

「豊前海一粒かき」養殖状況調査

中川 浩一・金澤 孝弘・中村 優太

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。

本調査では、豊前海一粒かきの安定生産を図る一環として、養殖期間中の養殖状況調査を行った。

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。

結果および考察

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21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、136、29、2及び14台の計184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。

2. カキ成長調査

(1) 今年度の各漁場における育成状況

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105mm、77gに達するなど

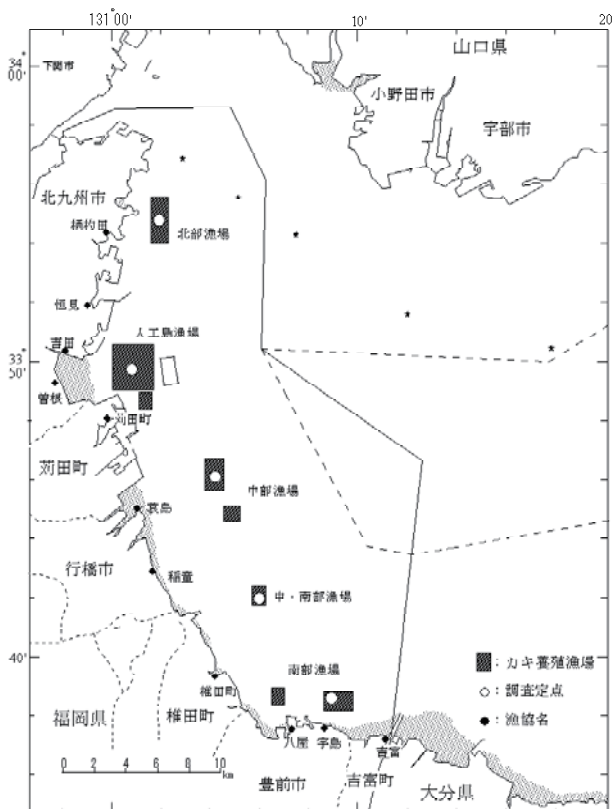


図1 調査位置図

表1 平成21年度養殖概況調査結果

漁場名(地先名)	従事者数	経営体数	筏設置台数
北部(柄杓田)	14	6	11
人工島周辺(恒見・吉田・曾根・苅田町)	125	68	136
中部(蓑島・稲童)	15	4	29
中・南部(椎田町)	4	1	2
南部(八屋・宇島・吉富)	18	6	14
合計	176	85	192

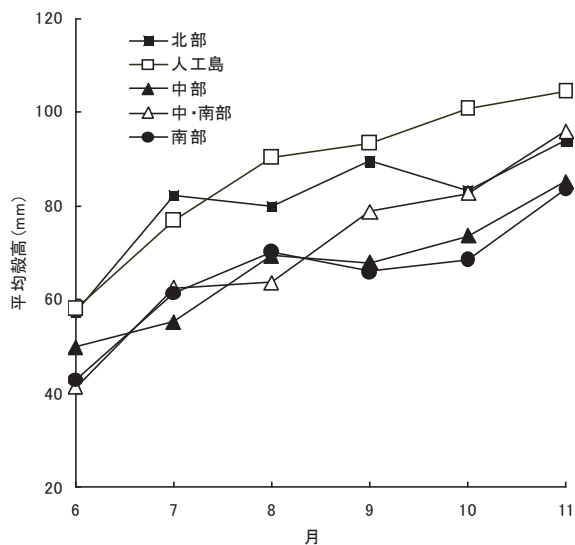


図2 各漁場におけるカキ平均殻高の推移

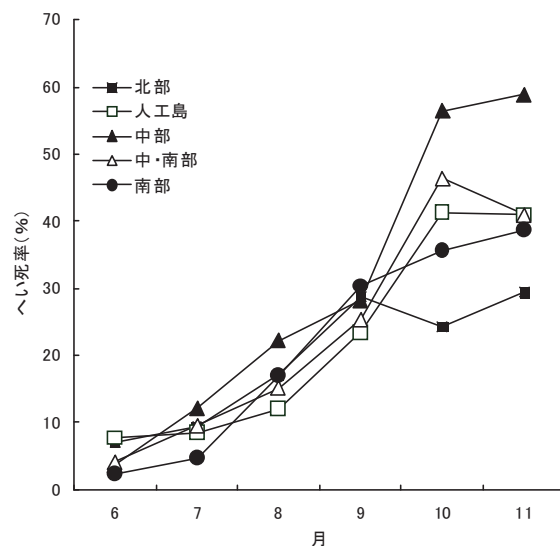


図4 各漁場におけるカキへい死率の推移

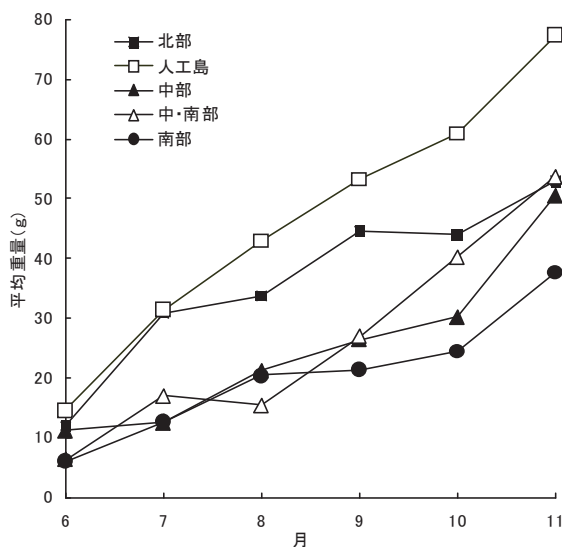


図3 各漁場におけるカキ平均重量の推移

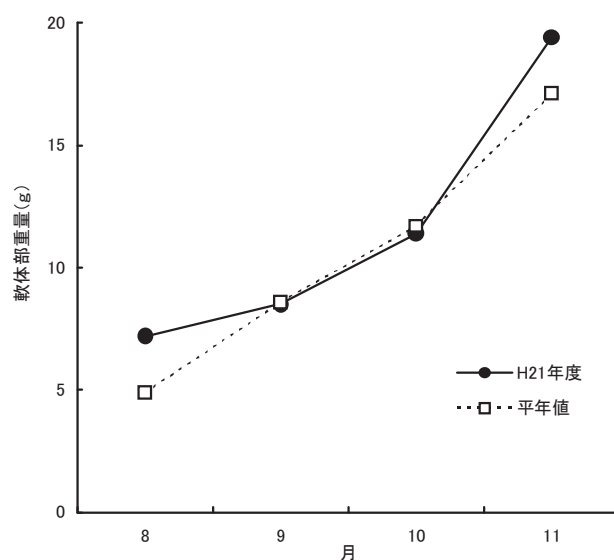


図5 カキ身入り状況の比較（人工島周辺漁場）

最も成長が良い傾向がみられた。

また、当海域では10月以降の水温低下時に成育が良好な人工島周辺漁場を中心として、しばしば50%を超えるへい死が発生する¹⁾。しかしながら、今年度は図4に示すように中部漁場でのみ50%を超えるへい死がみられた。

(2) かき身入り状況（人工島周辺漁場）

今年度のカキの身入り状況については、図5に示すように、平年値（平成10年以降の平均値）と比較して良好であった。

文 献

- 1) 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）．

浅海性介類増殖に関する研究（イワガキ）

中村 優太・中川 浩一

イワガキは価格がマガキに比べ高く、マガキが出荷できない夏場に出荷が可能であるなど、有望な新規養殖種である。

本研究所では豊前海域における養殖適性を探るため、平成 16 年から 18 年にかけて養殖試験を行った結果、当海域においても他の生産地と同程度の成長を示すことを確認した。

しかしながら、イワガキはマガキ養殖と同様に多数の種苗をコレクターに採苗して養殖した場合、成長に伴って個体同士が強く接合することが多い。このため、脱殻を手作業で行わなければならない、また殻が破損するケースも多いなど、労働投下面や品質面における問題が明らかになった。

このため、本研究ではイワガキの個体同士の接合を防止し、脱殻作業の軽減化や品質向上を図るため、コレクターを使用しない、いわゆるシングルシードを用いた養殖について検討を行った。

方 法

1. シングルシード生産技術開発

ここでは効率的にシングルシードを得るため、粉碎したホタテ貝殻片を付着器質として、また飼育方法として水槽内に水流をつくるウェリング方式を検討した。

切開法により採卵し、ふ化した浮遊幼生を付着期である平均殻長 360 μ m まで飼育し、付着器質として 0.2mm に粉碎したホタテ貝殻片 10g を直径 30cm の水槽底面に敷いたウェリング装置（図 1）に収容した。収容数は適正な収容密度を検討するため、2 万 5 千～1 2 万個と収容数を変えて飼育した。幼生収容後約 1 週間は海水を水槽上面から底面に流すダウンウェリングで飼育し、その後は水槽底面の環境を清浄に保つため海水を水槽底面から上面へ流すアップウェリングに切り替えて飼育した。餌料は *Chaetoceros gracilis* を 10,000 ～ 20,000cells/ml の濃度で給餌した。

2. 養殖試験

上記方法で得たシングルシードを用いたかご養殖と現

在、漁業者が養殖に使用しているホタテ板に付着させた稚貝を用いたロープ垂下養殖との成長比較試験を行った。シングルシードは目合い 3 mm、直径 40cm の養殖かごに 100 個体収容して養殖を行った。かごの目合いは稚貝の成長に伴い随時大きくした。ホタテ板に付着させた稚貝はホタテ板をロープに挟み込んで養殖を行った。また、両試験区とも北九州市の北九州空港西側のカキ筏に垂下した。試験は平成 21 年 11 月から行い、3 ヶ月に一度測定した。

結果及び考察

1. シングルシード生産技術開発

試験結果を表 1 に示した。40 万個の付着直前幼生から約 3 万個のシングルシードを得た。収容密度別に生残率を比較すると、6 万個体以上収容した試験区に比べ、2 万 5 千～3 万個体収容した試験区の方が生残率が高かった。このことから、直径 30cm 底面の水槽に対し、約 3 万個体収容することが適当であると考えられた。

2. 養殖試験

試験結果を図 2 に示した。試験開始時殻高 5 mm であった稚貝は平成 22 年 5 月時点で殻高約 20mm まで成長した。最初の 3 ヶ月は通常の養殖法の方が大きく成長していたが、半年後にはシングルシードを用いたかご養殖の方が大きく成長した。これは、稚貝がある程度の大きさになると通常の養殖法では図 3 のように個体同士が密着しあい互いに成長を阻害するためだと考えられた。



図 1 ウェリング装置

表 1 シングルシード生産試験結果

	採卵日	ダウンウェリング 開始日(収容日)	収容幼生数 (千個)	アップウェリング 開始日	装置からの 取り上げ日	取り上げ 稚貝数 (個)	生残率 (%)	平均殻高 (mm)
1	6月9日	7月2日	120	7月9日	8月10日	102	0.1	10.2
2	6月9日	7月14日	60	7月23日	8月10日	442	0.7	2.3
3	6月9日	7月14日	60	7月23日	8月10日	380	0.6	2.1
4	6月9日	7月14日	30	7月23日	8月10日	8,675	28.9	2.2
5	6月9日	7月14日	30	7月23日	8月10日	6,719	22.4	2
6	7月17日	8月10日	25	8月15日	10月4日	3,448	13.8	2.2
7	7月17日	8月10日	25	8月15日	10月4日	6,548	26.2	1.8
8	7月17日	8月10日	25	8月15日	10月4日	4,572	18.3	1.4
9	7月17日	8月10日	25	8月15日	10月4日	100	0.4	1.1
合計			400			30,986		

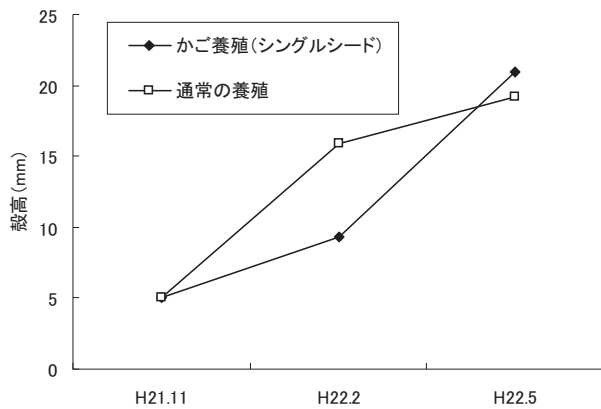


図 2 イワガキ種苗の成長の推移



図 3 通常養殖のイワガキ

漁場環境保全対策事業

(1) 水質・生物モニタリング調査

石谷 誠・中村 優太・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21年4月から21年3月の毎月1回、上旬に図1に示す12定点で行った。

調査項目は水温、塩分、透明度及び溶存酸素であり、観測層は表層、2.5m、5m、10m、15m、20m、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21年6月及び8月の年2回、図1に示す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、冷蔵して持ち帰り、含泥率、全硫化物及び強熱減量(IL)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。なお、1定点あたりの採集回数は2回とした。

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

図2に示す。表層は7.7～27.3℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値は1月であった。

底層は8.0～25.8℃の範囲で推移した。最大値は9月、最小値は1月であった。

(2) 塩分

図3に示す。表層は28.88～33.46の範囲で推移した。最大値は2月、最小値は8月であった。

底層は32.02～33.51の範囲で推移した。最大値は2月、最小値は9月であった。

(3) 透明度

図4に示す。4.3～7.3mの範囲で推移した。

(4) 溶存酸素

図5に示す。表層は4.62～6.76mg/lの範囲で推移した。最大値は2月、最小値は9月であった。

底層は1.93～6.76mg/lの範囲で推移した。最大値は2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ILの結果を表1に示した。

含泥率は海域のほぼ全域で91%以上と高く、泥質であ

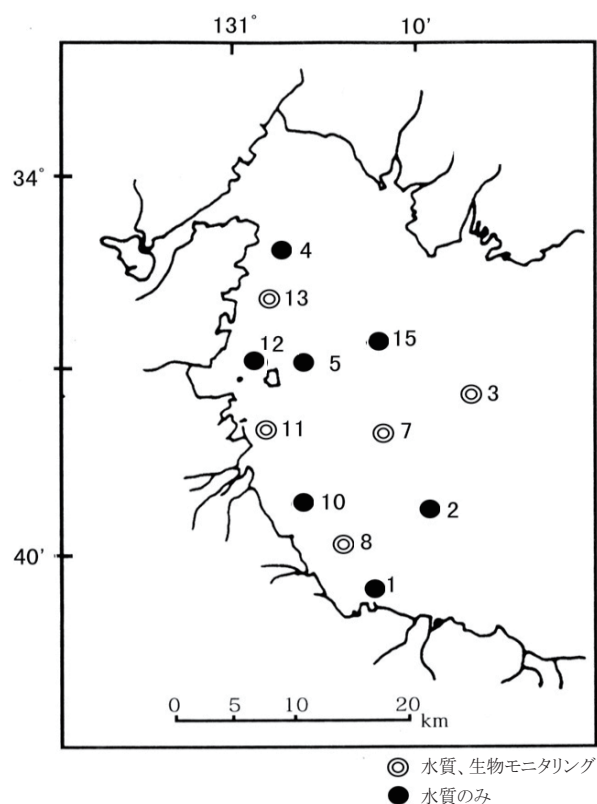


図1 調査海域

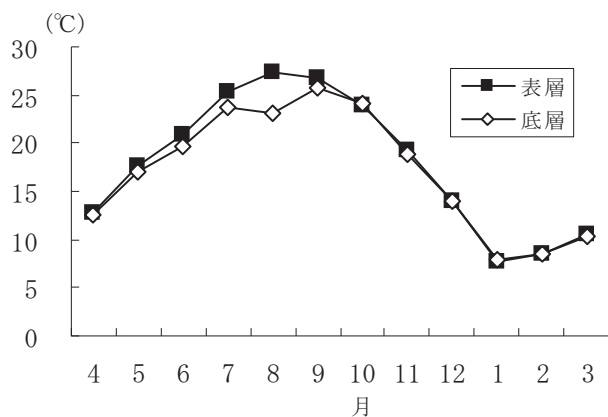


図2 水温の推移

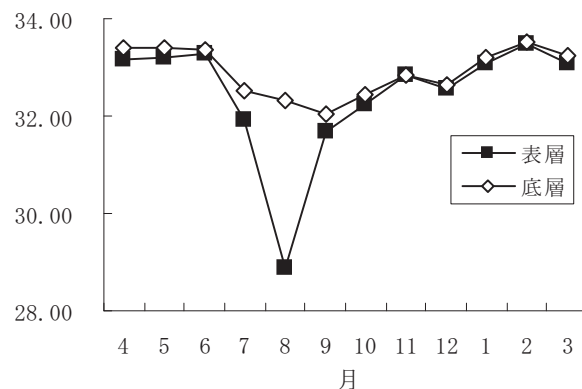


図3 塩分の推移

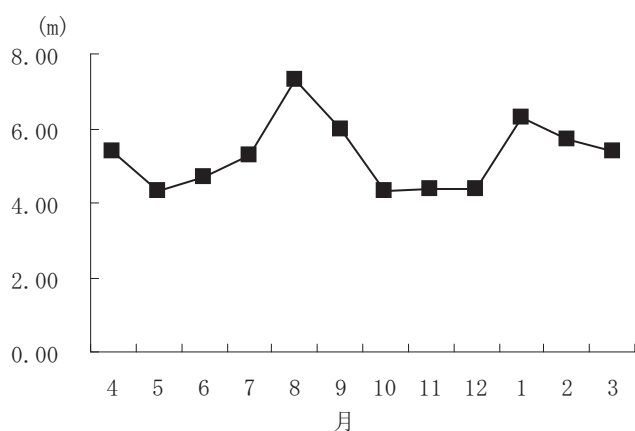


図4 透明度の推移

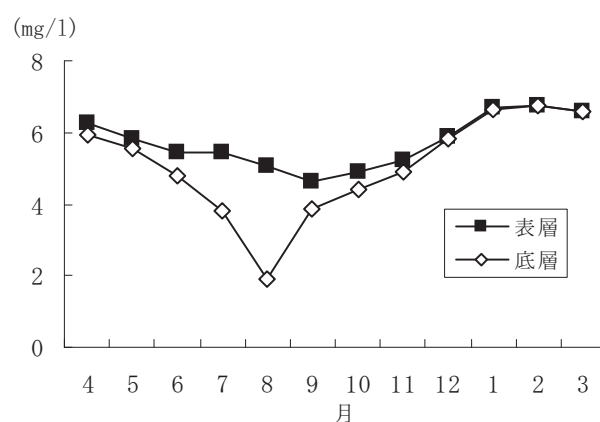


図5 溶存酸素の推移

表1 底質分析結果

St	含泥率(%)		全硫化物 (mg/g乾泥)		I L (%)	
	6月	8月	6月	8月	6月	8月
3	97.3	90.7	0.52	0.59	15.4	13.4
7	97.0	92.6	0.42	0.51	14.0	13.0
8	91.6	91.3	0.86	0.62	14.0	13.3
11	92.7	84.4	0.55	0.74	11.6	11.2
13	95.1	80.9	0.54	0.61	11.9	10.7

った。全硫化物は、6月が0.42～0.86mg/乾泥gで、8月は0.51～0.74mg/乾泥gの範囲であった。ILは6月が11.6～15.4%、8月は10.7～13.4%であった。

(2) 底生生物の出現状況

6月及び8月の底生生物調査結果を表2～表5に示す。

6月の出現密度は10～1,420個体/m²の範囲であり、平米当たりの湿重量は0.1～33.7gであった。全調査点中、最高生息密度はStn. 8の1,420個体/m²で、昨年度同時期の最高生息密度(Stn. 8, 1,480個体/m²)よりも低かった。汚染指標種は、チヨノハナガイが、stn. 7、8、11及び13で確認された。

8月の出現密度は10～120個体/m²の範囲であった。平米当たりの湿重量は0.1～37.2gであった。汚染指標種はヨツパネスピオA型がstn. 11で、ヨツパネスピオB型がstn. 8で、シズクガイがstn. 7で確認された。

表 2 底生生物調査結果（6 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	チリ科の一種					20		30			
	ニカイリ科の一種							10			
	オトヒメコカイ科の一種							30			
	ウミイコムシ							30		10	
	イトコカイ科の一種									20	
	コブシロガネコカイ									20	
	オウキコカイ	10				30		20		50	
	コノハシロガネコカイ	90		50		10		60			
	シロガネコカイ科の一種	40									
	コカイ科の一種	20									
	イトコカイ科の一種			30		40		80		30	
	オトヒメコカイ科の一種					10					
	ホオキコカイ科の一種							10			
	サシハコカイ科の一種							10			
	フチコカイ科の一種							10			
	スビオ科の一種									20	
	ナリウロコムシ科の一種					20		90		20	
	ハナカキコカイ			10				20		10	
甲殻類	アビナガスガメ	20				20		20			
	ヨナガモドキ					10		30			
	ナギサケマ科の一種	180						30		60	
	短尾下目の一種 (メダカ 幼生)	10						30			
	リレカ科の一種			40				30		200	
	ドロッケムシ科の一種									10	
	エソウカニ科の一種							40		30	
	ヒサシソコエビ科の一種	10									
	カマキリソコエビ科の一種			90							
	イシソコエビ科の一種									1	
軟体類	ケツリガイ					20		300			
	ワトリガイ									10	
	ウサギイ科の一種	10								10	
	コイサギガイ					10					
	ホトキスガイ							40		10	
	キセリガガイ科の一種									10	
	ウミハナガイ							60		10	
	チノハナガイ			20		50		70		20	
	マメアジマガイ科の一種							10			
	リゾガ科の一種					10					
	シズカガイ	50		10		420		240		1,330	
	ヒメノコアリ									20	
	ヨコヤセリガガイ	30		60				20			
棘皮類	スナモヒデ科の一種					10					
	ウミハナモヒデ							20		20	
その他	ミミドリキツンチャ科の一種							30		40	
	紐形動物門の一種	10		10		40		90		80	
	ヤナギウミエビ科の一種							10			

表 3 底生生物調査結果（6 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
多毛類	1g以上														
	1g未満	160	1.5	40	90	0.3	30	130	7.6	60	400	10.2	120	180	2.5
甲殻類	1g以上														
	1g未満	220	0.2	40	130	0.1	20	30	0.3	20	180	1.2	60	310	0.8
棘皮類	1g以上														
	1g未満							10	0.1	10	20	0.1	10	20	1.3
軟体類	1g以上														
	1g未満	90	3.9	30	90	0.4	30	510	9.2	50	740	2.3	70	1420	33.7
その他	1g以上														
	1g未満	10	3.4	10	10	0.1	10	40	0.4	10	130	9	30	120	1.4
合 計	1g以上														
	1g未満	480	9	120	320	0.9	90	720	17.6	150	1470	22.8	290	2050	39.7
多様度 H' (b i t)			2.84			2.80			2.46			4.12			2.28

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	ウミムシ科の一種									10	
	オトヒメカイ科の一種	10						10			
	オホシマワシ				10						
	イトコカイ科の一種									30	
	コノハシロガネコカイ			20						10	
	シロガネコカイ科の一種	10								10	
	イトコカイ科の一種									10	
	ヨウハネズミ型							20			
	ヨウハネズミ型B					10					
	トモスビオ					10		20			
甲殻類	ナリウロコムシ科の一種	10									
	ハオカキコカイ	10		20		10		70		20	
軟体類	ムツシガニ科の一種										10
	ツキガイ科の一種			10							
	ゴイサガイ					10					
	キセリガイ科の一種	10									
	シスガイ			10							
	フナバシラガイ科の一種									10	
棘皮類	ヒメナコサリ										10
	ヨコヤマキセリガイ	10									
その他	イカリナコ科の一種			10							
	ムシトキギンチャク科の一種			10				10		10	
	紐形動物門の一種	10		20						20	10

表 5 底生生物調査結果（8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
多毛類	1g以上				10	14.2	10								
	1g未満	40	0.1	40	40	0.5	20	30	+	30	120	0.3	40	90	0.4
甲殻類	1g以上														
	1g未満													10	+
棘皮類	1g以上				10	37.2	10								
	1g未満														
軟体類	1g以上														
	1g未満	20	+	20	20	0.8	20	10	4.1	10				20	0.1
その他	1g以上													10	13.3
	1g未満	10	+	10	30	0.2	20				10	0.1	10	30	+
合 計	1g以上				2	5.14	2							10	13.3
	1g未満	70	0.1	70	90	1.5	60	40	4.1	40	130	0.4	50	150	0.5
多様度 H' (b i t)			2.81			2.50			2.00			1.88			3.32

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・金澤 孝弘・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し、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、平成21年4月～10月に Stn. 1 で、21年11月～22年3月に Stn. 12 において、海水1Lを濃縮し、その全量を検鏡により計数した。調査点は図1に示した。

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21年4～7月に計4回、カキ採取点のカキを対象として21年11～12月、22年1～2月の計4回、貝可食部における麻痺性毒の検査を実施した。また、21年4月及び11月のアサリ及びカキについて、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。麻痺性貝毒原因種である *Alexandrium tamarense* 及び *Gymnodinium catenatum* は年間を通じて確認されなかった。 *Alexandrium catenella* は最大で4 cells/L (10月6日) であった。なお、 *Alexandrium tamarense* については16年に確認されていることから、今後も出現する可能性が高いので、これからも十分な監視が必要である。

(2) 下痢性貝毒原因種

下痢性貝毒の原因種である *Dinophysis fortii* は21年10月に2 cells/L、22年2月に1 cells/Lの出現が認めら

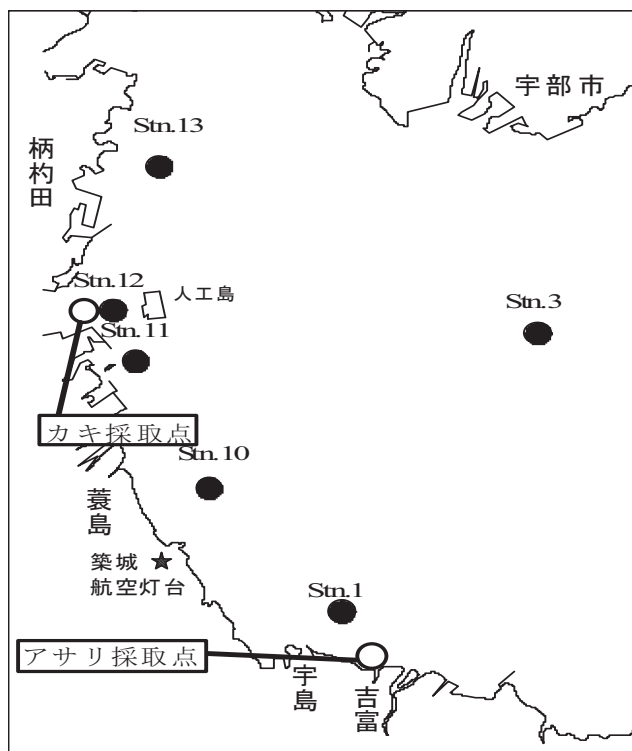


図1 調査点

れた。*Dinophysis acuminata* は21年7, 10, 11月、22年1, 3月に出現が認められた。出現細胞数は21年10月が最も多く、表層で6 cells/Lであった。

2. 毒化状況

結果を表2に示す。本年度は、麻痺性及び下痢性ともに貝類の毒化は見られなかった。

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

21年4月から22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。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や漁業者からの通報による情報も加味して整理した。

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2件で、前年よりも2件少なかった。

(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プランクトンは、珪藻類では、*Skeletonema*属、*Chaetoceros*属、*Thalassionema nitzschoides*、*Leptocyrrindrus danicus*、*Thalassiosira*属、ラフィド藻類では*Heterosigma akashiwo*、*Chattonella antiqua*、*C.marina*、渦鞭毛藻類では、*Karenia mikimotoi*等で、繊毛虫類では、*Tintinnopsis radix*、幼生類ではCopepoda nauplius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21年									
4月6日	Stn. 1	表層	-	-	-	-	-	12.8	32.56
		5m層	-	-	-	-	-	12.4	32.94
5月7日	〃	表層	-	-	-	-	-	18.9	32.81
		5m層	-	-	-	-	-	18.4	33.10
6月9日	〃	表層	-	-	-	-	-	21.8	33.00
		5m層	-	-	-	-	-	21.0	33.19
7月7日	〃	表層	-	-	-	-	-	25.9	31.55
		5m層	-	-	-	-	3	25.7	31.59
8月6日	〃	表層	-	-	-	-	-	27.3	28.95
		5m層	-	-	-	-	-	26.5	29.67
9月2日	〃	表層	-	-	-	-	-	27.6	31.15
		5m層	-	-	-	-	-	27.1	31.31
10月6日	〃	表層	-	4	-	2	6	23.8	31.54
		5m層	-	-	-	-	4	23.8	31.63
11月9日	Stn. 12	表層	-	-	-	-	4	19.0	32.97
		5m層	-	-	-	-	1	18.7	32.98
12月8日	〃	表層	-	-	-	-	-	13.4	32.45
		5m層	-	-	-	-	-	13.3	32.46
平成22年									
1月8日	〃	表層	-	-	-	-	2	6.7	32.67
		5m層	-	-	-	-	2	6.7	32.67
2月2日	〃	表層	-	-	-	-	-	8.8	33.81
		5m層	-	-	-	1	-	8.8	33.81
3月1日	〃	表層	-	-	-	-	2	10.4	32.94
		5m層	-	-	-	-	-	10.5	33.18

- :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	30.8	mm	平成21年	平成21年	ND	ND
	重量平均	6.2	g	4月1日	4月2日～3日		
アサリ (吉富町)	殻長平均	31.7	mm	5月11日	5月13日	ND	
	重量平均	6.2	g				
アサリ (吉富町)	殻長平均	32.2	mm	6月8日	6月12日	ND	
	重量平均	6.0	g				
アサリ (吉富町)	殻長平均	32.4	mm	7月10日	7月15日	ND	
	重量平均	7.6	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	106.8	mm	11月2日	11月9日	ND	ND
	重量平均	80.1	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	105.5	mm	12月1日	12月2日～4日	ND	
	重量平均	90.5	g				
カキ (北九州市)	殻高平均	107.0	mm	平成22年	平成22年	ND	
	重量平均	100.0	g	1月4日	1月5日～8日		
カキ (北九州市)	殻高平均	113.1	mm	2月1日	2月5日	ND	
	重量平均	99.6	g				

ND:検出限界値以下

表3 赤潮発生状況

No.	発生時期	発生海域	構成プランクトン	最高細胞密度 (cells/ml)	漁業被害
1	H21. 6. 18～ 6. 26	福岡県豊前海区の各港内	<i>Heterosigma akashiwo</i>	63,900 ※6月25日宇島港表層	なし
2	H21. 8. 3～ 8. 7	荻田本港 荻田南港	<i>Chattonella antiqua</i>	48,000 6,000 ※いずれも8月3日表層	なし

表4 水質測定結果

調査月日	地点	水温 (℃)		塩分		酸素飽和度 (%)		DIN (μg-at/l)		P O ₄ -P (μg-at/l)		クロロフィルa (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21年 4月20日	1	18.47	18.98	32.94	33.33	107	107	0.33	0.49	<0.01	0.02	0.53	1.19
	3	15.64	12.15	33.14	33.32	107	109	0.12	0.43	0.02	0.03	0.32	0.32
	10	17.35	18.07	33.23	33.38	107	105	0.37	0.42	<0.01	0.74	0.32	0.51
	11	17.25	18.57	33.29	33.39	109	98	0.91	0.47	0.24	0.02	1.06	2.25
	12	17.25	18.50	33.36	33.40	105	96	0.53	0.78	<0.01	0.07	0.22	3.19
	13	16.52	18.43	33.39	33.38	100	100	4.55	6.08	0.12	0.19	1.18	1.39
	平均	17.1	15.8	33.33	33.47	106	103	1.14	1.44	0.13	0.18	0.61	1.48
平成21年 5月12日	1	20.2	19.9	33.36	33.42	103	100	0.94	1.77	0.04	0.02	0.13	1.59
	3	18.0	14.1	33.10	33.33	110	94	0.86	1.10	0.08	0.14	0.64	1.71
	10	20.1	19.3	33.32	33.35	106	104	0.66	0.23	0.05	0.05	0.32	0.64
	11	20.5	18.9	33.27	33.32	107	101	0.79	0.23	0.05	0.25	0.85	2.89
	12	19.3	19.2	33.35	33.36	103	96	0.76	0.54	0.03	0.04	1.07	1.50
	13	19.7	18.3	33.37	33.51	105	99	1.83	0.42	0.03	0.05	1.08	2.14
	平均	19.6	18.0	33.30	33.38	106	99	0.97	0.72	0.05	0.09	0.63	1.75
平成21年 6月25日	1	24.7	23.1	31.66	33.24	107	76	0.62	1.54	<0.01	<0.01	4.28	3.19
	3	23.0	17.1	33.11	33.53	103	74	0.79	1.23	0.01	0.06	0.45	1.25
	10	24.9	22.6	32.00	33.27	108	69	1.08	1.28	<0.01	0.13	1.89	2.51
	11	24.7	23.3	32.68	33.24	104	61	0.54	1.92	<0.01	0.16	1.40	2.82
	12	24.6	23.9	32.97	33.13	99	89	2.11	1.24	0.02	0.09	3.00	5.09
	13	24.2	23.5	33.44	33.46	97	82	0.79	0.70	<0.01	0.04	2.00	3.28
	平均	24.4	22.3	32.64	33.31	103	75	0.93	1.32	0.02	0.10	2.17	3.01
平成21年 7月17日	1	26.9	25.7	31.28	31.72	104	42	2.25	1.22	<0.01	0.06	1.72	1.80
	3	24.8	20.9	31.73	33.10	99	55	0.44	1.35	<0.01	0.14	0.74	0.83
	10	26.1	25.0	31.24	31.79	102	39	0.22	1.81	<0.01	0.04	2.20	3.29
	11	26.2	25.2	31.16	31.75	96	82	3.01	1.44	0.12	<0.01	3.87	1.39
	12	25.9	25.4	31.33	31.64	98	58	1.14	2.50	<0.01	0.07	1.64	2.90
	13	25.6	25.2	31.53	31.89	101	78	1.00	3.33	<0.01	0.09	1.50	2.97
	平均	25.9	24.6	31.39	31.98	100	59	1.34	2.05	0.12	0.08	1.95	2.20
平成21年 8月12日	1	23.3	27.6	29.28	29.79	92	38	1.87	1.89	0.05	0.11	0.74	1.38
	3	23.3	21.5	30.42	33.09	100	46	0.97	1.23	0.03	0.15	0.42	1.08
	10	23.5	26.0	29.77	31.03	102	39	0.33	1.70	0.02	0.09	0.65	1.69
	11	23.8	26.9	29.83	30.35	100	43	1.23	0.99	0.04	0.07	1.47	1.47
	12	23.6	27.8	29.35	29.79	101	66	1.00	1.39	0.02	0.06	2.09	2.19
	13	23.4	26.8	29.59	30.48	102	59	0.48	2.64	0.03	0.27	0.84	3.14
	平均	23.5	26.1	29.54	30.76	100	43	0.95	1.65	0.03	0.13	1.04	1.82
平成21年 9月17日	1	25.9	26.0	31.61	31.96	97	94	1.05	2.10	0.04	0.20	1.18	1.91
	3	25.2	23.0	32.12	32.67	94	40	0.28	1.85	0.06	0.29	0.54	1.61
	10	25.0	25.6	31.69	31.71	95	89	0.80	1.19	0.09	0.10	1.51	2.38
	11	25.9	25.5	31.77	32.04	100	91	0.63	2.69	0.17	0.10	1.19	1.93
	12	25.6	25.5	31.99	32.04	95	90	1.84	0.60	0.07	0.11	2.23	2.38
	13	25.2	25.1	32.68	32.76	95	92	1.41	1.75	0.04	0.10	4.25	4.20
	平均	25.6	25.1	32.01	32.23	96	79	0.93	1.70	0.06	0.15	1.82	2.40
平成21年 10月20日	1	21.0	21.0	32.71	32.71	95	94	0.65	1.70	0.22	0.15	2.31	2.13
	3	22.3	22.3	32.79	32.79	94	92	1.36	1.60	0.42	0.37	2.24	3.35
	10	20.9	20.9	32.66	32.69	95	94	0.59	0.40	0.11	0.10	1.93	2.51
	11	20.9	20.9	32.59	32.59	96	96	1.01	1.44	0.12	0.11	2.36	2.43
	12	20.9	20.9	32.62	32.63	96	76	0.44	0.63	0.15	0.13	3.54	2.58
	13	21.1	21.2	32.96	32.98	99	98	2.00	2.03	0.18	0.10	4.31	5.41
	平均	21.2	21.2	32.72	32.73	96	92	1.14	1.30	0.20	0.17	2.87	3.07
平成21年 11月24日	1	13.0	15.4	31.69	32.60	108	92	0.82	1.66	0.12	0.18	2.62	2.62
	3	17.3	32.78	32.76	33	91	92	3.14	3.14	0.45	0.49	1.40	1.50
	10	13.0	14.4	31.99	32.27	100	88	2.33	2.52	0.25	0.22	3.13	4.19
	11	14.6	14.6	32.35	32.35	98	86	1.81	1.62	0.19	0.22	4.36	3.45
	12	14.5	14.4	32.26	32.29	95	94	3.74	2.94	0.26	0.26	4.13	4.22
	13	15.0	15.0	32.20	32.21	93	92	6.18	7.23	0.44	0.45	1.82	2.36
	平均	14.8	15.2	32.25	32.41	97	94	3.00	3.20	0.23	0.20	2.82	3.05
平成21年 12月22日	1	11.5	11.4	33.03	33.04	99	100	1.33	1.23	0.23	0.28	4.77	5.15
	3	11.0	11.0	32.67	32.69	94	89	2.40	3.43	0.41	0.43	1.61	2.65
	10	11.2	11.1	33.01	33.01	101	101	1.35	1.28	0.27	0.31	3.78	4.29
	11	8.8	9.1	32.25	32.35	100	100	0.99	1.00	0.10	0.15	3.86	4.94
	12	9.0	9.0	32.33	32.35	99	89	1.44	1.62	0.10	0.11	5.24	4.79
	13	9.6	9.9	32.71	32.79	96	97	2.93	3.54	0.20	0.26	4.53	4.12
	平均	10.3	10.4	32.70	32.74	98	97	1.74	2.03	0.23	0.26	3.87	4.31
平成22年 1月18日	1	6.37	6.87	32.96	32.96	100	100	2.62	2.61	0.10	0.12	0.82	0.38
	3	6.62	7.65	33.36	33.49	100	103	1.98	1.55	0.19	0.12	0.54	1.39
	10	6.33	6.12	32.78	32.79	102	101	1.51	1.46	0.09	0.11	1.50	1.53
	11	6.51	6.66	32.95	33.03	105	104	3.23	2.05	0.07	0.06	3.28	6.74
	12	6.78	6.78	33.24	33.25	107	106	0.91	1.60	0.02	0.03	5.05	6.33
	13	3.99	9.80	34.25	34.27	99	38	4.85	5.04	0.17	0.16	4.13	4.42
	平均	7.5	7.3	33.26	33.30	102	102	2.48	2.39	0.11	0.10	2.69	3.67
平成22年 2月18日	1	8.50	8.48	33.05	33.14	102	102	0.55	1.42	0.06	0.04	1.55	1.25
	3	9.49	9.48	33.45	33.45	100	100	0.51	0.30	0.19	0.17	0.53	0.53
	10	8.43	8.42	33.26	33.27	102	102	0.67	1.48	0.05	0.07	1.07	1.28
	11	8.50	8.49	33.27	33.33	103	103	1.38	0.43	0.04	0.05	2.02	1.61
	12	8.55	8.51	33.42	33.45	102	103	1.15	1.73	0.03	0.02	2.15	1.78
	13	8.50	8.51	33.23	33.31	102	101	0.82	1.00	0.03	0.05	1.51	2.42
	平均	8.7	8.6	33.28	33.33	102	102	0.85	1.06	0.07	0.07	1.47	1.48
平成22年 3月19日	1	10.40	10.44	32.32	32.53	104	106	1.46	1.83	<0.01	<0.01	1.58	1.18
	3	10.42	10.39	33.22	33.25	101	101	2.78	1.69	0.10	0.09	1.16	0.62
	10	10.72	10.42	32.84	32.79	106	105	1.13	1.25	<0.01	<0.01	0.65	1.62
	11	10.84	10.58	32.46	32.54	107	105	0.60	1.65	<0.01	<0.01	2.09	2.73
	12	10.75	10.71	32.29	32.56	105	105	1.15	0.84	<0.01	<0.01	2.87	6.27
	13	10.78	10.61	32.53	32.52	105	104	1.95	2.52	<0.01	<0.01	4.40	3.58
	平均	10.7	10.5	32.58	32.70	105	104	1.51	1.60	0.10	0.08	2.13	2.65

漁場環境保全対策事業

(3) 有害生物駆除手法実証事業 (ナルトビエイ)

金澤 孝弘・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近年、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各種の調査を行うとともに、有効利用についても一部試験を行った。

方 法

1. ナルトビエイ捕獲調査

平成 21 年 5 ～ 10 月に、流し刺網漁船を使用して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。

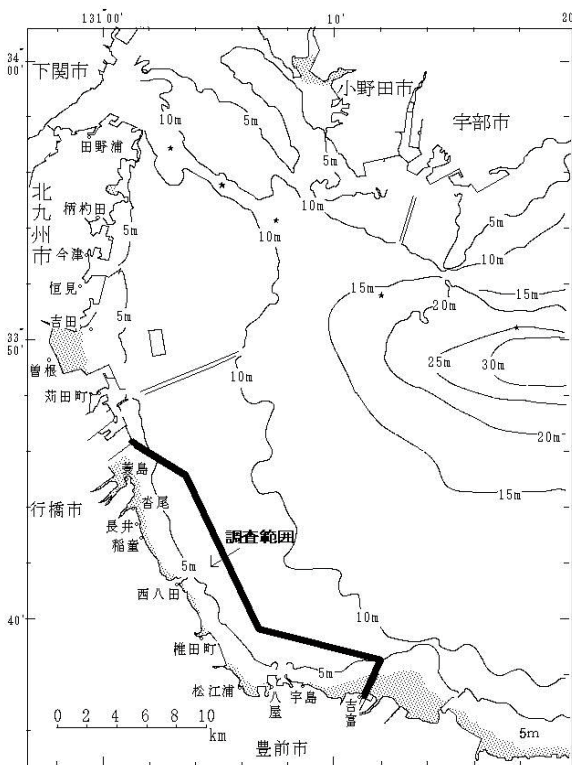


図 1 ナルトビエイ捕獲調査範囲

2. 食害実態調査

捕獲調査で採捕したナルトビエイを調査毎に 1 ～ 4 尾ずつ無作為に抽出し、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た。

3. 標本船調査

中部沿岸域に位置した行橋市漁業協同組合に所属する流し刺網漁業者 1 名を対象に、操業中のナルトビエイ混獲状況について日誌記帳を依頼した。

4. 駆除調査

漁業者が実施した駆除事業のうち、6 月中旬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

捕獲したナルトビエイの月別捕獲尾数および平均体盤幅長等を表 1 に示した。本年度は 5 ～ 10 月にかけて調査毎に 1 ～ 18 尾のナルトビエイを捕獲し、調査期間の合計は 53 尾であった。全個体の平均体盤幅長及び重量は 95.5cm 及び 15.9kg、雌雄の内訳は雄 15 尾（28.3 %）及び雌 38 尾（71.7 %）であった。その間の水温は 17.6 ～ 27.3 °C であった。

一方、5 ～ 6 月に捕獲した雌の胎内に仔魚はみられなかったが、卵とみられる物体（以下、卵と呼ぶ）を確認した。7 月に捕獲した雌の胎内には体盤幅長が 4 ～ 12cm 程度の卵黄を保持した仔魚を、8 月には多数の雌が胎内に産仔直前の仔魚を 1 ～ 6 尾保持していることを確認した。この時期に捕獲した雌から産仔された仔魚を雌雄別に体盤幅長を測定した結果、雄の平均体盤幅長は 20.7cm、雌の平均体盤幅長は 21.5cm で、雌雄比は雄 15 尾（41.7 %）、雌 21 尾（58.3 %）であった。

また、雌雄別の体盤幅長及び重量組成を図 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雌雄別に雄 80.9cm、8.2kg、雌 102.4cm、18.7kg であった。

表 1 捕獲調査における月別捕獲尾数および平均体盤幅長、重量及び雌雄比

調査日	尾数	平均体盤幅長 (cm)	平均重量(kg)	雄数	雌数	雌胎内状況
5月21日	6	96.2	15.3	3	3	卵:2尾
6月18日	13	103.1	19.1	4	9	卵:3尾
7月30日	18	101.3	19.1	1	17	仔1~6体(卵黄保持)
8月26日	8	85.8	12.0	5	3	多数産仔直前
9月29日	7	77.0	6.9	1	6	
10月27日	1	86.0	9.5	1	0	
計	53	95.5	15.9	15	38	
雌雄比				28.3%	71.7%	

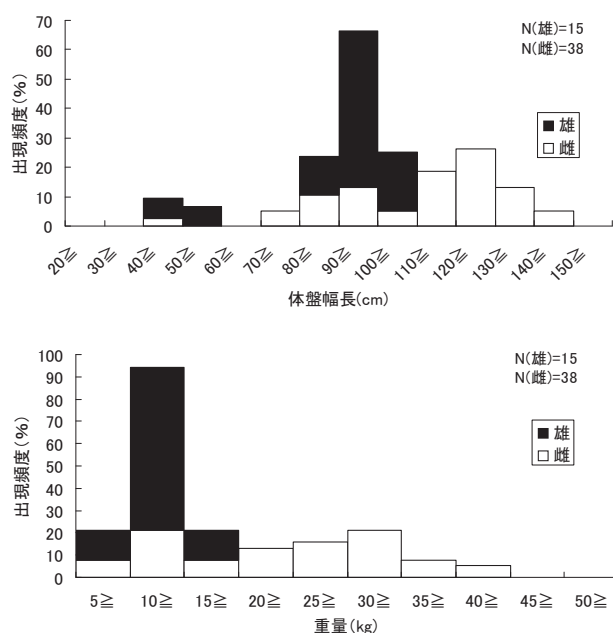


図 2 捕獲調査におけるナルトビエイの体盤幅長（上）及び重量組成（下）

2. 食害実態調査

個体別の胃内容物種類数及び湿重量測定結果を表 2 に示した。胃内容物種類数は 1 尾当たり 0～6 であり、湿重量は最大 409.83g、最小 0.07 g であった。アサリを捕食していた個体は 6 月に捕獲した体盤幅長 80cm の個体、8 月に捕獲した体盤幅長 61cm の個体、9 月に捕獲した体盤幅長 72cm および 81cm の個体、10 月に捕獲した体盤幅長 86cm の個体の 5 個体であった。なお、表中に記載した「8 月 26 日の検体 1」の「分析不能」については胃内の消化液が黒色固化したため同定することができなかったことを示し、軟体部が崩壊し、外形を留めていないものについては不明もしくは消化物として処理した。調査期間を通して種の同定ができた内容物は、マテガイ及びアサリであった。消化され軟体部が崩壊し、種の同定までには至らなかったものとして、フネガイ目、

マルスダレガイ目および二枚貝綱、腹足綱がみられた。

3. 標本船調査

平成 21 年 4～12 月にかけて流し刺網漁船の通常操業中に捕獲したナルトビエイは、操業場所や時期など漁業者の影響を強く受けるものの、ナルトビエイは 4～9 月の間に捕獲された。6～7 月では概ね沿岸域、それ以外の月では沖合での捕獲も多数みられた。捕獲サイズは 10kg 未満の小サイズが大半を占めた。

4. 駆除調査

駆除調査は 6 月中旬から約 2 週間にかけて実施され、約 60 トン駆除した。そのうち、6 月 16 日に駆除したナルトビエイ約 100 尾について体盤幅長、重量及び雌雄比を調査した結果を図 3 に示した。捕獲したナルトビエイの雌雄比は、雄 53.5 %、雌 46.5 %と昨年結果や基礎調査の結果と異なり、雌雄比はほぼ同等であった（昨年²⁾：雄 29.6 %、雌 70.4 %）。捕獲したナルトビエイの平均体盤幅長及び重量は、雄 83.7cm 及び 8.2kg、雌 93.4cm 及び 14.7kg であり、既知³⁾のとおり雌の体サイズが雄よりも大きく、雌雄差が認められた。

これらの結果から、福岡県豊前海には春期から秋期にかけてナルトビエイの来遊・分布がみられており、ナルトビエイの来遊は高水温期であるとの知見³⁾を支持した。また、来遊するナルトビエイは、雌の方が体盤幅長及び重量が大きく、雌の来遊比率も多いことや夏期に入ると卵成熟の進行もみられることから、当海区に来遊するナルトビエイの雌は産仔のためであることが伺えた。一方、今回の調査では空胃個体がみられなかったことから、ナルトビエイは貝類資源全般にも影響を与えることが懸念された。さらに、体盤幅長 35cm の当歳魚の胃内容物からもマテガイやフネガイ目が確認されており、産仔直後から貝類を捕食することが示唆された。今後も各調査を継続的に実施することにより、基礎資料の蓄積を行い、ナルトビエイの生理生態を明らかにし、駆除や防除等の諸対策を検討していくことが重要であろう。

文 献

- 1) 泥谷明子：瀬戸内海におけるナルトビエイ *Aetobatus flagellum* の資源生物学的研究，広島大学大学院生物圏科学研究科生物資源科学専攻 修士論文
- 2) 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

表 2 個体別の胃内容物出現種及び湿重量測定結果

調査日	H21年5月21日												H21年6月18日			
検体No.	検体1			検体2			検体3			検体4			検体1			
体盤幅長 (cm)	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	
腹足綱				8	6.86	3				18	30.48	2	3	3.90	2	
フネガイ科	2	1.16	2							2	1.53	2				
ザルガイ科																
アサリ																
マルスダレガイ科																
バカガイ科	194	220.59	2~3	92	73.45	2				70	75.57	2	27	22.12	2	
マテガイ													13	33.39	2	
二枚貝綱 (貝殻片)	+	10.35	4							+	99.99	3~4	+	34.95	3~4	
軟体動物門 (細片)	+	177.73	3~4	+	48.57	3~4	+	0.07	4	+	14.93	4	+	58.16	3~4	
消化物					20.65	4										
合計	196	409.83		100	149.53		+	0.07		90	222.50		43	152.52		
種類数	4			4				1		5			5			

調査日	H21年6月18日												H21年7月30日			
検体No.	検体2			検体3			検体4			検体1			検体2			
体盤幅長 (cm)	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	
腹足綱							5	8.78	2				24	3	3	
フネガイ科										1	0.01	3				
ザルガイ科	1	3.72	3													
アサリ				3	1.07	3										
マルスダレガイ科																
バカガイ科				7	4.97	2~3	8	7.90	2							
マテガイ				61	66.19	2~3	22	33.02	2~3	+	0.26	3	34	39.06	2~3	
二枚貝綱 (貝殻片)																
軟体動物門 (細片)				+	68.83	3~4	+	107.63	3~4	+	15.76	3~4	+	20.53	3	
消化物	+	5.10	4	+	57.92	4	+	24.03	4					40.49	4	
合計	1	8.82		71	198.98		35	181.36		1	16.03		58	103.17		
種類数	2			6			6			3			5			

調査日	H21年7月30日												H21年8月26日			
検体No.	検体3			検体4			検体1			検体2			検体3			
体盤幅長 (cm)	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	
腹足綱																
フネガイ科																
ザルガイ科																
アサリ										84	14.76	2				
マルスダレガイ科																
バカガイ科																
マテガイ	21	39.45	2	7	12.35	2										
二枚貝綱 (貝殻片)																
軟体動物門 (細片)	+	19.07	3	+	10.32	3~4										
消化物	+	38.72	4	+	28.82	4				+	3.06	4	+	4.52	3~4	
合計	21	97.24		7	51.49					84	17.82		+	4.52		
種類数	3			3			分析不能				3		1			

調査日	H21年8月26日						H21年9月29日						H21年10月27日			
検体No.	検体4			検体1			検体2			検体3			検体1			
体盤幅長 (cm)	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	個体数	湿重量	消化状況	
腹足綱							1	0.03	3							
フネガイ科	1	1.04	2													
ザルガイ科																
アサリ							1	0.12	3	76	9.55	2~3	9	1.92	3	
マルスダレガイ科	11	20.37	2~3													
バカガイ科																
マテガイ	4	3.07	2~3	17	13.45	2~3	22	10.76	3	6	4.83	3	13	12.30	2~3	
二枚貝綱 (貝殻片)																
軟体動物門 (細片)	+	8.90	3~4	+	15.88	2~3	+	38.83	3~4	+	13.17	3~4	+	25.38	3	
消化物	+	33.69	3~4	+	23.70	4	+	19.68	4	+	21.36	4	+	45.06	4	
合計	16	67.07		17	53.03		24	69.42		82	48.91		22	84.66		
種類数	5			4			5			4			4			

注：個体数の+は計数不能を、湿重量の0.0は0.1g未満を示す。

消化状況

1：あまり消化されていない。軟体部は外形・肉質とも未消化のものに近い。

2：やや消化がすすむ。軟体部の外形は保持されているが、肉質はもろくなり始めている。

3：かなり消化がすすむ。軟体部は外形が崩れ始め、肉質はもろい。

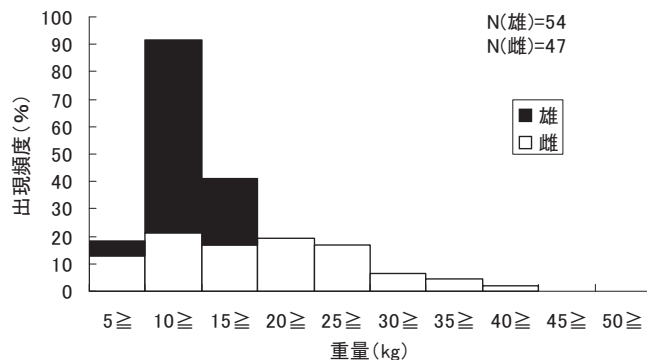
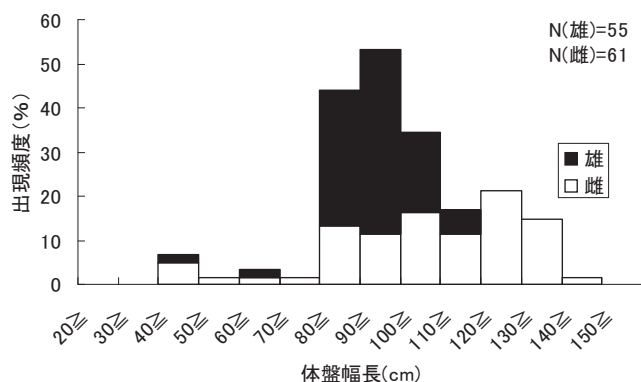


図 3 駆除調査におけるナルトビエイの体盤幅長 (左) 及び重量組成 (右)

3) 伊藤龍星，福田祐一，平川千修，林享次：大分県におけるナルトビエイ食害被害とエイの飼育観察，アサリ資源全国協議会シンポジウム発表要旨集，2006

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・金澤 孝弘・中川 浩一

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、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、関係三県（山口県、福岡県、大分県）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*赤潮が伊予灘や豊後水道まで移流、拡散し漁業被害を引き起こす事例が発生していることから、本年度より監視体制を強化するため、関係6県（広島県、山口県、福岡県、大分県（浅海、上浦）、宮崎県、愛媛県）7機関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21年6月から9月までの間に、原則として2週間に1回（予備調査含め、周防灘は計6～7回、豊後水道は計5～6回）行った。

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		9月	
		中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬
周 防 灘	山口県	6月12日	6月25日		7月23日	7月28日	8月6日	8月12日	
	福岡県	6月9日	6月25日	7月7日	7月17日	7月28日	8月6日	8月12日	
	大分県(浅海)	6月8日	6月25日	7月9日	7月16日	7月28日	8月4日	8月12日	
豊 後 水 道	大分県(上浦)		6月27日	7月7日	7月23日			8月11日	8月19日
	宮崎県		6月25日	7月7日	7月17日	7月28日		8月12日	
	愛媛県		6月25日	7月3日	7月17日	7月28日	8月7日	8月11日	
広 島 湾	広島県	6月11日		7月10日	7月22日			8月11日	8月20日 9月16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, DIP, クロロフィル a, 及び全珪藻細胞数を測定、計数した。

結果および考察

1. プランクトンの出現と水質環境の推移

(1) 対象プランクトン

・*Karenia mikimotoi* (図2)。

(周防灘)

6月中旬に低密度に確認され、7月上旬になるとStn. O15, O17の5m層で19.6～44 cells/ml確認され、7月中旬にはStn. F11, O13で200 cells/mlを超えた。7月下旬にはStn. O16, O13で230～310cells/ml確認され、周辺海域でも数十細胞レベルの出現がみられたが、8月上旬にはStn. O9, F10で0.67～4.33cells/ml確認されたほかは、全ての海域で確認されなかった。その後、8月中旬にStn. F6で21.33 cells/mlと若干の増加が認められたが、その後、増殖は確認されず8月下旬には消滅した。

(豊後水道・別府湾)

周防灘に遅れて6月下旬に0.33～1.00cells/mlと低密度で広範囲に確認された。7月上旬になると出現範囲は若干広まり、7月中旬にStn. O6で10cells/mlを超えた。その後、7月下旬に愛媛県海域でやや増加し、8月上旬にStn. E6で213.33cells/ml確認されたが、その後は減少し、8月下旬にはほぼ消滅した。

・*Cochlodinium polykrikoides* (図3)

(周防灘)

7月上旬から8月中旬にかけて福岡県海域と大分県海域

で低密度に確認され、最高細胞数は7月中旬にStn. 013で6.66cells/mlであった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬から7月下旬にかけて大分県海域と愛媛県海域で低密度に確認され、最高細胞数は6月下旬にStn. E4で4.33cells/mlであった。

・ *Heterocapsa circularisquama*

(周防灘)

6月中旬に山口県海域で低密度に確認され、最高細胞数は6月中旬にStn. Y3で0.67cells/mlであった。

(豊後水道・別府湾)

確認されなかった。

・ *Chattonella antiqua + marina* (図4)

(周防灘)

6月下旬に福岡県海域と大分県海域を中心に広範囲で確認されはじめ、7月中旬まで低密度で推移した。7月下旬には福岡県から大分県沿岸で20~40cells/mlまで増加し、調査地点外の大分県沿岸域では100cells/mlを超えた。福岡県の荇田港内では8月上旬に赤潮状態となり、最高細胞数で48,000cells/ml認められたが、短期間で消滅し漁業被害は認められなかった。その後、8月中旬以降ほとんど確認されなかった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬から8月中旬にかけて低密度に確認され、最高細胞数は7月下旬にStn. 06で2.70cells/mlであった。

・ *Heterosigma akashiwo*

(周防灘)

6月中旬から8月上旬にかけて低密度に確認され、最高細胞数は6月下旬にStn. F6で53.33cells/mlであった。

(豊後水道・別府湾)

6月下旬から7月下旬にかけて大分県海域と宮崎県海域で低密度に確認され、最高細胞数は6月下旬にStn. 01, 010で0.66cells/mlであった。

(2) 水質環境

・ 水温

5m層(豊後水道・別府湾は10m層)の水平分布を図5に、5m層(豊後水道・別府湾は10m層)の各海域平均値の推移を図8, 9に示した。平均値は、周防灘では20.3~27.9℃, 豊後水道・別府湾では20.0~25.3℃の範囲で推移した。周防灘では、調査開始から各海域とも上昇傾向を示したが、7月下旬の豪雨によりやや横這い状態となり、8月上旬に再び上昇した。豊後水道・別府湾の大分県海域では調査期間中、緩やかな上昇傾向にあったが、愛媛県海域と宮崎県海域では7月にいったん低下し、8月に

再び上昇した。

・ 塩分

5m層(豊後水道は10m層)の水平分布を図6に、5m層(豊後水道は10m層)の各海域平均値の推移を図10, 11に示した。平均値は周防灘では28.67~33.42, 豊後水道・別府湾では32.97~34.32の範囲で推移した。周防灘では7月下旬の豪雨により急激な塩分低下がみられ、7月下旬には30を下回る低塩分化が広範囲に認められた(最低値: 27.82 (Stn. F8))。その後、8月上旬にやや回復するも、8月中旬に再び低下し30台で推移した。豊後水道・別府湾では、大分県海域は調査期間中、緩やかに低下し、愛媛県、宮崎県海域では横這いから緩やかな低下傾向で推移した。

・ 酸素飽和度 (%)

周防灘における底層の水平分布を図7に、底層の各海域平均値の推移を図12に示した。各海域とも調査開始から緩やかに低下し、7月下旬から福岡県海域を中心に急激な低下がみられ、8月上旬から再び上昇した。貧酸素水塊(3ppm, 概ね43%以下)は7月中旬以降、福岡県と大分県の沿岸域を中心に広い範囲で確認された(最低値: 17.0%, (Stn. F11))。

・ 鉛直安定度(成層の発達度)

鉛直安定度は以下のように求め、周防灘における各海域の平均値の推移を図13に示した。

$$\text{鉛直安定度} = \text{上層と下層の海水密度差} \div \text{水深差} \times 10^3$$

各海域とも7月中旬まで低めで推移したが、7月下旬には福岡県海域と大分県海域で急激な上昇が認められ、その後減少した。

* Sverdrup, H. U., M. W. Johnson & R. H. Fleming (1942). The oceans. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.

2. 代表点における栄養塩濃度と珪藻数の推移

(1) 栄養塩(DIN, DIP: 表層, 5m層, 底層の平均)

周防灘の代表点における各層の平均値の推移を図14, 16に、豊後水道・別府湾における各層の平均値を図15, 17に示した。

(周防灘)

DINは福岡県海域と大分県海域では類似した変動傾向を示し、7月中旬まで3μM以下で推移し、7月下旬に増加したが、再び低下した。一方、山口県海域では6月下旬と7月下旬に6μMを超えたが、その後は低下した。DIPもDINと類似した変動傾向を示し、7月下旬に山口県海域で急激な上昇がみられ0.3μMを超えたが、福岡県海域と大分県海域では期間を通じて0.2μM以下で推移した。

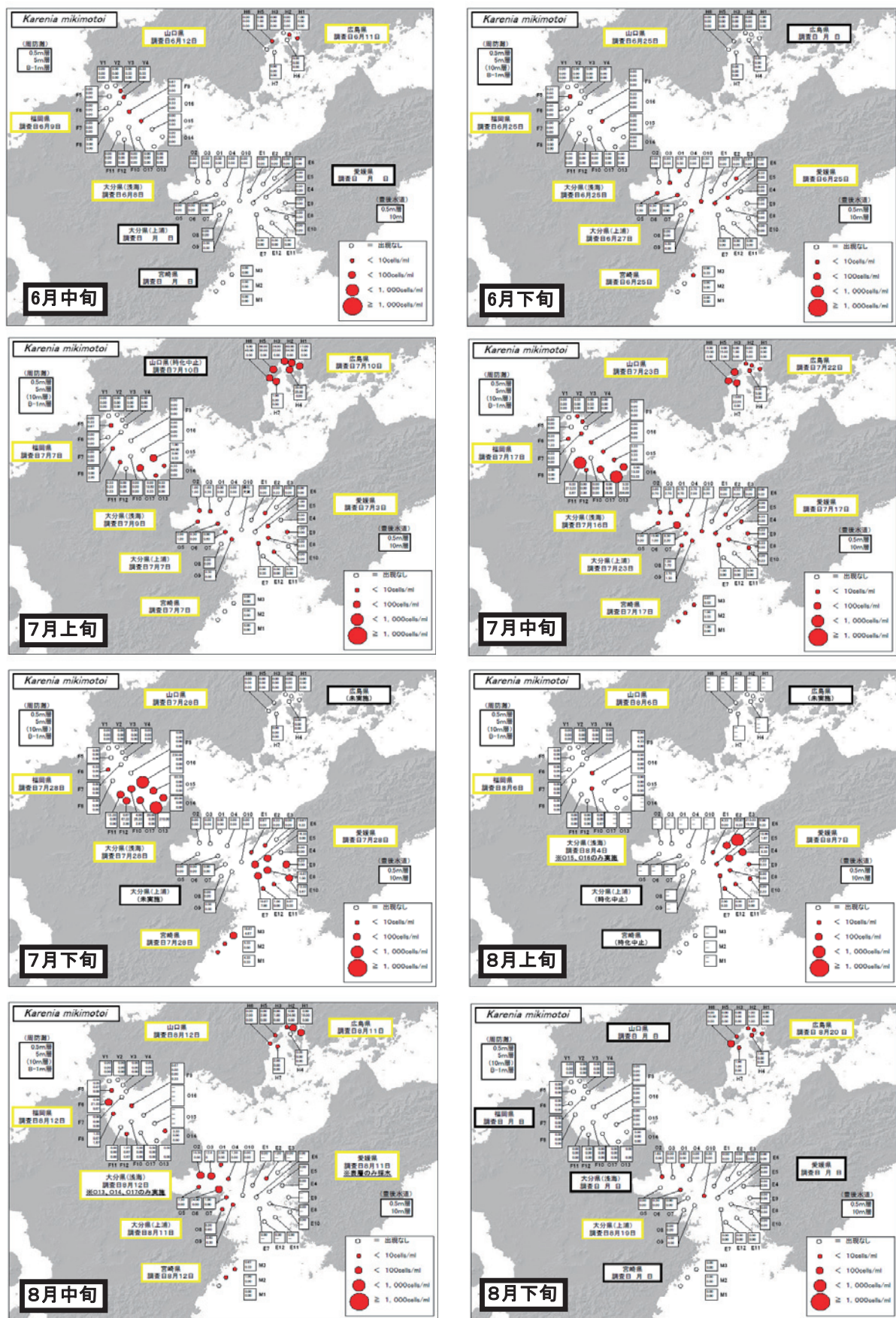


図2 *Karenia mikimotoi*の出現状況

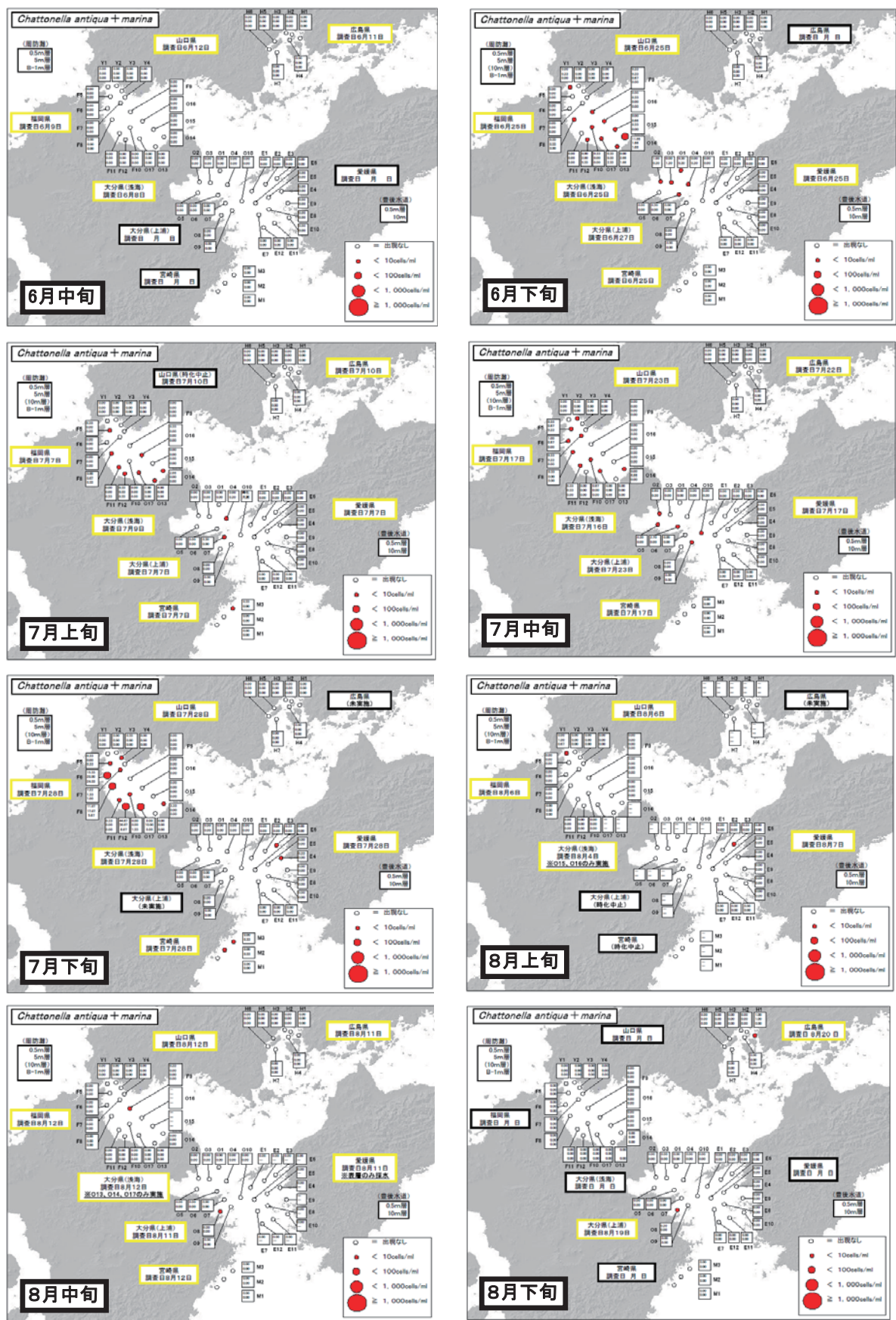


図4 *Chattonella antiqua + marina*の出現状況



図5 水温(°C)の水平分布(周防灘:5m層, 豊後水道・別府湾:10m層)

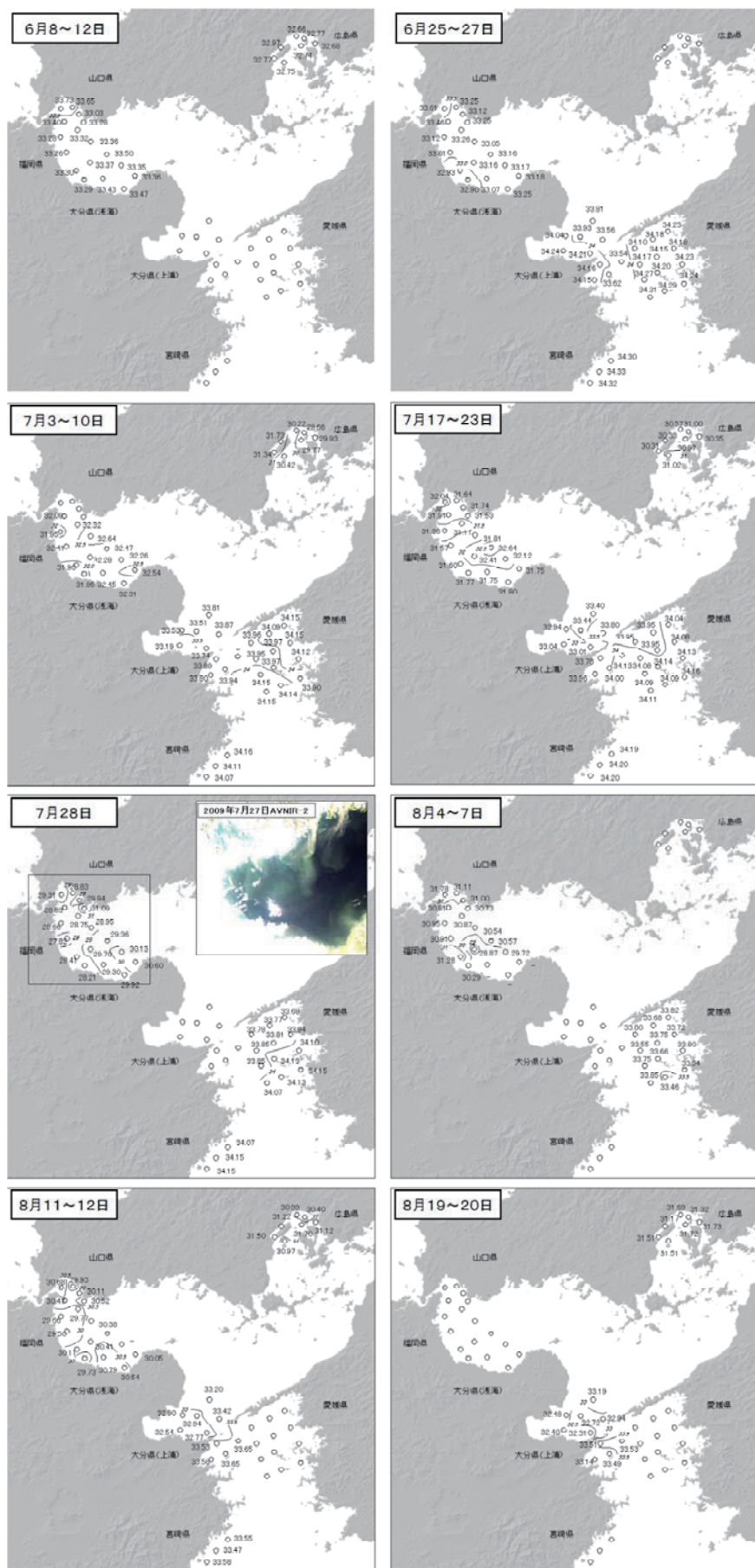


図6 塩分の水平分布（周防灘：5m層，豊後水道・別府湾：10m層）

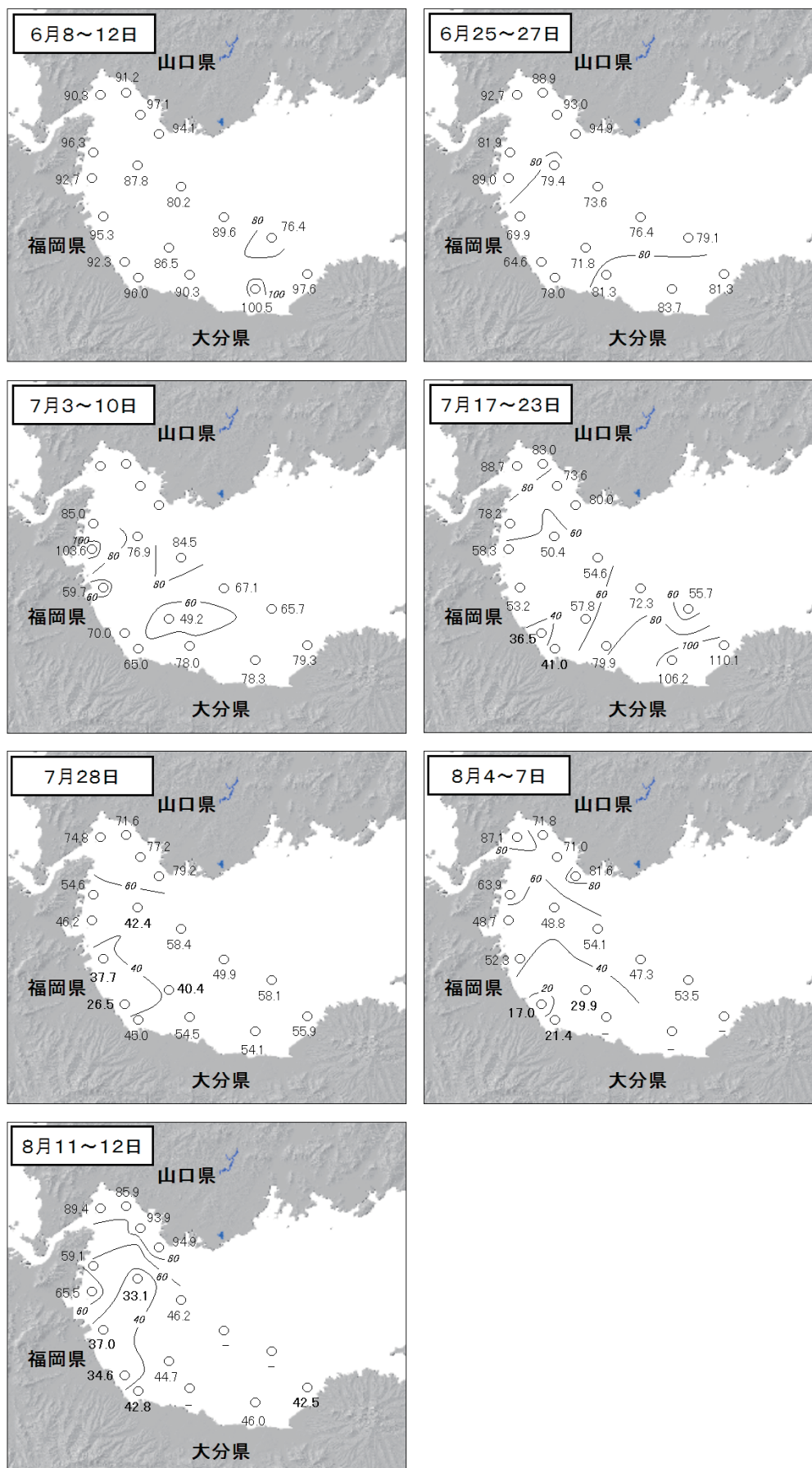


図7 酸素飽和度(%)の水平分布(周防灘：底層)

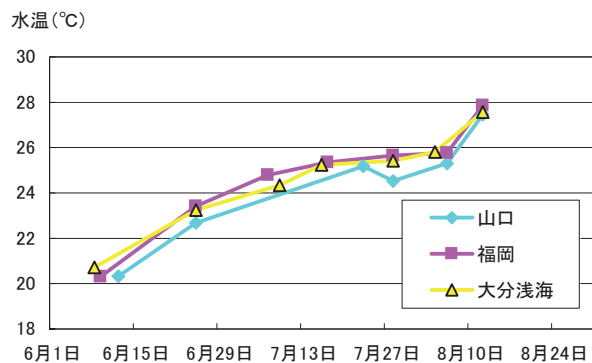


図8 周防灘における水温の推移
(5m層の平均)

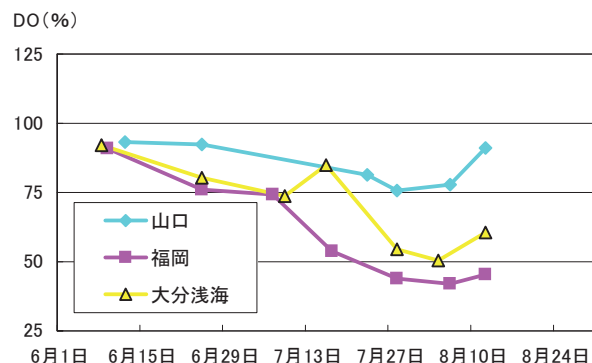


図12 周防灘における溶存酸素飽和度の推移
(底層の平均)

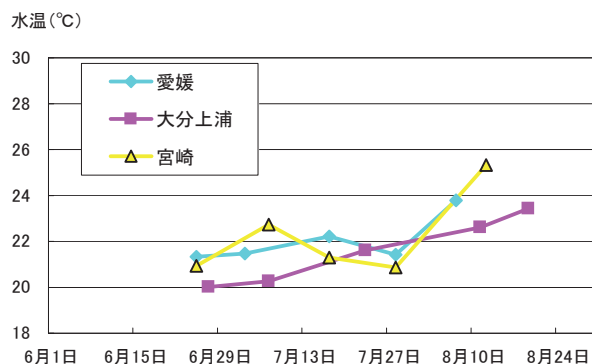


図9 豊後水道・別府湾における水温の推移
(10m層の平均)

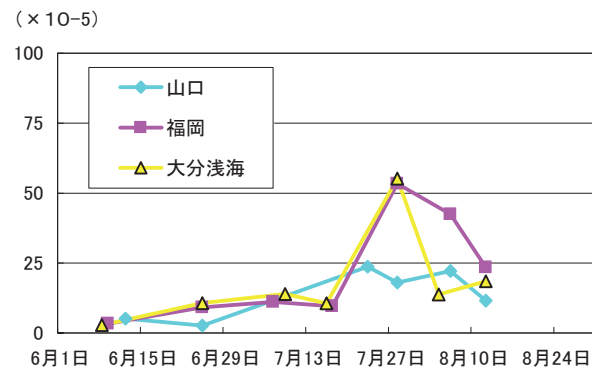


図13 周防灘における鉛直安定度の推移
(各海域の平均)

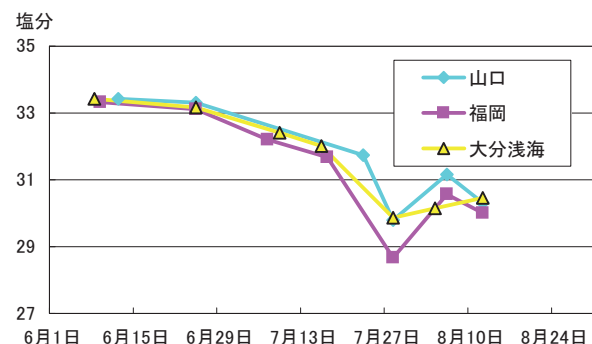


図10 周防灘における塩分の推移
(5m層の平均)

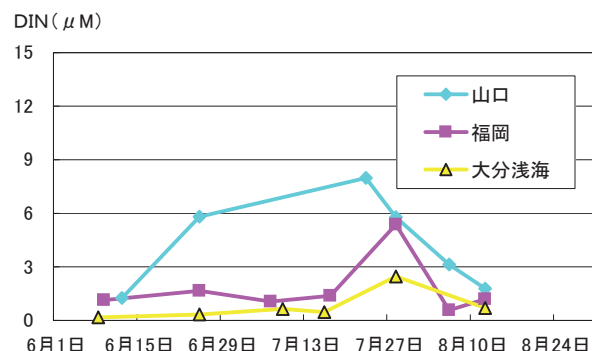


図14 周防灘におけるDINの推移
(代表点0.5, 5, B-1m層の平均)

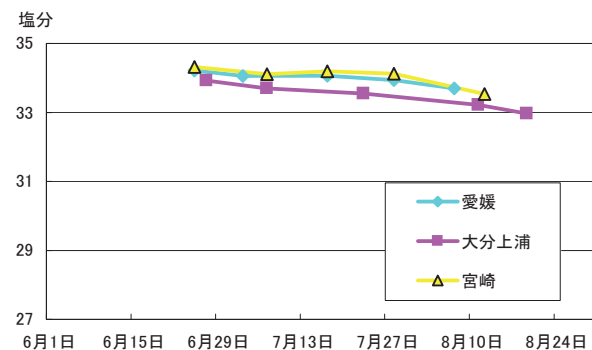


図11 豊後水道・別府湾における塩分の推移
(10m層の平均)

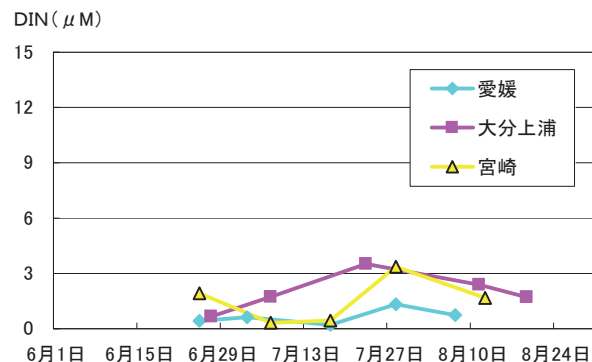


図15 豊後水道・別府湾におけるDINの推移
(0.5, 10m層の平均)

(豊後水道・別府湾)

DIN は7月下旬に緩やかな上昇が見られ、7月下旬に大分県海域と宮崎県海域で $3\mu\text{M}$ を超えたが、期間を通じ低めの値で推移した。DIP は大分県海域では期間を通じ $0.2\mu\text{M}$ 前後で推移し、愛媛県海域と宮崎県海域では6月下旬以降低めに推移していたが、7月下旬から8月上旬にかけて上昇した。

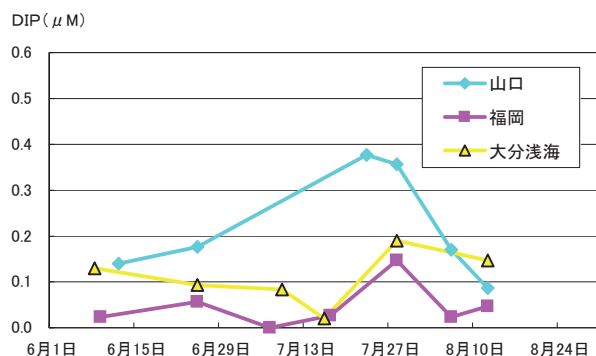


図16 周防灘におけるDIPの推移
(代表点0.5, 5, B-1m層の平均)

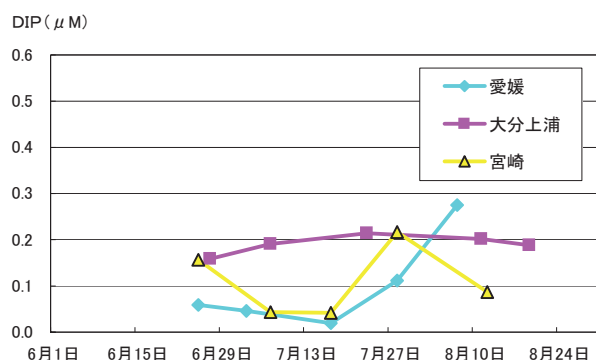


図17 豊後水道・別府湾におけるDIPの推移
(0.5, 10m層の平均)

(2) 全珪藻類細胞数(表層, 5m層, 底層の平均)

山口県海域は、概ね $500\sim 1,400\text{cells/ml}$ で推移した。福岡県沿岸は、概ね $1,000\text{cells/ml}$ 以下で推移したが、7月上旬に $3,300\text{cells/ml}$ まで増加し、その後は減少した。大分県海域は、概ね $10\sim 200\text{cells/ml}$ と調査期間を通じて非常に少なめで推移した。優占種は調査期間を通じて *Chaetoceros* spp., *Skeletonema* spp., *Nitzschia* spp. であった。(図18)

3. 気象(降水量, 日照時間)

気象庁気象統計情報電子閲覧サイト¹⁾ 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19に示した。

降水量は5月上旬から7月中旬にかけて平年を下回って推

移し、特に6月中旬には全く降雨が見られなかった。一方、7月下旬には西日本で梅雨前線の活動が非常に活発化し、中国・九州北部地方では豪雨が発生し、各地で洪水や土砂崩れなどの災害が発生した。7月下旬の降水量は 396mm (平年の約6倍)であった。8月中旬には台風9号の影響で平年を上回る降水が見られたが、その後は平年を大きく下回って推移した。日照時間については6月は平年を大きく上回り、7月は平年を大きく下回るといった特徴的な年であった。

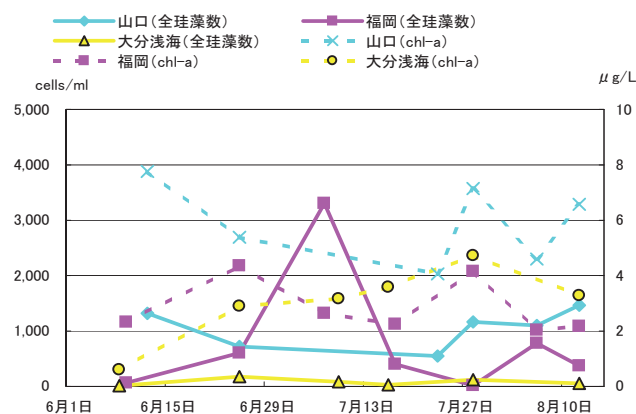


図18 周防灘における全珪藻類細胞数とクロロフィルa量の推移
(代表点全層の平均)

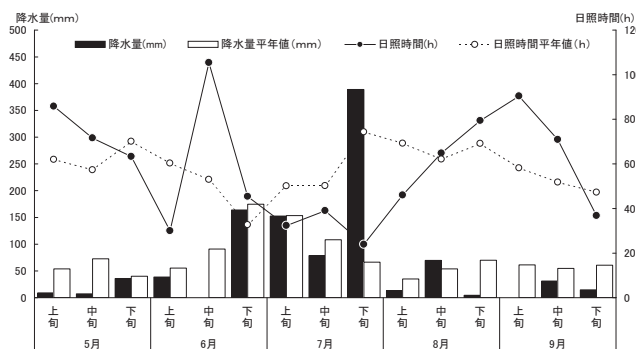


図19 行橋気象観測点における5月から9月までの降水量と日照時間の旬別積算値の推移

4 今年度の赤潮発生についての考察

周防灘西部における降水量は5月上旬から7月中旬にかけて平年を下回って推移し、特に6月中旬には全く降雨が見られなかった。6月から8月にかけての積算降水量は 916mm (平年比 113%)と平年を上回ったが、その多くは7月下旬の豪雨のよるものであり、6月だけを見ると 202.5mm (平年比 63%)と平年を大きく下回った。また、6月の積算日照時間は 180.8時間 (平年比 124%)と長く、平均塩分濃度は 33.30 (平年値 32.25)と高めであった。*K. mikimotoi* が6月下旬から7月上旬にかけて増殖しにくかったのは、このような気象条件により、本種による大規模被害が発生した平成18年度に認められたような7月上旬の低塩分高水

温水塊による躍層の発達²⁾が弱く、貧酸素水塊も発生せず、増殖適水温の25℃³⁾に向かう7月上、中旬のDIN 濃度も非常に低く推移したことが原因と考えられる。

その後は、7月下旬の降水量が396mm（平年の約6倍）を記録し、周防灘全域で急激な塩分低下が認められ、福岡県海域と大分県海域で躍層が急速に発達、豊前海地先では貧酸素水塊が発生し、陸域からの流入と底泥からの溶出と見られるDINの増加が認められた。しかし、この時期の水温は既に*K. mikimotoi*の増殖適水温³⁾を超えており、その後は増殖できず消滅したことが推察される。

本年度は、調査海域において、*K. mikimotoi* 赤潮の発生はなかったが、7月上旬に臼杵湾、別府湾、佐伯湾、猪串湾で、7月中旬に愛媛県宇和島湾、岩松湾で赤潮が発生し、佐伯湾、猪串湾では漁業被害が発生した（最高細胞数92,000cells/ml（7/21、宇和島湾））。また、周防灘では、6月下旬から*Chattonella*属の増殖がみられ、8月3日に調査海域外の福岡県の荏田港内で*C. antiqua*による赤潮の発生も認められている（最高細胞数：48,000cells/ml）。このように、今年度は局所的な「地場発生型」の*K. mikimotoi* 赤潮は発生したが、周防灘を起源とする「移流・拡

散型」の赤潮の発生はみられなかった。

しかしながら、本年度から本事業を通じて新たに構築された瀬戸内海西部の広域監視体制により、有害種が低密度で確認された場合においても、関係県が出現動向をリアルタイムに把握して情報を共有することができた。このことにより、これまで以上に早い段階での漁業漁業被害の防止、軽減対策が可能となるであろう。今後も起こりうる可能性のある大規模赤潮に備えるためにも、この広域監視体制をさらに強固なものにしていきたい。

文 献

- 1) 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>)
- 2) 江藤拓也・俵積田貴彦：2006年夏に周防灘西部海域で発生した*Karenia mikimotoi*赤潮，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第18号，107-112.（2008）
- 3) 社団法人 日本水産資源保護協会：有害・有毒赤潮の発生と予知・予防，111-114.（2000）

有明海漁業振興技術開発事業

－放流マナマコの種苗生産－

中村 優太・中川 浩一

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

産卵誘発は3月16日から6月9日までに7回実施した。誘発方法は、親ナマコの飼育水温より5℃程度昇温させる方法とクビフリン注射による方法で行った。受精卵は洗卵後、0.5t ポリエチレン水槽に収容してふ化させた。翌日にふ化した浮遊幼生は計数後、幼生飼育水槽へ収容した。

2. 浮遊幼生飼育

浮遊幼生の飼育は0.5t または1 t のポリエチレン水槽に1～2個体/ml の密度で収容して開始した。餌料は *Chaetoceros gracilis* を給餌し止水で飼育した。浮遊幼生は、そのまま飼育水槽中に着底させ、着底した稚ナマコは稚ナマコ飼育水槽へ収容した。ただし、5回次における浮遊幼生飼育はアウリクラリア後期以降の幼生を屋外2 t の稚ナマコ付着水槽に収容し着底させた。

3. 稚ナマコ飼育

着底した稚ナマコは屋外2 t 水槽と室内3 t 水槽に収容し、流水飼育した。屋外2 t 水槽では1.8～6万尾/t で収容し、餌料はナイロンアサリネットまたは波板に付着させた付着けい藻を与え、適宜粉末海藻を与えた。室内3 t 水槽では目合い150 μ m のミューラーガーゼで作った生け簀内で飼育し、2～11.5万尾/t で収容した。生け簀内の水が滞らないようにエアリフトで常時、生け簀内外の水を交換した。餌料は *Chaetoceros gracilis* を与え、適宜粉末海藻を与えた。

結 果

1. 採卵

アオナマコの産卵誘発結果を表1に示した。産卵誘発

は3月16日から6月9日まで行い、約6900万個の卵から約4200万個体のふ化幼生を得た。

2. 浮遊幼生飼育

浮遊幼生の飼育結果を表2に示した。アオナマコは、5回の飼育によりふ化幼生約4200万個体を飼育し、計約170万尾の稚ナマコを得た。5回の浮遊幼生飼育のうち稚ナマコを得たのは3回であった。なお、5回次に行ったアウリクラリア後期以降の幼生を稚ナマコ付着水槽へ収容した飼育は、幼生収容2日後、わずかに稚ナマコの確認はできたものの7月25日時点では全く確認できなくなったため飼育中止とした。

3. 稚ナマコ飼育

稚ナマコ飼育結果を表3に示した。7回の稚ナマコ飼育を行い、0.3mm の稚ナマコ約80万尾を収容して、6～25mm の稚ナマコ約3万尾を得た。生残率は0.4～32.4%であった。生産した稚ナマコは、有明海へ移送し、放流種苗に用いた。

表1 産卵誘発結果

採卵日	誘発法	反応	採卵数 ($\times 104$)	ふ化幼生数 ($\times 104$)	ふ化率 (%)
H20.3.16	昇温	無	－	－	－
H20.3.26	昇温、クビフリン注射	有	1000	600	60
H20.3.30	昇温	無	－	－	－
H20.4.28	昇温、クビフリン注射	有	1000	185	19
H20.5.2	クビフリン注射	有	750	500	67
H20.5.13	クビフリン注射	有	2000	1400	70
H20.6.9	クビフリン注射	有	2100	1520	72
合計			6850	4205	

表 2 浮遊幼生の飼育結果

回次	開始時		終了時		
	月日	収容幼生数 ($\times 10^4$)	月日	稚ナマコ数 ($\times 10^4$)	生残率 (%)
1	3.28	600	—	—	—
2	4.29	185	5.25, 27	18	10
3	5.3	500	5.17, 29	0.5	0.1
4	5.14	1400	6.5, 12, 15, 20, 23	150	11
5	6.10	1520	6.23	※	—
合計		4205		168.5	

※アウリクラリア後期以降の幼生で移した

表 3 稚ナマコ飼育結果

回次	開始時			終了時		
	月日	水槽	収容稚ナマコ数 ($\times 10^4$)	月日	取り上げ 稚ナマコ数 ($\times 10^4$)	生残率 (%)
1	5.25	屋内3t水槽	6	6.1	飼育中止	
2	5.27	屋内3t水槽	12	6.1	飼育中止	
3	6.5	屋内3t水槽	12	7.31	0.4	3.3
4	6.12	屋内3t水槽	12	8.1	0.5	4.2
5	6.15	屋内3t水槽	21	10.2	0.6	2.9
6	6.20	屋外2t水槽	12	10.2	0.05	0.4
7	6.23	屋外2t水槽	3.7	10.2	1.2	32.4
合計			78.7		2.75	