

広域発生赤潮共同予知調査

－瀬戸内海西部広域共同調査－

尾田 成幸・大形 拓路

豊前海は瀬戸内海西部に位置し、広大な干潟域が発達し、沖合域は緩やかな勾配の海底地形となっており、主に小型底びき網漁業やカキ養殖等が営まれている。

また、当海域では*Karenia mikimotoi*をはじめとした有害赤潮がたびたび発生し漁業被害を引き起こしており¹⁾、赤潮の発生過程の把握や初期発生域の特定が急務となっている。

周防灘ではこれまで、有害プランクトンの初期発生から増殖、消滅に至るまでの全容を把握することを目的とし、水産庁の委託を受け関係3県3機関（山口県、福岡県、大分県（浅海））が共同で調査を実施してきたが、近年、周防灘で発生した*K. mikimotoi*赤潮が響灘や豊後水道周辺海域まで移流、拡散し^{2,3)}漁業被害を引き起こす事例が発生している。このため、平成21年度より関係6県7機関（広島県、山口県、福岡県、大分県（浅海、上浦）、宮崎県、愛媛県）で共同調査を実施することとなった。

方 法

調査水域は、図1に示す瀬戸内海西部海域の47点（うち周防灘の代表点3点（Stn. Y3, F6, O13）を含む）とし、調査期間は表1に示すとおり、平成23年6月から8月までの間に、原則として周防灘は計4回、豊後水道は計5回行うこととした。

対象プランクトンは*K. mikimotoi*, *Cochlodinium polykrikoides*, *Heterocapsa circularisquama*, *Chattonella*

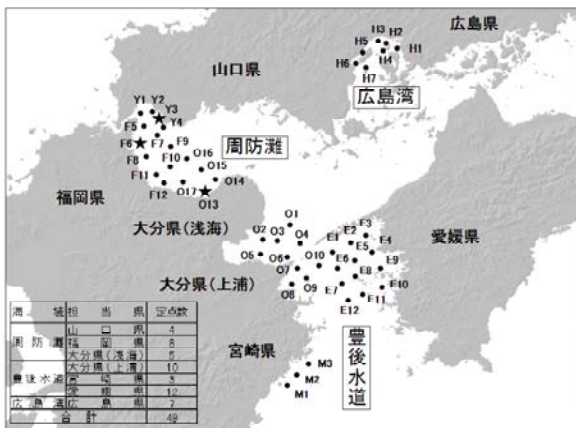


図1 調査点（★は代表点を示す）

表1 各海域の調査日程一覧

海域	担当県	6月	7月			8月	
		下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
周防灘	山口県	29日		12日	27日	4日	10日
	福岡県	28日	5日	14日	25日	8,9日	16日
	大分県(浅海)	27日	4,5日	14日	25日	4日	18日
豊後水道・別府湾	大分県(上浦)	28日		14日	22日	7月28日	11日
	宮崎県	27日	4日	15日	25日	1日	
	愛媛県	23日	4日	15日	26日	4日	

antiqua+marina, *Heterosigma akashiwo*とし、周防灘では各定点の上層(0.5m), 5m層, 10m層 (Stn. F9, O15, O16のみ)、底層(底上1m)から、豊後水道では各定点の上層(0.5m), 10m層から海水を採取し、生試料の1mlを3回計数して出現密度を算出した。また、環境調査として水温、塩分、溶存酸素飽和度、透明度等を測定し、代表点では各採水層におけるDIN, PO₄-P, Chl-a量、及び全珪藻細胞数を測定、計数した。

結 果

1) プランクトン

①有害プランクトンの出現状況

・*Karenia mikimotoi* (図2, 図6)

(周防灘)

6月下旬に西部沿岸と南部沿岸で、7月上旬に南部沿岸で1cells/ml未満の低密度で確認された。7月中旬に分布域が拡大し細胞密度は0.33~1.00cells/mlの範囲であった。7月下旬にはさらに分布域が拡大したが、10cells/ml未満と低密度であった。8月上旬には北部沿岸と西部沿岸で認められなくなり、細胞密度も1cells/ml未満と減少した。8月中旬にはさらに分布範囲は縮小し、南部沿岸で最高23.00cells/ml認められたのみであった。調査期間中の最高細胞密度は、8月中旬に認められたO17の23.00cells/mlであった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬に別府湾で1cells/ml未満認められた。7月上旬になると同湾と南部海域で10cells/ml未満認められた。7月中旬には、別府湾全域で10cells/ml未満認められた。7月下旬と8月上旬には豊後水道西部海域と東部海域でも認められ、このときの細胞密度は0.33~1.66 cells/mlの範囲であった。8月中旬には分布域は縮小し、別府湾で10 cells/ml未満、豊後水道北部海域で1cells/ml未満認められたのみであった。

・ *Cochlodinium polykrikoides* (図3, 図7)

(周防灘)

7月中旬と7月下旬に主に西部から北部で0.67～2.67 cells/mlの範囲で認められたのみであった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬に豊後水道東部海域で2.67cells/ml, 7月下旬に別府湾で0.70cells/ml認められたのみであった。

・ *Chattonella* spp. (*antiqua* + *marina*) (図4, 図8)

(周防灘)

6月下旬から7月中旬までにかけて北部と南部で1cells/ml未満の低密度で確認された。7月下旬には分布域が灘全域に拡大し細胞密度も増加した。このときの細胞密度は0.33～5.00cells/mlの範囲であった。その後、8月上旬から8月中旬にかけて分布域は縮小し、細胞密度も1cells/ml未満に減少した。

(豊後水道・別府湾)

未検出であった。

・ *Heterosigma akashiwo* (図5, 図9)

(周防灘)

6月下旬にはほぼ全域で0.33～600cells/mlの範囲で認められ、細胞密度は西部と南部で高かった。7月上旬には分布域が縮小するとともに細胞密度も減少し、南部で1cell/ml未満認められたのみであった。7月中旬に再度分布域が拡大したが10cells/ml未満と低密度であった。7月下旬と8月上旬には北部と南部で10cells/ml未満認められ、8月中旬には認められなくなった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬に別府湾から豊後水道東部海域と西部海域の広い範囲で10cells/ml未満の低密度で認められた。このときの細胞密度は別府湾で1.67～5.00cells/ml, 豊後水道で0.33～0.67cells/mlの範囲であった。7月上旬には検出されず、7月中旬に別府湾から豊後水道北部海域にかけて1cells/ml未満, 豊後水道南部海域で10cells/ml未満の低密度で認められた。7月下旬には豊後水道南部海域でのみ10cells/ml未満で認められた。8月上旬には別府湾と豊後水道東部海域, および南部海域で認められたが, 10cells/ml未満と低密度であった。8月中旬には別府湾と豊後水道北部海域で10cells/ml未満認められた。

・ *Heterocapsa circularisquama*

(周防灘)

検出されなかった。

(豊後水道・別府湾)

検出されなかった。

②周防灘代表点における珪藻類の出現状況

全珪藻類は山口県海域で699～15,436 cells/ml, 福岡県海域で35～933 cells/ml, 大分県海域で19～2,750cells/mlの範囲で確認された。

鉛直平均値の推移をみると、山口県海域では期間を通して1,000cells/ml以上で推移し、福岡県海域では調査期間中1,000cells/ml以下で推移した。山口県海域では7月中旬に、大分県海域では7月上旬に高い値を示し、7月下旬には両県海域ともに減少したが8月中旬に再び増加する傾向が認められた。福岡県海域は7月上旬にピークを示し、その後はやや減少し横ばいで推移した(図10)。

③周防灘代表点におけるChl-a濃度の推移

Chl-a濃度は山口県海域で3.3～13.1 μ g/l, 福岡県海域で0.4～12.4 μ g/l, 大分県海域で0.6～10.3 μ g/lの範囲で観測された。

鉛直平均値の推移をみると、山口県海域では7月中旬と8月上旬に10.0 μ g/l以上の高い値が観測された。福岡県海域では6月下旬に7.9 μ g/lの高い値を示し、7月中旬と7月下旬に2 μ g/l以下の低い値となったが、8月上旬に増加し8月中旬には7.5 μ g/lとなった。大分県海域では福岡県海域とほぼ同様の変動を示したが、7月上旬以降は4 μ g/l以下で推移した(図11)。

2) 環境

①水温

周防灘の5m層は20.8～28.4℃, 豊後水道・別府湾の10m層は17.7～26.3℃の範囲で観測された。

水平分布を見ると、6月下旬に別府湾口から豊後水道を除いて20℃以上で分布していた。7月上旬を除いて周防灘沿岸と豊後水道東部海域で高い傾向にあった(図12)。

全点平均値の推移をみると、周防灘では緩やかな上昇傾向を示した。豊後水道・別府湾では7月上旬から中旬にかけてほぼ横ばいで推移したが、その後は緩やかな上昇傾向を示した(図14)。

②塩分

周防灘の5m層は29.7～32.7, 豊後水道・別府湾の10m層は30.9～34.4の範囲で観測された。

水平分布をみると、周防灘では6月下旬と7月中旬に北部沿岸で30を下回った。6月下旬から7月下旬にかけては灘中央から沖合にかけて31以上の水塊が観測された。豊後水道・別府湾では6月下旬に別府湾奥で比較的顕著な低塩分水塊が認められたが、これを除くと調査期間中を通じて32以上で分布していた(図13)。

全点平均値の推移をみると、周防灘では6月下旬から7月上旬にかけて低下し、7月中旬以降上昇した。豊後水道



図2 *Karenia mikimotoi* 最高細胞密度の分布

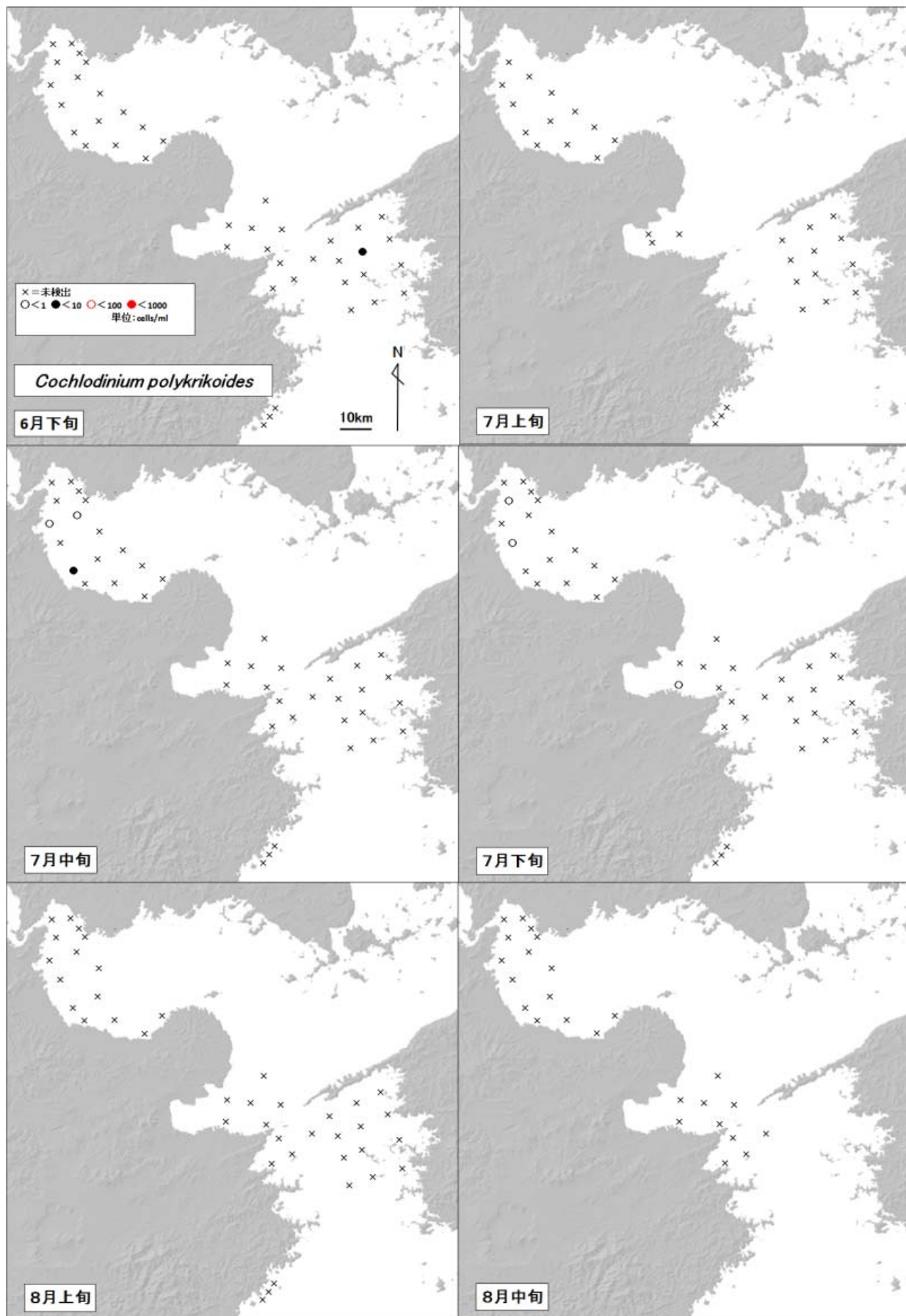


図3 *Cochlodinium polykrikoides* 最高細胞密度の分布

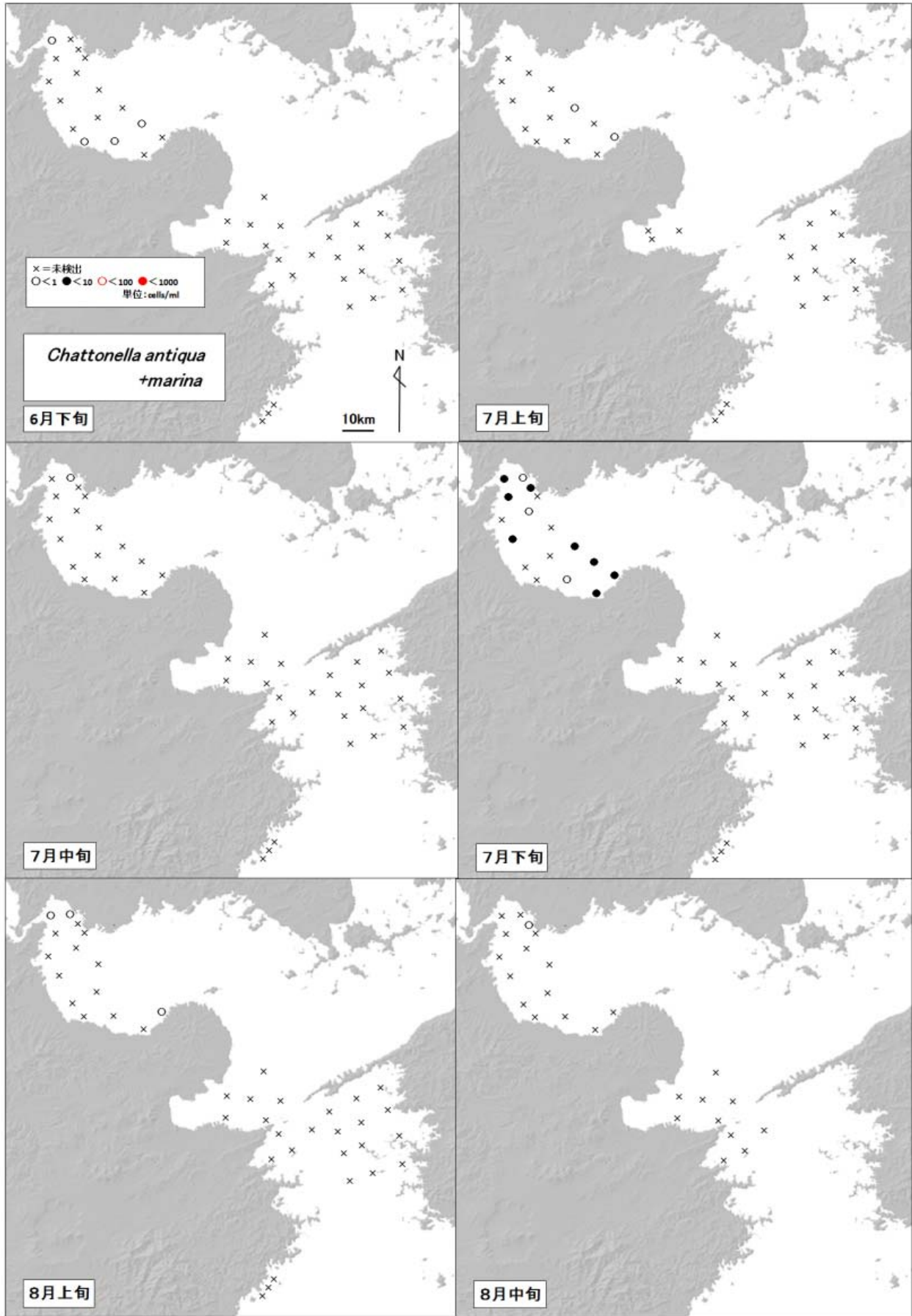


図4 *Chattonella* spp. 最高細胞密度の分布



図5 *Heterosigma akashiwo* 最高細胞密度の分布

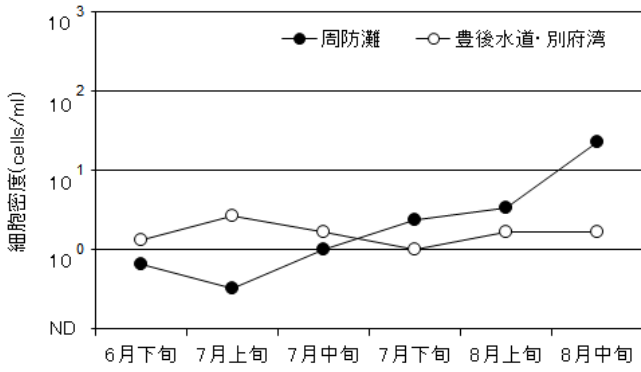


図6 *Karenia mikimotoi* 海域別最高細胞密度の推移

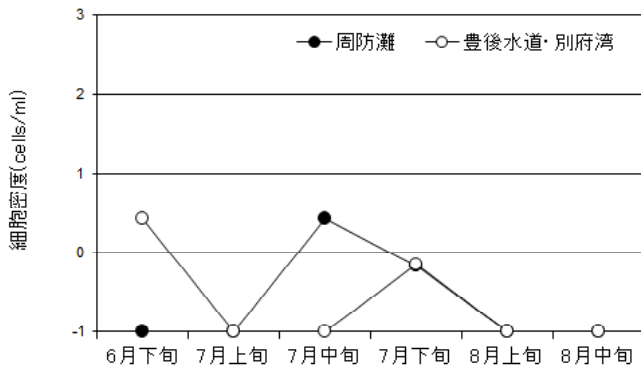


図7 *Cochlodinium polykrikoides* 海域別最高細胞密度の推移

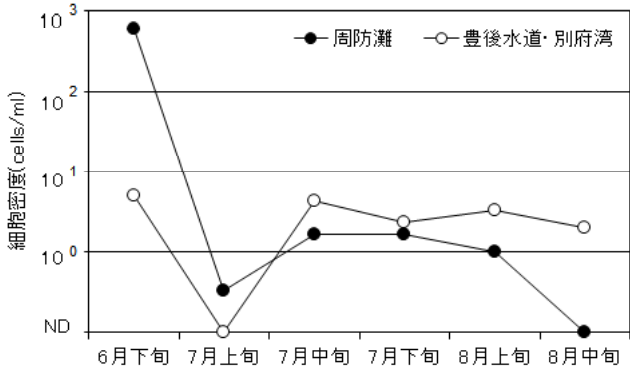


図8 *Chattonella* spp. 海域別最高細胞密度の推移

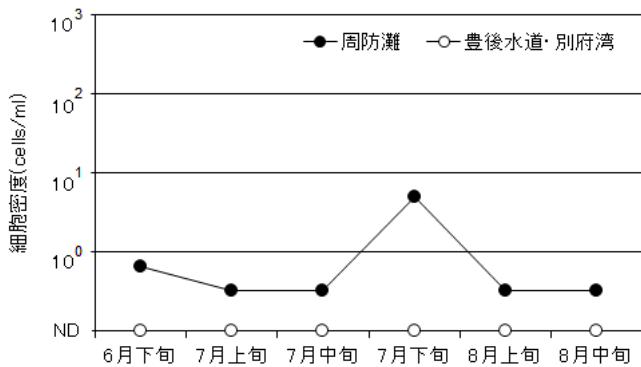


図9 *Heterosigma akashiwo* 海域別最高細胞密度の推移

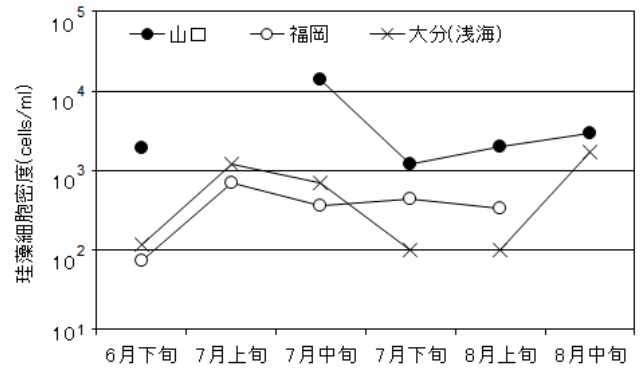


図10 周防灘代表点における全珪藻細胞密度(鉛直平均値)の推移

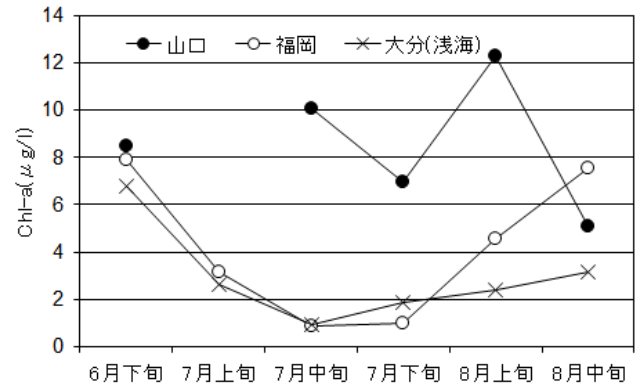


図11 周防灘代表点におけるChl-a量(鉛直平均値)の推移

・別府湾の塩分変動は小さく、7月下旬に低下が認められたが、調査期間中33~34の範囲で推移した(図15)。

③栄養塩

・DIN

周防灘代表点では、山口県海域で0.2~3.8 μM、福岡県海域で0.3~4.1 μM、大分県海域で0.2~49.5 μM、豊後水道・別府湾では大分県海域で0.2~19.3 μM、宮崎県海域でND(<0.01)~1.0 μM、愛媛県海域でND(<0.01)~3.8 μMの範囲で観測された。別府湾奥に位置する06では常に高い値が観測された。

鉛直平均値の推移をみると、周防灘では、山口県海域と福岡県海域では7月上旬に2 μM以上の値が観測された以外は2 μM以下で推移した。大分県海域で8月上旬に18 μMの高い値が観測された以外は4 μM以下で推移した。豊後水道・別府湾では、大分県海域で最も高く1 μM以上で推移し、7月下旬と8月下旬には2 μMを超えた。次に愛媛県海域で高く、宮崎県海域で最も低い値で推移した。愛媛、宮崎両海域とも、愛媛県海域で6月下旬と8月上旬に1 μMを超えた他は、1 μM以下で推移した(図16)。

・PO₄-P

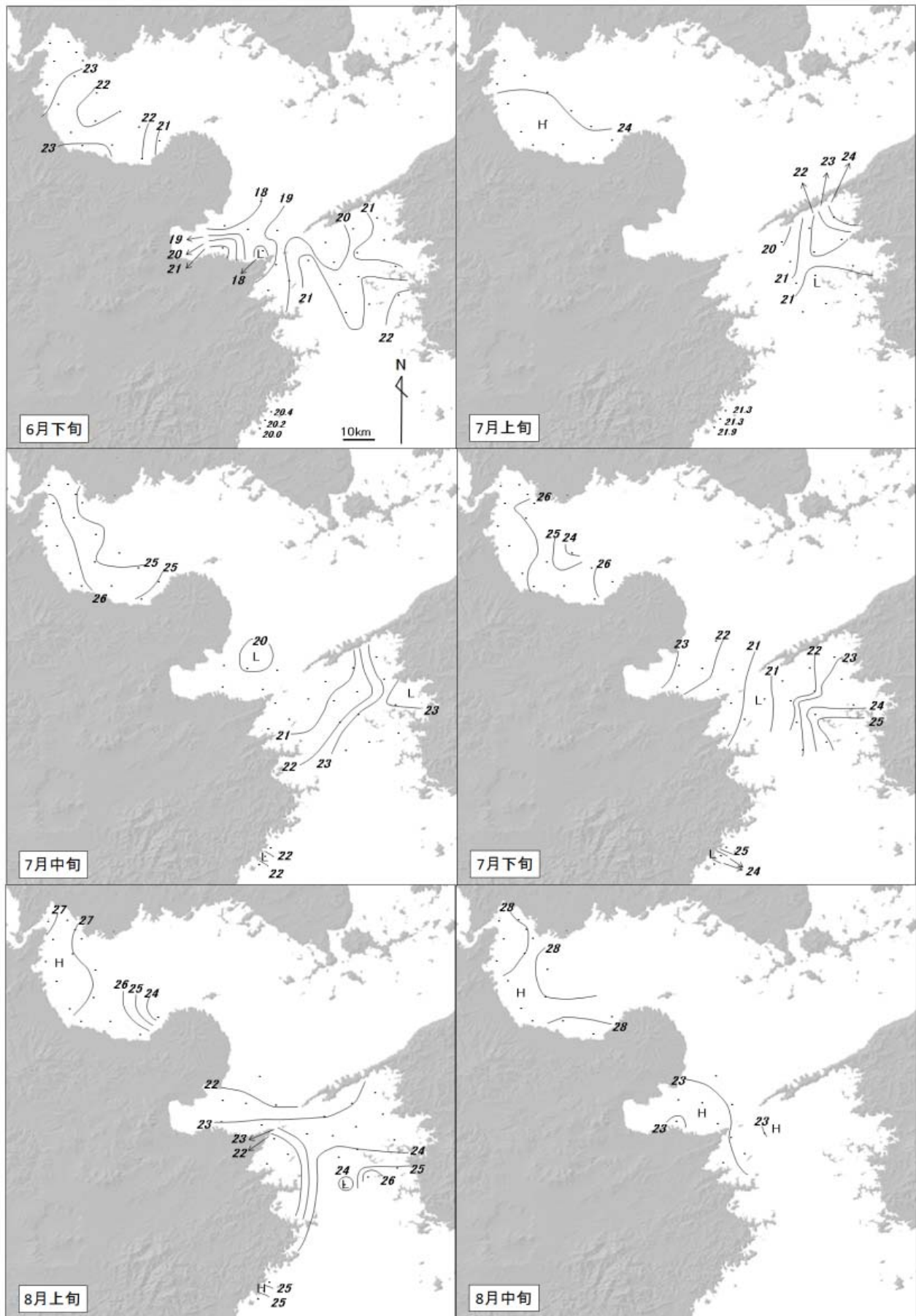


図12 中層水温水平分布の推移(周防灘は5m層、豊後水道周辺は10m層)

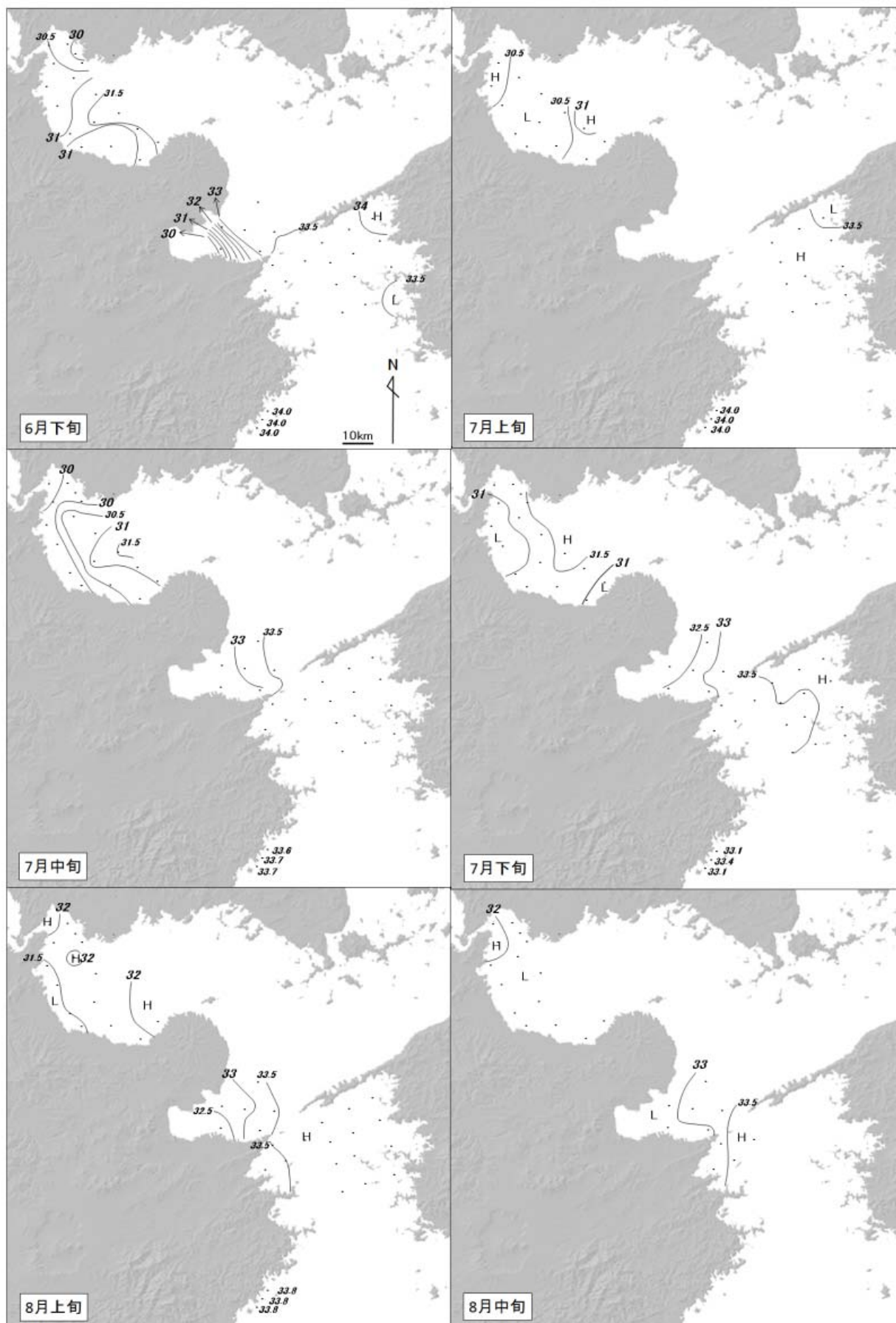


図13 中層塩分水平分布の推移(周防灘は5m層、豊後水道周辺は10m層)

周防灘代表点では、山口県海域は $0.02\sim 0.18\mu\text{M}$ 、福岡県海域は $0.02\sim 0.22\mu\text{M}$ 、大分県海域は $0.09\sim 0.67\mu\text{M}$ の範囲で観測された。豊後水道・別府湾では、大分県海域で $0.03\sim 0.44\mu\text{M}$ 、宮崎県海域で $\text{ND}(<0.01)\sim 0.10\mu\text{M}$ 、愛媛県海域で $\text{ND}(<0.01)\sim 0.26\mu\text{M}$ の範囲で観測された。

鉛直平均値の推移をみると、周防灘では、山口県海域では6月下旬以降に $0.1\mu\text{M}$ 以下で推移した。福岡県海域では7月上旬に $0.1\mu\text{M}$ を超える値が認められた以外は $0.1\mu\text{M}$ 以下で推移した。大分県海域では8月上旬に $0.3\mu\text{M}$ を超えた以外は $0.2\mu\text{M}$ 以下で推移した。豊後水道・別府湾では、DINと同様に、大分県海域で最も高く、次に愛媛県海域で高く、宮崎県海域で最も低い値で推移した。大分県海域では $0.2\mu\text{M}$ 前後、愛媛県海域では $0.1\mu\text{M}$ 前後、宮崎県海域では $0.1\mu\text{M}$ 以下で推移した(図17)。

④周防灘における鉛直安定度

周防灘の鉛直安定度は、山口県海域で $0.0\sim 56.0$ ($\times 10^{-5}$)、福岡県海域 $0.3\sim 111.2$ ($\times 10^{-5}$)、大分県海域 $9.0\sim 47.6$ ($\times 10^{-5}$)の範囲であった。

海域別の全点平均値の推移をみると、山口県海域で6月上旬と7月中旬、および8月中旬に高かった。福岡県海域

と大分県海域では同様の変動傾向を示し、7月上旬と7月下旬に高かった(図18)。

(※鉛直安定度=上層と下層の海水密度差÷水深差 $\times 10^{-3}$)

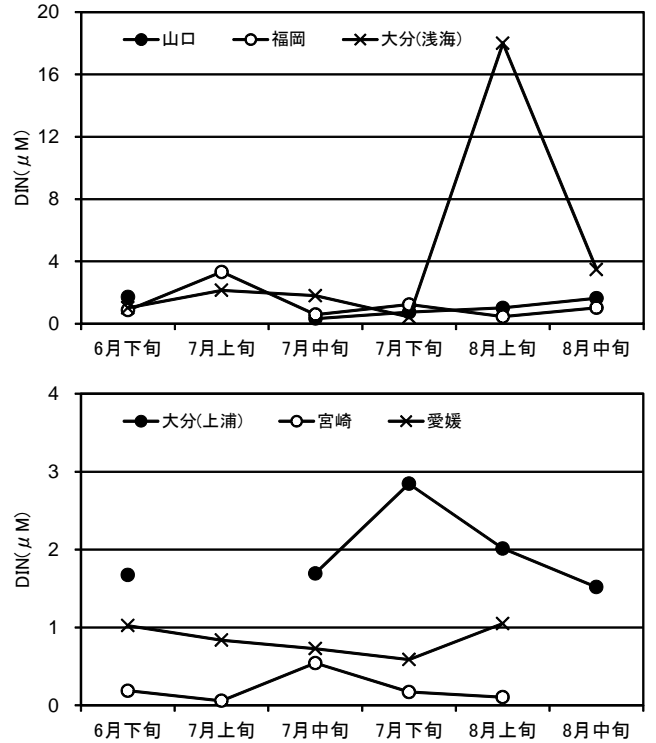


図16 DIN濃度鉛直平均値の推移
(上：周防灘、下：豊後水道・別府湾)

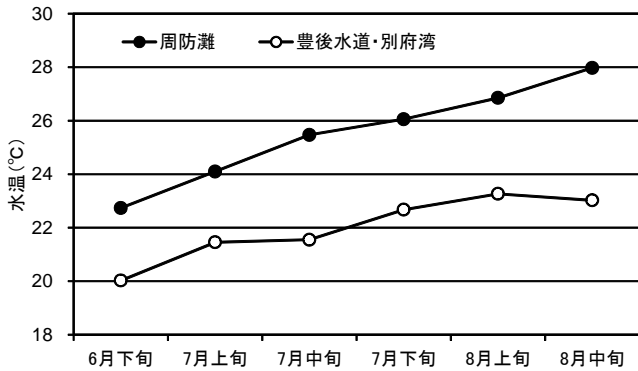


図14 海域別中層水温の推移

(周防灘は5m層、豊後水道・別府湾は10m層の全点平均値)

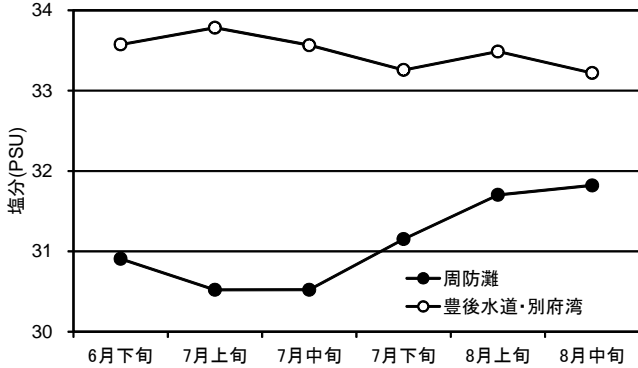


図15 海域別中層塩分の推移

(周防灘は5m層、豊後水道・別府湾は10m層の全点平均値)

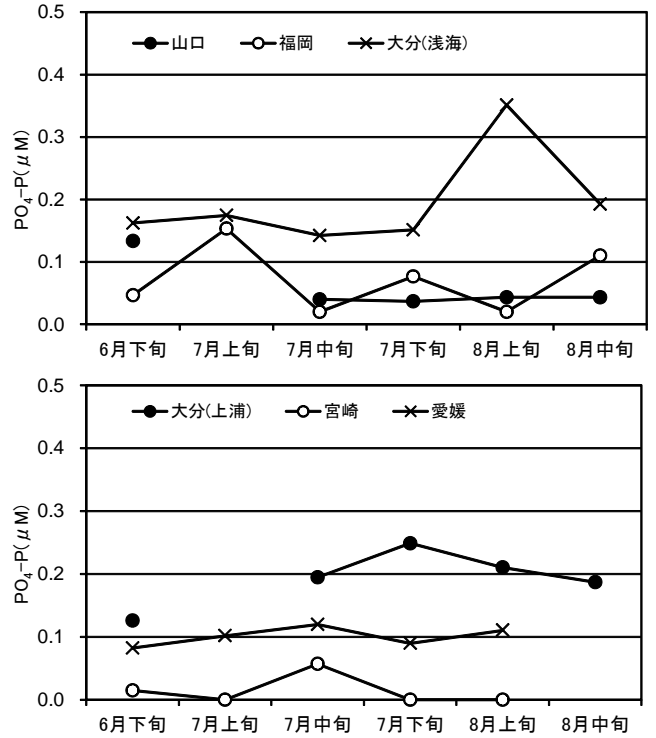


図17 PO₄-P濃度鉛直平均値の推移
(上：周防灘、下：豊後水道・別府湾)

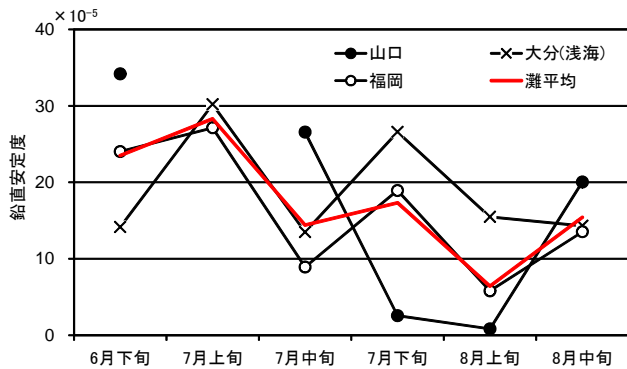


図18 周防灘における鉛直安定度（全点平均値）の推移

⑤ 周防灘底層における溶存酸素飽和度と濃度

溶存酸素濃度の最低値は山口県海域で4.1~4.6ml/l, 福岡県海域で3.0~4.4ml/l, 大分県海域で3.2~4.6ml/lの範囲で観測された(図19)。

⑥ 気象庁行橋（福岡県）気象観測点における降水量と日照時間

気象庁気象統計情報電子閲覧サイト⁴⁾から得た福岡県行橋市における降水量と日照時間の旬別積算値の推移を図21に示した。降水量は、6月中旬に平年の315%, 7月上旬から8月上旬にかけては平年の7~51%で推移し, 8月中旬は平年並であった。日照時間は、6月中旬に平年を大きく下回り, 他は平年並もしくは平年よりも短めで推移した。

考 察

(1) 今年度の特徴

今年度は有害プランクトンの発生状況の特徴として, *Heterosigma akashiwo*を除き, いずれの有害プランクトンも低密度で推移し, 瀬戸内海西部の調査海域において赤潮は発生しなかったことが挙げられる。特に, 周防灘を起源として豊後水道まで移流拡散し広範囲に漁業被害をもたらす *Karenia mikimotoi*は, 7月下旬に広い範囲で分布が認められたものの, 最高細胞密度は23.00cells/mlと低かった。その原因を以下の通り考察した。

・ 気象条件と漁場環境

今年度は平年値よりも多いまとまった降雨が6月中旬に認められたが, 7月中旬に発生した台風6号による影響で, 周防灘の成層化が維持されず, 顕著な貧酸素水塊も発生しなかった。

・ 珪藻細胞密度と有害プランクトン出現状況との関係

周防灘代表点3点における全珪藻類の全点全層平均値と有害プランクトンの最高細胞密度の推移を図21に示した。全珪藻類は調査期間中1,000cells/ml前後で推移した

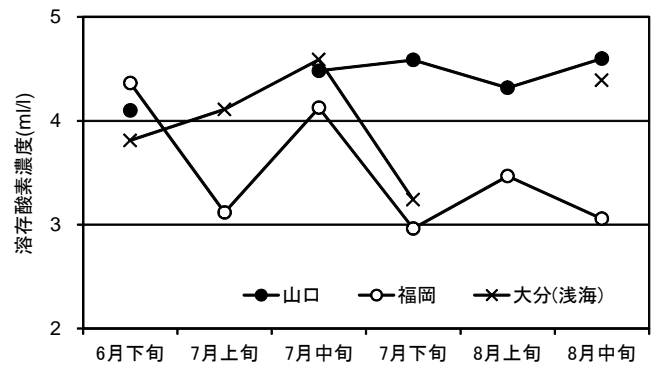


図19 周防灘底層における溶存酸素濃度最低値の推移

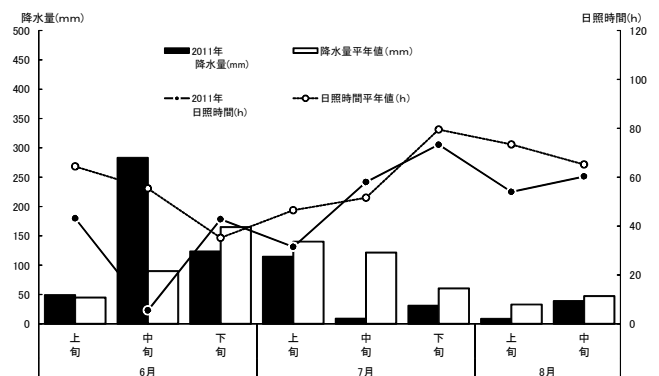


図20 行橋市観測点における5~8月の降水量と日照時間の旬別推移

一方, 有害プランクトンは低レベルで推移していた。このときの全珪藻類は, 休眠期細胞を形成する種である *Skeletonema* spp. や *Chaetoceros* spp. が優占していた。

・ 冬季水温と *K. mikimotoi* 細胞密度の関係

*K. mikimotoi*には越冬細胞が存在し, これらが夏季赤潮の起源となっていることや, 周防灘で通常観測される水温条件下(6.5~9.0°C)では生存しうるが, より低水温になると生存が困難になることが指摘されている。^{5~6)}平成18年から23年までの福岡県宇島地先における1~2月の水温の旬別推移を図22にまとめた。宇島地先で6°C以下の水温が観測されたのは平成23年のみで, その期間も1月中旬から2月中旬までと長期間であった。

・ *K. mikimotoi* 分布指標と最高細胞密度の関係

平成22年度に, 周防灘の *K. mikimotoi* 赤潮の発生予察の可能性について, 6~8月の最高細胞密度と分布指標(遊泳細胞が出現した定点数/全調査点数×100)を用いて検討した。その結果, 広域赤潮発生年(最高細胞密度1,000 cells/ml以上)である平成18年と20年は, 6月中下旬の最高細胞密度が10cell/ml以上で, かつ分布指数が75%以上であり, 6月中下旬の鉛直安定度が高い傾向にあることが認められた。広域赤潮が発生しなかった今年度6月下旬の *K. mikimotoi* 最高細胞密度は0.66cells/mlで, 分布指標は

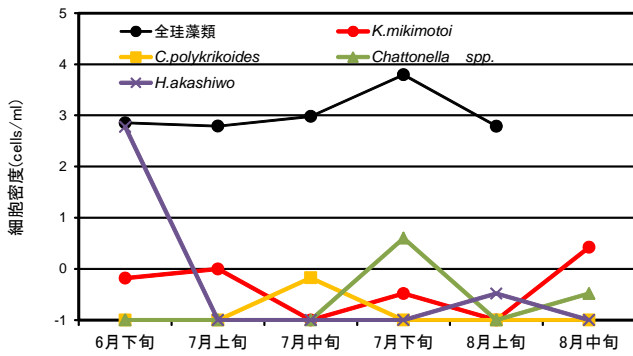


図21 周防灘代表点3点における全珪藻類(全点全層平均値)と有害種(最大値)の細胞密度の推移

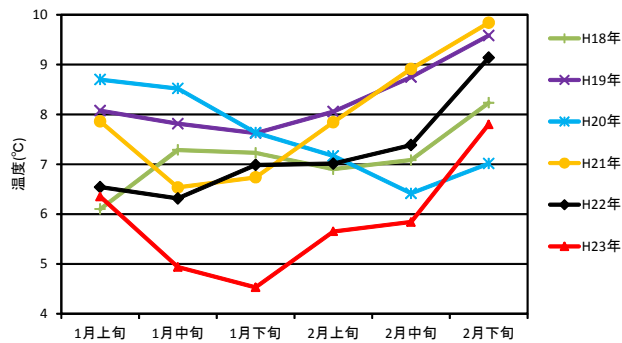


図22 福岡県宇島地先における1~2月の旬別水温の推移

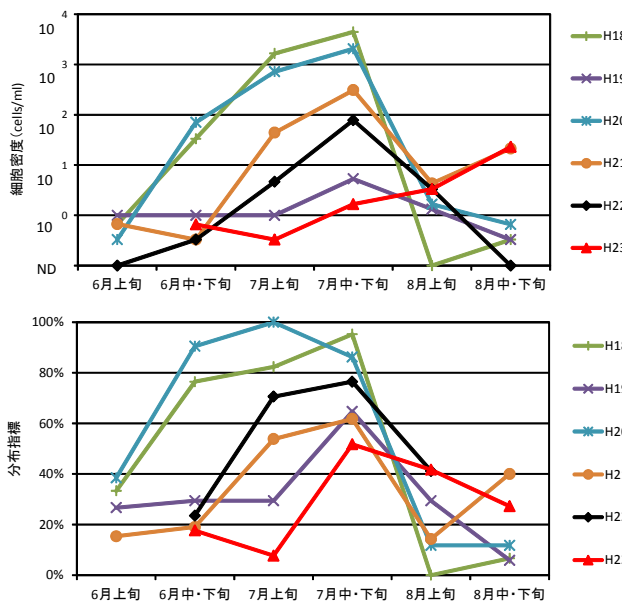


図23 周防灘における*K. mikimotoi* 出現最高細胞密度(上段)と分布指標(下段)の推移
(分布指標(%)) = 遊泳細胞が出現した定点数/全調査点数 × 100)

17.6%と低く(図23), 鉛直安定度も低い値で推移した。
渦鞭毛藻の赤潮の形成には水塊の鉛直安定度の増加が寄与していることが知られている。⁷⁾また, S60~S62年に

実施した山口(1994)による調査では, 周防灘における*K. mikimotoi*の大規模赤潮は6月下旬の灘全域に分布している栄養細胞がシードポピュレーションとして寄与していることが報告されている。⁹⁾従って, 上記4項目の検討結果から, 今年度に広域的な赤潮が発生しなかった原因として, 波浪による上下混合が促進され鉛直安定度が低い値で推移したことや, 6月中旬の降雨により陸域から栄養塩供給がなされた後に下層から上層へ供給された珪藻類休眠期細胞が発芽増殖し海域の栄養塩が消費され, 有害プランクトンの増殖に不利な環境条件にあったことが考えられた。また, *K. mikimotoi*については, 冬季水温が低めで長期間推移したために越冬細胞が少なく, これらが夏季赤潮のシードポピュレーションとして機能し得なかった可能性も示唆された。

(2) 今後の検討課題

今年度は周防灘で全珪藻類が, 調査期間中1,000cells/ml前後で認められた一方で, 有害プランクトンは低レベルで推移する傾向が認められた。さらに, 冬季水温と夏季の*K. mikimotoi*の細胞密度との間に関係があることが示唆された。周防灘西部における有害プランクトン, 特に*K. mikimotoi*の増殖については, まとまった降雨による栄養塩の供給, 増殖初期の細胞密度, および鉛直安定度(成層発達)の程度や貧酸素水塊の発達等が影響していることがわかっている。

今後, 有害赤潮による漁業被害を防止するにあたっては, 有害プランクトンの初期発生や珪藻類の増殖とそれに影響する環境要因を整理すると同時に, *K. mikimotoi*については冬季の環境条件と遊泳細胞の出現状況についても整理し, これらの関係を総合的に解析することで, より精度の高い予察を行うことが必要である。

文 献

- 1) 江藤拓也・俵積田貴彦: 2006年夏季に周防灘西部海域で発生した*Karenia mikimotoi*赤潮, 福岡水海技セ研報, 第18号, 107-112(2008)
- 2) 小泉喜嗣他: 西部瀬戸内海における*Gymnodinium nagasakiense*の増殖域の環境特性と分布拡大機構, 海の研究, 3, 2179-2186(1991)
- 3) 宮村和良他: リモートセンシング技術を用いた赤潮監視の試み, 水産海洋研究, 73(4), 2009
- 4) 気象庁気象統計情報電子閲覧サイト (<http://www.data.kishou.go.jp/etrn/prefecture/index82.html>)

- 5) 中田憲一・飯塚昭二：赤潮渦鞭毛藻 *Gymnodinium nagasakiense* の越冬に関する研究—観察，日本プランクトン学会報，34，199-201(1987)
- 6) 寺田和夫・池内仁・高山晴義：冬季の周防灘沿岸で観察された *Gymnodinium nagasakiense*，日本プランクトン学会報，34，201-204(1987)
- 7) Polligher, U.・E. Zemel: In situ and experimental evidence of the influence of turbulence on cell division processes of *Peridinium cinctum* forma *westii*(Lemm.) Lefevre. Br. Phycol. J., 16, 281-287(1981)
- 8) 山口峰夫： *Gymnodinium nagasakiense* の赤潮発生機構と発生予察に関する生理生態学的研究，南西海区水産研究所研究報告，27，251-394(1994)

漁場環境保全対策事業

(1) 水質・生物モニタリング調査

濱田 豊市・大形 拓路・尾田 成幸

本事業は福岡県豊前海における漁場環境の保全を図るため、水質及び生物モニタリング調査を実施し、水質基準及び底生動物を指標に監視を行うものである。

方 法

1. 水質調査

調査は、平成23年4月から24年3月までの毎月1回、上旬に図1に示した12定点で実施した。

調査項目は水温、塩分、透明度及び溶存酸素で、観測層は表層、2.5m、5m、10m、15m、20m及びB-1m層とし、クロロテック及び溶存酸素計によって観測した。

2. 生物モニタリング調査

調査は、23年5月及び10月の年2回、図1に示した5定点において行った。海域環境として泥温を現場で測定すると同時に採泥を行い、冷蔵して研究所に持ち帰り、含泥率及び強熱減量（I L）を測定した。

底生動物の採集は、スミス・マッキンタイア型採泥器（22cm×22cm）を用いて行い、1mm目合のネットでふるいにかけた残留物を10%ホルマリンで固定し、種の同定及び計測を行った。採泥は1定点あたり2回実施した。

結果及び考察

1. 水質調査

各月の表層と底層（B-1m層）における全調査点の平均値を計算し、その推移を図2～5に示した。

(1) 水温

表層の水温は7.4～27.9℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値は2月であった。

一方、底層の水温は7.6～27.2℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値は2月であった。

(2) 塩分

表層の塩分は29.44～33.51の範囲で推移した。最大値は5月、最小値は7月であった。

底層の塩分は31.69～33.53の範囲で推移した。最大値は2月、最小値は8月であった。

(3) 透明度

透明度は2.4～6.3mの範囲で推移した。

(4) 溶存酸素

表層の溶存酸素は7.19～10.14mg/lの範囲で推移した。最大値は3月、最小値は10月であった。

底層の溶存酸素は5.74～9.77mg/lの範囲で推移した。最大値は3月、最小値は8月であった。

2. 生物モニタリング調査

(1) 底質環境

含泥率、全硫化物及びI Lの結果を表1に示した。

含泥率は海域のほぼ全域で90%以上と高く、泥質であ

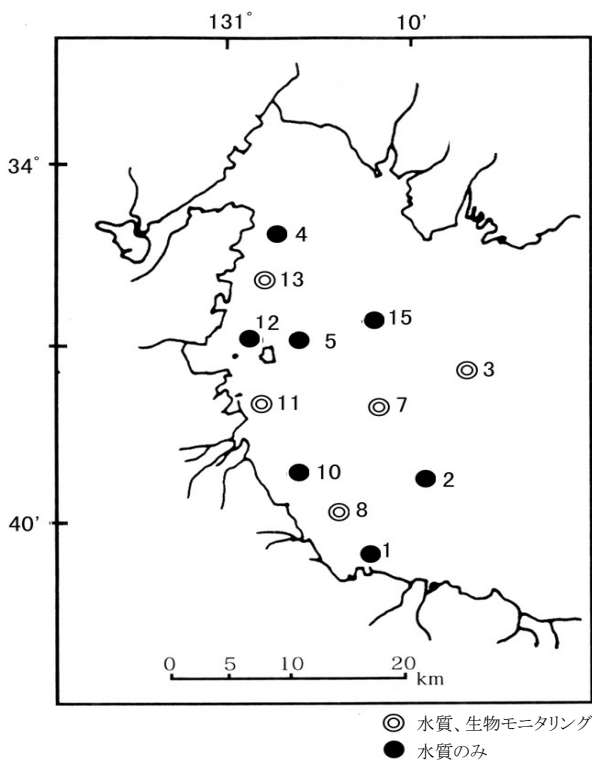


図1 調査定点

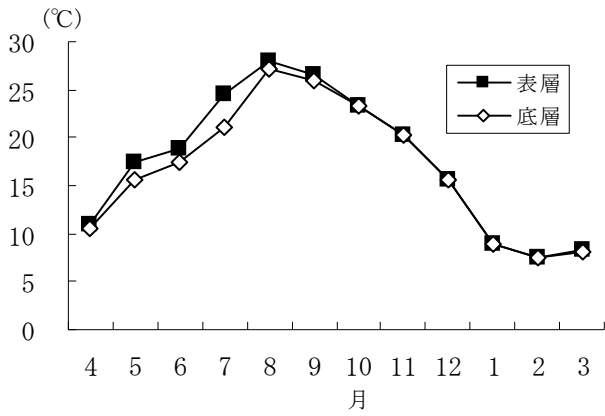


図2 水温の推移

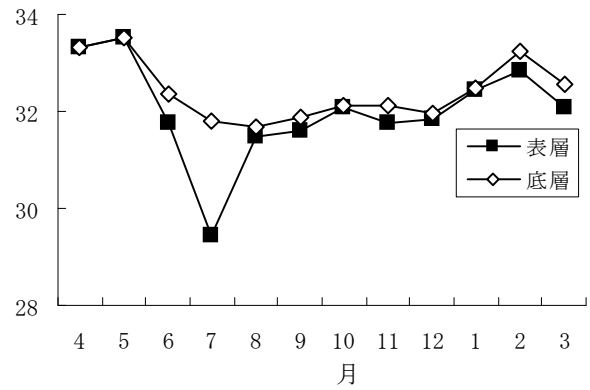


図3 塩分の推移

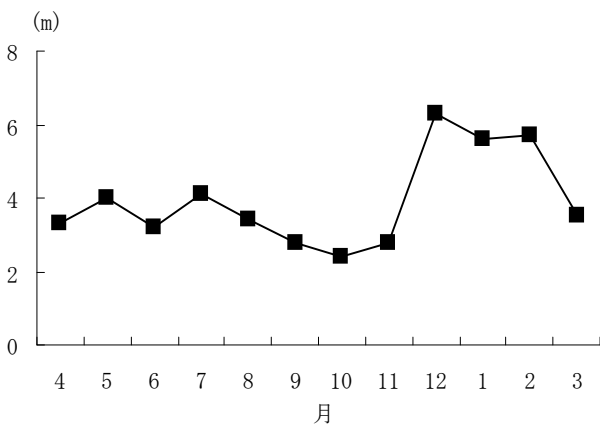


図4 透明度の推移

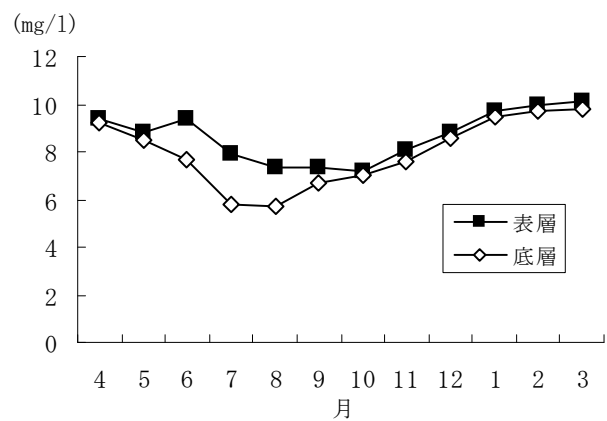


図5 溶存酸素の推移

表1 底質分析結果

St.	含泥率 (%)		I L (%)	
	5月	10月	5月	10月
3	93.4	94.6	10.3	10.8
7	96.7	99.3	11.1	10.8
8	99.5	99.6	11.5	10.9
11	94.2	95.4	8.7	8.6
13	90.2	97.9	11.6	8.9

った。I Lは5月が 8.7~11.6%, 10月は8.6~10.9%であった。

(2) 底生生物の出現状況

5月及び10月の底生生物調査結果を表2~表5に示す。

5月の出現密度は424~8,481個体/m²の範囲であり、m²当たりの湿重量は5.3~160.0gであった。全調査点中、最高生息密度はStn.13であった。汚染指標種は、チヨノハナガイがstn. 3, 7及び11で、シズクガイとヨツバネスピオB型が全調査点で確認された。

10月の出現密度は21~351個体/m²の範囲で、またm²当たりの湿重量は0.4~3.5gと5月の調査時より減少した。汚染指標種については、チヨノハナガイがstn.7, 11で、シズクガイがstn. 7, 13で確認されたが、ヨツバネスピオB型は確認されなかった。

表 2 底生生物調査結果（5月期個体密度，個体数/m²）

分類	種名	Stn. 3		Stn. 7		Stn. 8		Stn. 11		Stn. 13	
		1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上
多毛類	カハゴカイ科の一種	Phyllodoceidae	21		10				21		
	オヒメゴカイ科の一種	Hesionidae			21		10				21
	カギゴカイ科の一種	Sigambra sp.	41		21		72				
	ウツギゴカイ	<i>Nectoneanthes latipoda</i>	31		21		21		10		10
	ゴカイ科の一種	Nereididae			10						
	コハシロガハネカイ	<i>Nephtys oligobranchia</i>	93		83		62		31		93
	シラカバシロ科の一種	Sigalionidae	10		10						
	ネリ科の一種	<i>Glycera</i> sp.					10				10
	ニカイアザミ科の一種	<i>Glycinde</i> sp.	41								
	ヨツバネシロ型	<i>Paraprionospio</i> sp. Type B	31		10		10		10		21
	エールズヒト	<i>Prionospio ehlersi</i>	10		10						
	イトヒシロ	<i>Prionospio pulchra</i>					10				
	ホソキゴカイ科の一種	<i>Phylo</i> sp.	10								
	ホソキゴカイ科	<i>Orbia</i> sp.			10				62		21
	モロコカイ科の一種	<i>Magelona</i> sp.									10
	カハサゴカイ科の一種	Chaetopteridae					31				
	ミズヒトゴカイ科の一種	<i>Chaetozone</i> sp.									21
イトゴカイ科の一種	Capitellidae								21	41	
甲殻類	ホソキサカマ	<i>Iphinoe sagamiensis</i>	31		10						
	クハカサカマ	<i>Ampelisca brevicornis</i>	10						10		
	ムツガニ科の一種	Hexapodiidae									10
	ドモクシ科	<i>Corophiidae</i>	10		10						
	ラスノソマカニ	<i>Pinnixa rathbuni</i>								10	
軟体類	ヨコヤマシロカイ	<i>Yokoyamaia ornatissima</i>	114		93		41		52		10
	ヒカノコサリ	<i>Veremolpa micra</i>							31		
	ヲノハカガイ	<i>Raetellops pulchellus</i>	10		10				41		
	シノカガイ	<i>Theora fragilis</i>	145		52		227		1663		8099
	セツカガイ	<i>Philine argentata</i>	10								
	ツカガイ	<i>Sinum undulatum</i>							10		
	ゴイサカガイ	<i>Macoma tokyoensis</i>									10
棘皮類	カサハコ科の一種	Synaptidae									10
	クハハコトク	<i>Ophiura kinbergi</i>									10
その他	紐形動物門の一種	NEMERTINEA			41		103			21	83
	多岐腸目	Polycladida	10							10	

表 3 底生生物調査結果（5月期湿重量，g/m²）

分類群	測点	Stn. 3			Stn. 7			Stn. 8			Stn. 11			Stn. 13		
		個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数
多毛類	1g以上															
	1g未満	289	11.9	9	207	4.9	10	227	8.4	8	155	5.1	6	248	2.2	9
甲殻類	1g以上															
	1g未満	52	0.3	3	21	0.0	2				21	0.3	2	10	0.7	1
棘皮類	1g以上															
	1g未満												21	0.5	2	
軟体類	1g以上															
	1g未満	279	3.7	4	155	0.3	3	269	1.0	2	1798	11.9	5	8120	156.3	3
その他	1g以上															
	1g未満	10	0.0	1	41	0.1	1	103	2.1	1	31	2.3	2	83	0.3	1
合計	1g以上															
	1g未満	630	15.9	17	424	5.3	16	599	11.5	11	2004	19.5	15	8481	160.0	16
多様度 H' (bit)		3.44			3.45			2.73			1.26			0.42		

表 4 底生生物調査結果（10月期個体密度，個体数/m²）

分類	種名	Stn. 3		Stn. 7		Stn. 8		Stn. 11		Stn. 13	
		1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上	1g未満	1g以上
多毛類	がごかい科の一種			10		41		21		72	
	コハルガネガイ			10				10		21	
	イトガイ科の一種			10				21		134	
	モリガイ科の一種									21	
	カハヤガイ科の一種					21		10			
	マゴガイ科の一種							10			
軟体類	アラカラムシ科の一種	21		52		10		10		31	
	オホノボリガイ			10						10	
	カラムシ科の一種					10					
	オホノボリガイ科の一種					10		10		10	
	オホノボリガイ			10				10			
その他	シズガイ			41							21
	ヒメノコヤリ			72		62		21		21	
	ウメノボリガイ					10		10			
	イヌガシガイ										10
その他	紐形動物門の一種			10		41					

表 5 底生生物調査結果（10月期湿重量，g/m²）

分類群	測点	Stn. 3			Stn. 7			Stn. 8			Stn. 11			Stn. 13		
		個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数	個体数	湿重量	種類数
多毛類	1g以上															
	1g未満	21	0.4	1	93	1.5	5	93	0.3	5	93	1.0	7	300	3.4	7
甲殻類	1g以上															
	1g未満															
棘皮類	1g以上															
	1g未満															
軟体類	1g以上				124	1.0	3	72	0.2	2	41	0.4	3	52	0.1	3
	1g未満															
その他	1g以上				10	0.0	1	41	1.5	1						
	1g未満															
合計	1g以上															
	1g未満	21	0.4	1	227	2.6	9	207	2.1	8	134	1.4	10	351	3.5	10
多様度	H' (bit)		0.00			2.67			2.65		3.24			2.72		

漁場環境保全対策事業

(2) 貝毒・赤潮発生監視調査

尾田 成幸・大形 拓路・中川 浩一

1. 貝毒発生監視調査

福岡県豊前海における貝類の毒化原因プランクトンの出現動向を把握するため、毒化を監視することにより本県産貝類の食品安全性を確保することを目的として実施した。

方法

1. 毒化原因プランクトンの出現状況調査

麻痺性貝毒の原因種である *Gymnodinium* 属及び *Alexandrium* 属、また下痢性貝毒の原因種である *Dinophysis* 属を対象として出現状況の把握調査を行った。調査定点を図1に示した。調査定点は、平成23年4月～10月に Stn. 1 で、23年11月～24年3月に Stn. 12 において行った。調査定点で採集した海水 1 L を濃縮し、その全量を検鏡により計数した。

2. 毒化状況調査

図1に示したアサリ採取点のアサリを対象として23年4～7月に計4回、カキ採取点のカキを対象として23年11～12月および24年1～2月の計4回、貝可食部における麻痺性毒のマウス検査を実施した。また、23年4月および11月のアサリおよびカキについて、下痢性毒の検査を実施した。なお、これらの検査は、(財)日本冷凍食品検査協会福岡営業所に委託した。

結果及び考察

1. 毒化原因プランクトンの出現状況

(1) 麻痺性貝毒原因種

結果を表1に示す。調査期間中、*Alexandrium. spp* が8月に24cells/L、11月に48cells/L確認された。年間を通じて、*Gymnodinium catenatum* は確認されなかった。

(2) 下痢性貝毒原因種

調査期間中、*Dinophysis acuminata* が2～16cells/L、*D. fortii* が2～16cells/L、*D. caudata* が2～68cells/L確認された。出現細胞数が多かった月は *D. acuminata* および *D. fortii* が1月、*D. caudata* が8月であった。

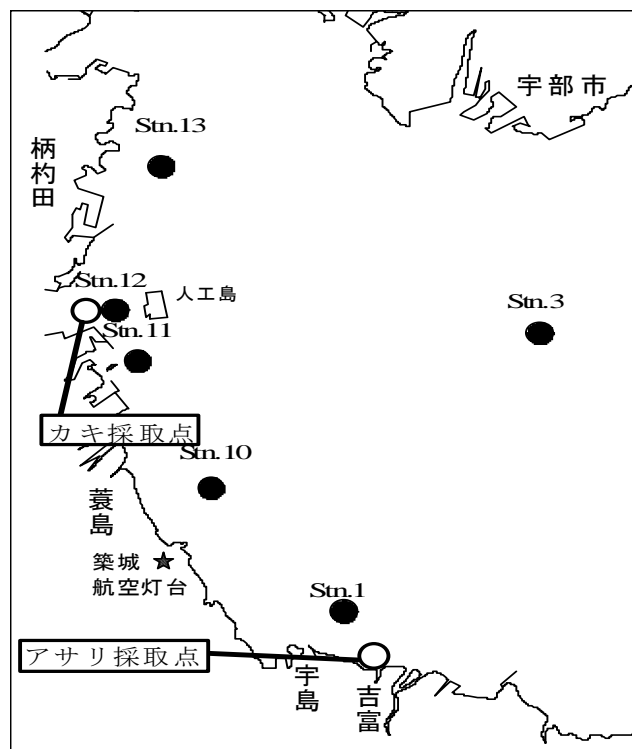


図1 調査点

2. 毒化状況

マウス検査の結果を表2に示す。本年度、麻痺性貝毒は検出されなかった。下痢性貝毒では、11月15日にマガキで0.05MU検出され、福岡県農林水産部水産局貝毒対策実施要領に基づき注意体制を講じた。その後、3週の検査で、下痢性貝毒が検出されなかったため、注意体制を解除した。注意体制の期間中、出荷自主規制は行われなかった。

2. 赤潮発生監視調査

本調査は赤潮の発生状況を把握し、関係漁協および関係機関に速報として報告するとともに、隣接県の赤潮に関する情報の収集、交換を行うことにより、沿岸域における漁場の保全及び漁業被害の防止・軽減を目的として実施した。

方法

平成23年4月から24年3月まで月1回、図1に示す6定点で、海象、水質、プランクトン調査を実施した。また、赤潮の発生状況は、本事業での調査や他事業での海洋観測、および漁業者からの通報による情報も加味して整理し、FAXと水産海洋技術センターホームページ上で速報として情報提供した。

結果及び考察

(1) 赤潮発生状況

赤潮の発生状況を表3に示した。発生件数は1件で、

表1 貝毒原因種出現状況

表2 貝毒プランクトンの出現状況および水質環境

調査月日	調査点	観測層	麻痺性貝毒原因種				下痢性貝毒原因種			水温 (°C)	塩分
			<i>A. tamarense</i> (cells/l)	<i>A. catenella</i> (cells/l)	<i>A. spp</i> (cells/l)	<i>D. fortii</i> (cells/l)	<i>D. acuminata</i> (cells/l)	<i>D. caudata</i> (cells/l)	<i>D. spp</i> (cells/l)		
平成23年											
4月4日	Stn. 1	表層	-	-	-	-	-	-	-	12.1	33.14
		5m層	-	-	-	-	-	-	-	11.8	33.15
5月9日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	19.2	33.16
		5m層	-	-	-	-	-	-	-	17.5	33.17
6月1日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	18.8	30.53
		5m層	-	-	-	-	-	-	-	18.3	31.55
7月5日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	24.8	29.69
		5m層	-	-	-	-	2	-	-	24.7	30.28
8月9日	"	表層	-	-	-	-	-	-	54	29.1	31.26
		5m層	-	-	24	-	-	68	-	27.4	31.43
9月6日	"	表層	-	-	-	-	-	-	2	27.4	30.53
		5m層	-	-	-	-	-	-	-	26.9	31.05
10月4日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	23.1	31.26
		5m層	-	-	-	-	-	2	-	23.4	31.53
11月1日	Stn. 12	表層	-	-	-	-	-	-	-	19.8	31.45
		5m層	-	-	48	-	-	8	-	19.9	32.03
12月5日	"	表層	-	-	-	6	-	28	-	14.3	31.66
		5m層	-	-	-	2	-	18	-	14.3	31.63
平成24年											
1月5日	"	表層	-	-	-	18	-	-	-	8.2	32.34
		5m層	-	-	-	12	16	-	-	8.2	32.34
2月7日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	6.7	32.68
		5m層	-	-	-	-	2	-	-	6.9	33.02
3月5日	"	表層	-	-	-	-	-	-	-	8.4	32.16
		5m層	-	-	-	-	2	-	-	8.2	32.41

- :出現なし

表2 貝毒検査結果

前年の3件よりも3件少なかったが、各漁港で畜養中のクロダイ、コショウダイ等の斃死被害が発生した。

(2) 水質環境

調査日別の水質測定結果を表4に示した。

(3) プランクトン

調査期間中において出現した主な有害プランクトンは、赤潮を形成した*Heterosigma akashiwo*以外では、ラフィド藻類の*Chattonella*属、渦鞭毛藻類の*Karenia miki-motoi*, *Cochlodinium polykrikoides*等が低密度で認められた。珪藻類では、*Skeletonema*属、*Chaetoceros*属、*Thalassiosira*属、*Nitzschia*属、*Leptocyrrindrus danicus*, *Asterionella glacialis*, 等が認められた。

表1 アサリ、カキの毒化モニタリング結果

貝の種類 (生産地)		採取月日	検査月日	麻痺性毒力 (MU/g)	下痢性毒力 (MU/g)	
アサリ (吉富町)	殻長平均	31.8 mm	平成23年	平成23年	ND	ND
	重量平均	6.4 g	4月6日	4月15日		
アサリ (吉富町)	殻長平均	33.7 mm	5月13日	5月26日	ND	
	重量平均	8.1 g				
アサリ (吉富町)	殻長平均	33.6 mm	6月14日	6月23日	ND	
	重量平均	8.4 g				
アサリ (吉富町)	殻長平均	33.2 mm	7月25日	7月28日	ND	
	重量平均	7.9 g				
カキ (北九州市)	殻高平均	105.1 mm	11月7日	11月15日	ND	0.05
	重量平均	74.3 g				
カキ (北九州市)	殻高平均	108.7 mm	12月5日	12月12日	ND	
	重量平均	87.0 g				
カキ (北九州市)	殻高平均	112.9 mm	平成24年	平成24年	ND	
	重量平均	98.9 g	1月6日	1月16日		
カキ (北九州市)	殻高平均	114.3 mm	2月6日	2月15日	ND	
	重量平均	91.2 g				

ND:検出限界値以下

表3 赤潮発生状況

No.	発生期間	構成プランクトン	発生海域	最高細胞密度 (cells/ml)	漁業被害	
1	5月31日 ~ 6月29日	<i>Heterosigma akashiwo</i>	5月31日	荏田南港	3,120	蓄養中のコシウダイ、クロダ イ等数十尾斃死(各漁港)
				宇島漁港	12,200	
			6月1日	宇島漁港	51,000	
			6月3日	養島漁港	70,000	
			6月6日	柄杓田漁港	10,800	
				恒見漁港	3,000	
				荏田本港	68,000※	
				稲童漁港	350,000	
				稲童漁港沖	3,500	
			6月16日	柄杓田漁港	63,000	
			6月22日	築上町沖	5,000	
6月27日	吉富漁港	40,000				

※1 m層。他はいずれも表層

表4 水質測定結果

調査月日	地点	水温 (°C)		塩分		酸素飽和度 (%)		D I N (μg-at/l)		P O 4 - P (μg-at/l)		k _{mn} 7/ka (μg/l)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
平成23年 3月18日	1	10.0	8.9	33.06	33.12	104.0	100.0	0.53	0.33	0.18	0.15	0.44	0.68
	3	9.0	9.0	33.26	33.28	103.0	99.0	0.24	0.17	0.30	0.33	1.37	1.24
	10	8.8	8.8	33.17	33.26	102.0	100.0	0.37	0.49	0.09	0.21	1.02	1.14
	11	8.8	8.7	33.20	33.21	100.0	100.0	0.48	0.37	0.18	0.18	0.44	0.88
	12	8.9	8.9	33.29	33.32	102.0	99.0	0.39	0.19	0.15	0.15	0.92	1.03
	13	9.5	9.8	33.56	33.71	104.0	100.0	0.30	0.43	0.06	0.06	1.60	2.61
平均	9.2	9.0	33.26	33.32	102.5	99.7	0.39	0.33	0.16	0.18	0.97	1.26	
平成23年 4月18日	1	14.4	14.3	33.15	33.25	105.0	103.0	2.01	1.96	0.00	0.05	2.99	4.27
	3	12.2	12.3	33.40	33.41	105.0	100.0	0.29	0.83	0.10	0.17	0.00	1.50
	10	13.4	13.1	33.36	33.35	106.0	105.0	0.38	0.34	0.11	0.08	0.86	1.72
	11	13.6	13.6	33.33	33.33	105.0	105.0	0.60	0.42	0.02	0.02	3.85	4.27
	12	13.6	13.5	33.30	33.31	106.0	106.0	0.60	0.45	0.02	0.06	1.05	2.77
	13	13.3	13.3	33.35	33.37	106.0	104.0	0.38	0.39	0.04	0.03	3.22	5.35
平均	13.4	13.3	33.32	33.34	105.5	103.8	0.71	0.73	0.05	0.07	2.00	3.31	
平成23年 5月18日	1	19.6	17.4	31.42	32.31	114.0	109.0	0.44	0.43	0.00	0.03	2.13	2.38
	3	17.9	12.9	31.68	33.66	119.0	90.0	0.31	0.33	0.01	0.06	1.94	3.44
	10	17.8	16.6	32.18	32.95	117.0	105.0	0.25	0.19	0.03	0.07	1.91	2.13
	11	18.4	17.9	32.53	32.77	114.0	106.0	0.23	0.36	0.02	0.05	2.13	4.91
	12	18.6	17.9	32.63	32.71	111.0	107.0	0.46	0.29	0.03	0.02	3.44	3.60
	13	18.0	17.6	32.54	32.74	117.0	105.0	0.37	0.40	0.05	0.01	2.55	3.44
平均	18.4	16.7	32.16	32.86	115.3	103.7	0.34	0.33	0.02	0.04	2.35	3.32	
平成23年 6月15日	1	21.7	19.0	27.73	32.46	125.0	64.0	0.23	1.59	0.01	0.16	5.35	2.80
	3	20.8	15.4	31.48	33.58	122.0	89.0	0.35	0.55	0.01	0.06	1.91	2.35
	10	22.6	19.3	28.65	32.52	133.0	75.0	0.27	0.98	0.01	0.19	2.77	3.21
	11	21.8	20.0	30.14	32.27	129.0	102.0	0.33	2.29	0.00	0.19	2.77	3.63
	12	21.2	20.5	31.10	31.75	110.0	100.0	0.64	0.67	0.02	0.02	4.71	3.85
	13	21.5	20.2	30.95	32.04	122.0	92.0	0.36	0.38	0.01	0.05	2.99	4.94
平均	21.6	19.1	30.01	32.44	123.5	87.0	0.36	1.08	0.01	0.11	3.42	3.46	
平成23年 7月14日	1	26.9	26.2	29.16	29.91	120.0	115.0	0.51	0.42	0.03	0.03	0.86	0.63
	3	25.2	19.0	30.91	32.77	114.0	95.0	0.42	0.38	0.06	0.01	0.63	0.41
	10	26.7	25.2	29.66	30.19	119.0	103.0	0.40	0.35	0.02	0.08	0.63	0.41
	11	27.3	25.9	29.41	29.93	114.0	103.0	0.29	0.53	0.05	0.07	1.71	1.71
	12	27.1	26.5	29.59	29.76	115.0	108.0	0.33	0.55	0.03	0.07	0.44	1.49
	13	26.2	26.1	29.95	29.95	117.0	116.0	0.40	0.31	0.02	0.02	1.71	2.13
平均	26.6	24.8	29.78	30.42	116.5	106.7	0.39	0.42	0.04	0.05	1.00	1.13	
平成23年 8月16日	1	29.1	27.0	31.43	31.96	96.0	86.0	0.57	0.50	0.10	0.06	1.49	2.13
	3	28.2	21.8	31.72	32.77	100.0	63.0	0.60	0.90	0.03	0.19	0.41	1.72
	10	28.8	27.1	31.55	32.04	96.0	85.0	0.34	0.47	0.08	0.09	0.63	0.63
	11	28.7	26.1	31.35	32.05	84.0	36.0	0.71	2.36	0.26	0.25	4.52	5.80
	12	27.8	26.9	31.31	32.17	93.0	61.0	0.45	1.85	0.06	0.22	6.82	9.63
	13	27.7	27.4	31.99	32.71	100.0	85.0	0.41	1.51	0.05	0.14	1.05	2.58
平均	28.4	26.1	31.56	32.28	94.8	69.3	0.51	1.27	0.10	0.16	2.49	3.75	
平成23年 10月18日	1	21.9	21.9	31.74	31.92	105.0	103.0	0.39	0.54	0.19	0.26	1.91	2.99
	3	22.5	22.5	32.46	32.49	101.0	97.0	0.35	0.36	0.32	0.30	3.21	2.80
	10	22.0	22.0	31.92	31.98	102.0	97.0	0.44	0.40	0.23	0.22	4.30	4.72
	11	21.9	21.9	32.02	32.02	104.0	102.0	0.34	0.55	0.25	0.32	3.66	4.05
	12	21.8	21.7	31.98	31.98	104.0	100.0	0.31	0.51	0.19	0.25	2.99	5.13
	13	21.9	21.9	32.28	32.30	100.0	98.0	2.42	2.57	0.28	0.28	3.85	3.66
平均	22.0	22.0	32.07	32.12	102.7	99.5	0.71	0.82	0.24	0.27	3.32	3.89	
平成23年 11月16日	1	18.3	18.4	31.59	31.68	102.0	107.0	2.13	1.79	0.22	0.19	3.85	3.66
	3	20.2	20.1	32.32	32.32	99.0	94.0	1.58	1.65	0.38	0.36	3.02	2.38
	10	18.2	18.2	31.94	31.95	102.0	103.0	2.28	2.54	0.26	0.21	4.75	4.30
	11	18.2	18.2	31.88	31.88	101.0	100.0	2.33	2.37	0.18	0.16	6.24	4.11
	12	18.1	18.1	31.88	31.91	101.0	100.0	2.68	2.56	0.24	0.25	3.22	4.75
	13	18.3	18.3	31.85	31.87	96.0	96.0	4.24	3.45	0.30	0.38	2.16	3.22
平均	18.6	18.5	31.91	31.94	100.2	100.0	2.54	2.39	0.26	0.26	3.87	3.74	
平成23年 12月19日	1	11.8	11.3	31.72	31.72	99.0	98.0	1.11	0.81	0.26	0.25	1.08	0.86
	3	14.1	14.1	32.35	32.39	99.0	97.0	2.82	2.82	0.38	0.37	0.41	0.66
	10	11.2	11.2	31.77	31.78	101.0	100.0	0.38	0.49	0.24	0.26	1.08	2.35
	11	11.3	11.3	31.78	31.86	98.0	98.0	2.25	2.15	0.29	0.28	1.30	1.72
	12	10.9	10.9	31.86	31.87	97.0	97.0	2.40	2.35	0.31	0.32	0.44	1.27
	13	12.0	12.1	32.20	32.22	98.0	97.0	4.65	4.93	0.31	0.32	0.86	1.05
平均	11.9	11.8	31.95	31.97	98.7	97.8	2.27	2.26	0.30	0.30	0.86	1.32	
平成24年 1月18日	1	8.5	7.5	32.18	32.29	103.0	99.0	0.48	0.73	0.17	0.12	1.30	1.27
	3	9.7	9.5	32.70	32.71	105.0	100.0	0.59	0.50	0.17	0.15	2.55	2.99
	10	6.8	8.4	32.08	32.82	100.0	103.0	0.48	0.19	0.16	0.12	0.66	1.49
	11	8.0	8.4	32.77	33.01	102.0	100.0	0.36	0.22	0.20	0.12	1.30	2.36
	12	8.1	8.4	33.03	33.13	104.0	102.0	0.78	0.97	0.09	0.09	1.27	1.94
	13	8.6	8.7	33.04	33.13	104.0	103.0	0.21	0.23	0.07	0.08	1.94	2.38
平均	8.3	8.5	32.63	32.85	103.0	101.2	0.48	0.47	0.14	0.11	1.50	2.07	
平成24年 2月21日	1	8.6	6.9	32.87	32.92	106.0	101.0	0.44	0.58	0.03	0.03	2.80	2.13
	3	8.3	8.2	32.99	32.99	100.0	97.0	0.59	0.34	0.14	0.15	0.66	1.27
	10	6.7	6.7	32.87	33.03	106.0	103.0	0.32	0.36	0.02	0.02	2.58	3.44
	11	6.8	6.8	33.09	33.29	107.0	104.0	0.43	0.34	0.02	0.02	3.88	3.66
	12	6.9	6.9	33.17	33.17	105.0	104.0	0.45	0.35	0.02	0.03	1.94	2.77
	13	7.4	7.5	33.32	33.35	109.0	107.0	0.41	0.44	0.03	0.04	3.63	5.99
平均	7.4	7.2	33.05	33.13	105.5	102.7	0.44	0.40	0.04	0.05	2.58	3.21	
平成24年 3月21日	1	11.6	9.9	31.88	32.03	109.0	105.0	0.12	0.15	0.02	0.02	3.19	3.41
	3	9.3	9.0	32.55	32.64	102.0	96.0	0.28	0.37	0.15	0.14	1.02	0.63
	10	9.8	9.3	32.16	32.56	104.0	102.0	0.14	0.14	0.03	0.03	1.49	0.86
	11	9.6	9.5	32.26	32.34	105.0	104.0	0.15	0.17	0.02	0.03	1.27	2.77
	12	9.5	9.4	32.24	32.34	105.0	105.0	0.21	0.22	0.05	0.03	1.69	2.35
	13	9.4	9.3	32.31	32.29	102.0	103.0	0.14	0.13	0.04	0.03	1.69	1.69
平均	9.9	9.4	32.23	32.37	104.5	102.5	0.17	0.20	0.05	0.05	1.73	1.95	

漁場環境保全対策事業

(3) 有害生物駆除手法実証事業（豊前ナルトビエイ）

大形 拓路・中川 浩一

福岡県豊前海沿岸域では昭和61年にアサリ漁獲量が11,000トンを超える日本有数の生産地であったが、その後、急減し、近年では30トン前後の低水準で推移している。¹⁾こうした減少要因のひとつとして、春季から秋季にかけて同沿岸域に来遊し、アサリなどの二枚貝類を捕食するナルトビエイの被害が挙げられている。本事業では、豊前海におけるナルトビエイの来遊状況や被害実態等の情報収集を目的に各種の調査を行った。

方法

1. ナルトビエイ捕獲調査

平成23年6～10月に、流し刺網によりナルトビエイの捕獲を行い、図1に示した調査範囲において基礎情報(体盤幅長、重量、性別、仔の状況、捕獲位置及び水温等)の収集に努めた。

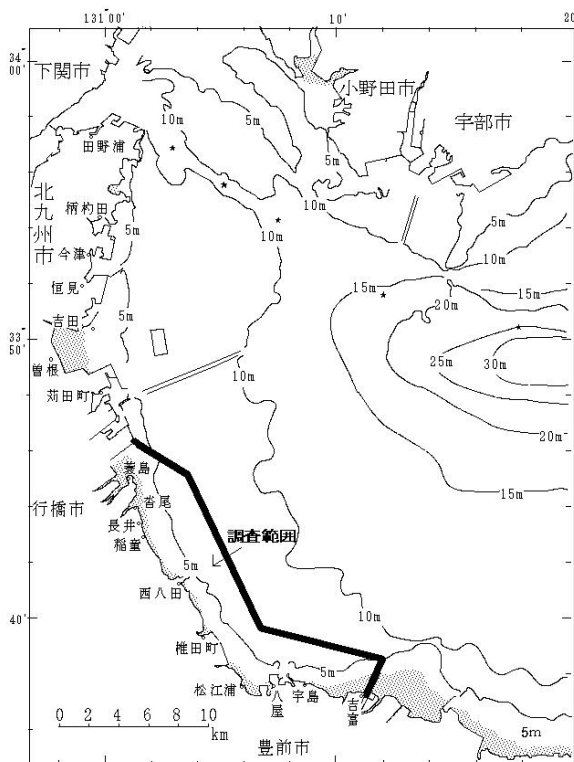


図1 ナルトビエイ捕獲調査範囲

2. 被害実態調査

捕獲調査で採捕したナルトビエイを調査毎に無作為に抽出し、胃を含む消化器官を摘出した。計20個体の試料について、内容物の同定並びに湿重量の測定を(株)日本海洋生物研究所へ委託して行った。

3. 行動追跡調査

平成23年8月の調査で採集されたナルトビエイに、水温および水深が記録できるアーカイバルタグ(Lotek社, LAT1100)を装着し、速やかに再放流した。

4. 駆除調査

漁業者が実施した駆除事業のうち、7月に捕獲したナルトビエイ約100尾について体盤幅長及び重量を測定し、雌雄比を調べた。

結果及び考察

1. ナルトビエイ捕獲調査

調査毎のナルトビエイの平均体盤幅長等を表1に示した。調査期間中、47尾のナルトビエイを捕獲した。捕獲したナルトビエイの平均体盤幅長は86.2cm、平均重量は12.1kgで、その雌雄比は雄22尾(46.8%)及び雌25尾(53.2%)であった。この調査期間における水温は19.7～29.6℃であり、ナルトビエイの来遊は高水温期であることから、^{1),2)}本年度もこれを支持した。雌雄別の体盤幅長および重量組成を図2に示した。捕獲したナルトビエイの平均体盤幅長及び重量は雄75.3cm、7.4kg、雌96.1cm、15.9kgで、知見と同じく、雌の方が大型であり(図1)、来遊個体も多かった。

表1 捕獲調査における月別の捕獲尾数、平均体盤幅長、重量および雌雄尾数

	尾数	平均体盤幅長(cm)	平均体重(kg)	雄	雌	備考
6月3日	5	83.8	11.9	3	2	
8月2日	11	82.8	—	7	4	アーカイバルタグ装着
8月3日	10	104.7	19.9	2	8	
8月29日	9	90.0	—	5	4	アーカイバルタグ装着
9月29日	12	71.7	7.6	5	7	
10月11日	0	—	—	—	—	

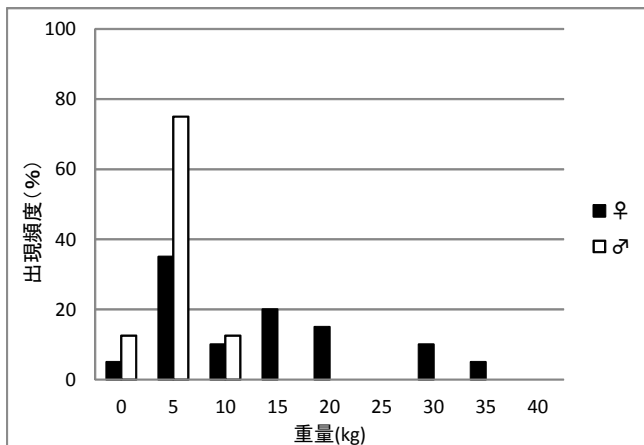
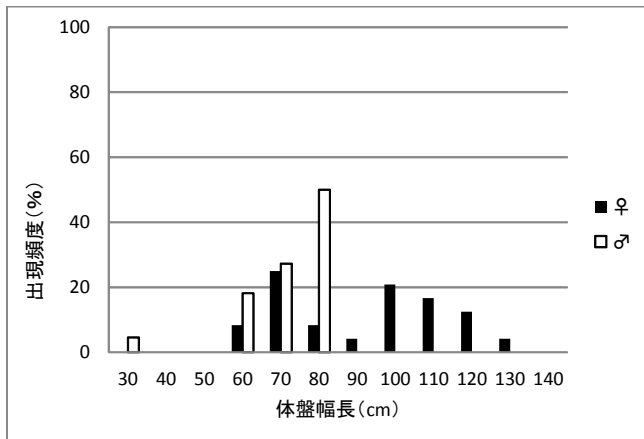


図1 捕獲調査におけるナルトビエイの体盤幅長（上）及び重量組成（下）

2. 食害実態調査

胃内容物の各月の湿重量比を図3に示した。各月の種類別の重量比をみると、6月から9月まで、アサリ、マテガイ等有用種を含む二枚貝綱を捕食していることが確認された。本年度においても、例年同様、卓越的に二枚貝を捕食する傾向が見られたことから、^{1),2)}当海域におけるナルトビエイの食性は二枚貝を選択的に捕食する傾向が伺えた。

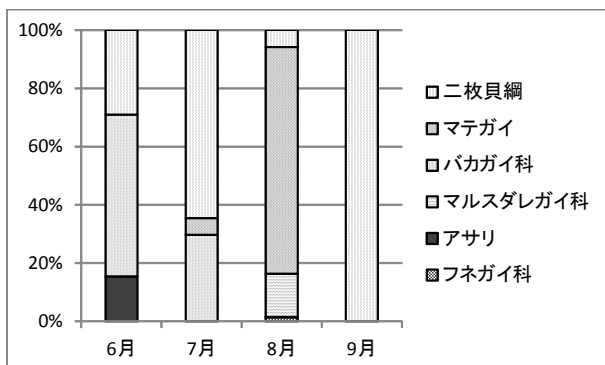


図2 各月における胃内容物湿重量組成

3. 行動追跡調査

○標識放流

平成23年8月2日、3日および29日に、流し刺網によりナルトビエイ20個体を捕獲した。アーカイバルタグを装着した個体は、雄79.4cm（12個体）および雌97.4cm（8個体）であった。標識放流放流後、各漁協にポスターを配布し、再捕獲を依頼した。

○再捕結果

平成23年7月12日に、昨年7月22日に福岡県葦島地区で放流した個体が、同地点で再捕獲された。捕獲個体から得られた日ごとの最大水深および平均水温を図3に示した。得られた水深および水温データによると、放流後、9月中旬までは水温が比較的高く浅海域に、それ以降は水温の低下とともに深層に移動していることがわかった。12月12日には最深部で200.1mを観測し、その後、12月中旬から翌年5月上旬には13~16℃程度の深層に滞在した。5月上旬から水温の上昇とともに再び浅海域の値が観測された。

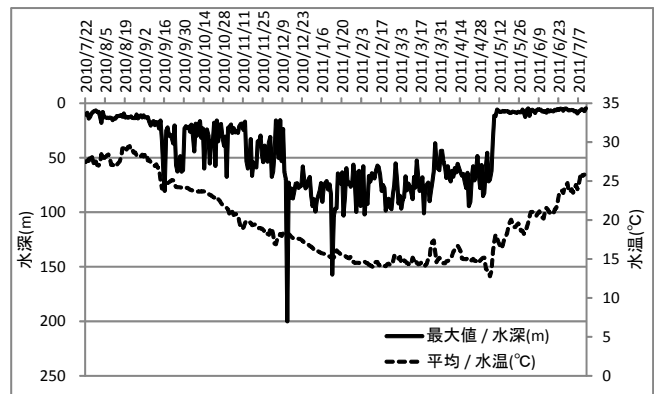


図3 アーカイバルタグに記録された各日の最大水深と平均水温

3. 駆除調査

今年度の駆除は、有害生物漁業被害防止総合対策事業により、7月12日に駆除したナルトビエイ100尾の体盤幅長、重量の結果を図4に示した。捕獲したナルトビエイの平均体盤幅長及び重量は、雄80.3cm及び8.2kg、雌95.4cm及び14.5kgであり、ナルトビエイの捕獲調査と同様に、雌の体サイズが雄よりも大きく、雌雄差が認められた。また、ナルトビエイの雌雄比は、昨年度と異なり、雄54.0%、雌46.0%と、雄の割合が高かった。（昨年：雄25.0%、雌75.0%）。

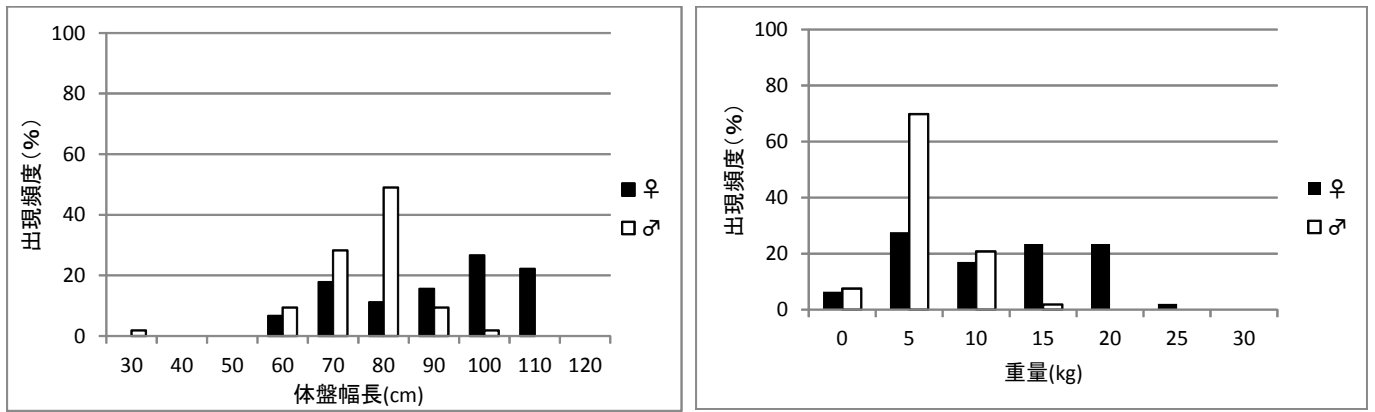


図 4 駆除調査におけるナルトビエイの体盤幅長（左）及び重量組成（右）

文 献

- 1) 俵積田貴彦, 中川浩一, 石谷誠: 漁場環境保全対策事業(3)ナルトビエイ出現調査, 平成20年度福岡県水産海洋技術センター事業報告. pp310-312
- 2) 金澤孝弘, 中川浩一: 漁場環境保全対策事業(3)ナルトビエイ出現調査, 平成21年度福岡県水産海洋技術センター事業報告. pp274-277

有明海漁業振興技術開発事業

－放流マナマコの種苗生産－

濱田 豊市

有明海漁業振興技術開発事業の一環で放流用マナマコ（アオナマコ）の種苗生産を行ったので、その概要について報告する。

方 法

1. 採卵

産卵誘発には、昇温刺激法（親ナマコの飼育水温より5℃程度昇温した紫外線滅菌海水に浸漬する。）とホルモン注射法（クビフリン）を併用した。

得られた受精卵は、洗卵の後、0.5t黒色ポリエチレン水槽に収容してふ化させた。孵化率は、採卵翌日にふ化した浮遊幼生を計数して算出した。

2. 浮遊幼生飼育

浮遊幼生の飼育は、原則として、孵化幼生を0.5tの黒色ポリエチレン水槽に1～2個体/mlの密度で収容し、稚ナマコに変態するまで飼育した。一部については、ドリオラリア変態幼生を直接波板飼育水槽に収容した。また、作業の省力化を目的として、1ml当たり3個体程度収容し、成長に応じて分槽する飼育方法も試みた。

飼育期間中の餌料は研究所で継代飼育した *Chaetoceros gracilis*（以下、「生キート」という。）と市販の濃縮 *Chaetoceros gracilis*（ヤンマー；以下、「濃縮キート」という。）を餌料として与えた。

3. 稚ナマコ飼育

ドリオラリア及び着底ナマコは、屋外の2t、2.5tキャンパス水槽及び屋内の2tに収容し、50μmと10μmのカートリッジフィルターを連結して濾過した海水を用いて流水飼育した。餌料は波板に付着した付着けい藻を主とし、適宜粉末海藻（商品名；リビック）を与えた。

結 果

1. 採卵

アオナマコの産卵結果を表1に示した。採卵は4月20日から5月19日までの間に計4回実施し、

表1 産卵誘発結果

		誘発法	雌反応個体 (個体)	採卵数 (×10 ⁴ 粒)	ふ化幼生数 (×10 ⁴ 個体)	ふ化率
4月20日	1R	クビフリン +紫外線滅菌海水 +昇温	2	890	650	73.0%
5月1日	2R	同上	3	400	385	96.3%
5月16日	3R	同上	2	180	150	83.3%
5月19日	4R	同上	2	330	310	93.9%

1,800万粒の卵を得た。孵化幼生は1,495万個体で、その平均孵化率は83.1%であった。

2. 浮遊期幼生飼育

浮遊幼生の飼育結果を表2に示した。

浮遊期幼生飼育は4回（33水槽）行い、延べ1,495万個体の孵化幼生からドリオラリア（後期）を約70万個体と着底稚ナマコ約140万個体を生産した。採卵日毎の歩留まりは6.7%～39.5%の範囲で、4Rを通じた平均の歩留まりは14.2%であった。

うち、3R生産分を有明海漁業振興技術開発事業の一環で実施する放流用マナマコとして、6月9日に取り上げて、翌10日に有明海研究所まで搬送した。

浮遊幼生期の飼育にあたっては、従来の飼育方法（飼育開始当初から、減耗を考慮してml当たり0.5～1個体を収容する）に加えて、餌料の節約と省力化を目的として、飼育開始当初の収容密度をml当たり3個体程度とし、適時分槽して飼育密度を下げる飼育方法（分槽式飼育方法）を試みたところ、この方法でも、着底稚ナマコを生産することができることが分かった（M-13区）。このことから、順次分槽する飼育方法は、餌料の無駄を少なくするとともに管理する水槽が少なく済むため、管理の省力化にもつながると考えられた。

また餌料環境については、生キートと濃縮キート及びその混合で比較したが差は見られなかった。

表2 浮遊幼生期の飼育結果

	飼育幼生数 (×10 ⁴ 個体)	取上個体数		歩留まり
		ドリオラリア	稚ナマコ	
1R	650	711,000	18,000	11.2%
2R	385	0	596,000	15.5%
3R	150	0	593,000	39.5%
4R	310	0	208,900	6.7%

※3R分は、有明海漁業振興技術開発事業の放流用として使用

3. 稚ナマコ飼育

稚ナマコの飼育結果を表3に示した。

稚ナマコの飼育は、3回次（1R、2R、4R）分の浮遊幼生期飼育群から、ドリオラリア後期（約70万個体）及び着底稚ナマコ（約80万個体）を順次回収して実施した。

飼育期間中、チグチオパス等の外敵生物が増殖した場合は、適時マゾテン（商品名；ディプテレックス）を用いて処理した。なお、薬剤処理に関しては、飼育水温が22℃を超えると、ナマコに対する毒性が高まることが分かったので、以後は通常の半分で処理した。

稚ナマコの取上は、11月21日に行った。

取り上げた稚ナマコは、約5.7万個体（平均体長；17.2mm）であった。これらは全て有明海研究所へ移送し、放流種苗として用いた。

表3 稚ナマコ飼育結果

収容個体数		取上個体数	歩留まり	備考 (取上サイズ)
ドリオラリア	稚ナマコ			
711,000	822,900	56,860	3.7%	17.2mm

文 献

- 1) 北海道立栽培水産試験場：マナマコ人工種苗の陸上育成マニュアル，北海道，27（2009）

別表 浮遊幼生期の飼育結果

※ 数値は、100ml中の幼生数(うち、ドリオラリアの個数)

※ は、水換え等の飼育管理

※ 餌料 濃縮キート 生キート 混合投餌

1R

月日	水温 (°C)	経過 日数	1R															
			餌料	A-1	餌料	A-2	餌料	A-3	餌料	A-4	餌料	A-5	餌料	A-6	餌料	A-7	餌料	A-8
4月20日	13.9	0	採卵(柄杓田産)															
4月21日	—	1		103		131		111		106		100		105		140		106
4月22日	13.8	2																
4月23日	—	3																
4月24日	14.6	4																
4月25日	14.9	5																
4月26日	15.3	6																
4月27日	16.8	7																
4月28日	—	8																
4月29日	—	9																
4月30日	16.8	10		120		102		95		120		101		110		135		108
5月1日	17.5	11																
5月2日	17.3	12		底掃除		底掃除												
5月3日	17.6	13		全換水		全換水		底掃除		底掃除		底掃除		底掃除		底掃除		底掃除
5月4日	16.6	14																
5月5日	17.6	15		25		19		95		84		60		88		75		91
5月6日	18.0	16		64		27		89		104		41		92(4)		140		131
5月7日	18.5	17		43(3)		17(1)		105(5)		90(12)		7(1)		67(18)		80(0)		93(0)
5月8日	18.9	18		61(7)		7(3)		58(10)		65(16)		6(1)		37(11)		73(3)		63(0)
5月9日	19.5	19																
5月10日	20.1	20		36(17)		5(4)		87(30)		62(12)		3(2)		62(27)		89(16)		103(0)
5月11日	19.9	21		34(17)		6(4)		56(33)		29(16)		11(5)		68(39)		77(17)		80(1)
5月12日	20.1	22		17(6)				46(29)		74(29) 276,000				69(39)		52(10)		74(13)
5月13日	19.4	23		処分 (底に稚ナマコあり)		処分		70(49) 261,000				処分		53(38) 174,000		62(21) 付着板投入		81(13)
5月14日	20.0	24														46(15)		36(3) 付着板投入
5月15日	39.5	25																34(2)
5月16日	20.2	26														DDVP処理		DDVP処理
5月17日	19.8	27														1/2換水		1/2換水
5月18日	19.4	28														8,400		9,600

平均飼育水温 18.6°C

2R																									
月日	水温(°C)	経過日数	2R																						
			M-1			M-2			M-3			M-4			M-5			M-6			M-I			M-II	
			餌料	1	餌料	2	餌料	M-2	餌料	1	餌料	2	餌料	M-4	餌料	M-5	餌料	M-6	餌料	1	餌料	2	餌料	1	餌料
5月1日	17.5	0	採卵(椎田産)																						
5月2日	17.3	1																							
5月3日	17.6	2																							
5月4日	16.6	3																							
5月5日	17.6	4		88			78			94				82		87		55			79				11
5月6日	18.0	5																							
5月7日	18.5	6		87			82			32				73											
5月8日	18.9	7		106			6			94				121		110		90			70				32
5月9日	19.5	8																							
5月10日	20.1	9																							
5月11日	19.9	10		72			76			65				103		95		90			45				42
5月12日	20.1	11																							
5月13日	19.4	12		86			91			112				34				80			65(3)				30()
5月14日	20.0	13		56(2)			75(9)			68(0)								102(1)			38(9)				42(1)
5月15日	19.5	14		94(9)			75(29)			105(2)				処分		処分		72(7)			56(14)				46(3)
5月16日	20.2	15		59(16)			59(21)			92(4)								62(20)			41(14)				35(35)
5月17日	19.8	16		75(45)		分槽	35(17)			108(7)								74(19)		54(22)		分槽			11(9)
5月18日	19.4	17		30(20)			26(17)			33(11)				69(18)				42(7)		21(12)					28(26)
5月19日	19.4	18		25(12)			42(25)			25(4)				89(41)				44(4)		21(9)					20(16)
5月20日	20.2	19		付着板投入			29(19)			20(7)				80(48)				12(3)		付着板投入		付着板投入		付着板投入	
5月21日	20.7	20		波板のみ移送									分槽							波板のみ移送		波板のみ移送		波板のみ移送	
5月22日	21.2	21		50,000			31(28)			5(3)			58(40)					4(1)		70,000		40,000			40,000
5月23日	20.9	22					14(11)						30(25)												
5月24日	19.0	23								22,000			77,000						74,000						
5月25日	19.1	24																							
5月26日	19.9	25																							
5月27日	18.8	26					82,000																		
5月28日	18.5	27																							
5月29日	18.3	28																							
5月30日	18.0	29																							
5月31日	18.5	30																							
6月1日	19.1	31																							
6月2日	19.7	32																							
6月3日	20.4	33																							
6月4日	21.2	34											81,000												
平均飼育水温			19.8°C																						

3R										
月日	水温(°C)	経過日数	3R							
			M-11			M-12				
			餌料	1	餌料	2	餌料	1	餌料	2
5月16日	20.2	0	採卵(椎田産)							
5月17日	19.8	1								
5月18日	19.4	2			85				89	
5月19日	19.4	3								
5月20日	20.2	4			119				112	
5月21日	20.7	5								
5月22日	21.2	6								
5月23日	20.9	7			111				22	
5月24日	19.0	8								
5月25日	19.1	9			78				92	
5月26日	19.9	10			84				89	
5月27日	18.8	11			70(3)				113(0)	
5月28日	18.5	12								
5月29日	18.3	13								
5月30日	18.0	14			72(15)				82(2)	
5月31日	18.5	15			105(27)				121(32)	
6月1日	19.1	16			76(36)		分槽		98(62)	
6月2日	19.7	17			37(20)		62(34)		29(22)	
6月3日	20.4	18			38(24)		47(34)		40(37)	
6月4日	21.2	19			34(24)		41(29)		35(34)	
6月5日	21.9	20			10(2)		15(11)		18(16)	
6月6日	21.8	21			25(18)		8(2)		11(11)	
6月7日	21.8	22			14(8)		5(1)		5(5)	
6月8日	20.5	23			0(0)		5(0)		0(0)	
6月9日	20.8	24			106,000		210,000		157,000	
			有明海研究所へ搬送							
平均飼育水温			20.0°C							

4R

月日	水温 (°C)	経過 日数	4R															
			M-13						M-14				餌料	M-15	餌料	M-16	餌料	M-17
			餌料	1-1	餌料	1-2	餌料	2-1	餌料	2-2	餌料	1						
5月19日	19.4	0	採卵(沖魚礁分)															
5月20日	20.2	1	300						125				42	56	57			
5月21日	20.7	2																
5月22日	21.2	3	分槽															
5月23日	20.9	4	181			120			115				46	47	52			
5月24日	19.0	5																
5月25日	19.1	6	124			114			113				41	55	41			
5月26日	19.9	7																
5月27日	18.8	8	113			131			132				52	30	36			
5月28日	18.5	9																
5月29日	18.3	10																
5月30日	18.0	11	99			99			114				43	38	40			
5月31日	18.5	12	131			144			122				42	50	38			
6月1日	19.1	13	79(2)			126(1)			100(0)				56(0)	33(5)	38(5)			
6月2日	19.7	14	130(2)	分槽			144(0)	分槽			111(0)	分槽	49(0)	46(20)	38(15)			
6月3日	20.4	15	44(1)	61(1)	42(1)	59(0)	37(0)	48(1)	38(8)	35(25)	31(21)							
6月4日	21.2	16	48(4)	57(2)	47(0)	51(0)	54(1)	47(0)	43(19)	31(18)	45(22)							
6月5日	21.9	17	47(7)	64(6)	54(0)	58(0)	65(5)	82(8)	34(30)	42(32)	59(42)							
6月6日	21.8	18	48(11)	63(15)	69(1)	72(0)	37(79)	59(13)	46(33)	28(23)	31(23)							
6月7日	21.8	19	53(18)	55(17)	45(1)	49(0)	57(3)	56(5)	43(27)	26(19)	31(20)							
6月8日	20.5	20	34(15)	35(12)	55(1)	55(0)	38(8)	47(4)	31(25)	17(16)	16(11)							
6月9日	20.8	21	処分															
6月10日	—	22	22(9)	27(9)	46(0)	38(7)	32(5)	36(26)	6(4)	20(12)								
6月11日	21.4	23	10(5)	19(4)	19(1)	15(0)	4(2)	0(0)	8(1)									
6月12日	21.0	24	10(4)	22(2)	20(0)	37(0)	26(1)	0(0)	0(0)	0(0)								
6月13日	20.4	25	7(0)	10(0)	4(0)	19(0)	5(0)											
6月14日	21.0	26	2(0)	0(0)	8(0)	18(0)	10(0)											
6月15日	21.8	27	0(0)	5(0)	0(0)	11(0)	12(0)											
6月16日	21.3	28	0(0)	0(0)	0(0)	9(0)	5(0)											
6月17日	19.9	29																
6月18日	20.3	30																
6月19日	—	31																
6月20日	20.4	32	14,500	処分			48,000	8,000	134,000	3,000	1,400							
6月21日	—	32	コメ飼料: 栄養全量															

平均飼育水温 20.2°C