

養殖技術研究

(4) カキ養殖状況調査

山田 京平・伊藤 輝昭・尾田 成幸・石谷 誠・大形 拓路

福岡県豊前海のかき養殖は、昭和58年に導入されて以来急速に普及し、現在では約1,000トンの生産を揚げる冬季の主幹漁業に成長した。また平成11年からは「豊前海一粒かき」というブランド名で積極的な販売促進活動を行うことにより、その知名度は年々高まっている。

しかしながら、生産面では他県産の種ガキへの依存や、餌料競合生物による成長不良やへい死、風波による施設破損や漁場間の成長格差等の問題が生じており、また流通面では生産量の増大に伴う需要の相対的な低下も懸念されるなど、様々な問題が表面化しつつある。

一方で、11年には持続的養殖生産確保法が施行され、生産者による養殖生産物の安全性の確保や養殖漁場の環境保全への責任が拡大するなど、養殖業を取り巻く諸環境も急激に変化している。

また、24年度は23年3月11日に発生した東日本大震災により、例年種苗を購入している宮城県の抑制場が被害を受けたため、例年より早期に種苗を受け入れ漁業者自らが初めて種苗の抑制を行った。

本調査では、このような状況下で行われた平成24年度における豊前海一粒かきの養殖概況を報告する。

方 法

1. 養殖概況調査

カキの生産状況を把握するため、生産漁協及び支所への聞き取り調査を実施し、図1に示した5漁場ごとに養殖筏台数、従事者数及び経営体数を集計した。

2. カキ成長調査

養殖期間のうち、6月から11月にかけて図1に示した5漁場において、筏中央部付近の水深2m層のコレクターを取り上げ、付着したカキの殻高、重量を測定するとともに、へい死率を調査した。

結 果

1. 養殖概況調査

漁協への養殖概況聞き取り調査結果を表1に示した。

平成24年度の養殖筏数は、北部、人工島周辺、中部、中・南部及び南部漁場で各々11、133、31、1及び10台の計186台であり、平年と同様に静穏域に形成される新北九州空港西側の人工島周辺漁場で約7割を占めた。

表1 平成24年度養殖概況調査結果

	従事者数	経営体数	筏設置台数
北部(柄杓田)	13	7	11
人工島周辺(恒見・吉田・曾根・苅田町)	124	62	133
中部(菱島・稲童)	17	4	31
中南部(椎田町)	3	1	1
南部(八屋・宇島・吉富)	20	6	10
合計	177	80	186

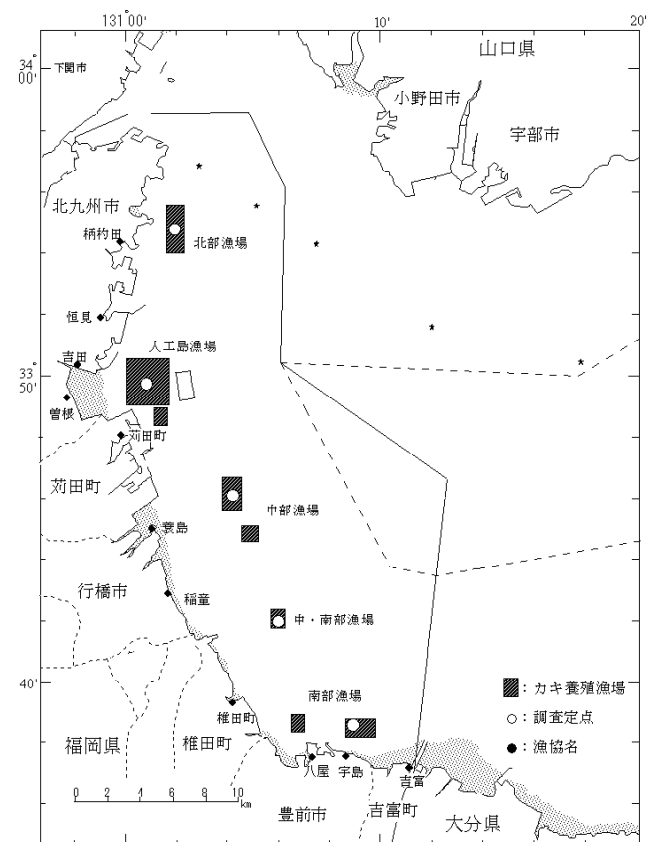


図1 調査位置図

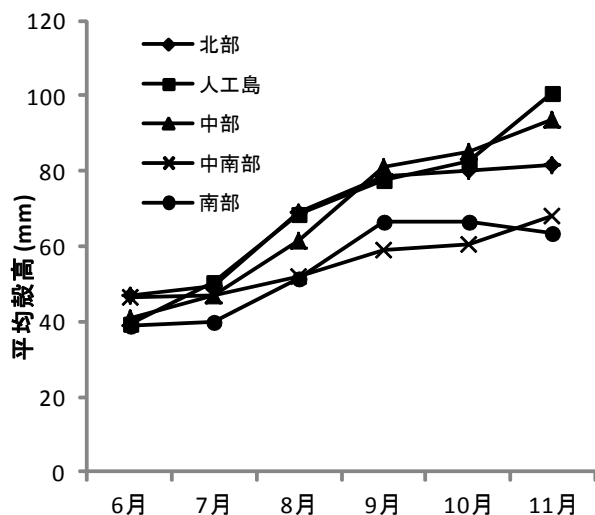


図2 各漁場におけるカキ平均殻高の推移

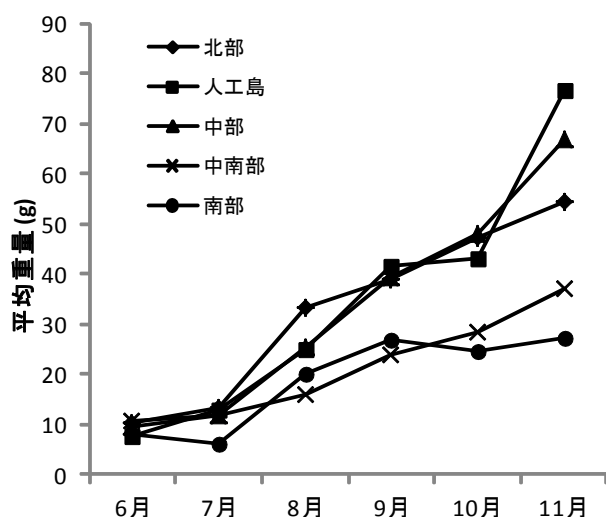


図3 各漁場におけるカキ平均重量の推移

2. カキ成長調査

(1) 今年度の各漁場における成育状況

各漁場におけるカキの殻高及び重量の推移を図2及び図3に示した。漁場別のカキの成長をみると、例年通り、風波の影響が少ない静穏域に位置する人工島周辺漁場で11月に平均殻高、平均重量が101mm、77gに達するなど、最も成長が良い傾向がみられた。

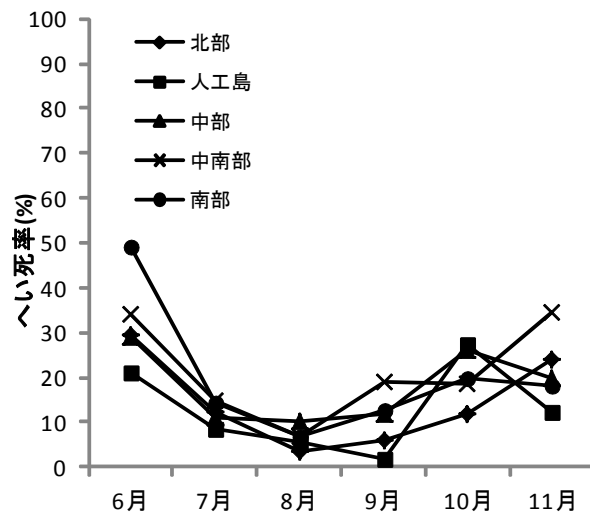


図4 各漁場におけるカキへい死率の推移

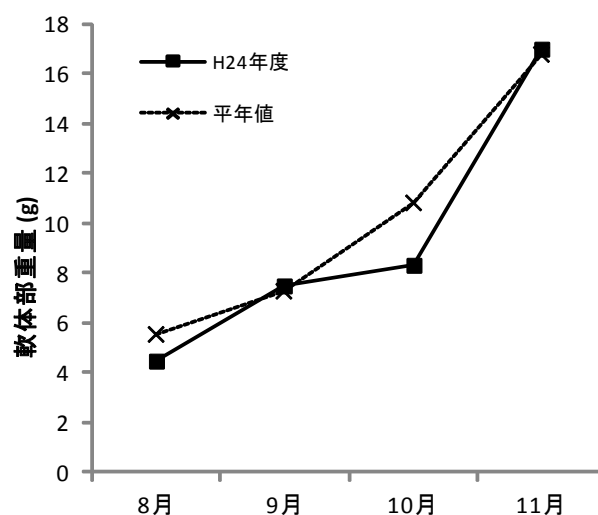


図5 カキ身入り状況の比較（人工島周辺漁場）

また、今年度のへい死状況は図4に示すとおり、6月の調査で全域で20%を超えるへい死が確認された。また南部漁場・荇田南港ではへい死は5割近くにも達した。へい死の原因については、中村らの報告¹⁾にみられるように被害痕が多く観察されたことから、クロダイ等による被害であると推察された。豊前海におけるカキの被害はH22年度に初めて確認されて以来、H23年度に中部以南の海域で激化した。本年度別の報告に示すように被害に対しては安易かつ手間のかからない有効な対策が見つかっており、H25年度の養殖からは南部海域及び荇田南港で実際に漁業者により導入されている。

一方、10月以降の水温低下時にしばしば発生する40%を超えるへい死³⁾については、昨年度と同様に今年度も発生しなかった。

(2) かき身入り状況（人工島周辺漁場）

今年度のかきの身入り状況については、図5に示すように、平年値（過去5年間の平均値）並みであった。

文 献

- 1) 中村 優太・中川 浩一：豊前海におけるマガキ食害実態の把握. 福岡県水産海洋技術センター研究報告，第21号，105-110（2011）．
- 2) 中川 浩一・俵積田 貴彦・中村 優太：近年の「豊前海一粒かき」の成育状況と漁場環境との関係. 福岡県水産海洋技術センター研究報告，第19号，109-114（2009）．

大型クラゲ等有害生物調査

ーナルトビエイ出現調査ー

伊藤 輝昭・大形 拓路・濱田 豊市

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。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食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食害実態等の情報収集を目的に調査を行った。

方 法

1. 魚体測定調査

平成24年5～10月の来遊時期に、図1に示した範囲で刺網によりナルトビエイの採捕し、体盤幅長、体重、雌雄を調べた。

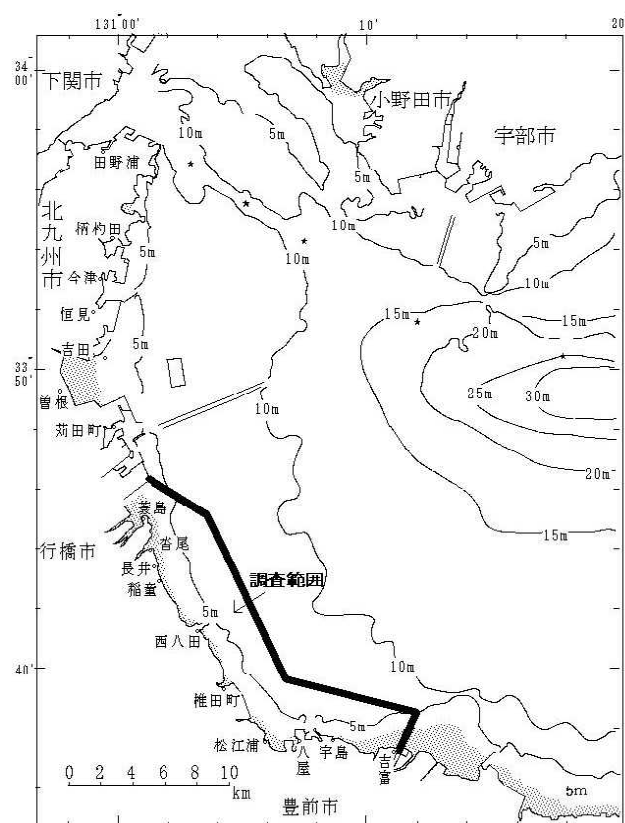


図1 ナルトビエイ捕獲調査範囲

2. 胃内容物調査

魚体測定調査で採捕したナルトビエイを無作為に抽出し、胃を含む消化器官を摘出した。計30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行った。

3. 標識放流調査

平成24年9月11日に行橋市蓑島地先において採捕された73個体のうち、19個体に水温および水深を記録するアーカイバルタグ（Lotek社、LAT1100）を、H22,23年度と同様にロックタイを用いて、尻鰭または尾柄部に固着して放流した。



図2 アーカイバルタグの装着方法

結果及び考察

1. 魚体測定調査

魚体測定は、5～10月の来遊時期に行い、調査期間中に雄38尾、雌142尾、計180尾のナルトビエイを採捕した。6月7日には、当歳と考えられる平均体盤幅長43.3cmの個体が多く採捕されたが、調査期間全体での平均体盤幅長は86.5cm、平均体重は13.1kgで、昨年（平成23年度）の平均体盤幅長86.2cm、平均体重12.1kgと比べて大きな差

はみられなかった。雌雄別にみても、H24 年度が雄 71.2 cm、6.0kg、雌 90.6 cm、14.9kg で、H23 年度が雄 75.3 cm、7.4kg、雌 96.1 cm、15.9kg で大きな差はみられないことから、ナルトビエイ資源量の減少を示唆する個体の小型化等は認められなかった。

体盤幅長組成を調べた 6 月 11 日と 9 月 11 日は、本県豊前海地先におけるナルトビエイ来遊期間の初期と後期に区分されるが、初期には比較的雌の大型個体が多く採捕され、後期には雄の採捕割合が高くなる傾向が認められた。

2. 胃内容物調査

ナルトビエイ計 30 個体の胃を含む消化器管を摘出し、内容物の種類及び湿重量を調べたが、ナルトビエイの消化が早く、調査期間を通して種の同定ができたのは、アサリ、バカガイ、マテガイならびにフネガイであった。軟体部が消化されて崩壊し、種の同定までには至らなかったものは、フネガイ科、マルスダレガイ科、バカガイ科を含む二枚貝綱であった。また、消化が進み、外形を留めていない消化物のみの個体もあった。

二枚貝の捕食が認められたのは、全 30 個体中 22 個体 (73.3 %) で、胃内容物のほとんどを二枚貝が占めていた。消化が進み判別できなかった個体は 5 個体 (16.7 %)、空胃の個体は 3 個体 (10.0 %) だった。これらの結果から、昨年までの調査結果と同様に、二枚貝類への強い嗜好性が伺えた。

消化が進んでいるため参考値にしかないが、胃内容物の中で最も捕食個数、重量が多かったのは、9 月 11 日に採捕された雌個体 (体盤幅長 85 cm、10.3kg) のマテガイ 192 個体、湿重量 189.2g だった。これは個体重の約 1.8 % となる。魚体測定の結果から、ナルトビエイの来遊量は必ずしも少なくなっておらず、また、二枚貝への捕食圧が大きいことから、本県豊前海沿岸での重要二枚貝資源であるアサリ、マテガイ、バカガイに対する影響は、依然深刻であると推察された。

3. 標識放流調査

標識付けした個体の体盤幅長及び体重は、雄は体盤幅長 73.8 ± 8.8 cm、体重 6.4 ± 2.0 kg、雌は 76.7 ± 17.4 cm、体重 8.0 ± 6.3 kg だった。標識放流放流後、関係機関、

漁協にポスターを配布し、再捕報告を依頼した。また、10月30日に山口県、大分県と合同で大分県の守江湾で採捕された2個体のナルトビエイにアルゴス送信機を装着して放流した。

H22年度とH23年度に福岡県地先で放流し、H23年度とH24年度に1個体ずつ回収された個体のタグデータについて解析を行った結果、ナルトビエイは、5～9月の高水温期は豊前海の沿岸域に、水温が下がり始める9～12月は徐々に南下して別府湾付近、更に水温が低下する12月以降は水深100mを超える佐賀関周辺で越冬した後、再び5月以降に豊前海沿岸域に回遊するものと推定され

昼夜別平均水深をみると、明らかに昼夜で水深が変化しており、日周行動がみられる。ナルトビエイは夜間に摂餌することが知られているが、得られたデータからも、夜間に浅い場所、干潟等に移動し、日中は深い場所に移動することが示唆された。特に、水温が約 15℃低い時期でも活発に水深の上下移動を行っていることは注目される。

今回のデータ解析から推測された豊前海→別府湾→佐賀関 (宮崎県沖) の回遊経路と日周行動を検討することにより、効果的な駆除時期や方法の検討が可能になると考えられた。

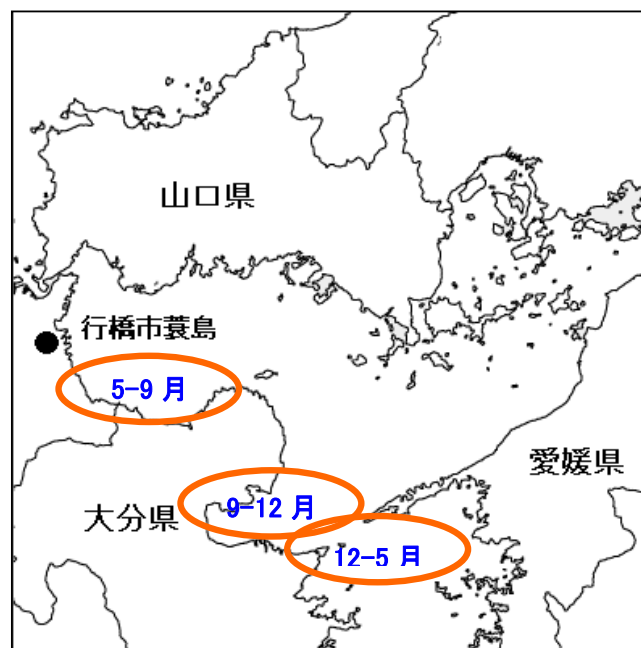


図3 周防灘におけるナルトビエイの回遊予測図

—瀬戸内海西部広域共同調査—

周防灘西部に位置する豊前海では*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。

層から海水を採取し、生試料の1 ml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、及び全珪藻細胞密度を測定、計数した。

1) プラנק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月下旬にはほぼ全域で3.0cells/ml未満の低密度で確認され、7月上旬には南部沿岸で最大15.0cells/mlまで増殖した。7月中旬になると全定点で認められ、南部沿岸では最大23.7cells/mlまで増殖し、7月下旬には南部沿岸から灘中央にかけ最大981.7cells/mlまで増殖した。増殖のピークは8月上旬で、南部沿岸から灘中央で認められた。このとき、南部沿岸で最大25,500cells/mlの着色域が確認された。その後は急速に減少し、8月中旬に南部沿岸で最大1.0cells/mlとなった。

なお、大分県による事前の補足調査において、6月1日に南部沿岸で最大8.4cells/ml、6月14日に南部沿岸で最大44.0cells/ml確認されており、例年より出現時期が早く、初期検出密度も高かった。

(豊後水道・別府湾) 6月下旬に別府湾及び豊後水道の大部分海域と愛媛県海域で確認され、最大で10.7cells/mlであった。7月11～12日には、豊後水道東部と南部で増殖のピークが認められ、最大細胞密度は愛媛県海域で474cells/ml、宮崎県海域で740cells/mlであった。7月17～20日には、別府湾では最大47.4cells/mlとやや増殖したが、愛媛県海域は最大15.5cells/mlと減少し、宮崎県海域では未検出であった。8月上旬には、別府湾で1cells/ml未満となり愛媛県及び宮崎県海域では未検出であった。

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	25日	4日	12日	25日	3日	
	福岡県	25日	3日	12日	25日	7日	17日
	大分県(浅海)	26日	2日	12日	25日	7日	22日
豊後水道・ 別府湾	大分県(上浦)	27日	12日	20日	27日	10日	
	宮崎県	25日	12日	17日	27日	7日	
	愛媛県	21日	11日	19日	26日	10日	

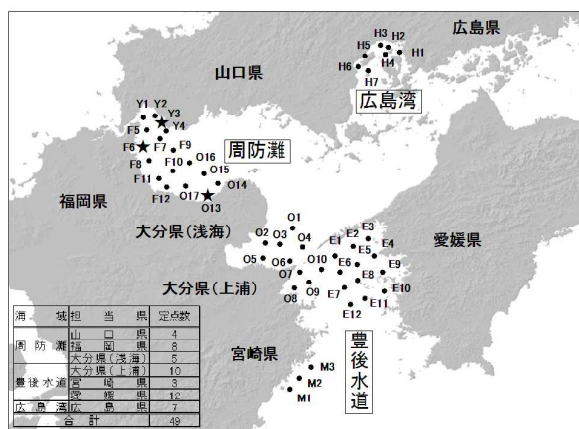


図 1 調査点 (★は代表点を示す)

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

(周防灘) 7月中旬と7月下旬に西部から南部で0.3~2.7 cells/mlの範囲で認められたのみであった。

(豊後水道・別府湾) 7月中旬に、豊後水道大分県海域で1.3cells/ml, 7月下旬に別府湾で1.3cells/mlが認められたのみであった。

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

(周防灘) 6月下旬には灘全域で確認され、特に西部沿岸から灘中央にかけ増殖しており、最大849.0cells/ml認められた。7月上旬と中旬にも灘全域で確認されたが、細胞密度は減少し、7月下旬に増殖が認められ、西部沿岸で最大239.3 cells/ml確認された。8月上旬になると、出現範囲は縮小し、北部沿岸で最大25.0 cells/ml, 南部沿岸で最大2.0 cells/mlと細胞密度も減少し、8月中旬には検出されなかった。

(豊後水道・別府湾) 別府湾では6月下旬にほぼ全域で確認され、細胞密度は湾北部で最大38.0 cells/mlであった。7月12日には別府湾の分布範囲は変わらず、細胞密度は湾北部で最大57.0cells/mlとなり、7月20日には別府湾全域と豊後水道の大分県海域で分布が認められ、細胞密度は最大で18.7cells/mlであった。7月下旬には分布範囲は変わらないものの細胞密度は1.0cells/ml以下と減少し、8月上旬には認められなかった。豊後水道の愛媛県海域と宮崎県海域では未検出であった。

・ *Heterosigma akashiwo* (図5, 図9)

(周防灘) 7月下旬から8月上旬にかけて北部沿岸で1.3~2.0cells/mlの範囲で認められたのみであった。

(豊後水道・別府湾) 7月下旬に別府湾北部で0.3~1.3 cells/mlの範囲で認められたのみであった。

・ *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 (図10)

全珪藻類は山口県海域で23~1,738cells/ml, 福岡県海域で3~3,300 cells/ml, 大分県海域で45~3,375cells/mlの範囲で確認された。鉛直平均値の推移をみると、6月下旬から7月下旬まで全海域で1,000 cells/ml未満で推移し、8月上旬に各海域でピークを示したが、福岡県海域では再び減少した。山口県海域と大分県海域では100cells/mlを下回ることはなかったが、福岡県海域においては、7月

中旬と8月上旬を除いて100cells/ml未満で推移した。

③周防灘代表点におけるChl-a濃度の推移 (図11)

Chl-a濃度は山口県海域で3.9~10.4 μ g/l, 福岡県海域で1.1~14.5 μ g/l, 大分県海域で0.6~19.9 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4.3~7.1 μ g/lの範囲で安定して推移した。福岡県海域では7月中旬に13.2 μ g/lと高い値が観測されたが、これを除くと4 μ g/l以下と低めに推移した。大分県海域では、7月中旬までは、5 μ g/l以上とやや高めに推移したが、7月下旬から8月上旬は低めに推移した。

2) 環境

①水温 (図12, 14)

周防灘の5m層は20.5~29.6℃, 豊後水道・別府湾の10m層は18.5~27.2℃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北部を除いて20℃以上で分布していた。周防灘では7月中旬から7月下旬にかけて著しい水温上昇が認められた。別府湾では7月上旬から中旬にかけて水温が低下する現象が認められた。豊後水道では7月上旬から中旬にかけて水温上昇が停滞し、7月下旬には水温が低下する現象が認められた。全点平均値の推移を見ると、周防灘では7月上旬から中旬にかけてほぼ横ばいで、その後著しい上昇傾向を示した。豊後水道・別府湾では7月上旬から下旬にかけてほぼ横ばいで推移したが、その後上昇傾向を示した。

②塩分 (図13, 15)

周防灘の5m層は29.1~32.4, 豊後水道・別府湾の10m層は31.8~33.9の範囲で観測された。水平分布をみると、周防灘では7月上旬から7月下旬にかけて南部沿岸を中心に30を下回った。別府湾では7月中旬を除き湾西部から南部にかけて比較的顕著な低塩分水塊が認められた。豊後水道においては7月上旬から中旬にかけ愛媛県沿岸部で33を下回る値が観測された。全点平均値の推移を見ると、周防灘では6月下旬を除き平均31以下の低めで推移し、特に7月下旬は平均29.4と著しい低下が認められた。豊後水道・別府湾の塩分変動の幅は小さいが、6月下旬の33.4を除いて平年よりも低く33前後で推移し、7月下旬は33を下回った。

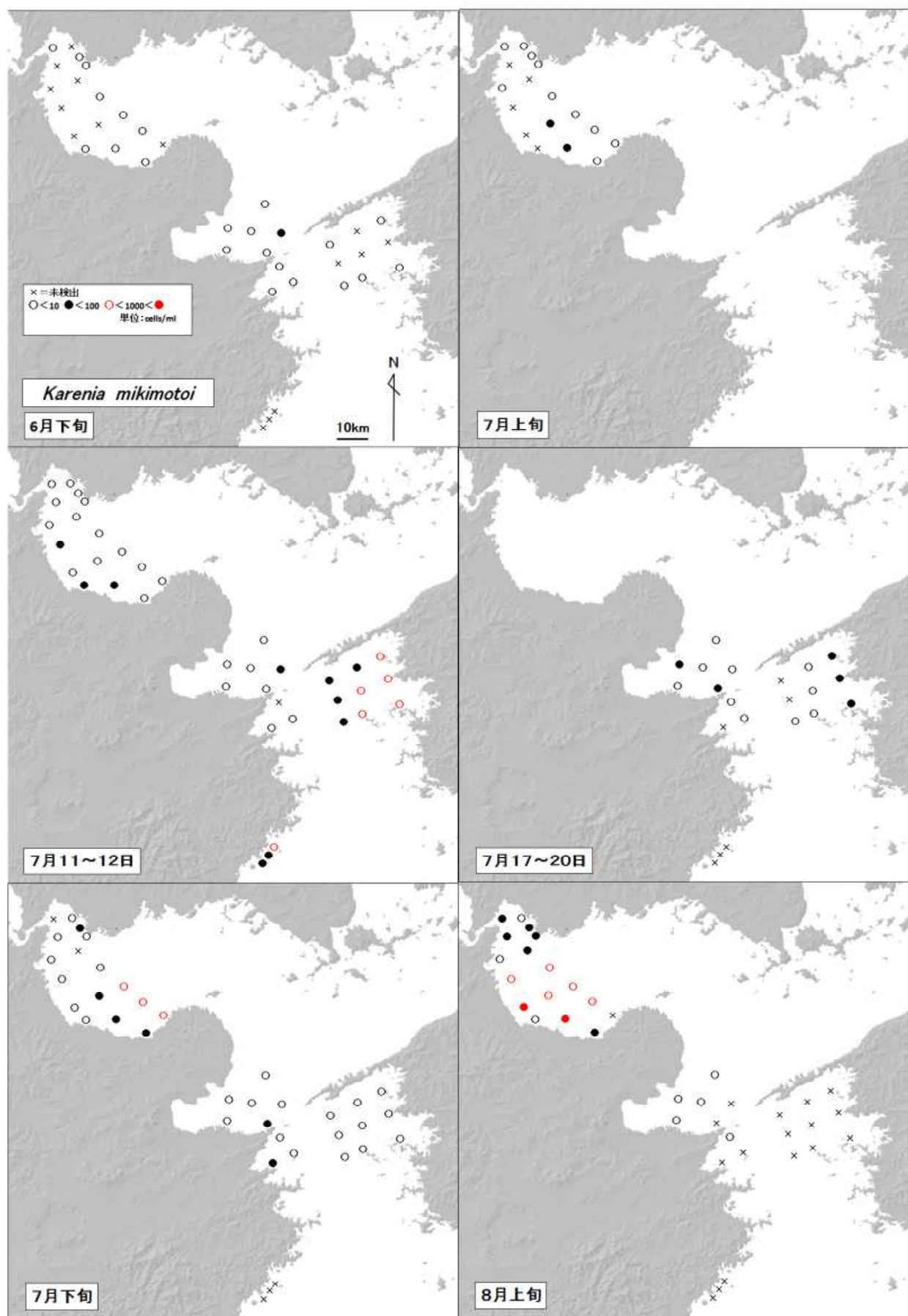


図2 *Karenia mikimotoi* 最高細胞密度の分布



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

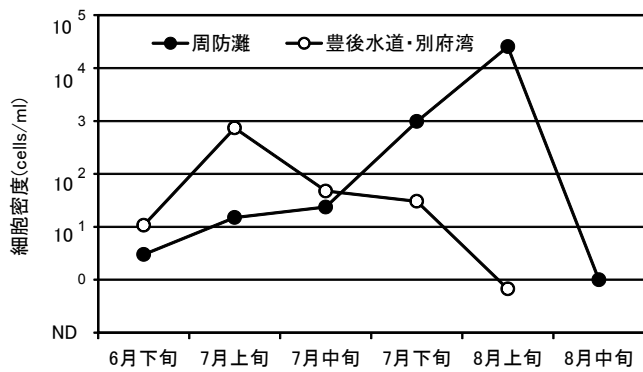


図6 *Karenia mikimotoi* 海域別最高細胞密度の推移

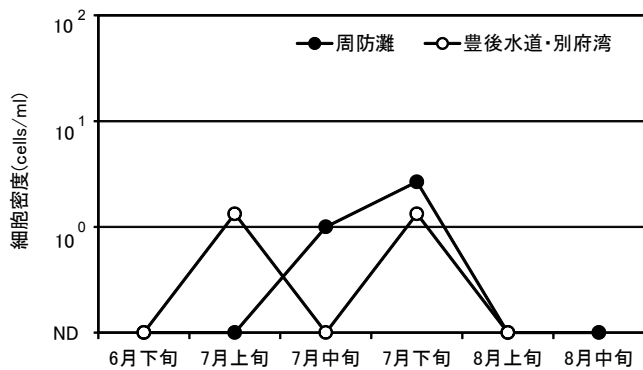


図7 *Cochlodinium polykrikoides* 海域別最高細胞密度の推移

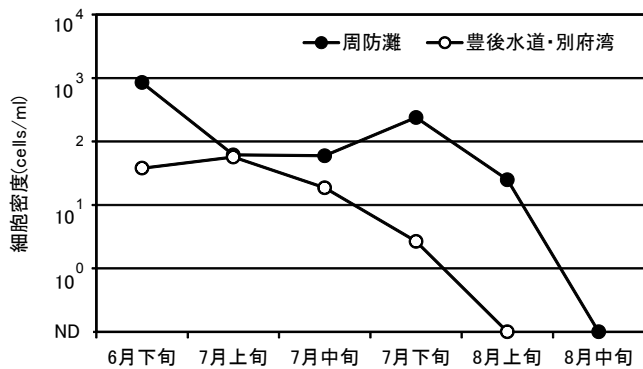


図8 *Chattonella* spp. 海域別最高細胞密度の推移

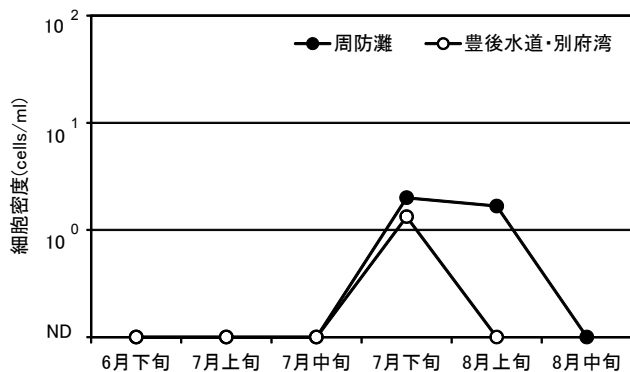


図9 *Heterosigma akashiwo* 海域別最高細胞密度の推移

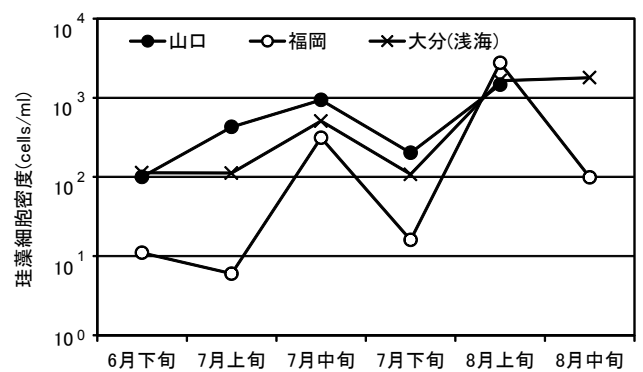


図10 周防灘代表点における全珪藻細胞密度(鉛直平均値)の推移

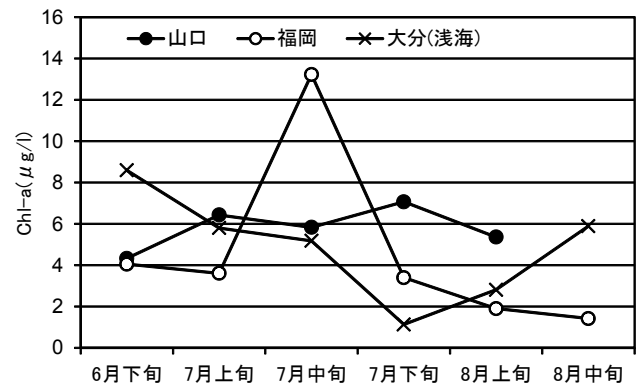


図11 周防灘代表点におけるChl-a量(鉛直平均値)の推移

③ 栄養塩

・ DIN (図16)

周防灘代表点では、山口県海域で0.1~6.7 μM 、福岡県海域で1.1~12.4 μM 、大分県海域で0.5~9.88 μM 、豊後水道・別府湾では大分県海域で0.1~21.6 μM 、宮崎県海域で0.1~6.1 μM 、愛媛県海域で0.3~7.6 μM の範囲で観測された。周防灘南部沿岸の定点O17では7月上旬と8月中旬に、別府湾奥に位置する定点O5では7月中旬に20 μM を上回る局地的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、山口県海域で7月上旬を除いて3 μM 以下で推移し、福岡県海域で6月下旬に8.1 μM と高い値が観測された以外は2~4 μM の範囲で推移した。大分県海域では8月中旬を除いて4 μM 以下で推移した。豊後水道・別府湾では、大分県海域で6月下旬が3.1 μM でそれ以降は減少傾向で推移し、宮崎県海域においても、6月下旬が3.3 μM でそれ以降は1 μM 以下で推移した。愛媛県海域では7月中旬までが2 μM 以下と低く推移し、それ以降上昇傾向を示した。

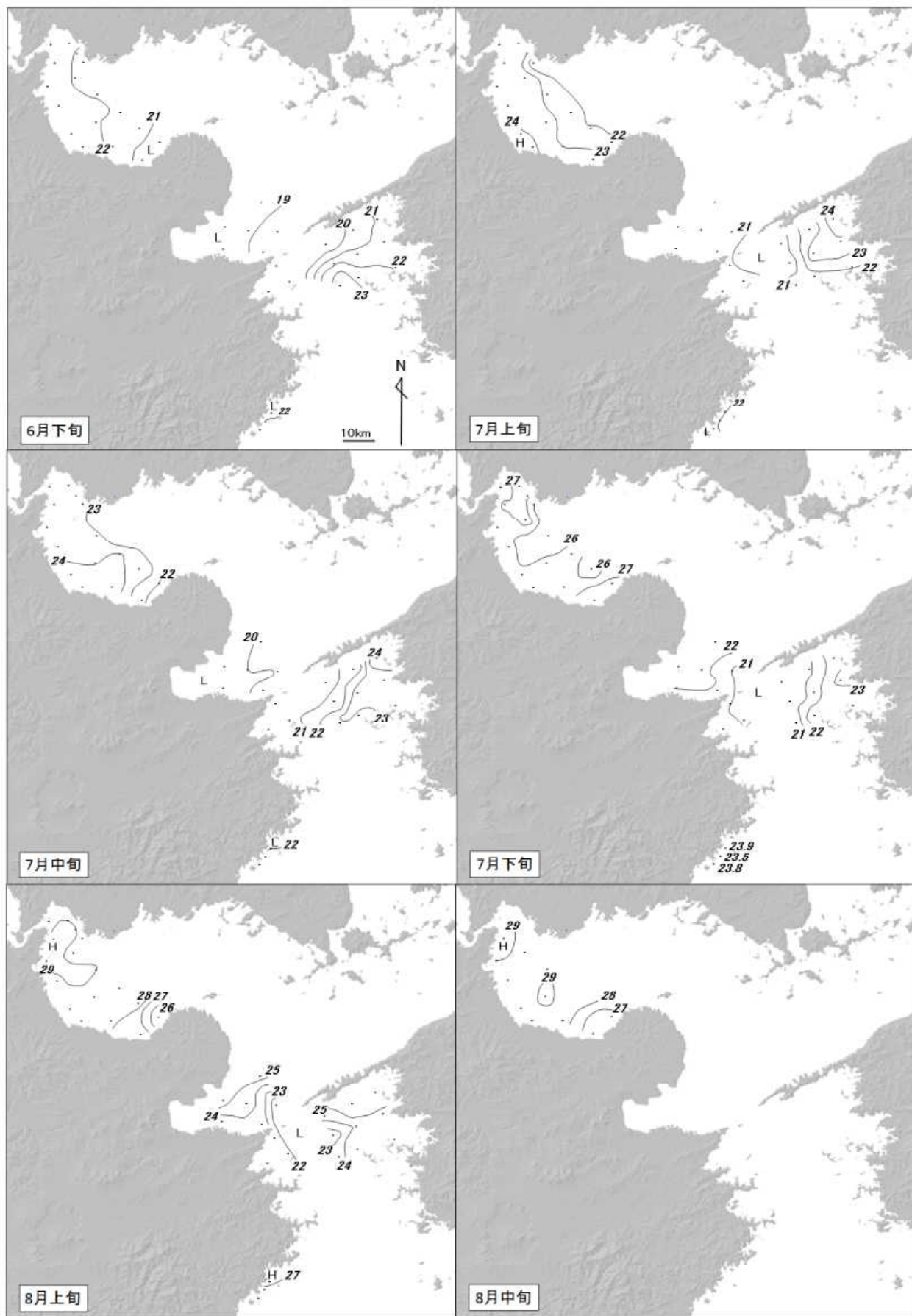


図12 中層水温水平分布の推移(周防灘は5m層，豊後水道周辺は10m層)

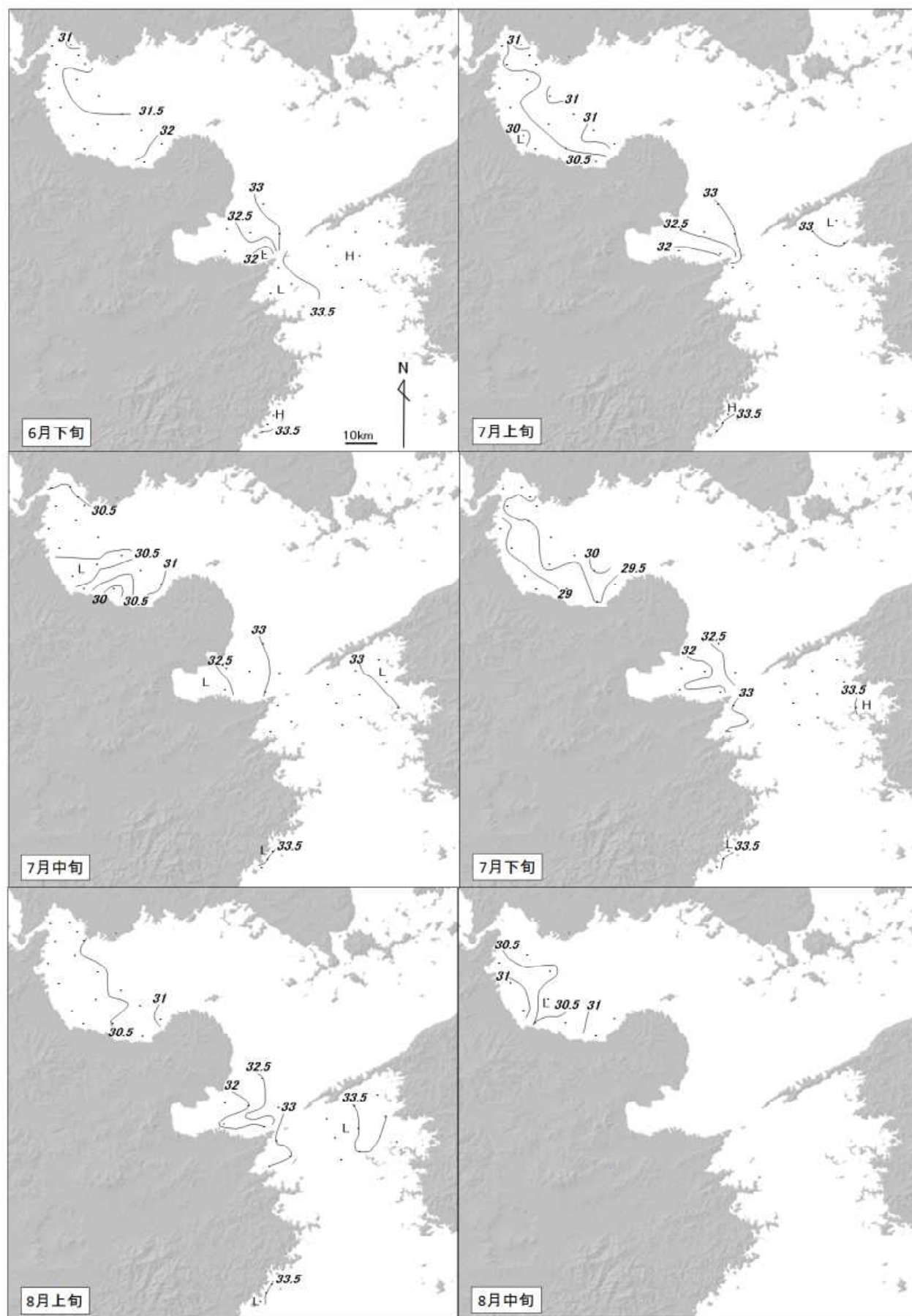


図13 中層塩分水平分布の推移(周防灘は5m層，豊後水道周辺は10m層)

・ PO_4-P (図17)

周防灘代表点では、山口県海域は $ND(<0.01) \sim 0.25 \mu M$ 、福岡県海域は $0.13 \sim 0.76 \mu M$ 、大分県海域は $0.02 \sim 0.80 \mu M$ の範囲で観測された。豊後水道・別府湾では、大分県海域で $ND(<0.01) \sim 0.87 \mu M$ 、宮崎県海域で $ND(<0.01) \sim 0.12 \mu M$ 、愛媛県海域で $0.11 \sim 0.32 \mu M$ 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、全海域とも7月上旬から8月上旬まで低く推移したが、6月下旬に全海域で、8月中旬に福岡県海域と大分県海域で高い値を示した。豊後水道・別府湾では、大分県海域と愛媛県海域がともに $0.2 \mu M$ 前後で推移し、宮崎県海域では $0.1 \mu M$ 以下の低い値で推移した。

④周防灘における鉛直安定度(図18)

周防灘の鉛直安定度は、山口県海域で $1.6 \sim 95.6 (\times 10^{-5})$ 、福岡県海域で $1.6 \sim 57.8 (\times 10^{-5})$ 、大分県海域で $0.0 \sim 114.9 (\times 10^{-5})$ の範囲であった。海域別の全点平均値の推移をみると、大分県海域で6月下旬に高い値を示したが、7月上旬以降は全海域で $40 (\times 10^{-5})$ 未満で推移し、8月上旬には低い値を示した。

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

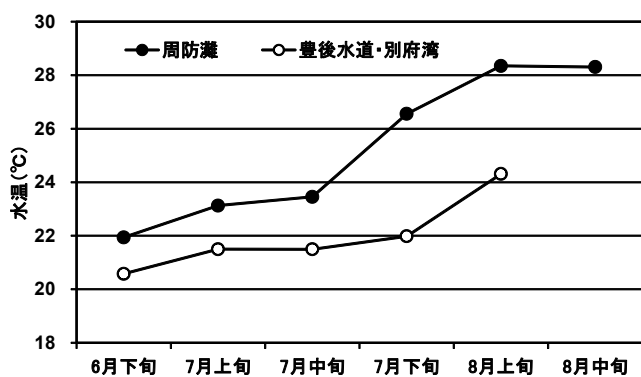


図14 海域別中層水温の推移

(周防灘は5m層、豊後水道・別府湾は10m層の全点平均値)

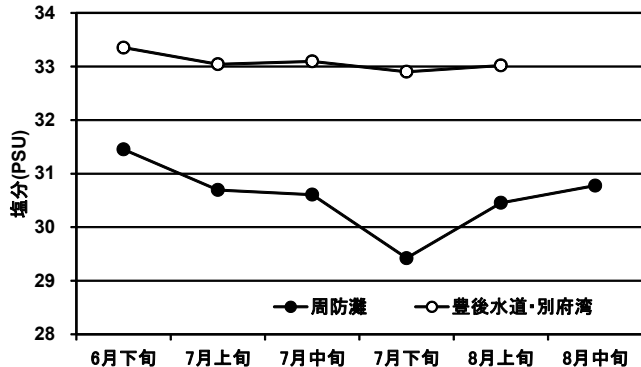


図15 海域別中層塩分の推移

(周防灘は5m層、豊後水道・別府湾は10m層の全点平均値)

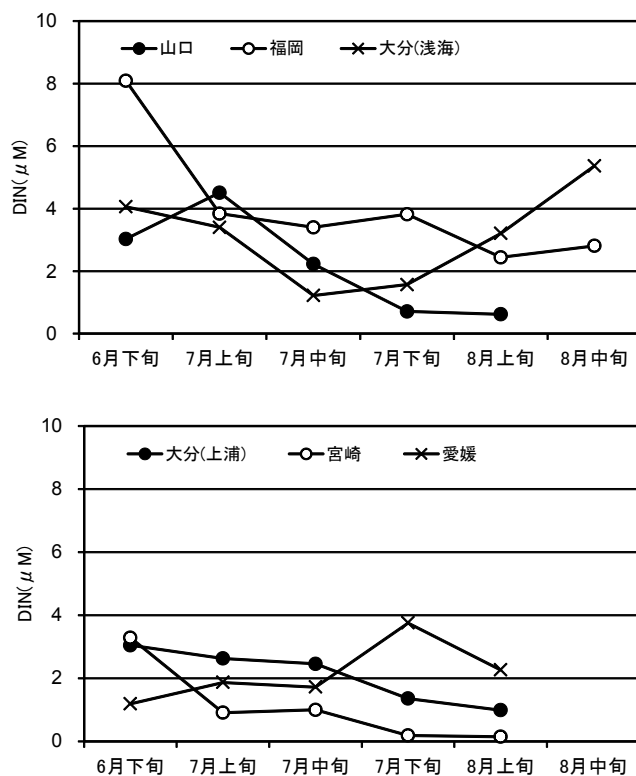


図16 DIN濃度鉛直平均値の推移
(上：周防灘，下：豊後水道・別府湾)

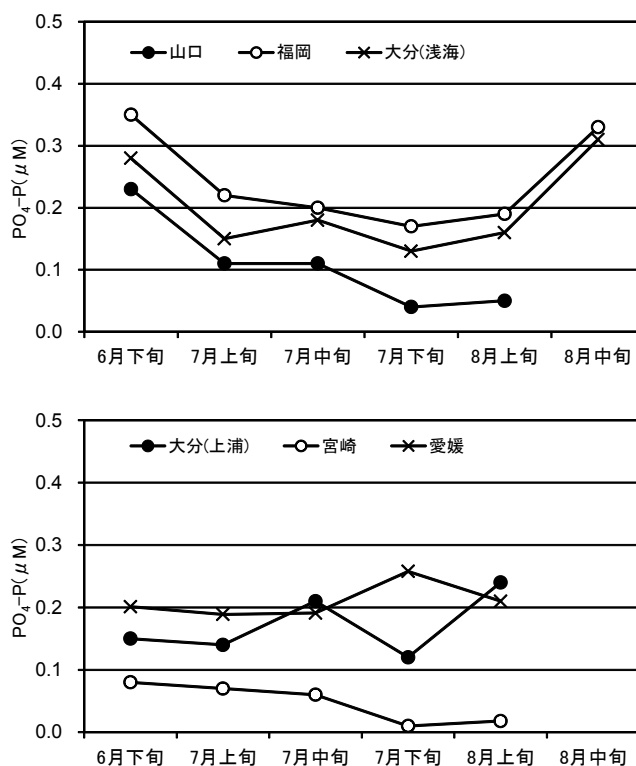


図17 PO_4-P 濃度鉛直平均値の推移
(上：周防灘，下：豊後水道・別府湾)

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4.3～4.6ml/l、福岡県海域で0.3～2.4ml/l、大分県海域で1.5～3.6ml/lの範囲で観測された。本年度は、灘南西部海域において著しく低い値が観測された(図19)。

水平分布を見ると、調査期間を通して50%未満の値が観測され、特に7月中旬から7月下旬と8月中旬において灘南西部の狭い範囲で溶存酸素飽和度30%以下が観測された(図20)。今年度は、調査期間を通して貧酸素水塊(2.5 ml/l未満)の発生が認められた。

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及び愛媛県宇和島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月中旬から下旬が行橋で平年の151%、宇和島で平年の215%と多く、7月上旬は平年並みであったが、7月中旬は行橋で平年の298%、宇和島で平年の240%とかなり多かった。一方、7月下旬以降は平年よりも少なく推移した。

日照時間は、降水量の多かった7月中旬までが平年を大きく下回った。7月上旬は、降水量は平年並みであったにもかかわらず日照時間は平年値を大きく下回っていた。

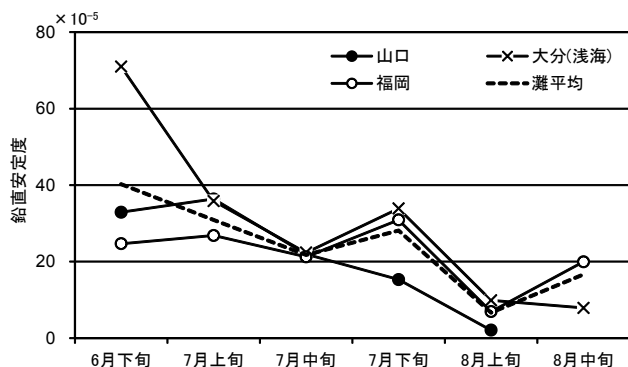


図18 周防灘における鉛直安定度(全点平均値)の推移

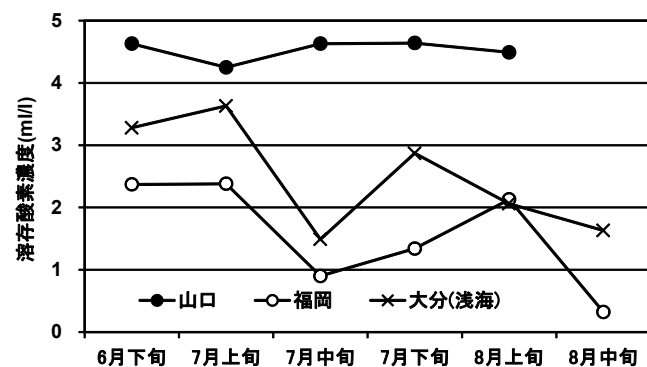


図19 周防灘における底層溶存酸素濃度最低値の推移

考 察

・気象条件と漁場環境

今年度は、平年よりも多いまとまった降雨が6月中旬から下旬及び7月中旬に認められ、周防灘においては7月上旬から31を下回る低塩分で推移し7月下旬に最低となった。また、7月下旬は降雨が少なく日照時間も平年を上回り水温も上昇したが、このタイミングで*K. mikimotoi*が 10^1 /mlから 10^3 /mlのオーダーへと急増した。

このことから低塩分と日射量の回復並びに水温上昇が本種の増殖を促進したと考えられた。また、灘南西部海域において、調査期間を通して貧酸素水塊が認められたが、これについても赤潮の発生に影響を及ぼしたと考えられた。

一方、別府湾では比較的顕著な低塩分水塊が認められたものの、豊後水道では10m層での平均塩分は平年よりやや低い33前後で推移した。特に*K. mikimotoi*の増殖ピークであった7月11～12日においては大分県と愛媛県の沿岸よりの定点で表層塩分が33を下回る値が観測されたが、周防灘と比較して塩分低下は著しいものではなかった。今年度、本種による赤潮で多大な漁業被害を被った海域であるが、増殖のメカニズムは周防灘のものと異なり、若干の塩分低下と日射量不足という環境下で赤潮を形成した。なお、豊後水道では水温が7月上旬から下旬にかけてほぼ横ばいで推移した。これは、黒潮起源の暖水波が弱く、これによる海水交換が少なかったことが考えられた。

・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22-1に、豊後水道愛媛県海域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22-2に示した。周防灘の全珪藻類は6月下旬から7月上旬及び7月下旬に500cells/mlを下回る低い値が観測された。前述のとおり7月中旬までは降水量が多く日射量不足である環境の中、6月下旬は*Chattonella* spp. が栄養塩を優占し、7月中旬は珪藻類が優占したと考えられ、7月下旬に珪藻類と*K. mikimotoi*が逆転したと考えられた。

豊後水道愛媛県海域の全珪藻類は、調査期間を通して200cells/ml未満の低い値で推移した。特に6月下旬は*K. mikimotoi*が愛媛県海域で最大7.0cells/mlが検出される条件下で珪藻類が枯渇しており、降雨に伴い供給された栄養塩を本種が日射量不足の環境下で独占できた可能性

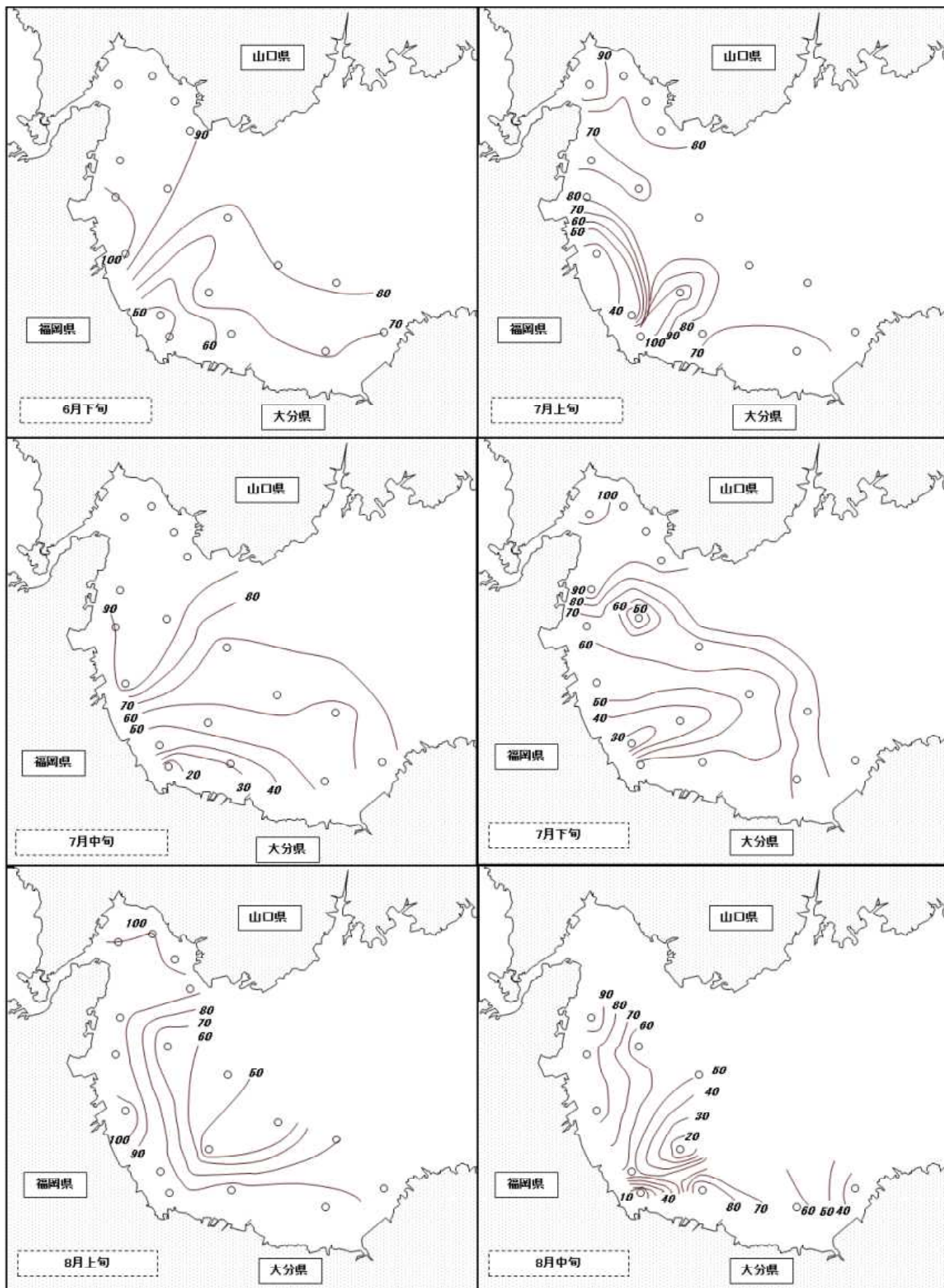


図20 周防灘底層における溶存酸素飽和度の水平分布

が考えられた。7月下旬以降は珪藻類が緩やかに増え始め、それに伴い本種は減少したと考えられた。

・冬季水温と*K. mikimotoi*の細胞密度の関係

*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℃)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24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23に示した。昨年度、宇島地先で6℃以下の水温が観測されたのは平成23年のみで、この低水温が本種の越冬細胞を減少させた可能性を示唆したが、今年度の2月上旬から中旬には平成23年に次いで2番目に低い値

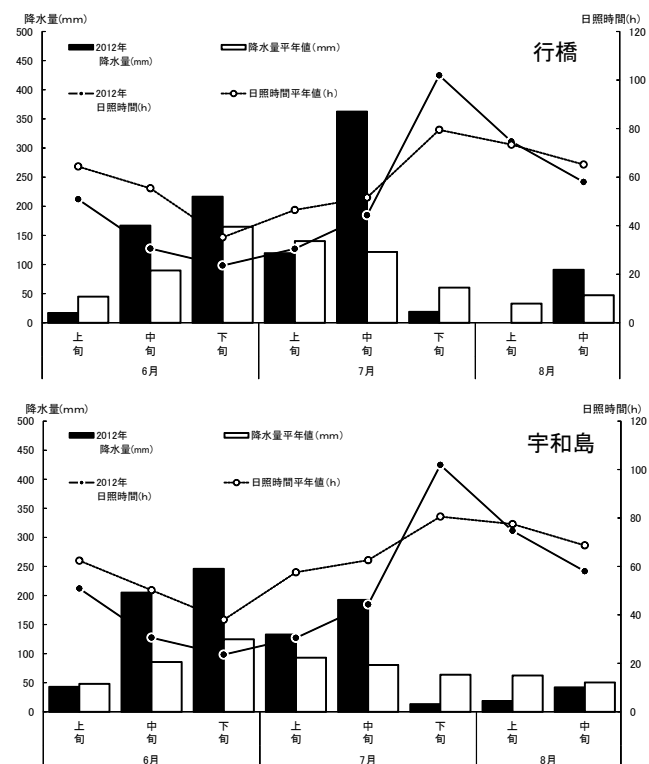


図21 行橋市観測点における6～8月の降水量と日照時間の旬別推移

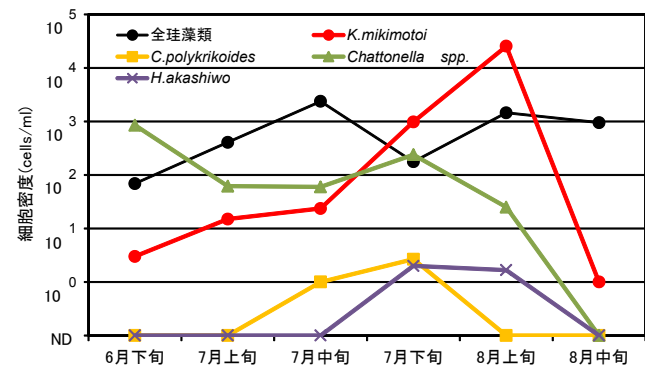


図22-1 周防灘における全珪藻類(全点全層平均値)と有害種(最大値)の細胞密度の推移

を示した。冬季水温が高いにもかかわらず低濃度の出現にとどまった平成19年の事例も含めて、周防灘の冬季水温と*K. mikimotoi*初期細胞密度との関係については明瞭な関係が認められず再度検討する必要がある。

・*K. mikimotoi*の分布指標と最高細胞密度の関係

平成22年に周防灘の*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1,000cells/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、かつ分布指標が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。今年度の6月中下旬の*K. mikimotoi*最高細胞密度は44cells/ml(大分県事前補足調査:6月14日)で、分布指標は58.8%であり(図24)、6月下旬の鉛直安定度も大分海域では高い値を示した。分布指標は前述のレベルには及ばないものの、平成18年と20年に次ぐ3番目に高い値を示した。赤潮の発生は、気象、海況、栄養塩、種間競合など様々な要因が考えられるが、周防灘においては6月中下旬の出現状況(最高密度・分布指標)が赤潮を予察するうえで重要なポイントとなるようである。なお、今後の警戒レベルは6月中下旬の最高細胞密度が10cell/ml以上で分布指数が50%以上に改める必要がある

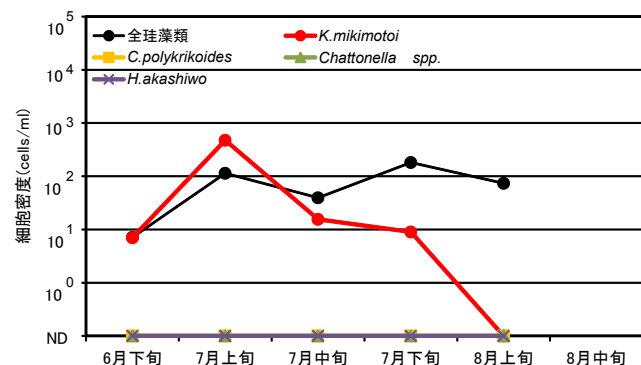


図22-2 豊後水道愛媛県海域における全珪藻類(全点全層平均値)と有害種(最大値)の細胞密度の推移

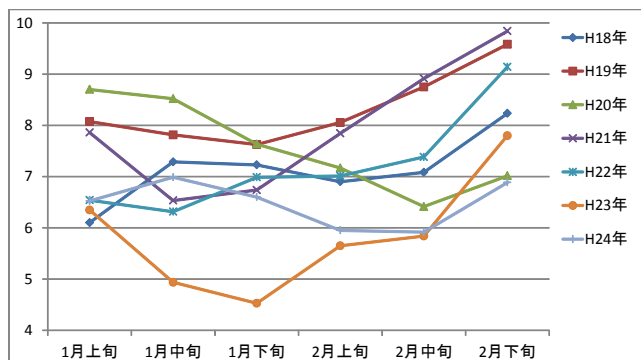


図23 福岡県宇島地先における冬季水温の旬別推移

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。⁸⁾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た要因として、周防灘においては6月中下旬に前述レベルのシードポピュレーションが分布しており、6月中旬から7月中旬にかけ平年を大きく上回る降雨がもたらした低塩分と7月下旬の日射量の回復並びに水温上昇が本種の増殖に影響したと考えられた。また、灘南西部海域において、調査期間を通して底層に貧酸素水塊が認められことから、当海域においては鉛直方向の海水混合が弱かったと推測され、これも本種の増殖に影響を及ぼしたと考えられた。

一方、豊後水道では6月下旬に既に*K. mikimotoi*が大分県海域で最大10.7cells/ml、愛媛県海域で7.0cells/mlが検出される条件下で珪藻類が枯渇しており、降雨に伴い供給された栄養塩を本種が日射量不足という環境下で独占できた可能性が考えられた。また、本種が増殖した7月は黒潮起源の暖水波及が弱かったと推測され、これによる海水交換が少なかったことが本種の増殖に影響を与えた可能性が考えられた。

また、*K. mikimotoi*については、昨年度、冬季水温が低いと越冬細胞が少なく夏季赤潮のシードポピュレーションとして機能し得ない可能性を示唆したが、今年度は例外となった。この説については疑問が残る結果となり、今後もモニタリングを継続し検証していく必要がある。

(5) 今後の検討課題

今年度、4年ぶりに*K. mikimotoi*が広範囲かつ高濃度で増殖し豊後水道沿岸を中心に多大な漁業被害をもたらした。これまでの研究により、本種の増殖には初期の細胞密度、まとまった降雨による低塩分と栄養塩の供給、珪藻類との競合、また鉛直安定度の程度や貧酸素水塊の発達等が影響していることが分かっている。今回、広域赤潮発生年である平成18年と平成20年の事例を含めて、周防灘における初期の出現状況が重要なポイントとなることが再確認された。

今後、赤潮による漁業被害を防止するにあたり、従来から言われる有害種の早期発見の検出感度を高める必要がある。特に*K. mikimotoi*については、調査時期を早めて濃縮海水による高感度なモニタリングを行い、より精度の高い予察を行うことが必要である。

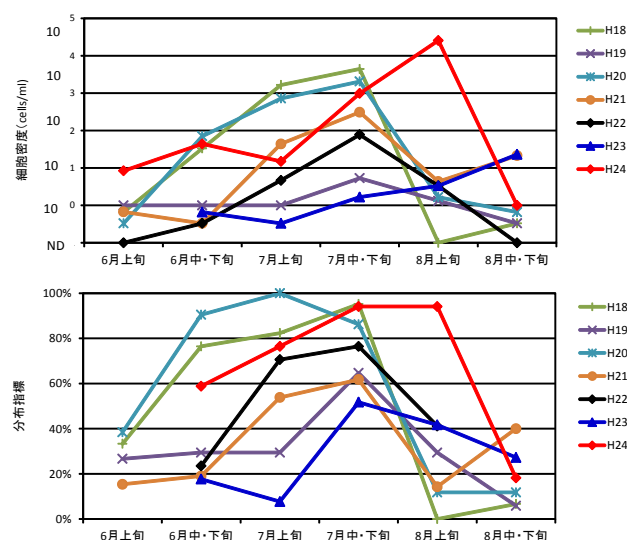


図24 周防灘における*K. mikimotoi*出現最高細胞密度（上段）と分布指標（下段）の推移

（分布指標(%) = 遊泳細胞が出現した定点数/全調査点数 × 100)

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)

漁場環境保全対策推進事業

(1) 水質・生物モニタリング調査

尾田 成幸・大形 拓路

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24年4月から25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、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、24年5月及び8月の年2回、図1に示した5定点で実施した。

各点でスミス・マッキンタイア型採泥器(22cm×22cm)を用いて各2回ずつ採泥し、速やかに泥温を測定して一部

を冷蔵して研究所に持ち帰り、含泥率、全硫化物量、及び強熱減量(I L)を測定した。また、底生生物について、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、計測、及び測定を行った。

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8.6～29.2℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値は2月であった。

一方、底層の水温は8.5～27.6℃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29.32～32.85の範囲で推移した。最大値は1月、最小値は7月であった。

底層の塩分は30.67～33.06の範囲で推移した。最大値は1月、最小値は8月であった。

(3) 透明度

透明度は2.4～5.1mの範囲で推移した。

(4) 溶存酸素

表層の溶存酸素は6.52～10.07mg/lの範囲で推移した。最大値は1月、最小値は9月であった。

底層の溶存酸素は4.36～9.80mg/lの範囲で推移した。最大値は1月、最小値は7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の分析結果を表1に示した。

含泥率は海域のほぼ全域で90%以上と高く、泥質であった。硫化物量は5月に0.004～0.68mg/g乾泥、8月に0.30～1.53mg/g乾泥の範囲、I Lは5月に9.2～11.6%、8月に9.4～32.6%の範囲であった。

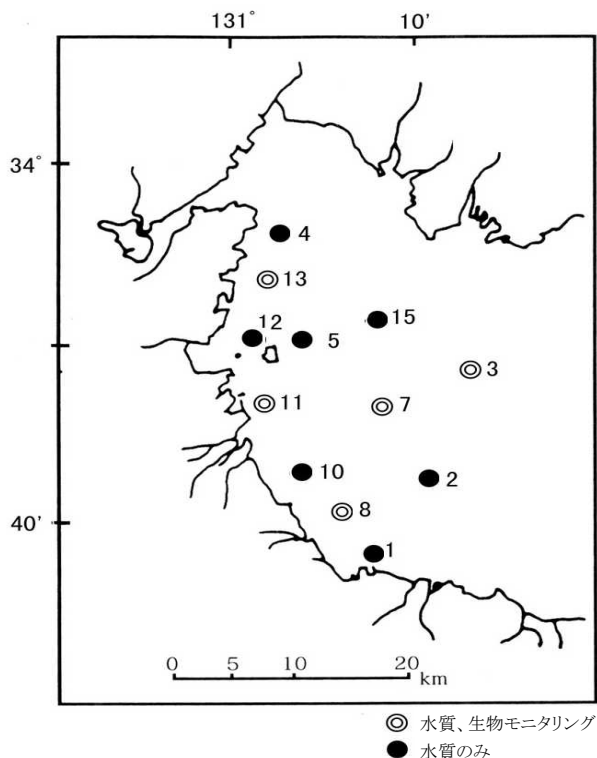


図1 調査定点

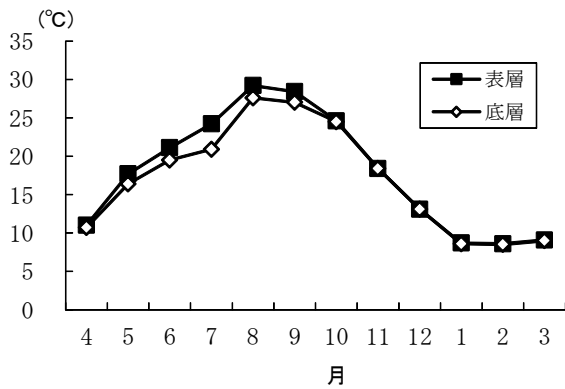


図2 水温の推移

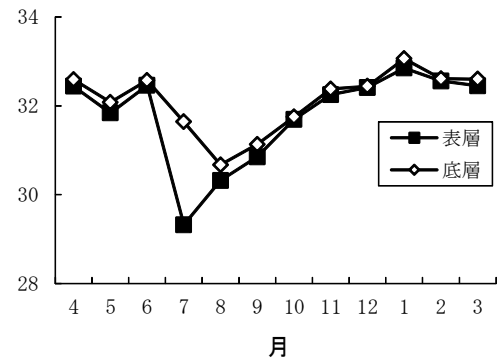


図3 塩分の推移

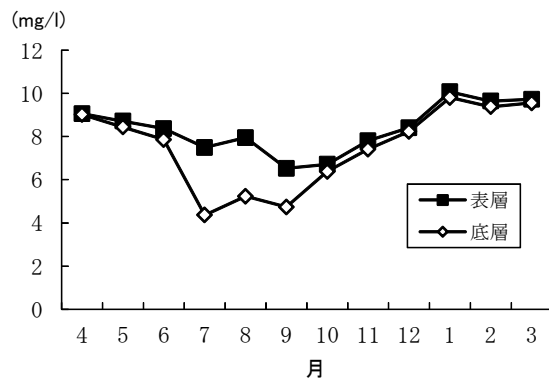


図4 透明度の推移

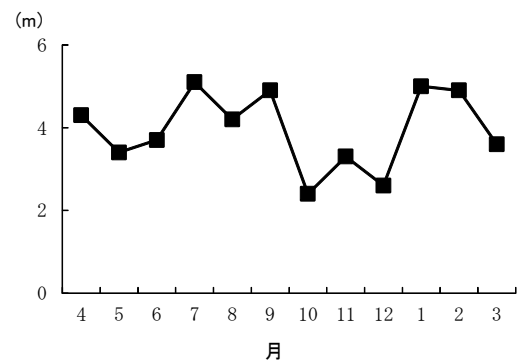


図5 溶存酸素の推移

表1 底質分析結果

St.	含泥率 (%)		全硫化物 (mg/g乾泥)		IL (%)	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月
3	85.5	97.9	0.04	0.36	11.6	30.5
7	97.9	98.2	0.27	0.34	11.5	29.7
8	97.9	97.9	0.68	1.53	11.2	21.3
11	93.8	98.5	0.61	0.43	9.2	32.6
13	93.0	97.6	0.23	0.30	9.3	9.4

(2) 底生生物の出現状況

底生生物調査結果を表2～表5に示す。

出現した底性生物は1g未満の固体が多く、ほとんどの定点で、出現密度、出現種類数ともに5月の方が多かった。

多様度指数H'についてみると、5月にStn. 11で最も高く、Stn. 7で最も低かった。8月にはStn. 13で最も高く、Stn. 11で最も低かった。Stn. 7, 8では5月、8月ともに3以下と、他の定点よりも低い値を示した。5月から8月にかけてStn. 3とStn. 11でそれぞれ、3.20から2.13と3.74から2.04に低下しているのが目立ち、夏季の高水温、貧酸素の影響で生物相が減少したことがうかがえる。

汚染指標種は、5月にはチヨノハナガイがStn. 13で、シズクガイがStn. 7, 13で、ヨツバネスピオがStn. 11以外の全定点で出現が確認され、8月にはチヨノハナガイがStn. 13で、シズクガイがStn. 3, 13で、ヨツバネスピオがStn. 3, 7, および8で出現が確認された。

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	Capitellidae							10		31	
	Necteanthes latipoda	31				31					
	Ophiodromus sp.	10						21			
	Sigambra sp.			10		41		41		93	
	Nephtys oligobranchia	10								83	
	Paraprionospio coora	31								10	
	Sternaspis scutata							31			
	Glycera sp.					10					
	Loimia verrucosa					10					
	Chaetopteridae	10								10	
	Glycinde sp.	62								21	
	Sigalionidae					31		21			
	Paraprionospio cordifolia			31		10				21	
	Orbinia sp.	10		10				83		10	
甲殻類	Phylo sp.							10			
	Magelona sp.	10						10		52	
	Synchelidium sp.	10									
	Ampelisca brevicornis							21			
	Alpheus japonicus		10								
棘皮類	Atypopenaeus stenodactylus	10									
	Hexapodidae									10	
	Synaptidae										21
軟体類	Pillucina pisidium							10			
	Dosiniinae							10			
	Philina argentea	10									
	Theora fragilis			10						341	
	Raetellops pulchellus									10	
	Devonia semperi									10	
	Veremolpa micra			10		52		21		21	
	Musculista senhousia							10			
	Yokoyamaia ornatissima							31		93	
その他	ENTEROPNEUSTA							10		83	
	Polycladida									10	
	Agneziidae	10									
	NEMERTINEA					10		21		217	
	Edwardsiidae									10	

表 3 底生生物調査結果（5月期湿重量，g/m²）

分類群		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	176	2.4	8	52	0.1	3	134	11.6	6	238	9.9	9	331	1.4	9
甲殻類	1g以上	10	19.6	1												
	1g未満	21	1.3	2							21	+	1	10	2.4	1
棘皮類	1g以上													21	105.0	1
	1g未満															
軟体類	1g以上															
	1g未満	10	6.3	1	21	0.1	2	52	0.6	1	83	0.8	5	475	1.9	5
その他	1g以上															
	1g未満	10	+	1				10	+	1	31	0.3	2	320	1.8	4
合計	1g以上	10	19.6	1										21	105.0	1
	1g未満	217	10.0	12	72	0.2	5	196	12.2	8	372	11.1	17	1136	7.4	19
多様度 H' (bit)		3.20			2.13			2.72			3.74			3.27		
1g未満																

表 4 底生生物調査結果（8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	Capitellidae			10	21					41	
	Amphinomidae					10					
	Hesionidae					10					
	Sigambra sp.	10		10		21		10		31	
	Nereididae					10					
	Nephtys oligobranchia			10							
	Paraprionospio patiens			10							
	Sternaspis scutata							21			
	Glycera sp.					10				10	
	Sigalionidae									10	
	Paraprionospio cordifolia	31				10					
甲殻類	Magelona sp.							10		10	
	Leptochela pugnax									10	
	Diogenes nitidimanus					10					
棘皮類	Hexapodidae									10	
	Synaptidae									10	10
軟体類	Paphia undulata							10			
	Pillucina pisidium									21	
	Theora fragilis	10								52	
	Raetellops pulchellus									10	
	Pyramidellidae									10	
	Veremolpa micra					10		52		31	
	Ringiculina doliaris			10							
その他	NEMERTINEA	10		21				21			

表 5 底生生物調査結果（8月期湿重量，g/m²）

分類群		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	52	0.6	3	52	0.8	4	72	1.2	6	41	2.1	3	103	1.7	5
甲殻類	1g以上															
	1g未満							10	1.1	1				21	0.1	2
棘皮類	1g以上													10	15.5	1
	1g未満													10	1.1	1
軟体類	1g以上										10	176.4	1			
	1g未満	10	+	1	10	0.1	1	10	0.6	1	52	12.5	1	124	1.9	5
その他	1g以上															
	1g未満	10	+	1	21	0.1	1				21	3.1	1	21	0.2	1
合 計	1g以上										10	176.4	1	10	15.5	1
	1g未満	72	0.6	5	83	1.0	6	93	3.0	8	114	17.7	5	279	5.0	14
多様度 H' (bit)		2.13			2.50			2.95			2.04			3.53		
1g未満																

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

I. 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

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24年4月～10月に Stn. 1 で、24年11月～25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

図1に示したアサリ採取点のアサリを対象として24年4～7月に計4回、カキ採取点のカキを対象として24年11～12月および25年1～3月の計5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、24年4月、5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。年間を通じて、*Alexandrium* spp. および *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 2～8 cells/L、*D. fortii* が 8～40 cells/L 確認された。出現細胞数が多かった月は7月と9月で、出現種は *D. acuminata* と *D. fortii* であった。

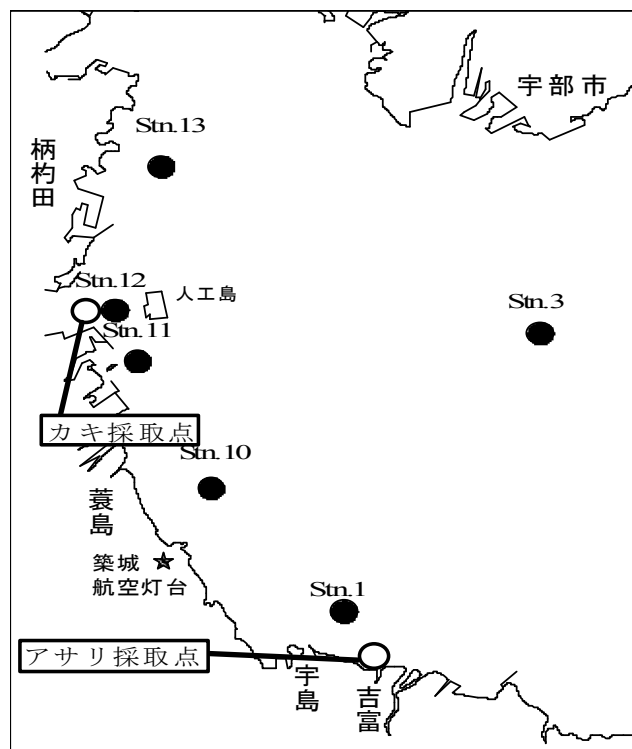


図1 調査点

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。

II. 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24年4月から25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、F A Xと水産海洋技術センターホームページ上 (http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/) で速報として情報発信し、注意喚起を促した。

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4件で、前年の1件よりも3件多かった。漁業被害は2件で前年よりも1件多く、原因種は*Chattonella antiqua*と*Karenia miki-*
*motoi*によるものであった。

なお、今年度は、これら有害赤潮の発生に伴い計9回の情報発信を行った。

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*, ラフィド藻類の*Chattonella* 属、渦鞭毛藻類の*Karenia mikimotoi*, の他*Cochlodinium polykrikoides*が低密度で認められた。珪藻類では、*Skeletonema*属、*Chaetoceros*属、*Thalassiosira*属、*Nitzschia*属、*Rhizosolenia*属、*Thalassionema nitzschioides*, *Leptocyrrindrus danicus*, *Asterionella glacialis*等が認められた。

表 1 貝毒原因種出現状況

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 (℃)	塩分
			<i>A. tamarense</i> (cells/l)	<i>A. catenella</i> (cells/l)	<i>G. catenatum</i> (cells/l)	<i>D. fortii</i> (cells/l)	<i>D. acuminata</i> (cells/l)		
平成24年									
4月5日	Stn. 1	表層	-	-	-	-	-	11.0	32.44
		5m層	-	-	-	-	-	10.7	32.47
5月7日	"	表層	-	-	-	-	2	17.7	31.84
		5m層	-	-	-	-	-	17.3	31.91
6月4日	"	表層	-	-	-	-	-	21.1	32.46
		5m層	-	-	-	-	-	20.7	32.46
7月3日	"	表層	-	-	-	-	6	24.2	29.32
		5m層	-	-	-	-	8	23.7	30.32
8月7日	"	表層	-	-	-	-	-	29.2	30.32
		5m層	-	-	-	-	-	28.8	30.37
9月4日	"	表層	-	-	-	40	-	28.4	30.85
		5m層	-	-	-	-	-	28.0	30.97
10月1日	"	表層	-	-	-	8	-	24.6	31.69
		5m層	-	-	-	10	-	24.5	31.72
11月5日	Stn. 12	表層	-	-	-	-	-	18.4	32.25
		5m層	-	-	-	-	-	18.4	32.34
12月3日	"	表層	-	-	-	-	-	13.1	32.41
		5m層	-	-	-	-	-	13.2	32.43
平成25年									
1月8日	"	表層	-	-	-	-	-	8.7	32.85
		5m層	-	-	-	-	-	8.6	32.99
2月7日	"	表層	-	-	-	-	-	8.6	32.56
		5m層	-	-	-	-	-	8.5	32.59
3月4日	"	表層	-	-	-	-	-	9.1	32.45
		5m層	-	-	-	-	-	9.0	32.50

- : 出現なし

表 2 貝毒検査結果

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	33.9	mm	4月9日	4月12日	ND
	重量平均	7.0	g			ND
アサリ (吉富町)	殻長平均	32.2	mm	5月23日	5月29日	ND
	重量平均	6.4	g			ND
アサリ (吉富町)	殻長平均	32.4	mm	6月11日	6月18日	ND
	重量平均	6.8	g			ND
アサリ (吉富町)	殻長平均	35.3	mm	7月10日	7月20日	ND
	重量平均	7.8	g			ND
カキ (北九州市)	殻高平均	98.3	mm	11月16日	11月29日	ND
	重量平均	64.2	g			ND
カキ (北九州市)	殻高平均	104.1	mm	12月3日	12月14日	ND
	重量平均	74.3	g			ND
カキ (北九州市)	殻高平均	105.5	mm	平成25年	平成25年	ND
	重量平均	93.1	g	1月11日	1月24日	ND
カキ (北九州市)	殻高平均	105.9	mm	2月5日	2月18日	ND
	重量平均	102.0	g			ND
カキ (北九州市)	殻高平均	115.4	mm	3月1日	3月14日	ND
	重量平均	113.3	g			ND

ND:検出限界値以下

表3 赤潮発生状況

発生番号	発生期間		日数	種類	海域	最高細胞密度 (cells/ml)	水色 (1～108)	漁業被害	
1	5月31日	～	6月10日	11	<i>Heterosigma akashiwo</i>	苅田本港	7,850	24	・無し
						苅田南港	23,300		
						稲重漁港	7500		
						(5月31日・表層)			
2	6月25日	～	8月3日	40	<i>Chattonella antiqua</i>	北九州市門司区柄杓田沖	700	33	・漁獲物（メバル、カサゴ、キジハタ等）斃死 ・蓄養中の漁獲物（コショウダイ、アナゴ等）斃死 ・コノシロ等の天然魚斃死
						(6月28日・表層)			
						柄杓田漁港	693	33	
						(8月3日・表層)			
						恒見漁港	627	33	
						(8月3日・表層)			
						苅田本港	913	33	
						(7月25日・表層)			
						苅田南港	8,500	15	
						(8月1日・表層)			
稲重漁港	4600	24							
(8月1日・表層)									
築上町椎田沖	1,033	24							
(7月4日・表層)									
宇島港	3,300	24							
(7月4日・表層)									
宇島漁港	820	33							
(7月4日・表層)									
豊前市宇島沖	1,513	24							
(7月4日・表層)									
3	7月23日	～	7月29日	7	<i>Noctiluca scintillans</i>	中～南部海域 (行橋市豊島沖～吉富町沖)	760	12	・無し
						(7月23日・表層)			
4	8月7日	～	8月10日	4	<i>Karenia mikimotoi</i>	南部海域 (築上町椎田沖～吉富町沖)	6,267	不明	・蓄養中の漁獲物（メズキ、ソカエイ等）斃死
						(8月7日・中層)			
						宇島漁港	1,200	33	
						(8月8日・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 ($\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)		P O ₄ -P ($\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)		加味力a ($\mu\text{g}/\text{l}$)	
		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24年 4月19日	1	16.8	13.8	31.67	32.50	115.0	109.0	1.05	1.24	0.08	0.03	0.87	0.76
	3	13.6	10.8	32.66	32.80	110.0	95.0	0.86	1.94	0.08	0.10	0.26	0.74
	10	15.3	14.6	32.66	32.81	111.0	110.0	4.58	2.74	0.03	0.05	0.45	0.95
	11	15.7	14.6	32.69	32.82	113.0	110.0	1.36	0.93	0.02	0.04	0.92	0.79
	12	15.6	15.0	32.77	32.85	112.0	111.0	0.60	1.31	0.02	0.02	0.73	0.91
	13	15.5	15.4	32.96	33.15	115.0	117.0	0.74	1.33	0.00	0.00	0.38	1.41
平均		15.4	14.0	32.57	32.82	112.7	108.7	1.53	1.58	0.04	0.04	0.60	0.93
平成24年 5月22日	1	19.2	17.7	32.16	32.36	105.0	101.0	0.69	0.81	0.18	0.18	1.39	1.47
	3	18.1	13.5	32.44	32.91	111.0	91.0	1.10	0.52	0.13	0.15	0.54	1.04
	10	19.1	16.9	31.91	32.29	110.0	87.0	0.58	1.17	0.19	0.21	1.08	1.87
	11	18.9	17.9	32.02	32.30	111.0	102.0	0.58	1.00	0.18	0.23	1.40	2.21
	12	19.1	18.2	32.14	32.26	108.0	104.0	0.83	0.51	0.19	0.22	1.28	1.64
	13	19.5	17.8	31.99	32.45	109.0	101.0	0.66	0.88	0.17	0.17	0.81	1.07
平均		19.0	17.0	32.11	32.43	109.0	97.7	0.74	0.82	0.17	0.19	1.08	1.55
平成24年 6月25日	1	23.2	22.9	29.73	31.24	96.0	96.0	3.32	4.29	0.33	2.12	4.91	3.03
	3	21.9	17.6	31.63	32.70	107.0	76.0	2.99	2.35	0.09	0.12	2.22	2.14
	10	22.2	22.9	22.63	31.16	107.0	99.0	10.44	2.88	0.52	0.13	11.62	3.26
	11	22.6	22.8	23.17	31.23	107.0	103.0	6.46	9.53	0.18	0.42	15.68	9.83
	12	22.7	22.9	26.46	31.29	106.0	100.0	7.39	12.42	0.16	0.76	5.48	3.50
	13	22.8	22.5	31.31	31.44	109.0	99.0	1.65	24.69	0.12	0.99	5.54	4.45
平均		22.6	21.9	27.49	31.51	105.3	95.5	5.38	9.36	0.23	0.76	7.58	4.37
平成24年 7月12日	1	25.3	24.1	28.25	30.43	90.0	39.0	2.94	4.35	0.41	0.38	11.63	12.76
	3	23.5	17.9	30.68	32.62	103.0	63.0	2.99	2.61	0.17	0.21	16.31	16.95
	10	25.7	23.3	27.03	30.82	99.0	85.0	6.64	1.47	0.41	0.26	20.22	12.50
	11	26.3	23.6	29.11	30.89	105.0	90.0	2.64	3.11	0.21	0.15	23.96	17.60
	12	25.0	23.8	29.84	30.86	96.0	89.0	3.88	3.27	0.20	0.22	12.36	14.50
	13	24.1	23.5	30.78	31.08	107.0	100.0	2.97	5.17	0.10	0.11	13.30	14.59
平均		25.0	22.7	29.28	31.12	100.0	77.7	3.68	3.33	0.25	0.22	16.30	14.82
平成24年 8月17日	1	30.1	26.9	29.77	31.02	123.0	13.0	2.02	4.01	0.37	0.47	1.46	4.16
	3	28.2	21.3	30.16	32.07	116.0	51.0	5.44	5.50	0.15	0.09	0.93	0.99
	10	31.0	27.7	28.71	31.32	116.0	97.0	3.45	1.98	0.19	0.39	2.65	3.42
	11	30.3	28.2	30.30	31.06	113.0	74.0	2.50	1.61	0.16	0.11	0.41	0.72
	12	29.5	28.4	30.70	31.11	117.0	98.0	5.21	1.95	0.36	0.31	1.13	1.77
	13	29.6	28.2	30.43	30.95	142.0	58.0	4.18	3.16	0.12	0.18	0.56	1.11
平均		29.8	26.8	30.01	31.26	121.2	65.2	3.80	3.04	0.23	0.26	1.19	2.03
平成24年 9月20日	1	26.1	26.1	31.15	31.14	90.0	91.0	3.85	1.19	0.20	0.25	2.55	2.40
	3	26.2	26.2	31.83	31.83	92.0	86.0	0.71	0.72	0.36	0.35	1.32	1.21
	10	26.3	26.2	31.04	31.05	88.0	84.0	0.28	1.72	0.17	0.19	3.42	2.87
	11	26.2	26.3	30.58	30.86	84.0	81.0	1.28	1.51	0.16	0.14	6.96	4.99
	12	26.2	26.3	30.95	31.02	91.0	85.0	2.33	2.11	0.27	0.30	3.36	3.18
	13	26.4	26.2	31.40	31.46	98.0	92.0	1.57	2.33	0.37	0.43	2.38	2.11
平均		26.2	26.2	31.16	31.23	90.5	86.5	1.67	1.60	0.26	0.28	3.33	2.79
平成24年 10月11日	1	21.9	21.7	31.81	31.94	99.0	97.0	4.14	2.55	0.13	0.04	3.72	1.87
	3	23.3	23.2	32.23	32.24	102.0	99.0	1.16	3.17	0.28	0.34	1.51	1.62
	10	22.3	22.3	32.21	32.21	101.0	99.0	2.02	2.57	0.24	0.25	0.86	0.64
	11	22.1	22.0	32.09	32.18	102.0	98.0	3.10	1.38	0.14	0.08	1.42	1.69
	12	22.1	22.0	32.24	32.25	106.0	103.0	1.79	0.72	0.15	0.11	1.50	1.76
	13	22.1	22.1	32.51	32.53	105.0	101.0	2.50	1.73	0.02	0.11	2.70	2.77
平均		22.3	22.2	32.18	32.23	102.5	99.5	2.45	2.02	0.16	0.16	1.95	1.73
平成24年 11月20日	1	15.9	15.0	31.94	32.03	101.0	98.0	1.61	1.00	0.22	0.23	0.96	1.01
	3	15.8	15.8	32.23	32.29	101.0	92.0	1.89	2.23	0.25	0.27	2.97	2.89
	10	14.1	14.1	31.78	31.80	99.0	98.0	4.89	1.92	0.38	0.30	2.06	2.01
	11	14.2	14.3	31.93	31.95	98.0	98.0	3.10	6.11	0.21	0.38	2.88	2.73
	12	14.2	14.2	32.13	32.12	101.0	100.0	3.77	3.09	0.27	0.28	2.78	3.16
	13	15.3	15.1	32.99	32.94	101.0	100.0	3.63	3.83	0.25	0.20	1.94	2.22
平均		14.9	14.8	32.17	32.19	100.2	97.7	3.15	3.03	0.26	0.28	2.27	2.34
平成24年 12月17日	1	10.6	9.5	31.68	32.09	106.0	102.0	3.38	1.46	0.13	0.15	1.13	0.82
	3	13.3	12.2	32.68	32.77	101.0	95.0	2.89	3.03	0.15	0.19	1.13	1.52
	10	10.5	10.5	31.34	32.79	101.0	101.0	5.53	2.75	0.15	0.17	1.11	1.46
	11	12.1	11.4	32.68	32.90	103.0	100.0	4.68	4.22	0.22	0.18	1.04	2.01
	12	11.9	11.6	32.92	33.01	102.0	96.0	4.12	3.14	0.18	0.16	1.80	2.01
	13	11.7	11.6	33.15	33.16	103.0	101.0	2.85	3.02	0.23	0.18	1.84	2.37
平均		11.7	11.1	32.41	32.79	102.7	99.2	3.91	2.94	0.18	0.17	1.34	1.70
平成25年 1月21日	1	9.1	7.8	32.67	32.93	111.0	106.0	3.80	5.46	0.17	0.11	1.59	1.65
	3	9.3	9.3	32.83	32.84	100.0	98.0	1.37	2.47	0.26	0.27	0.89	1.06
	10	7.4	7.9	32.28	32.88	103.0	103.0	2.89	3.63	0.10	0.08	1.14	1.21
	11	8.3	8.1	32.87	32.97	110.0	105.0	1.33	5.41	0.08	0.06	2.82	2.10
	12	8.0	8.1	32.92	33.02	106.0	105.0	5.12	0.93	0.07	0.12	1.65	2.06
	13	8.1	8.2	32.88	32.88	105.0	105.0	1.33	0.41	0.09	0.10	1.68	2.11
平均		8.4	8.2	32.74	32.92	105.8	103.7	2.64	3.05	0.13	0.12	1.63	1.70
平成25年 2月19日	1	7.7	7.8	31.62	32.31	103.0	103.0	1.37	2.31	0.06	0.04	2.08	1.94
	3	8.7	8.7	32.70	32.72	100.0	96.0	2.20	1.55	0.15	0.16	0.59	0.58
	10	7.9	8.0	32.25	32.37	104.0	102.0	1.24	2.34	0.04	0.03	1.93	1.97
	11	8.0	8.0	32.36	32.32	102.0	100.0	2.24	1.92	0.02	0.03	2.32	2.34
	12	8.0	8.0	32.28	32.37	101.0	100.0	2.31	2.39	0.06	0.05	2.04	2.77
	13	8.3	8.3	32.41	32.39	101.0	100.0	2.01	1.93	0.03	0.02	2.06	2.57
平均		8.1	8.1	32.27	32.41	101.8	100.2	1.90	2.07	0.06	0.06	1.84	2.03
平成25年 3月19日	1	11.9	11.2	31.63	32.15	105.0	102.0	1.06	1.80	0.07	0.04	0.77	0.74
	3	10.3	10.1	32.71	32.73	103.0	100.0	1.88	3.74	0.13	0.15	0.27	0.43
	10	11.5	10.7	32.09	32.50	106.0	99.0	1.01	0.93	0.06	0.04	0.71	1.26
	11	11.1	10.9	32.32	32.48	104.0	102.0	1.81	1.17	0.06	0.05	1.16	1.18
	12	11.6	11.1	31.97	32.26	102.0	100.0	1.51	1.27	0.05	0.06	1.54	1.65
	13	11.0	10.7	32.50	32.50	102.0	100.0	1.48	1.46	0.03	0.06	1.26	1.42