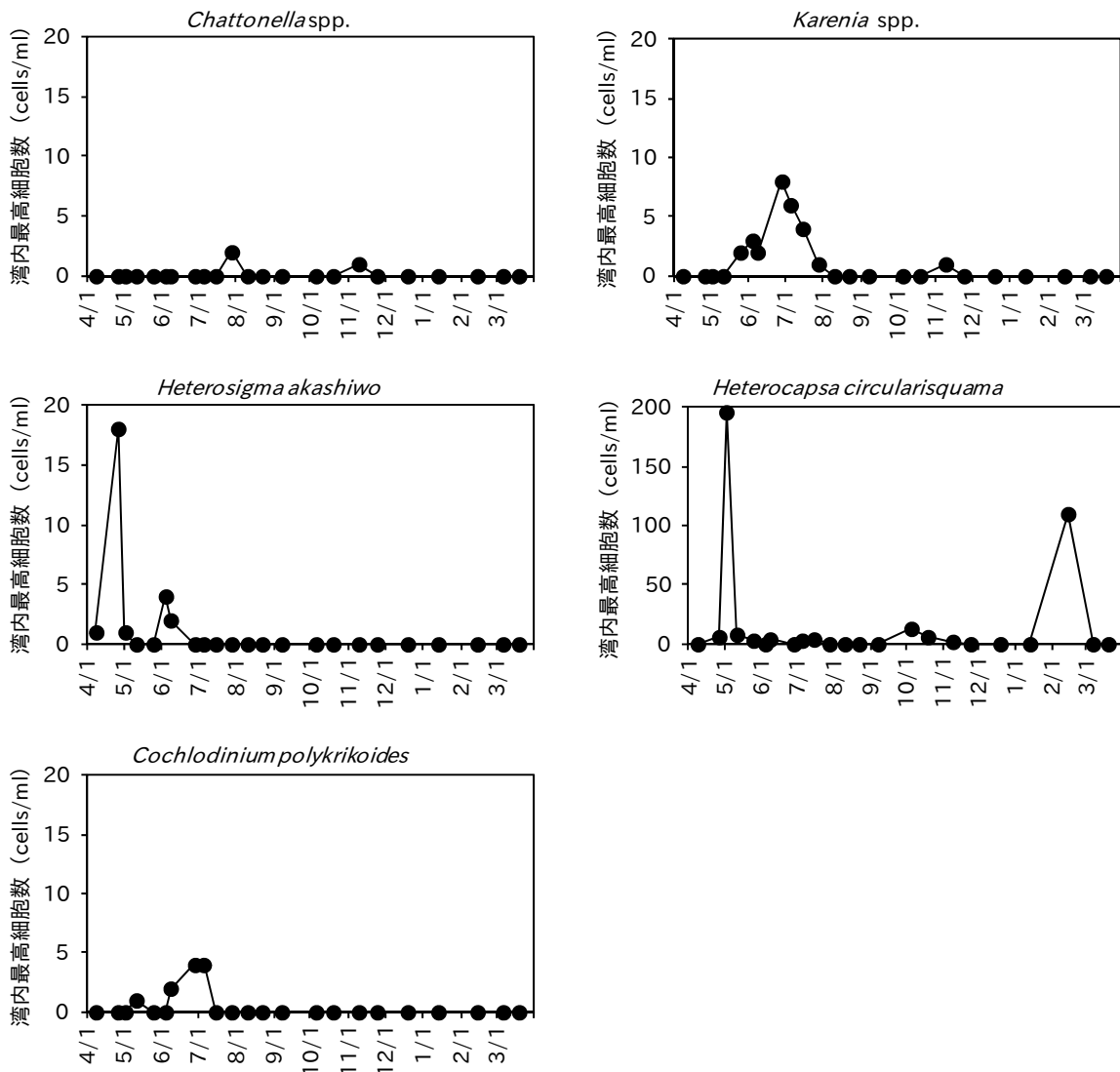


図4 野見湾における有害プランクトンの湾内最高細胞数の変動

(3) 浦戸湾

1) 環境

高知県漁協高知支所前岸壁の水温、塩分、溶存酸素濃度及び透明度の変動を図5に示した。水温は12~29℃、塩分は2~34、溶存酸素濃度は2~14mg/l、透明度は0~3mの間で変動した。調査定点は河川水の影響を強く受けているため、表層の水温及び塩分は1m以深よりも低めで推移することが多く、5~6月は降雨の影響等で、0~1m層の塩分が10を下回った。また、8月には底層の溶存酸素濃度が2.5mg/lまで低下し、貧酸素状態になった。

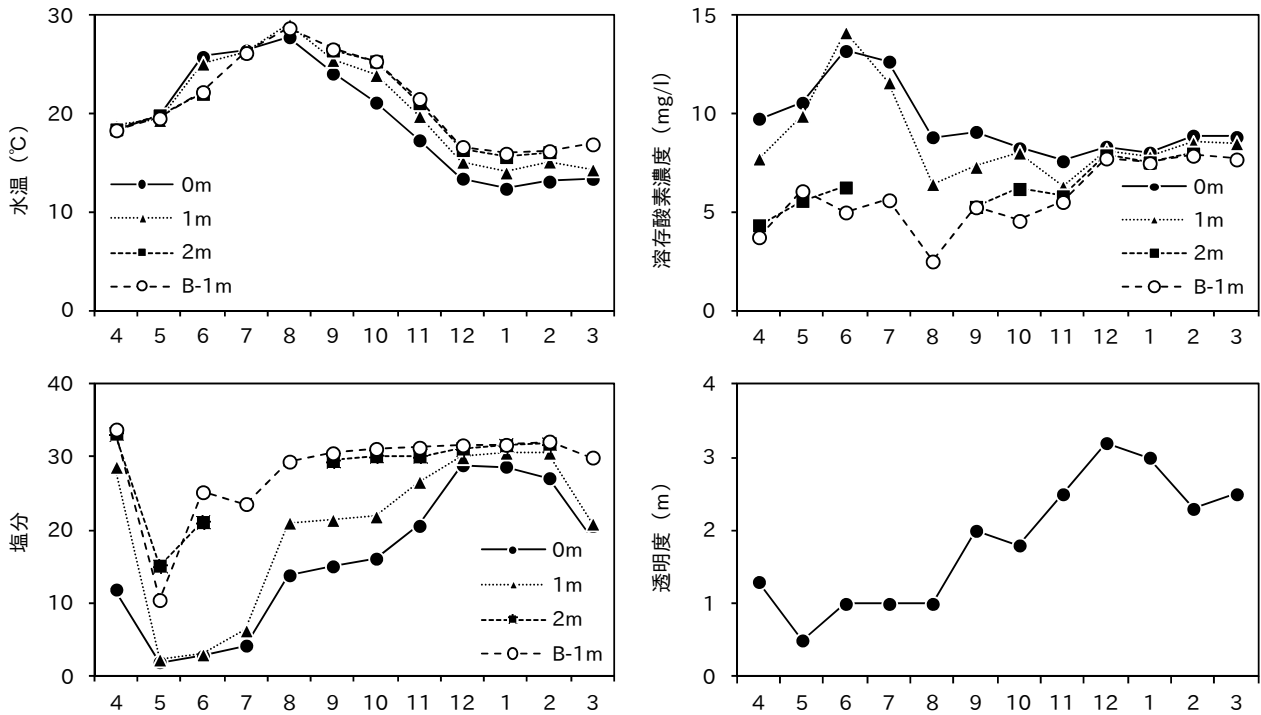


図5 浦戸湾における水温・塩分・溶存酸素濃度・透明度の変動

2) 有害プランクトンの出現状況 (図6)

① *Heterosigma akashiwo*

4月に最高6,860cells/ml出現し、赤潮を形成した。また、5~6月及び2~3月にも出現したが、赤潮にはならなかった。

② *Heterocapsa circularisquama*

1~2月に数細胞出現したが、赤潮にはならなかった。

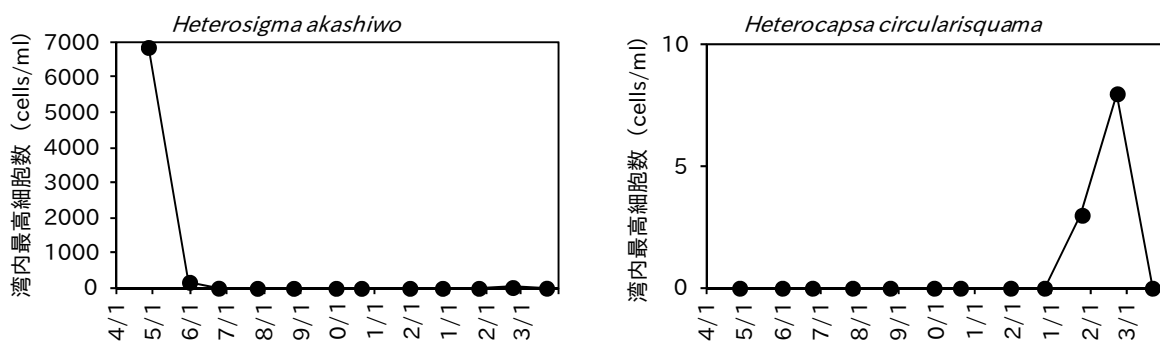


図6 浦戸湾における有害プランクトンの湾内最高細胞数の変動

(4) クロロフィル a 濃度について

今年度導入された YSI 多項目水質モニターにはクロロフィルセンサーが付いているため、水温、塩分等の測定と同時に、現場でクロロフィル a の測定も可能となった。そこで、多項目水質モニターのクロロフィルセンサーで測定した値とアセトン抽出蛍光光度法で測定したクロロフィル a 濃度との関係を調べた (図 7)。

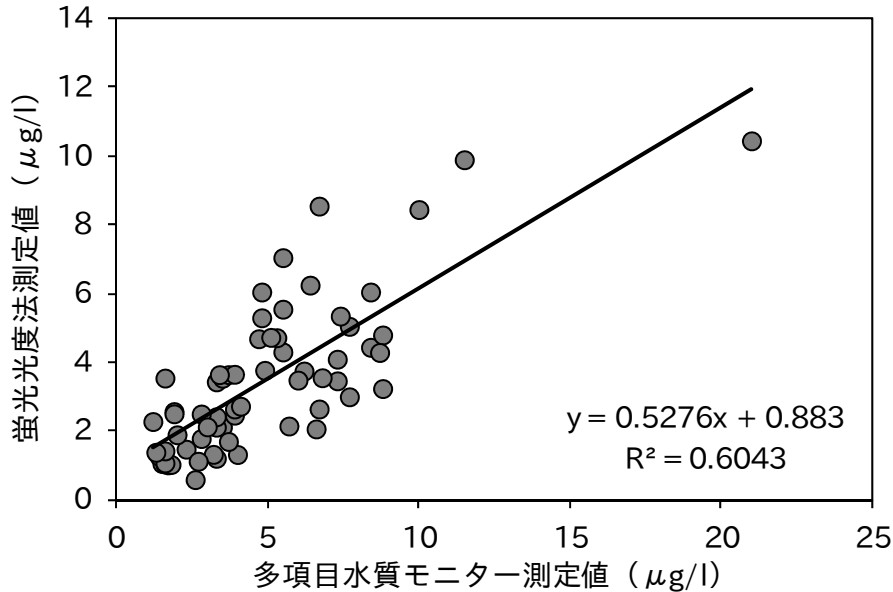


図 7 蛍光光度法と多項目水質モニターの関係

その結果、両者には比較的良好な相関がみられ ($R^2=0.6043$)、YSI 多項目水質モニターにより測定後、この関係を用いて変換することにより、海域のクロロフィル a 濃度をリアルタイムに把握できることが示された。

II 貝毒調査

1 はじめに

本事業は、貝毒プランクトンの監視及び貝毒検査を実施し、貝毒被害を防止することを目的とした。

調査は、高知県中央部に位置する浦ノ内湾、野見湾及び浦戸湾に関しては水産試験場及び中央漁業指導所が、土佐清水に関しては土佐清水漁業指導所が、宿毛湾に関しては宿毛漁業指導所が担当した。

2 方法

(1) 調査定点

浦ノ内湾及び野見湾では2ヶ所、浦戸湾では1ヶ所、宿毛湾では4ヶ所、土佐清水では1~2ヶ所の定点を設定した。

(2) 調査方法

1) プランクトン調査

海水0.5~1 l を孔径8.0 μm のメンブレンフィルターまたは網目20 μm のプランクトンネットで数 ml に濃縮した後、赤潮調査と同様の方法で全量を計数、記録した。なお、計数結果は1 ml あたりの細胞数に換算した。

2) 貝毒検査

貝毒検査は浦ノ内湾、野見湾、浦戸湾、宿毛湾及び清水漁港で各地先の関係機関が入手した二枚貝について、高知県衛生研究所に依頼した。

3 結果と考察

(1) 貝毒原因プランクトンの出現状況

1) 麻痺性貝毒原因種

各調査地点における麻痺性貝毒原因種の月別最高出現数を表5に示す。浦ノ内湾では、8月に *Gymnodinium catenatum* が、5～6月にかけて *Alexandrium* 属が低密度で出現した。野見湾では、7月及び3月に *G. catenatum* が、8～10月を除く全ての期間に *Alexandrium* 属が低密度で出現した。浦戸湾では麻痺性貝毒原因種は出現しなかった。土佐清水では、4月及び6月に *G. catenatum* が、5月に *Alexandrium* 属が低密度で出現した。宿毛湾では、5～7月にかけて *G. catenatum* が、4～6月にかけて *Alexandrium* 属が比較的高密度で出現した。 *Alexandrium* 属に関しては、その他の期間も低密度で出現した。

2) 下痢性貝毒原因種

各調査地点における下痢性貝毒原因種の月別最高出現数を表6に示す。浦ノ内湾及び野見湾では、全ての期間に *Dinophysis* 属が低密度で出現した。浦戸湾では、12月に *Dinophysis caudata* が低密度で出現した。土佐清水では下痢性貝毒原因種は出現しなかった。宿毛湾では、5～8月にかけて *Dinophysis acuminata* が出現した。

(2) 貝毒検査結果

各調査地点における貝毒検査結果を表7に示す。浦ノ内湾、野見湾、浦戸湾及び土佐清水では規制値を超える貝毒は検出されなかった。宿毛湾では、4月27日に採取したヒオウギガイから規制値を超える麻痺性貝毒が検出され、5月11日～9月20日にかけて出荷自主規制措置がとられた。麻痺性貝毒の毒量が高かった期間には、 *Alexandrium* 属及び *G. catenatum* が比較的高密度で出現しており（図8）、これらが原因種であると推測された。

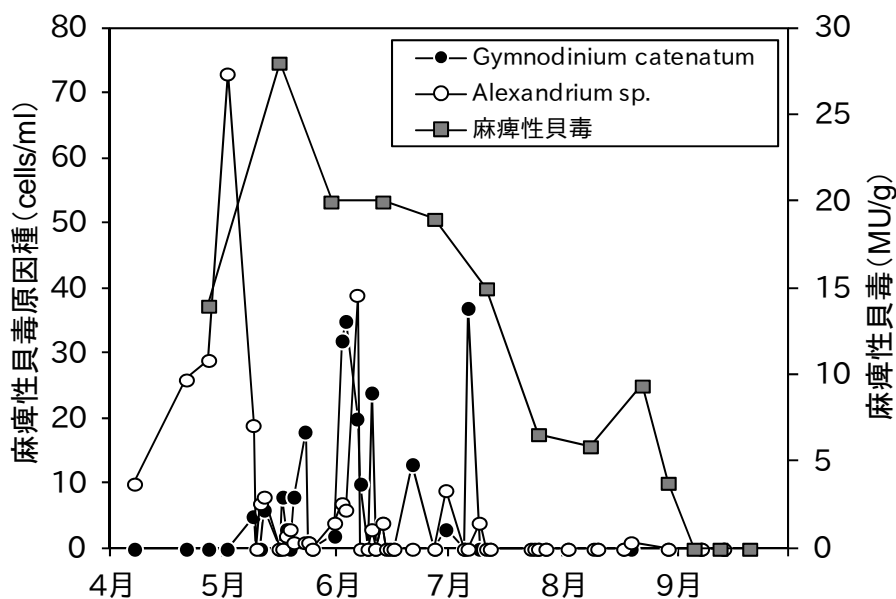


図8 麻痺性貝毒量と麻痺性貝毒原因種の出現数（宿毛湾 平成23年4～9月）

表 5 各調査地点における麻痺性貝毒原因種の月別最高出現数 (cells/ml)

	浦ノ内湾		野見湾		浦戸湾		土佐清水		宿毛湾	
	G. c.	A. sp.	G. c.	A. sp.	G. c.	A. sp.	G. c.	A. sp.	G. c.	A. sp.
4月	0	0	0	0.27	0	0	0.01	0	0	29
5月	0	1.42 (<i>A. affine</i>)	0	1.42 (<i>A. catenella</i>)	0	0	0	0.02	18	73
6月	0	0.98 (<i>A. affine</i>)	0	0.01 (<i>A. catenella</i>)	0	0	0.01	0	35	39
7月	0	0	0.14	0.02	0	0	—	—	37	4
8月	0.02	0	0	0	0	0	—	—	0	1
9月	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0
10月	0	0	0	0	0	0	—	—	0	14
11月	0	0	0	0.03 (<i>A. catenella</i>)	0	0	—	—	—	—
12月	0	0	0	0.03 (<i>A. catenella</i>)	0	0	—	—	—	—
1月	0	0	0	0.01 (<i>A. catenella</i>)	0	0	—	—	—	—
2月	0	0	0	0.05 (<i>A. catenella</i>)	0	0	—	—	—	—
3月	0	0	0.06	0.03 (<i>A. catenella</i>)	0	0	—	—	0	2

G. c. : *Gymnodinium catenatum* A. sp. : *Alexandrium* 属

表 6 各調査地点における下痢性貝毒原因種の月別最高出現数 (cells/ml)

	浦ノ内湾			野見湾			浦戸湾			土佐清水			宿毛湾		
	D. a.	D. f.	D. c.	D. a.	D. f.	D. c.	D. a.	D. f.	D. c.	D. a.	D. f.	D. c.	D. a.	D. f.	D. c.
4月	0.8	0	0	0.14	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月	0.12	0	0	0.08	0.02	0.00	0	0	0	0	0	0	2	0	0
6月	0.02	0.00	0.00	0.08	0	0.00	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7月	0.01	0.03	0	0.01	0.01	0	0	0	0	—	—	—	0	0	0
8月	0.22	0.04	0	0.00	0.02	0	0	0	0	—	—	—	2	0	0
9月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	0	0	0
10月	0.01	0	0	0.00	0	0.01	0	0	0	—	—	—	0	0	0
11月	0	0	0.00	0.01	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—
12月	0.01	0	0.03	0.01	0.00	0.02	0	0	0.00	—	—	—	—	—	—
1月	0.08	0	0.02	0.02	0	0.01	0	0	0	—	—	—	—	—	—
2月	0.01	0	0.00	0.95	0.03	0.01	0	0	0	—	—	—	—	—	—
3月	0.03	0	0	0.02	0	0.01	0	0	0	—	—	—	0	0	0

D. a. : *Dinophysis acuminata* D. f. : *Dinophysis fortii* D. c. : *Dinophysis caudata*

表 7 貝毒検査結果

	浦ノ内湾		野見湾		浦戸湾		宿毛湾	土佐清水
	麻痹性	下痢性	麻痹性	下痢性	麻痹性	下痢性	麻痹性	麻痹性
4月	—	—	—	—	—	—	—	—
5月	アサリ <1.75	アサリ ≤0.05	アサリ <1.75	—	アサリ <1.75	アサリ ≤0.05	ヒオウギ	ヒオウギ
							①14	0.2
							②28 ③20	
6月	アサリ <1.75	アサリ ≤0.05	—	—	—	—	ヒオウギ	ヒオウギ
							①20 ②19	0.3
7月	—	—	—	—	—	—	ヒオウギ	ヒオウギ
							①15 ②6.6	0.2
8月	—	アサリ ≤0.05	—	—	—	—	ヒオウギ	ヒオウギ
							①5.9 ②9.4 ③3.8	0.3
9月	—	アサリ ≤0.05	—	—	—	—	イガイ	—
							①<1.75 ②<1.75 ③<1.75	
10月	—	アサリ ≤0.05	—	—	—	—	—	—
11月	—	—	—	—	—	—	—	—
12月	—	—	—	—	—	—	—	—
1月	—	—	—	—	—	—	—	—
2月	アサリ <1.75	カキ <1.75	アサリ ≤0.05	カキ ≤0.05	アサリ <1.75	アサリ ≤0.05	—	—
3月	アサリ <1.75	—	—	—	—	—	—	ヒオウギ 0.16

(単位：MU/g)