

浅海干潟研究部

漁場環境モニタリング事業 I

(一部国庫交付金)
昭和 39 年度～継続

(浅海定線調査及び内湾調査)

1 緒言

この調査は、有明海及び八代海における海況を定期的に把握し、海況・漁況の長期変動を予測するための基礎資料を得ることを目的とした。

2 方法

- (1) 担当者 多治見誠亮、吉村直晃、増田雄二、中村真理、川崎信二
 (2) 調査方法 調査内容及び実施状況は表 1、調査定点は図 1 のとおり。

表 1 浅海定線調査・内湾調査実施状況

調査月日	調査月日		調査船及び観測点数	観測層 (m)	観測項目	
	有明海	八代海				
4月	14~15	16~17	ひのくに及びあさみ	0	水温	
5月	29~30	15~16		5	塩分	
6月	26~27	12~13		10	透明度	
7月	28~29	14		20	DO*	
8月	27~28	11~12		30	COD*	
9月	24~25	11~12		底層	(アルカ法)	
10月	23~24	9		有明海	(海底	
11月	25~26	10~11		18点	上1m)	栄養塩*
12月	22、24	8~9		八代海		総窒素・リン*
1月	19~20	6~7		19点		プランクトン**
2月	19~20	6				(沈殿量)
3月	19~20	2				(組成)
						Chl-a***

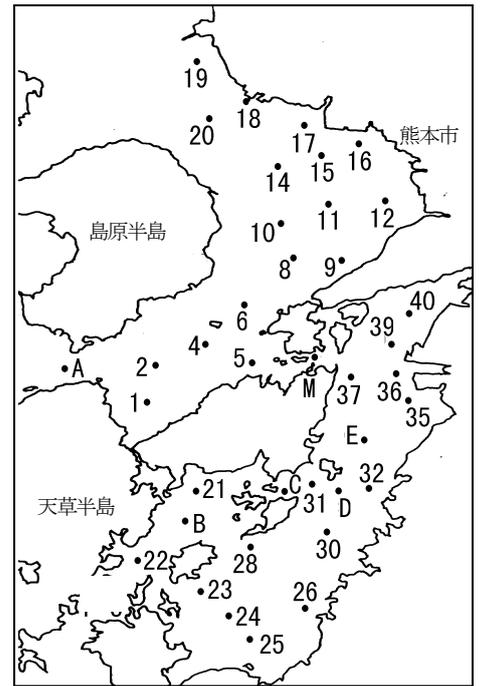


図 1 浅海定線・八代海定線調査定点

* 5m層のみ。 ** 5mの鉛直引き(有明海11点、八代海9点)。 *** 有明海の0mのみ。

また、平年値との比較を「偏差(当該月観測値-平年値)÷δ(1974~2013年度の各月標準偏差)」から算出し、図中に次の□~■で表示した(平年値は1974~2013年度に実施した各項目の月平均値を用いた。ただし、項目及び海域によって開始年度が異なる。)

□甚だ低め < -2.0 < ○かなり低め < -1.3 < △やや低め < -0.6 < - 平年並み < 0.6 < ▲やや高め < 1.3 < ●かなり高め < 2.0 < ■甚だ高め

3 結果

1) 項目毎の時系列変化

調査結果はデータベース化し、調査月ごとに各項目を保存した。また、海況情報という形で結果を逐一取りまとめ、FAX及びホームページに掲載することで情報提供を行った。ここでは、上記観測項目(プランクトン結果を除く)により得られた結果一覧を図2~図11に示す。

- (1) 水温(5m層): 有明海は5月はかなり高め、9月~10月はやや低め、12月はかなり低めで推移し、他の月は平年並みであった(図2-1)。

八代海は8月はかなり低め、3月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図2-2)。

(2)塩分(5m層)：有明海は期間を通じて平年並みであった(図3-1)。

八代海は期間を通じて平年並みであった(図3-2)。

(3)透明度：有明海は4月、10月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図4-1)。

八代海は5月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図4-2)。

(4)DO：有明海は4月～5月、7月、9月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図5-1)。

八代海は4月、2月はやや低め、12月はかなり高め、3月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図5-2)。

(5)COD：有明海は9月、11月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図6-1 ※12月、1月は欠測)。

八代海は4月、6月、11月～12月、3月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図6-2)。

(6)DIN：有明海は10月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図7-1)。

八代海は8月～9月、12月、2月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図7-2)。

(7)PO₄-P：有明海は2月はかなり低め、7月～8月、10月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図8-1)。

八代海は7月、12月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図8-2)。

(8)SiO₂-Si：有明海は5月はやや高め、2月はかなり低め、8月、11月、1月、3月はやや低めで推移し、他の月は平年並みであった(図9-1)。

八代海は4月はやや低め、12月～2月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図9-2)。

(9)プランクトン沈殿量：有明海は2月は甚だ高め、6月、8月、1月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図10-1)。

八代海は7月は甚だ高め、9月はかなり高めで推移し、他の月は平年並みであった(図10-2)。

(10)クロロフィル量：有明海は8月はかなり高め、2月はやや高めで推移し、他の月は平年並みであった(図11)。

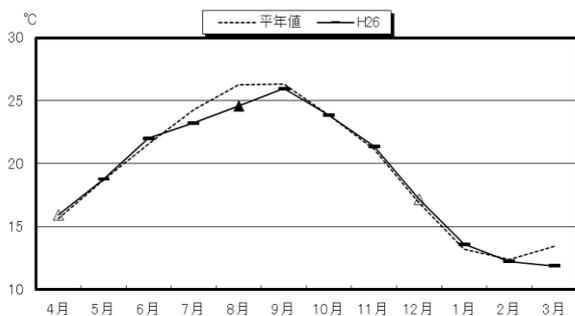


図2-1 水温の推移(有明海)

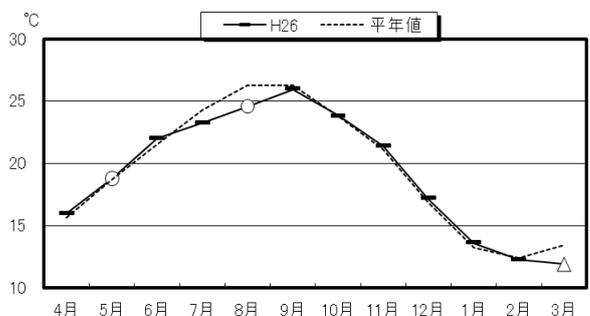


図2-2 水温の推移(八代海)

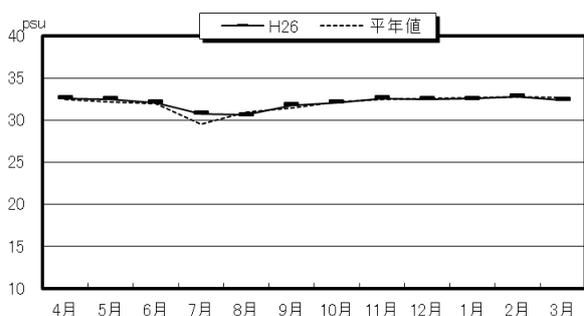


図3-1 塩分の推移(有明海)

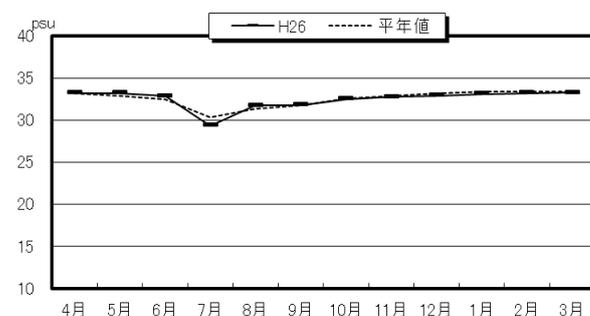


図3-2 塩分の推移(八代海)

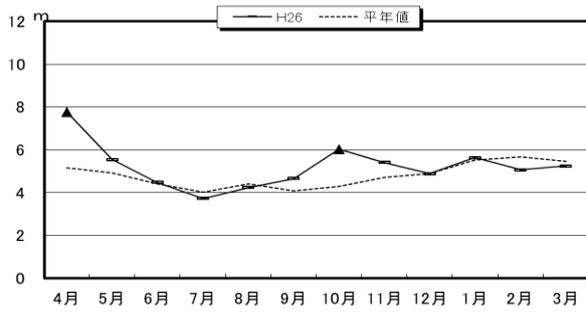


図4-1 透明度の推移 (有明海)

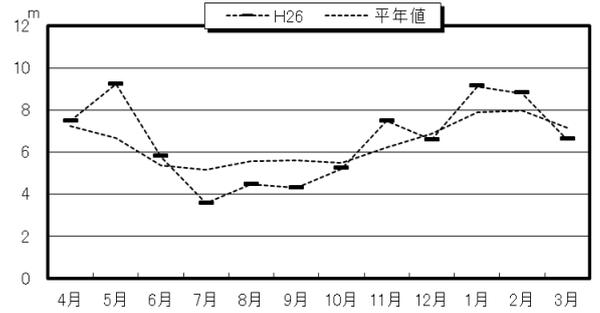


図4-2 透明度の推移 (八代海)

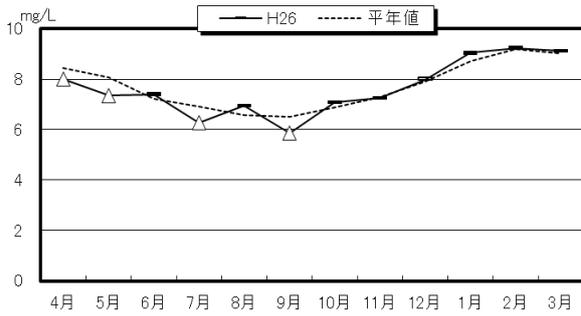


図5-1 DOの推移 (有明海)

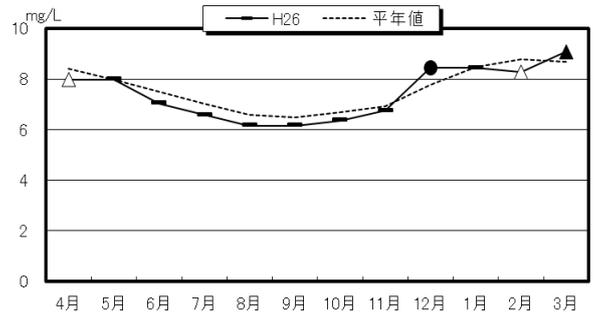


図5-2 DOの推移 (八代海)

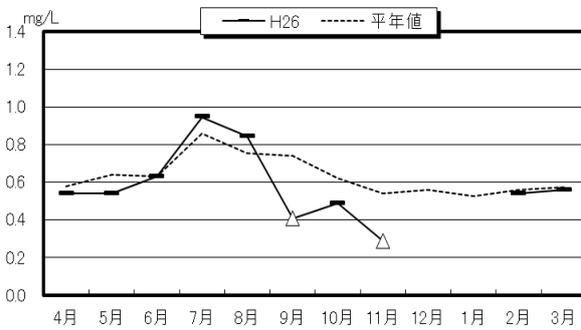


図6-1 CODの推移 (有明海)

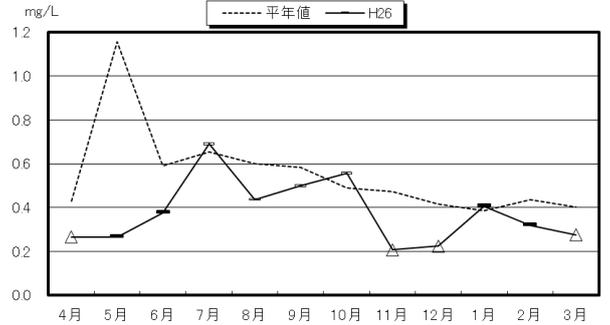


図6-2 CODの推移 (八代海)

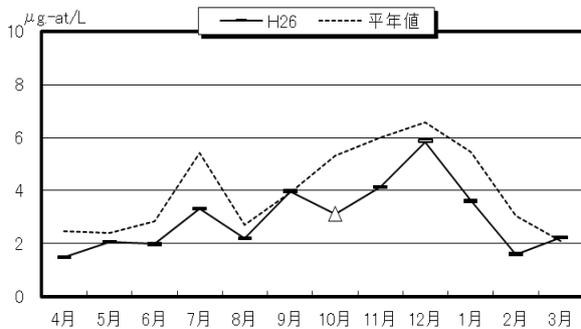


図7-1 DINの推移 (有明海)

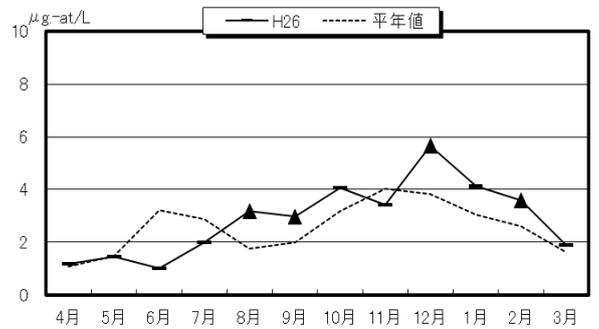


図7-2 DINの推移 (八代海)

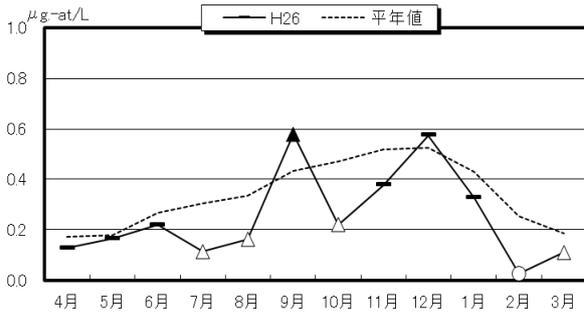


図8-1 PO₄-Pの推移 (有明海)

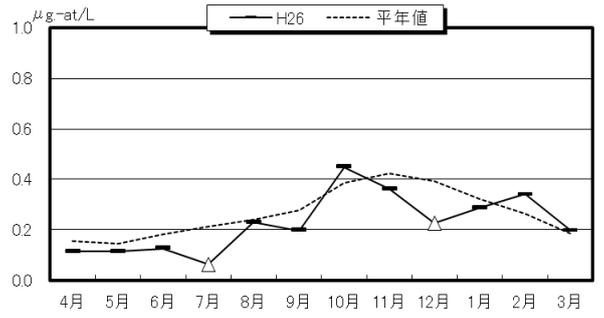


図8-2 PO₄-Pの推移 (八代海)

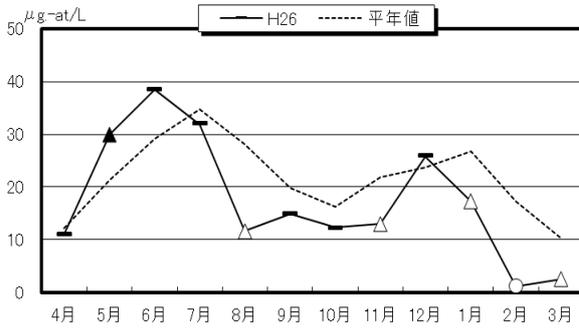


図9-1 SiO₂-Siの推移 (有明海)

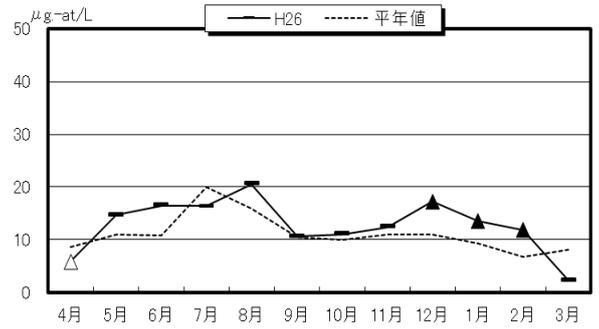


図9-2 SiO₂-Siの推移 (八代海)

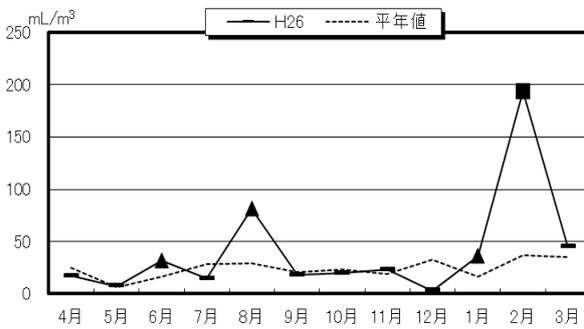


図10-1 プランクトン沈殿量の推移 (有明海)

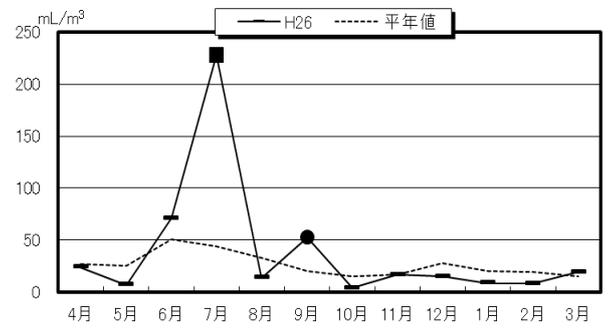


図10-2 プランクトン沈殿量の推移 (八代海)

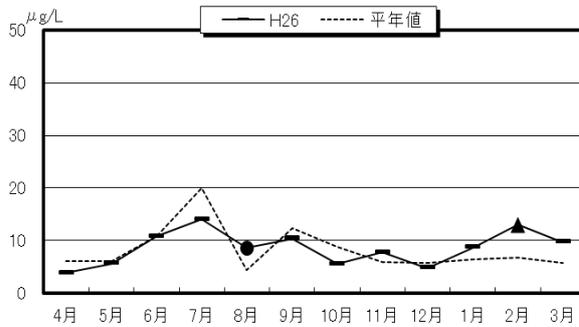


図11-1 クロロフィルaの推移 (有明海)

2) 平成 26 年度の海洋環境の概要

ここでは、調査を通じて得られた結果より、平成 26 年度の有明海・八代海における海洋環境の概要を示す。

(1) 有明海

年間を通じた傾向として、水温については平年値と比べて低めの傾向を示す月が多かったが、塩分については平年並みで比較的安定していた。平成 26 年度夏季は台風の接近や前線の通過等により晴れ間が少なかったため、水温が平年と比べて低め基調で推移する月が多かったと推察された。

また、栄養塩類については、DIN は平年並み、 $PO_4\text{-P}$ は平年と比べて低めの傾向を示す月が多かった。

プランクトン沈殿量は 6 月、8 月を除く 4 月～12 月頃までは平年並みである月が多かったが、1 月以降平年値と比べて高めの傾向を示す月が多く、植物プランクトン（主に珪藻類を主体とする）の増殖が顕著に確認されていた。また、8 月の高沈殿量も植物プランクトン（主に珪藻類を主体とする）によるものであり、夏季に栄養塩が低めで推移した要因としてこれらによる消費が推察された。

(2) 八代海

年間を通じた傾向として、有明海と同様に、水温については平年値と比べて低めの傾向を示す月が多かったが、塩分については平年並みで比較的安定していた。平成 26 年度夏季は台風の接近や前線の通過等により晴れ間が少なかったため、水温が平年と比べて低め基調で推移する月が多かったと推察された。

また、栄養塩類については、DIN は平年並みから高め、 $PO_4\text{-P}$ は平年並みから低めの傾向を示す月が多かった。

プランクトン沈殿量は平年並みで推移する月が多かったが、7 月、9 月は平年値と比べて非常に高めであった。八代海では 6 月下旬より北部から中部にかけて珪藻類を主体とする赤潮が発生していたが（平成 26 年度赤潮情報第 15 号により）、プランクトンネット曳きで高い値を記録した点は八代海南部であることより、動物プランクトン等を始めとする生物の影響を受けていたものだと考えられた。

漁場環境モニタリング事業Ⅱ (国庫交付金・県単 昭和48～平成26年度)

(浦湾域の定期調査)

1 緒言

本調査は、浦湾域を中心に営まれている養殖漁場周辺の、水質及び底質の環境変動を継続して把握し、漁場環境の保全について検討するための基礎資料を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 吉村直晃、多治見誠亮、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 調査内容

ア 浦湾調査

(ア) 調査定点：図1に示す18定点

(イ) 調査時期：9月及び翌2月に各1回(原則小潮時)

(ウ) 調査項目

a 水質：水温、塩分、pH、DO、COD、SS、栄養塩類(NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、SiO₂-Si、PO₄-P)の鉛直プロファイル

b 底質：硫化物、COD、強熱減量

※ 採水は表層(水面下0.5m)、4m層、底層(海底上1m)、底泥は表面から2cmまでを採取し分析。

(エ) 分析方法

a 水質：「海洋観測指針」気象庁編による。

b 底質：「新編水質汚濁調査指針」日本水産資源保護会編による。

イ クロマグロ養殖漁場底質調査

(ア) 調査定点：図2、3に示す6定点

(イ) 調査時期：3月(原則小潮時)

(ウ) 調査項目：底質(硫化物及びCOD)及び水質(水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル量の鉛直プロファイル)

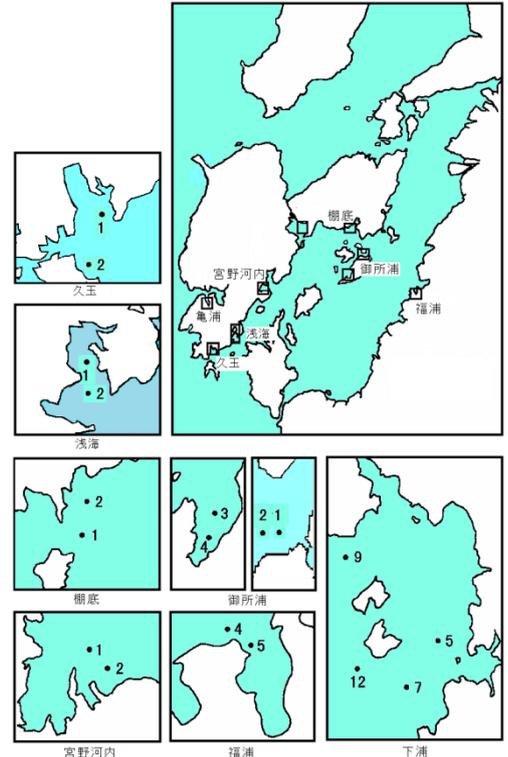


図1 調査定点



図2 調査定点(新和地先漁場)

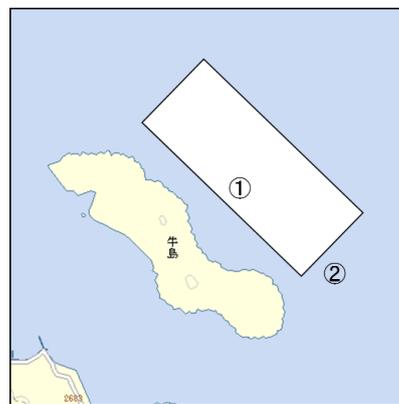


図3 調査定点(牛深地先漁場)

3 結果及び考察

(1) 浦湾調査

ア 水深 4m における溶存酸素（以下、「D.O.」という。）の経年推移の概要

図 4 に、平成 6 年度以降の 18 の調査点における溶存酸素濃度（以下、「D0」という。）の平均値及び熊本県魚類養殖基準（以下、「基準値」という。）を上回った定点数の割合（以下、「適合率」という。）の経年推移を示す。平均値において基準を下回る値はこれまでなく、一方で基準適合率は、過去に十数回 100%を達成しなかったことがあるが、平成 25 年度を含めて最近 7 年間は 100%で安定しており、良好に推移していると言える。

イ 底泥硫化物の経年推移（概要）

図 5 に、平成 6 年度以降の 18 の調査点における硫化物量の平均値及び適合率の経年推移を示す。平成 6 年度以降の約 10 年間は全体的に数値が高く基準を上回る傾向にあったが、徐々に低下しており、平成 17 年度以降は基準値付近で推移している。一方で適合率においても、平成 17 年度を境に概ね 60%を超えており、平成 26 年度 3 月においては、過去 20 年間では平成 25 年度に次いで良い結果（適合率：89%）となった。しかし、約 1 割の漁場では基準を満たしておらず、更なる養殖漁場環境の改善が必要であると考えられる。

ウ 各漁場における観測結果の詳細

表 1 及び表 2 に、平成 26 年 10 月及び平成 27 年 2 月の観測結果についてそれぞれ示す。上記のア及びイで述べたように、D0 については全定点において 2 回とも基準を満たしたが、底泥硫化物については、10 月においては、下浦（2 か所）、御所浦（1 か所）及び棚底（1 か所）において、2 月においては、下浦（2 か所）において基準を満たさなかったことから、これらの漁場では養殖漁場環境改善の取組みを強化する必要がある。その中でも下浦は、通常であれば成層が発達せず海水の上下混合が盛んとなることで底質環境が改善される 2 月においても基準を満たしておらず、特に重点的に取り組む必要があると考えられる。

(2) クロマグロ養殖漁場調査

図 6 及び図 7 に、新和地先及び牛深地先漁場における平成 19 年度以降の底泥硫化物量及び COD の経年変化を示す。

全硫化物量及び COD は、常に両漁場において基準を満たしており良好に推移しているが、今後も、引き続き当該養殖漁場環境の維持に取り組む必要がある。

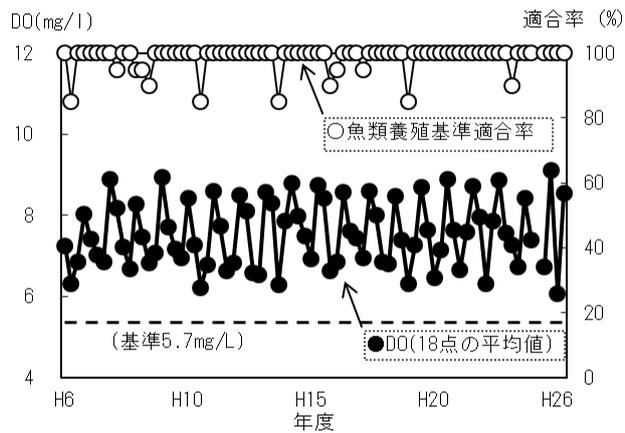


図4 DOと熊本県魚類養殖基準適合率の推移

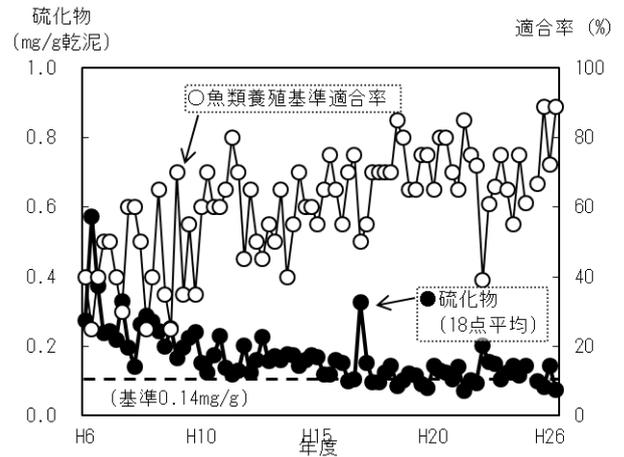


図5 硫化物と熊本県魚類養殖基準適合率の推移

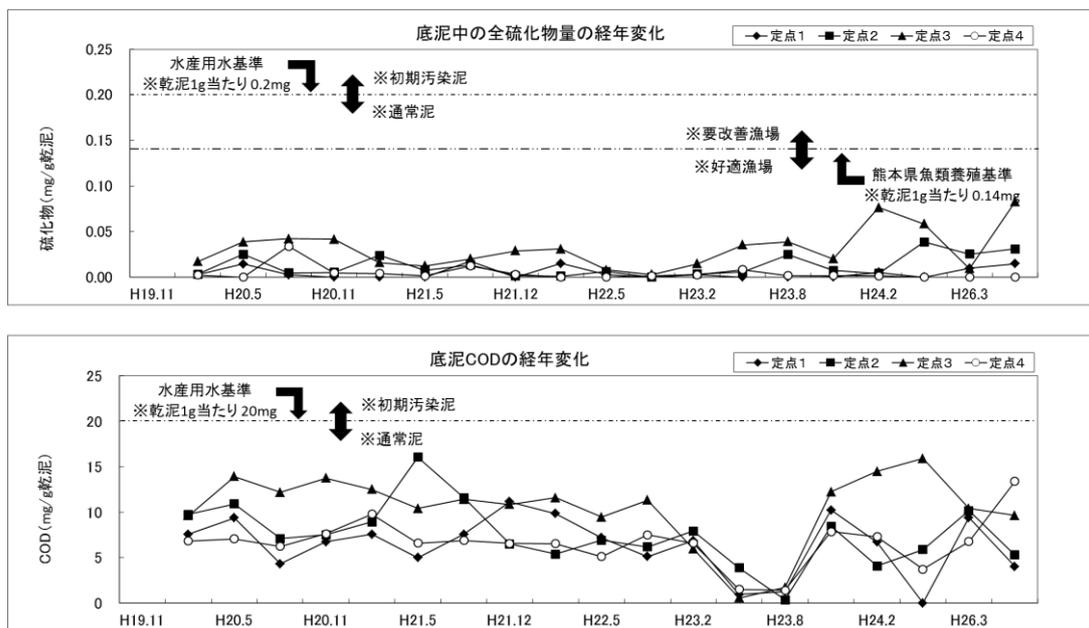


図6 新和地先漁場における底質の変化

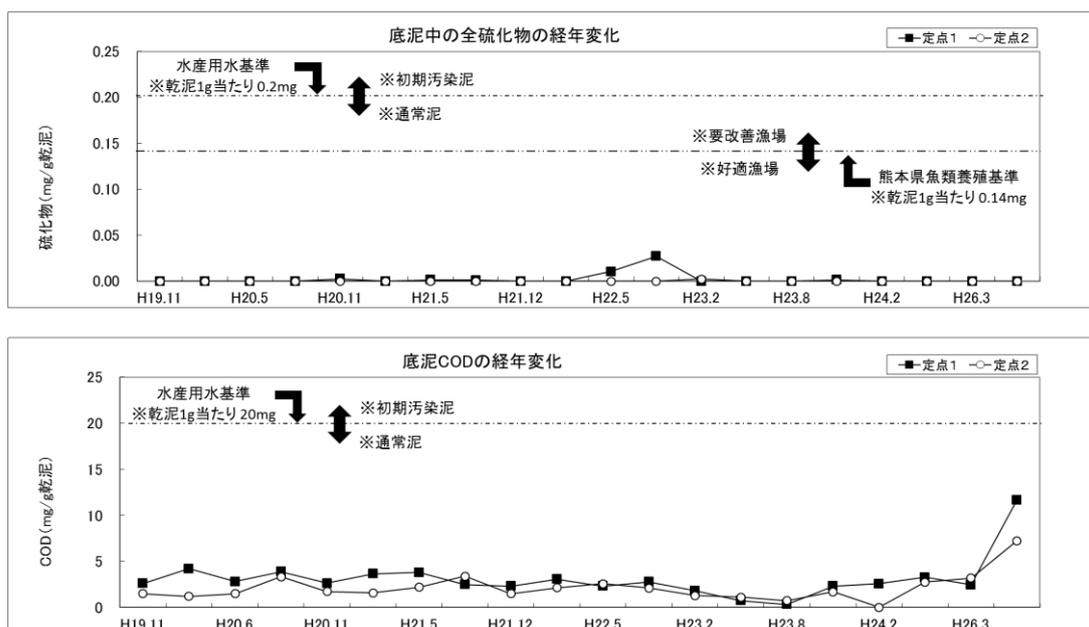


図7 牛深地先漁場における底質の変化

漁場環境モニタリング事業Ⅲ（平成22年度～）

（有明海における貧酸素水塊の一斉観測）

1 緒言

有明海における貧酸素水塊発生機構の解明および水産資源への影響の評価に資するため、有明海の研究・調査に係わる機関が連携・協力して貧酸素水塊の状況把握や有明海全域の海洋環境を調査した。

2 方法

- (1) 担当者：多治見誠亮、川崎信司
- (2) 調査地点：図1の8点
- (3) 調査日、時刻：平成26年8月5日（火）
小潮満潮前後4時間程度
- (4) 観測項目：水温、塩分、クロロフィル蛍光、濁度、DOの鉛直分布、透明度
- (5) 参加機関：計17機関（独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所、農林水産省九州農政局、水産庁、国土交通省、環境省、福岡県水産海洋技術センター有明海研究所、佐賀県有明水産振興センター、長崎県総合水産試験場、長崎県県南水産業普及センター、熊本県水産研究センター、熊本県環境保全課、熊本県保健環境科学研究所、九州大学、佐賀大学、熊本大学、民間会社2社）

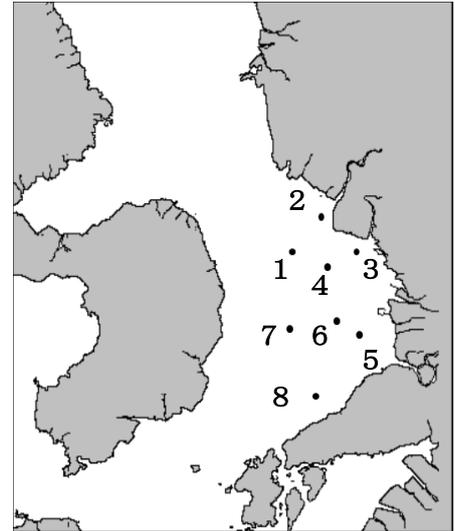


図1 観測地点図

3 結果

結果有明海水質情報として取りまとめ、電子データとして保存した。また、全体的な観測結果は独立行政法人水産総合研究センターが取りまとめのうえ公表した。ここでは、各地点の表層及び底層における透明度・水温・塩分・クロロフィル蛍光値・DO(溶存酸素濃度)について表1に記載する。

表1 観測結果

地点	透明度(m)	全水深(m)	水温(°C)		塩分		Chl-a(μg)		DO(%)		DO(mg/L)	
			表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
1	3.2	27.3	25.69	23.85	28.73	31.80	13.58	0.76	108.78	82.60	7.52	5.79
2	0.5	12.1	25.84	24.85	12.16	30.80	6.33	1.89	98.96	88.94	7.50	6.17
3	1.9	6.3	26.30	25.70	24.21	29.66	10.58	4.34	104.74	97.92	7.35	6.73
4	2.1	10.5	25.73	24.70	29.47	30.87	6.55	1.97	103.16	81.68	7.10	5.68
5	2.2	8	25.91	25.36	29.28	30.85	15.04	1.82	110.88	94.93	7.61	6.52
6	2.8	11.2	25.72	24.75	29.69	31.28	13.72	1.84	103.76	84.51	7.13	5.85
7	3.6	36.9	25.27	23.60	30.28	32.13	5.35	0.78	103.18	80.59	7.12	5.67
8	3.5	33.7	25.15	23.68	30.76	32.19	5.93	0.67	107.06	83.02	7.39	5.83

今回の調査では、本県海域では貧酸素水塊は確認されず、DO(%)の最低値も底層で80.59%であった。一方、地点2及び地点3を始めとする河川に近い点では、河川水の影響を受けて表層塩分の低下が確認された。また、有明海熊本県海域では調査時期に *Ceratium furca* 及び *Ceratium fusus* を中心とした植物プランクトンが多数出現しており、クロロフィル蛍光値が比較的高濃度を記録したのはそれらによるものと推察された。

*DO(%)・・・酸素飽和度が40%を下回ると貧酸素状態とされる。

漁場環境モニタリング事業IV（平成22年度～平成26年度）

（自動海況観測ブイによる観測）

1 緒言

ノリ・魚類養殖業や漁船、採貝漁業等の生産性向上と経営安定化に資するため、自動海況観測ブイを用いた県内漁場（有明海・八代海）における海況観測等の業務を行い、漁場環境の変動を把握した。

2 方法

- (1) 担当者：多治見誠亮、増田雄二、川崎信司
- (2) 観測地点：図1の4点（長洲・小島・長浜・田浦）
- (3) 調査日：平成26年4月1日から平成27年3月31日
- (4) 観測方法：水質観測システム(YSI/Nanotec 株式会社)により、20分間隔毎に海面下50cmにおける水温、塩分、比重、クロロフィル蛍光値（長洲局のみ 9月～4月頃まで）を測定

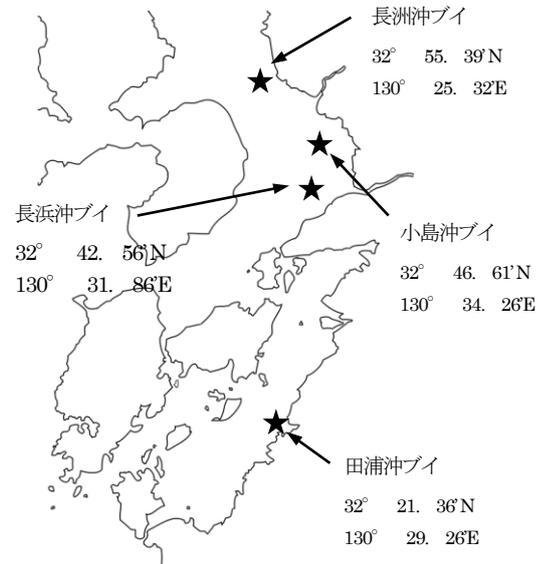


図1 自動海況観測ブイ設置点

3 結果

1) 項目毎の時系列変化

観測データは水産研究センターホームページ上にリアルタイムに表示され、最新データは時系列図（図2）として表示された。また、ホームページを通じて、漁業者をはじめとした一般県民に幅広く提供を行った。また、ノリ養殖時期（9月下旬～翌3月）には、水温及び塩分（水産研究センターにて比重（ σ_{15} ）に換算）の結果を、新聞社3社に提供し、紙面に掲載を行った。ここでは、水温・塩分及び・クロロフィルについて各自動海況観測ブイにより得られた結果一覧を表3～表6に示す。

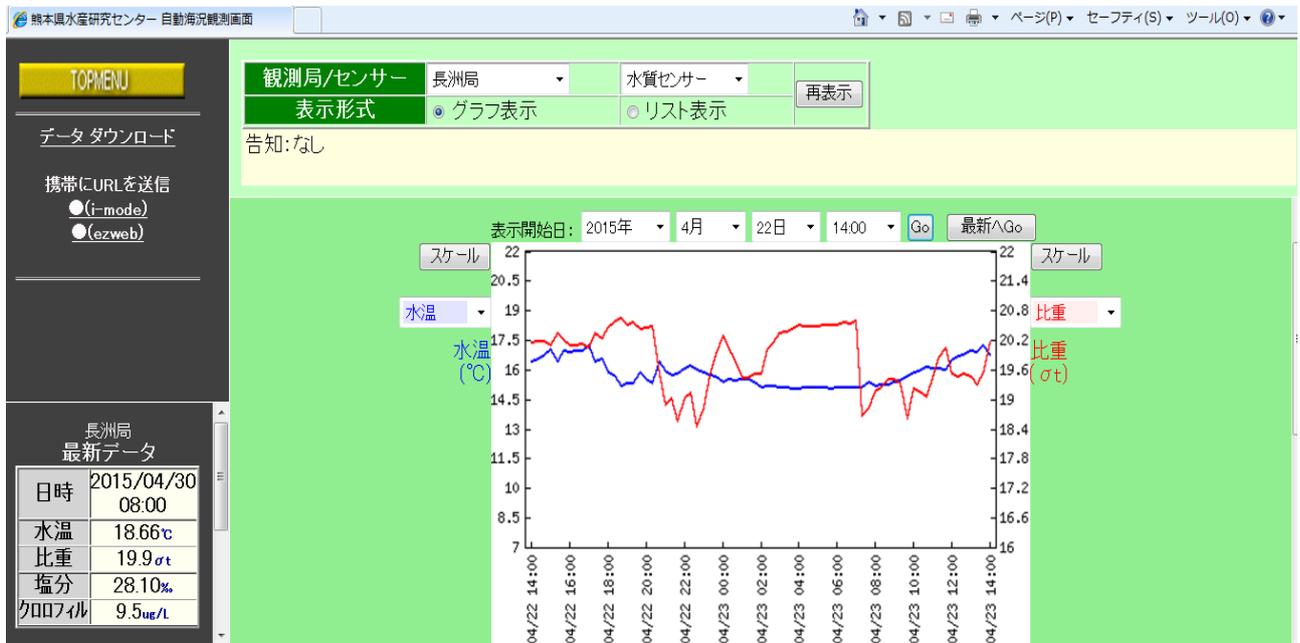


図2 水産研究センターホームページ上の最新データと時系列図

(1) 水温及び塩分

ア 有明海

長洲局ブイ・・・水温の日平均値における年最高値は、7月24日・25日の30.0℃、年最低値は2月15日の10.0℃であった。塩分については、年最高値は、5月9日の31.9、年最低値は7月8日の15.4であった。

小島局ブイ・・・水温の日平均値における年最高値は、7月25日の29.7℃、年最低値は2月10日の8.6℃であった。塩分については、年最高値は、6月16日の31.0、年最低値は7月8日の14.7であった。

長浜局ブイ・・・水温の日平均値における年最高値は、7月26日の28.5℃、年最低値は2月10日の9.0℃であった。塩分については、年最高値は、6月15日の31.5、年最低値は7月7日の20.5であった。

イ 八代海

田浦局ブイ・・・水温の日平均値における年最高値は、7月22日・24日の29.3℃、年最低値は3月10日の11.6℃であった。塩分については、年最高値は、11月24日の35.8、年最低値は12月4日の11.7であった。

2) ホームページアクセス数(ユーザーによる)の変化

ここでは、ユーザーによるホームページアクセス件数及びアクセス方法の比率について図3～図4に示す。

ア アクセス件数について

アクセス総数は4月以降減少し、10月には最高372件数を記録した。熊本県では10月よりノリ養殖の種付作業が開始されるため、ノリ養殖業者が海況の状況を把握するために利用しているものと推察された。

イ アクセス方法の比率

4～8月にかけてはWEBページを利用したアクセスが89～100%を占めていたが、9～10月にかけては携帯電話を利用したアクセス数が51～61%を占めるまで増加した。10月からのアクセス件数増加に伴い、ノリ養殖業者が種付け等の船上での作業に対応するため携帯電話を利用したアクセスが増加しているものと推察された。

表3 平成26年4月～平成27年3月の長洲局ブイによる日平均水温(°C)、塩分及びクロロフィル(μg/L)

	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月							
	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル																				
1	14.0	27.8	9.7	17.7	28.6	22.4	30.0	24.1	28.0	25.7	27.1	26.1	28.2	24.3	28.4	3.5	21.0	29.0	123.3	17.6	29.2	4.1	11.0	28.6	5.8											11.0	29.9	6.1			
2	14.5	28.0	4.8	18.0	29.6	21.6	30.3	23.9	28.3	25.8	27.9	26.4	28.3	24.2	27.9	3.2	21.1	29.4	131.3	16.2	28.3	3.9	10.9	28.9	4.4											10.9	29.7	4.3			
3	14.5	26.6	8.8	17.9	29.7	21.2	30.0	23.4	23.8	25.7	28.1	26.7	26.5	24.4	27.6	7.9	20.4	29.7	97.5	16.2	29.4	9.1	11.0	29.1	3.6											10.9	29.3	6.3			
4	14.3	20.7	14.3	17.6	31.1	20.8	30.3	23.7	18.6	26.0	26.7	26.5	23.8	24.1	27.0	3.3	19.7	30.0	118.0	15.8	29.2	6.1	11.1	29.1	3.4											10.8	29.3	7.2			
5	13.9	27.7	13.8	17.4	31.5	21.0	30.4	23.3	28.3	26.0	21.9	26.7	26.0	23.5	27.3	10.8	19.5	29.9	90.5	15.3	28.7	4.5	11.0	28.8	4.5											10.8	28.9	7.0			
6	13.8	22.7	14.3	17.4	31.9	20.7	31.2	22.6	29.6	26.5	16.3	26.5	27.9	23.1	27.6	15.0	19.5	30.0	98.8	14.4	28.2	3.1	11.4	28.9	3.8											10.7	28.7	8.8			
7	13.8	30.4	4.6	17.9	30.9	20.9	31.3	23.6	18.8	27.4	22.6	26.4	28.9	22.7	29.1	59.0	19.6	30.2	88.7	13.9	28.7	2.5	11.3	28.8	3.5											10.8	28.7	10.8			
8	14.5	30.0	4.1	18.6	29.6	21.5	31.1	25.3	15.4	25.9	26.3	26.1	29.5	22.6	30.1	58.9	19.5	30.0	83.5	13.5	28.7	2.6	10.9	29.0	3.8											11.0	28.4	8.9			
9	15.5	30.1	10.0	18.9	29.6	22.5	31.0	25.9	18.7	24.2	28.6	25.9	29.4	22.8	30.1	37.7	19.5	30.2	65.7	13.5	28.7	2.6	10.7	28.8	3.7											11.1	28.1	11.8			
10	15.8	30.3	4.6	17.8	30.7	22.7	30.5	24.6	24.2	24.4	27.9	26.2	29.1	23.1	30.1	35.4	19.6	30.4	55.6	13.9	28.9	8.7	10.8	28.7	4.1											10.6	27.4	9.0			
旬平均	14.4	27.4	8.9	17.9	30.3	21.5	30.6	24.0	23.4	25.8	25.3	26.3	27.8	23.5	28.5	23.5	19.9	29.9	95.3	15.0	28.8	4.7	11.0	28.9	4.1											10.8	28.9	8.0			
11	15.2	31.5	3.0	18.6	30.6	22.2	30.5	24.9	23.5	25.1	27.1	26.0	29.6	23.1	30.0	18.0	19.4	30.4	54.3	14.1	29.0	13.2	10.7	28.3	4.6											10.2	27.4	7.2			
12	15.8	30.6	5.9	19.1	28.0	21.5	30.8	24.8	24.3	25.6	26.9	25.6	30.1	22.9	30.0	8.2	19.3	30.3	67.3	13.9	29.0	17.5															10.2	27.4	6.3		
13	15.6	30.5	4.2	19.7	29.6	21.8	30.8	24.6	23.6	26.0	26.7	25.4	30.4	22.7	29.7	27.5	18.3	30.2	61.1	13.4	28.9	11.2															11.0	27.7	7.2		
14	15.1	31.1	2.8	19.5	30.1	22.5	29.6	24.4	23.6	25.7	28.0	25.4	30.5	22.2	29.6	121.7	17.7	30.6	16.7	12.9	28.7	14.9														10.9	29.3	6.9			
15	15.4	30.3	3.9	18.9	30.9	22.7	30.4	24.6	24.1	25.8	27.8	25.5	30.8	22.2	29.3	88.9	19.3	31.5	6.1	14.6	29.5	36.7	11.0	28.8	5.0	10.0	29.3	9.7									11.1	29.4	5.7		
16	15.6	30.0	4.0	19.5	30.4	22.7	31.3	24.7	24.5	25.7	28.3	25.5	30.1	22.4	29.5	138.9	19.1	31.5	4.5	14.1	29.2	70.1	11.5	29.1	4.4	10.3	28.4	11.9	11.6	28.9	5.2							11.6	28.9	5.2	
17	16.0	29.3	7.8	19.5	30.4	22.2	31.0	25.5	25.9	26.2	28.6	25.7	30.0	22.2	29.1	85.1	18.6	31.3	5.9	12.8	28.4	63.4	11.1	28.9	5.1	10.5	27.6	12.1	12.5	28.1	10.5							12.5	28.1	10.5	
18	16.0	28.7	6.7	19.5	31.3	21.9	30.6	26.6	25.9	26.9	28.0	25.1	30.4	22.3	29.4	170.9	18.2	31.3	5.7	12.5	28.6	270.8	11.1	29.0	4.6	10.5	27.4	12.8	12.9	26.9	18.5							12.9	26.9	18.5	
19	15.8	28.9	7.8	20.1	31.4	22.1	30.9	27.4	25.5	26.9	28.0	24.7	30.6	22.4	29.8	169.6	17.7	30.9	5.6	13.5	29.2	61.6	11.1	28.9	5.4	10.3	27.1	12.4	12.0	28.5	8.9							12.0	28.5	8.9	
20	15.8	28.9	16.4	19.1	31.8	22.6	30.7	28.4	24.5	26.9	26.5	24.4	30.5	22.2	29.1	169.7	17.6	30.8	5.7	13.2	29.1	67.4	10.9	28.8	5.5	10.4	26.9	11.8	12.6	27.9	11.6							12.6	27.9	11.6	
旬平均	15.6	30.0	6.3	19.3	30.4	22.2	30.6	25.6	24.5	26.1	27.6	25.3	30.3	22.5	29.6	99.9	18.5	30.9	23.3	13.5	29.0	62.7	11.1	28.8	5.0	10.3	27.8	11.8	11.5	28.1	8.8							11.5	28.1	8.8	
21	16.0	28.9	24.3	19.1	30.7	22.7	29.9	28.9	24.2	27.0	27.2	24.1	30.4	22.2	28.5	137.9	17.5	30.8	5.8	12.7	28.8	26.7	10.9	27.7	7.2	10.5	26.3	18.0	13.1	26.9	15.5							13.1	26.9	15.5	
22	15.9	29.7	32.0	20.3	31.2	22.0	30.5	29.2	22.3	27.5	24.9	24.3	30.2	22.2	27.6	193.6	17.6	30.7	5.9	12.1	28.6	75.6	11.0	27.4	6.4	10.7	26.9	20.8	12.5	27.6	15.8							12.5	27.6	15.8	
23	16.1	29.4	32.3	21.0	28.8	21.8	31.6	29.3	23.6	27.8	25.1	24.4	30.3	21.9	29.2	54.3	17.8	30.7	6.3	11.8	28.2	99.5	11.0	27.0	6.2	10.8	24.3	18.9	12.1	28.1	13.2							12.1	28.1	13.2	
24	16.3	29.5	43.4	20.5	30.3	22.9	29.4	30.0	23.5	27.7	23.3	24.5	30.4	21.6	29.1	4.0	18.0	30.8	6.0	11.8	28.2	63.6	11.1	26.5	6.5	10.8	28.2	14.0	12.1	28.1	11.1							12.1	28.1	11.1	
25	16.8	30.5	18.9	21.6	30.1	23.5	28.2	30.0	23.6	27.2	23.6	24.7	30.2	21.7	28.0	7.1	18.3	30.6	6.2	12.0	28.8	3.3	11.2	27.1	6.9	10.7	29.6	11.6	12.4	28.4	8.0							12.4	28.4	8.0	
26	17.3	31.4	3.8	21.7	29.7	23.2	29.2	29.8	22.3	27.3	24.8	24.5	29.9	21.8	29.1	22.2	18.1	30.5	5.2	11.9	28.8	3.1	11.2	26.4	9.1	10.7	29.7	8.2	12.3	28.2	8.2							12.3	28.2	8.2	
27	17.5	31.3	4.3	21.3	29.9	22.6	29.5	29.0	25.4	27.0	26.9	24.5	28.0	3.5	21.9	29.5	21.7	17.9	30.6	4.4	11.9	28.9	3.1	11.4	26.2	7.3	10.6	29.8	7.4	13.2	27.0	9.5							13.2	27.0	9.5
28	17.4	29.7	11.5	21.3	30.1	22.7	30.0	26.4	27.6	25.7	28.8	24.6	25.2	3.9	21.4	29.4	10.6	17.8	30.2	3.9	12.0	28.9	3.2	11.4	26.7	7.4	10.9	30.0	4.0	14.9	25.7	11.0							14.9	25.7	11.0
29	17.3	28.4	9.9	22.1	30.0	23.6	28.5	26.8	28.0	25.5	28.1	24.7	27.1	4.2	21.1	29.3	15.7	18.0	30.0	4.9	12.1	29.1	3.3															13.8	27.7	15.8	
30	17.3	28.5	8.0	22.6	30.0	23.7	27.5	27.0	25.1	25.7	28.1	24.5	28.1	5.2	21.1	29.1	26.6	17.8	30.1	4.6	12.2	29.1	3.2																14.5	26.8	24.3
31				22.7	30.1			25.7	28.0	25.8	28.5			21.1	29.4	93.6					12.3	29.2	4.5																14.8	26.7	29.6
旬平均	16.8	29.7	18.8	21.3	30.1	22.9	29.4	28.4	24.9	26.8	26.3	24.5	29.0	4.2	21.6	29.0	53.4	17.9	30.5	5.3	12.1	28.8	26.3	11.2	26.9	7.1	10.7	28.1	12.9	13.3	27.4	14.7							13.3	27.4	14.7
月平均	15.6	29.0	11.3	19.6	30.3	22.2	30.2	26.1	24.3	26.2	26.4	25.4	29.0	4.2	22.5	29.0	58.7	18.8	30.4	41.3	13.5	28.8	31.1	11.1	28.2	5.3	10.5	28.0	12.4	11.9	28.1	10.6							11.9	28.1	10.6

表4 平成26年4月～平成27年3月の小島局ブイによる日平均水温(°C)及び塩分

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	水温	塩分																						
1	15.2	27.9	17.5	30.6	22.7	30.0	24.3	28.7	25.6	28.1			24.3	27.9			17.7	28.9	11.1	27.8	10.4	27.2	10.8	29.0
2	15.7	28.8	18.1	30.5	21.9	30.0	24.3	28.3	25.3	27.6			24.1	25.8			15.5	28.0	9.5	26.5	10.4	27.1	10.8	24.9
3	15.7	29.4	18.2	30.9	21.4	29.8	23.3	26.6	25.4	28.2			24.6	28.1			14.2	25.9	9.4	26.3	10.4	27.3	10.8	26.2
4	15.3	30.7	19.0	30.1	21.2	28.7	23.2	21.2	26.1	27.4			24.3	29.1			14.9	27.0	10.1	25.9	10.9	27.7	10.8	27.0
5	14.6	29.7	18.8	29.9	21.6	28.8	23.5	25.7	26.2	25.1			23.7	29.6			14.2	28.2	10.9	26.1	10.6	29.4	10.8	25.2
6	14.0	29.3	18.1	30.2	21.8	30.3	23.4	24.6	27.0	23.7			23.2	29.5			13.0	27.4	11.5	26.7	10.2	27.4	10.8	25.9
7	14.0	29.0	18.3	29.8	22.2	30.3	23.3	16.4	27.9	23.1			22.2	28.2			12.2	25.4	11.2	26.0	10.4	28.4	10.9	26.7
8	14.8	28.6	19.1	30.2	23.3	30.2	25.1	14.7	26.3	27.6	27.0	26.2	22.4	28.1			12.8	26.5	10.8	26.6	10.4	29.6	11.4	26.5
9	16.0	28.2	20.0	30.3	24.7	28.2	25.2	21.1	24.9	30.3	26.6	26.6	22.9	28.1			12.7	26.1	10.6	25.6	9.2	29.6	11.6	27.1
10	16.8	28.1	19.8	30.1	23.9	29.4	23.9	25.9	24.8	29.9	26.4	27.3	23.3	27.8			13.1	26.4	10.7	27.2	8.6	27.7	10.7	27.6
旬平均	15.2	29.0	18.7	30.3	22.5	29.6	24.0	23.3	25.9	27.1	26.7	26.7	23.5	28.2			14.0	27.0	10.6	26.5	10.2	28.1	11.0	26.6
11	17.5	28.3	20.2	29.6	23.4	30.2	24.4	25.2	25.5	27.4	26.3	28.1	23.2	28.9			13.7	27.0	10.4	26.5	9.5	28.3	10.1	26.3
12	17.1	28.0	19.9	29.5	23.3	30.5	24.5	24.1	26.0	27.1	26.0	27.8	22.6	28.8			13.5	26.6	10.2	26.8	9.8	27.6	10.3	25.9
13	16.0	29.1	20.1	26.8	23.0	30.4	24.1	25.7	26.6	27.2	25.5	28.0	22.7	29.3			13.2	28.0	9.9	25.8	9.4	28.6	10.7	26.0
14	15.6	30.0	19.4	28.7	22.8	30.3	24.2	23.7	26.6	27.2	25.3	28.7	22.3	29.1			12.6	27.9	10.3	26.0	9.3	26.5	12.2	25.6
15	15.9	29.4	19.1	27.6	22.6	30.7	24.7	23.5	26.4	27.1	25.7	27.6	21.3	27.7			11.6	26.1	10.8	27.3	9.9	26.8	12.3	24.8
16	16.1	29.7	19.6	28.4	22.5	31.0	25.5	24.5	26.6	26.4	25.9	27.8	21.6	28.3			12.4	27.9	10.9	26.5	10.5	26.2	12.3	25.0
17	16.3	29.6	19.5	28.9	22.0	30.8	26.5	25.1	27.9	24.9	26.3	26.7	21.0	26.6			13.1	29.1	11.0	28.2	10.8	27.3	12.9	24.3
18	16.3	30.4	19.6	29.7	21.4	26.6	27.3	24.8	27.2	27.2	25.8	27.1	21.5	27.3			11.1	27.6	10.6	27.0	10.7	26.6	13.8	25.0
19	16.3	29.3	20.5	29.3	22.0	26.4	27.6	25.1	27.0	27.3	24.7	28.0	21.8	27.3	16.7	28.8	9.7	25.6	11.1	28.3	10.4	25.9	13.9	21.7
20	16.3	29.7	19.8	29.5	23.1	26.2	28.0	24.7	27.0	26.9	24.1	28.1	22.3	27.7	17.1	28.2	11.1	26.4	10.9	26.6	10.5	24.9	13.7	21.3
旬平均	16.3	29.3	19.8	28.8	22.6	29.3	25.7	24.6	26.7	26.9	25.6	27.8	22.0	28.1	16.9	28.5	12.2	27.2	10.6	26.9	10.1	26.9	12.2	24.6
21	16.5	29.4	20.0	29.6	22.9	26.3	28.8	23.9	27.5	26.4	23.8	27.4	22.6	28.4	17.3	28.2	11.2	25.9	11.0	26.9	10.9	26.4	14.0	21.5
22	16.6	28.6	20.8	28.7	22.2	20.3	29.0	25.2	27.6	26.2	24.5	28.0	22.4	26.2	17.6	28.0	11.1	26.5	11.1	27.4	11.4	27.4	13.7	24.9
23	16.9	27.2	21.6	28.9	22.2	24.3	29.0	25.3	27.7	24.3	24.9	28.1	21.7	27.2	18.0	27.9	11.5	24.8	11.0	27.3	11.5	27.1	13.2	27.4
24	17.6	28.2	22.1	29.2	22.9	23.4	29.1	25.7	27.7	25.1	24.9	27.8	19.2	22.6	18.3	28.2	11.9	25.7	11.0	27.2	11.1	27.0	13.0	26.5
25	17.9	29.1	22.1	29.8	23.4	26.8	29.7	25.2	27.2	26.5	25.1	28.7	17.5		18.8	29.6	12.3	27.6	11.2	27.6	10.8	27.7	12.7	27.6
26	18.6	29.1	21.6	30.0	23.2	27.4	29.5	25.8	27.4	27.0	24.8	28.2	19.8		18.2	28.3	11.3	25.4	11.6	28.0	10.9	27.7	13.1	26.7
27	18.1	29.9	21.4	29.9	22.6	27.4	29.2	26.3	27.8	27.2	24.8	27.7	18.8		17.6	27.2	11.4	25.9	11.8	26.5	10.7	28.9	13.3	26.4
28	17.6	29.6	21.4	29.9	22.8	24.0	28.6	26.2	27.1	27.6	25.1	28.3			17.8	27.4	12.0	26.1	11.5	27.3	10.5	28.0	14.6	26.5
29	17.3	30.5	22.1	30.0	23.5	27.5	28.2	26.9	26.1	28.6	25.3	27.7			18.3	28.5	12.3	26.5	11.0	27.8			16.0	26.2
30	17.2	30.4	22.5	29.6	23.5	27.9	28.3	27.1	26.2	27.0	24.9	28.5			17.7	27.2	12.4	26.8	11.1	28.1			16.3	25.9
31			22.6	30.0			26.9	27.5	26.7	26.1							12.4	27.9	10.8	29.0			16.3	25.3
旬平均	17.4	29.2	21.6	29.6	22.9	25.5	28.8	25.9	27.2	26.5	24.8	28.0	20.3	26.1	18.0	28.0	11.8	26.3	11.2	27.6	11.0	27.5	14.2	25.9
月平均	16.3	29.2	20.1	29.6	22.7	28.1	26.2	24.7	26.6	26.8	25.4	27.7	22.1	27.8	17.8	28.1	12.6	26.8	10.8	27.0	10.4	27.5	12.5	25.7

表5 平成26年4月～平成27年3月の長浜局ブイによる日平均水温（℃）及び塩分

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	水温	塩分																						
1	14.9	29.4	17.2	31.7	21.9	30.6	23.8	29.9	25.6	29.6	26.9	27.9	24.3	28.6	21.5	29.5	18.4	30.1	12.2	28.7	10.9	28.5	11.1	29.8
2	15.4	30.1	17.7	31.7	21.4	30.8	23.7	29.6	25.2	29.4	27.3	27.2	24.2	26.9	21.3	29.9	16.4	28.6	10.8	28.4	11.1	29.6	11.1	27.9
3	15.4	30.8	17.6	31.1	21.0	30.4	23.0	29.5	25.1	29.6	27.1	28.4	24.6	29.0	20.5	29.5	15.3	28.2	10.4	27.6	11.3	30.0	11.1	28.9
4	15.2	30.2	18.7	30.9	21.0	29.9	23.0	28.0	25.5	29.0	26.5	26.4	24.3	29.1	20.4	29.9	16.4	29.1	12.0	28.8	11.6	30.3	11.0	28.3
5	14.8	29.8	18.6	30.8	21.3	29.9	23.1	28.7	25.5	28.9	26.8	23.2	23.9	29.4	21.0	30.7	15.7	29.2	12.4	28.9	11.2	30.4	10.9	28.1
6	14.4	29.7	17.8	31.4	21.4	31.1	23.4	26.5	26.5	27.3	27.0	24.7	23.6	29.4	20.9	30.3	14.4	28.3	12.6	28.9	10.6	29.8	10.9	28.4
7	14.2	29.9	18.0	31.0	21.8	31.2	23.8	20.5	27.6	26.9	26.9	26.3	22.7	28.6	20.7	30.2	13.6	27.5	12.1	28.4	11.2	30.8	11.1	29.2
8	14.9	29.7	18.8	30.7	23.2	30.1	24.9	21.2	26.1	28.6	26.9	27.3	23.0	29.6	20.7	30.2	15.0	29.0	11.3	28.1	11.1	30.4	11.5	28.8
9	15.5	29.4	19.3	31.2	24.0	29.6	24.7	25.7	25.0	29.9	26.9	27.2	23.2	29.8	20.6	30.1	15.2	29.0	11.5	28.3	10.0	29.5	11.5	28.8
10	16.0	29.7	19.5	30.3	23.1	30.0	23.2	28.8	25.0	28.8	26.5	28.7	23.3	29.9	20.2	30.0	15.3	29.0	11.3	28.2	9.0	28.9	10.9	28.4
旬平均	15.1	29.9	18.3	31.1	22.0	30.4	23.7	26.8	25.7	28.8	26.9	26.7	23.7	29.0	20.8	30.0	15.6	28.8	11.7	28.4	10.8	29.8	11.1	28.7
11	16.7	30.0	20.1	30.0	22.8	30.4	24.2	26.3	25.7	27.5	26.1	29.2	23.2	30.0	20.0	29.8	15.2	28.7	11.2	28.1	10.0	29.7	10.6	27.5
12	16.5	30.3	19.3	30.0	22.7	30.9	24.5	25.3	25.9	28.1	25.9	28.8	22.9	30.1	20.1	30.6	14.7	28.1	11.3	28.0	10.4	30.4	10.7	27.8
13	15.9	30.7	19.6	29.2	22.5	30.8	23.9	27.7	26.2	28.3	25.5	29.4	22.8	29.8	19.4	30.6	14.2	28.6	11.5	28.0	9.9	29.4	10.9	27.4
14	15.6	30.5	19.1	30.3	22.5	31.4	24.0	27.4	26.1	28.8	25.4	29.7	22.4	29.7	17.7	29.5	13.4	28.5	11.7	28.1	9.4	26.6	12.0	28.0
15	15.8	31.2	18.8	30.4	22.2	31.5	24.5	26.4	26.3	28.6	25.8	28.6	21.7	28.4	17.8	29.6	13.3	27.5	11.7	28.2	10.2	27.9	11.8	27.0
16	15.9	31.4	19.4	30.9	22.2	31.3	25.0	27.2	26.2	28.2	25.9	29.0	22.2	29.4	18.0	30.3	13.5	27.8	11.0	26.9	10.7	28.4	11.8	26.4
17	16.2	31.2	19.2	30.8	21.6	31.1	26.2	27.2	27.6	27.2	26.1	28.7	21.8	28.8	18.3	30.7	13.6	28.6	11.3	28.2	11.0	28.2	12.4	28.0
18	16.0	31.3	19.3	31.3	21.3	28.6	26.6	26.7	27.1	28.1	25.7	28.2	21.9	28.4	17.8	30.5	11.4	27.2	11.2	28.2	10.8	28.0	12.9	28.5
19	16.1	30.6	20.3	30.8	21.9	27.8	27.0	26.9	26.6	28.8	24.8	27.8	22.6	29.1	18.3	30.7	11.1	26.8	11.7	29.4	10.8	27.5	12.7	28.2
20	16.1	30.0	19.6	30.8	23.0	27.6	27.4	26.1	26.7	28.1	24.5	28.5	22.7	29.5	18.9	31.2	12.7	27.6	11.7	29.1	10.8	27.9	13.3	25.1
旬平均	16.1	30.7	19.5	30.5	22.3	30.1	25.3	26.7	26.5	28.2	25.6	28.8	22.4	29.3	18.6	30.3	13.3	27.9	11.4	28.2	10.4	28.4	11.9	27.4
21	16.5	29.8	19.3	31.2	22.7	26.5	28.0	26.3	26.9	29.1	24.2	28.9	22.5	29.7	19.3	31.4	12.4	27.1	11.8	29.4	11.2	29.7	13.5	25.5
22	16.3	30.1	20.2	30.1	22.1	24.2	28.0	26.6	27.3	27.3	24.6	29.2	22.4	29.0	19.3	31.1	11.8	26.5	11.7	29.1	11.5	30.3	13.2	28.2
23	16.6	30.2	20.8	30.4	22.1	23.7	28.4	26.2	27.4	26.5	24.9	29.4	21.8	28.3	19.2	31.1	12.7	27.0	11.5	29.1	11.5	29.7	13.0	28.8
24	17.3	30.0	21.5	30.4	22.6	26.0	28.1	26.8	27.2	26.8	24.8	29.6	21.8	28.3	19.3	31.1	13.6	28.5	11.7	29.8	11.4	30.0	12.8	28.2
25	17.6	30.1	21.2	30.5	23.0	28.4	28.4	27.0	27.3	27.4	24.9	29.6	22.3	29.8	19.2	31.2	13.3	29.0	12.1	30.2	11.1	29.7	12.7	29.0
26	18.0	30.5	21.1	30.4	22.8	29.1	28.5	27.3	27.0	28.0	24.7	28.9	22.4	29.9	18.6	30.4	12.8	28.5	12.1	30.2	10.9	28.8	13.1	28.3
27	17.8	31.0	21.0	30.5	22.3	29.0	28.1	28.0	27.4	28.0	24.7	29.0	22.2	30.0	18.2	29.9	13.0	28.8	12.0	29.5	11.1	29.7	13.1	27.4
28	17.4	31.1	20.8	30.8	22.7	27.8	28.2	28.0	26.9	27.5	25.0	29.9	21.6	29.7	18.7	30.5	13.0	28.8	11.7	28.6	10.8	29.2	14.2	27.2
29	17.2	31.4	21.4	30.1	23.2	29.8	28.1	28.2	26.2	28.3	25.4	29.4	21.3	29.8	18.7	30.5	13.1	28.5	11.2	28.3			15.0	26.7
30	17.0	31.6	22.0	30.3	23.2	29.8	28.2	28.5	26.1	28.3	24.8	29.9	21.7	30.1	18.2	29.7	12.8	27.7	11.5	28.7			16.0	25.9
31			22.0	30.3			26.7	29.0	26.5	27.8			21.5	29.6			13.5	28.8	11.4	29.7			16.0	25.8
旬平均	17.2	30.6	21.0	30.4	22.7	27.4	28.1	27.5	26.9	27.7	24.8	29.4	22.0	29.5	18.9	30.7	12.9	28.1	11.7	29.3	11.2	29.6	13.9	27.4
月平均	16.1	30.4	19.7	30.7	22.3	29.3	25.8	27.0	26.4	28.2	25.7	28.3	22.7	29.3	19.4	30.3	13.9	28.3	11.6	28.7	10.8	29.3	12.3	27.8

表6 平成26年4月～平成27年3月の田浦局ブイによる日平均水温（℃）及び塩分

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月	
	水温	塩分																						
1	14.6	33.6	17.6	34.8	21.9	33.6	24.3	26.0	25.1	29.9	26.9	30.6			22.6	31.9			11.9	22.0	12.6	33.1	12.3	33.6
2	15.0	33.3	18.1	34.8									25.4	31.5			18.1	12.2	12.9	22.5	12.4	33.2	12.2	34.0
3	15.3	33.2	18.0	34.9	20.5	33.4	23.1	24.8	25.3	29.5			25.4	31.6	21.9	32.2	18.9	12.3	13.6	23.1	12.5	33.8		
4	15.1	33.3	18.1	34.8	20.9	32.0	23.7	24.1	25.6	30.1			25.1	31.8	22.3	32.8	18.1	11.7	13.4	23.3			11.7	33.8
5	14.7	33.4	18.1	34.7			23.8	24.4	26.0	29.8					21.9	33.2			13.5	23.7			12.3	34.0
6	14.7	33.5	17.7	34.9	22.4	31.3	23.5	22.5	26.5	28.6			23.8	30.8	21.7	33.2	15.8	12.6	13.5	24.1				
7	14.7	33.6	18.2	34.6	21.7	32.2	23.2	15.0	27.3	27.1			24.0	31.0	21.2	33.1	17.4	13.0	13.3	24.5			12.3	33.6
8	15.1	33.6	18.9	34.5	23.0	31.6	24.8	18.0	26.4	29.1			23.9	30.7			17.7	13.5	12.7	24.8			12.4	34.1
9	15.3	33.4	19.4	34.7	23.4	29.4	24.3	23.5	24.2	30.3			24.0	29.2	21.1	33.7			13.1	25.4			12.3	33.3
10	15.7	33.3	19.0	34.8	23.5	29.2			24.7	27.7			24.1	30.1	21.2	34.0			12.5	26.0			11.6	31.6
旬平均	15.0	33.4	18.3	34.8	22.2	31.6	23.8	22.3	25.7	29.1	26.9	30.6	24.5	30.8	21.7	33.0	17.7	12.6	13.0	23.9	12.5	33.4	12.1	33.5
11	16.0	33.4	18.8	34.9	22.8	29.7	24.3	21.9	25.6	29.9			24.1	31.2	21.3	34.2			13.0	26.8			12.2	33.0
12	16.1	33.7			22.5	29.6	24.5	22.0	25.7	30.1					21.2	34.4	16.7	16.2	12.7	27.3			11.8	32.7
13	16.0	34.2	19.0	34.7	22.6	29.2	24.1	21.1	25.7	30.3					20.0	34.1			13.2	28.3	11.8	33.7	12.3	33.5
14	16.0	34.1			22.6	29.5	24.4	23.5	25.9	30.1			23.1	30.0	20.8	34.7	16.9	17.2			11.7	33.7	12.4	33.5
15	16.1	34.2			22.6	29.4	25.3	20.5	26.0	29.9			23.5	29.6	20.7	35.2	16.6	17.4					12.6	33.8
16	16.0	34.2	19.4	34.3	22.5	29.5	26.3	21.7	26.1	29.8			23.7	29.8	20.2	34.8	16.6	17.6	12.8	33.2			12.6	33.9
17			19.2	34.2			27.3	22.3	27.4	28.9			23.2	29.7	20.3	35.5			12.4	32.8			13.1	33.6
18			19.1	34.2			27.1	22.3	27.0	28.8			23.5	29.7	19.4	35.5	14.7	17.8	12.9	33.6			13.5	32.6
19	16.3	34.3	19.2	34.4	22.4	29.0	27.1	22.0					23.5	29.7	19.1	34.8	14.6	17.9	12.7	33.6				
20					22.9	28.7	28.2	21.6	27.0	28.7			23.2	30.3	19.3	33.6	14.2	18.0	12.9	33.7	12.1	34.2	13.2	33.3
旬平均	16.0	34.0	19.1	34.4	22.6	29.3	25.9	21.9	26.3	29.6			23.5	30.0	20.2	34.7	15.7	17.4	12.8	31.2	11.8	33.9	12.6	33.3
21	16.4	34.2	19.6	33.2			28.6	21.2	26.9	28.9			23.3	29.8			13.2	18.1			12.0	34.2	13.5	33.1
22	16.4	34.3	19.8	33.4	22.0	26.1	29.3	21.8	27.2	28.6					19.5	34.1	13.5	18.6	12.9	33.8			13.8	33.1
23	16.9	34.1	20.2	33.7	22.3	21.4	29.2	22.3	27.6	28.8			22.9	30.3	19.6	34.9	14.5	19.0	12.6	33.8	12.1	34.0	13.6	32.3
24	17.0	34.1	21.1	33.3	23.5	18.6	29.3	25.8	27.6	28.0			23.0	30.3	19.6	35.8	14.5	19.0	12.8	33.9	12.0	34.2	13.3	32.5
25	17.1	34.1	21.0	33.4	23.7	24.3	29.2	27.2	27.4	28.2			23.0	29.6			14.0	19.2	12.7	33.8	12.1	34.1	13.2	32.3
26	17.3	34.3			23.2	25.2	29.0	27.9	27.3	28.6			23.1	29.4			14.1	20.7					13.4	31.9
27	17.1	34.5	20.8	34.0			29.1	28.1	27.8	29.0			23.0	29.8	19.6	31.8	14.2	21.3	13.0	33.9	12.0	33.7	13.2	31.7
28			21.0	33.5	23.6	22.3	28.6	28.3			25.7	31.2	22.6	29.9	19.6	27.8	14.3	21.6	12.8	33.3	12.2	33.9	14.0	31.6
29			21.3	33.9	24.1	23.3	28.1	27.8	26.2	30.2	25.8	31.5	22.6	30.0	19.4	16.1	14.4	21.9	12.7	33.4			14.5	31.8
30			21.7	33.9	23.9	25.3	27.7	28.5	26.2	30.7	25.4	31.7	22.6	30.9			14.3	22.1	12.4	32.9			14.8	32.1
31			22.0	33.9			25.9	29.1	26.5	30.9			22.6	31.4			14.3	22.3	12.3	33.2				
旬平均	16.9	34.2	20.9	33.6	23.3	23.3	28.5	26.2	27.1	29.2	25.6	31.5	22.9	30.1	19.6	30.1	14.1	20.3	12.7	33.6	12.1	34.0	13.7	32.2
月平均	15.9	33.8	19.5	34.2	22.7	28.1	26.3	23.6	26.4	29.3	25.9	31.2	23.5	30.3	20.6	33.0	15.5	17.6	12.9	29.3	12.1	33.8	12.9	33.0

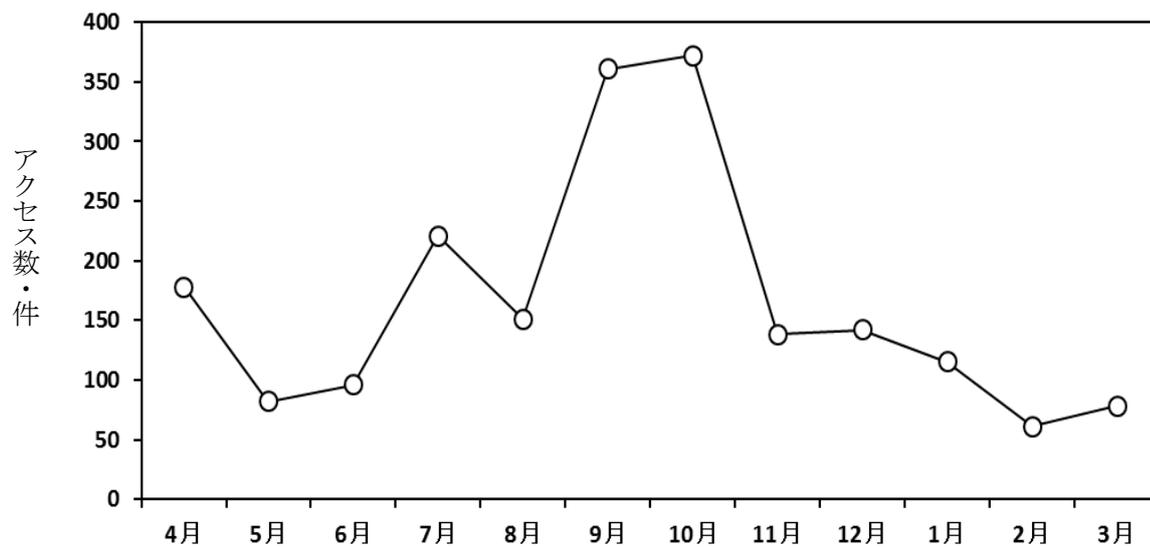


図3 ホームページアクセス数の推移

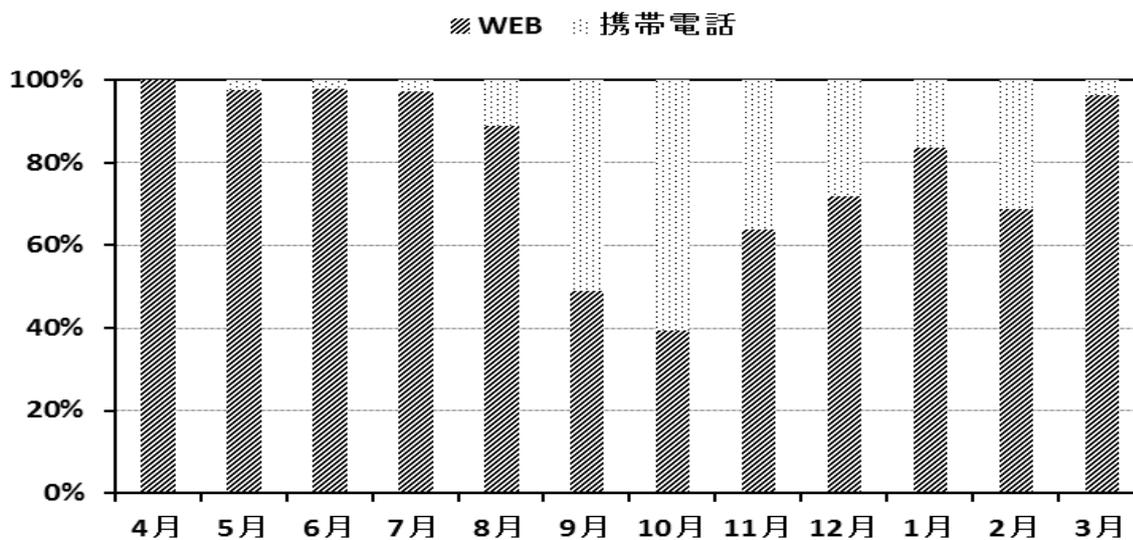


図4 ホームページアクセス方法の比率

八代海湾奥部水質連続モニタリング調査 (県 単)

平成 24～26 年度

1 緒 言

八代海湾奥部は、有明海の干潟域と同様、ノリ養殖、アサリ・ハマグリ等の採貝等が営まれ、干潟域特有の漁場を形成している。しかし近年、ノリの色落ち（冬季）やアサリのへい死（夏季）が頻繁に発生し、漁業生産に深刻な打撃を与えている。

現在有明海及び八代海中央部においては、水質の連続観測ブイを設置し、モニタリング調査を実施しているが、八代海湾奥部には設置されておらず、水質のデータが不足している現状である。

そこで、水質（水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル）の連続モニタリングが可能な機器を八代海湾奥部に設置し、海洋観測データの収集を行うとともに、貧酸素等が発生しやすい夏期においては、水質の鉛直断面の状況を把握するため、定期的なライン調査を行った。また、これらの調査結果について漁業者への情報提供を行った。

2 方 法

- (1) 担当者 諸熊孝典、多治見誠亮、栃原正久、川崎信司
- (2) 調査項目および内容

ア 水質連続モニタリング

(ア) 調査期間

平成26年6月～8月（底層観測）

平成26年10月～翌3月（表層観測）

(イ) 調査場所

夏季の底層観測においては、アサリ等の生息水深を想定し、松合地先の海底上1m程度の地点に測器を設置した（図1のa）。秋季～冬季の表層観測においては、珪藻の発生水深を想定し、鏡町地先の水深1m程度の地点に測器を設置した（図1のb）。

(ウ) 観測項目

水温・塩分・溶存酸素・クロロフィル

※クロロフィルは秋季～冬季の表層観測のみ

(エ) 観測方法

夏季の底層観測においては、観測器及び通信装置を、宇城市松合地先の海底に立てた2本のFRP支柱に巻きつけて設置し、秋季～冬季の表層観測においては、鏡町地先に設置された養殖筏に観測器を設置した。このとき、取得したデータは筏上に設置した通信装置により外部サーバ上に即時送信し、水産研究センターのホームページから随時公表した。

イ ライン調査

(ア) 調査日

4月から3月にかけて、小潮ごとに1度の頻度で調査を実施した。

(イ) 調査定点

図1の4点（1～4）

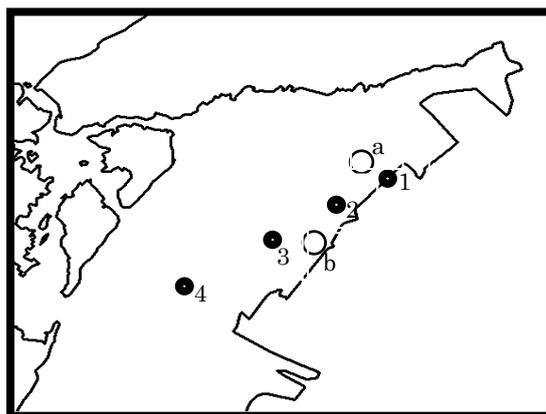


図1 調査定点

(ウ) 調査項目

水温・塩分・溶存酸素・クロロフィル

(エ) 調査方法

記録式の水質測定器を船上より海底まで沈降させ、データを記録し、センターに持ち帰りデータの整理を行った。各調査点の水質情報については、速報として関係機関にFAXによりデータ提供を行った。

3 結果および考察

(1) 水質連続観測モニタリング

調査期間中、定期的なデータの蓄積を行った。主な状況を以下に記す。

ア 松合地先の底層における、6月中旬から8月上旬にかけての水温、塩分及び溶存酸素

6月18日から8月4日にかけての各項目の測定値の推移を図2~4に示す。7月9日から7月17日、8月6日から8月18日の期間は台風の接近ともない、測器を回収したため欠測となった。

水温は、1日の間に最大約8℃の変動が見られ、低潮時に上昇し、高潮時に下降する傾向が認められた。これは、当期間中に水温躍層が形成されており、観測水層が低潮時には高水温層に、高潮時には低水温層に晒されたためと示唆された。この期間における最高値は7月25日の32.5℃、最低値は6月22日の21.9℃であった。

塩分は、1日の間に最大約20.9psuの変動が見られ、高潮時に上昇し、低潮時に下降する傾向が認められた。これは、当期間中に塩分躍層が形成されており、観測水層が低潮時には低塩分層に、高潮時には高塩分層に晒されたためと示唆された。

溶存酸素は、1日の間で最大約8mg/Lの変動が見られ、高潮時に下降し、低潮時に上昇する傾向が認められ、期間を通して概ね5mg/L程度で推移した。

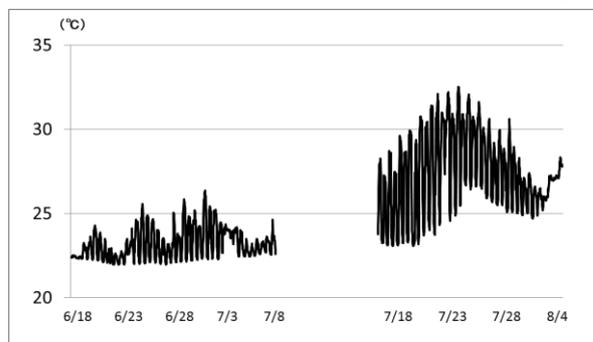


図2 水温 (°C) の推移

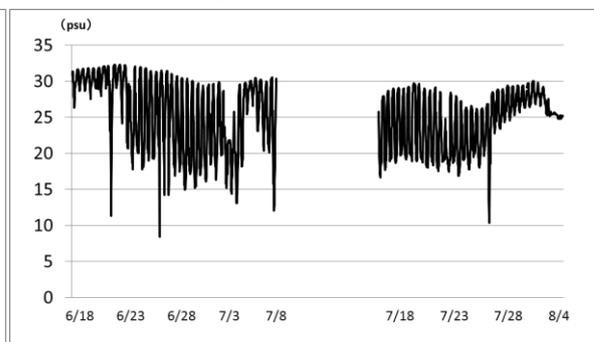


図3 塩分 (psu) の推移

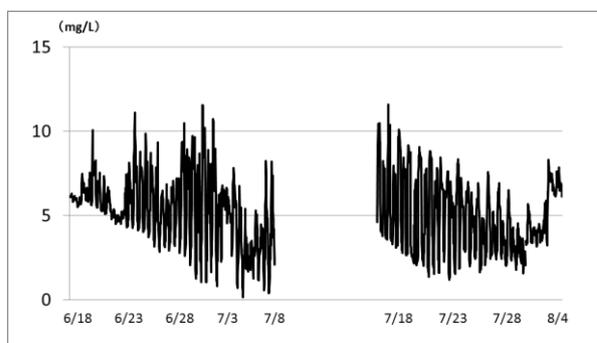


図4 溶存酸素 (mg/L) の推移

[[

イ 鏡町地先の表層における、10月中旬から3月中旬にかけての水温、塩分、溶存酸素量及びクロロフィル量

10月17日から3月13日にかけての各項目の測定値の推移を図5～8に示す。1月5日から1月29日にかけては通信装置の故障により欠測となった。

水温は、10月上旬の設置以降低下がみられ、11月上旬以降に20℃を、12月上旬以降に15℃を下回った。2月上旬には10℃未満の測定値も観測され、2月中旬以降に上昇がみられた。期間のうち最高値は10月30日における22.1℃、最低値は2月10日における8.0℃であった。

塩分は、期間のうち最低値は11月20日の21.0 psuであり、観測期間中の表層における大幅な塩分低下は認められなかった。

溶存酸素は、期間中は概ね6～10 mg/Lで推移した。

クロロフィル量は、2月以降に10 μg/Lを超える値が多く観測されたため、珪藻等の発生が考えられた。

連続観測機器水質観測では、いずれも付着生物による観測値の異常が頻出し、適正なデータの蓄積について課題が残る結果となった。特に塩分センサー、溶存酸素センサー及びクロロフィルセンサーにおける付着生物の影響は大きく、1週間程度で異常値が観測される状況であったため、本海域の底層における適正なデータの取得には、ワイパー式により定期的な付着物の除去を実施するなど、付着生物への対策が不可欠であると考えられた。



図5 水温 (°C) の推移

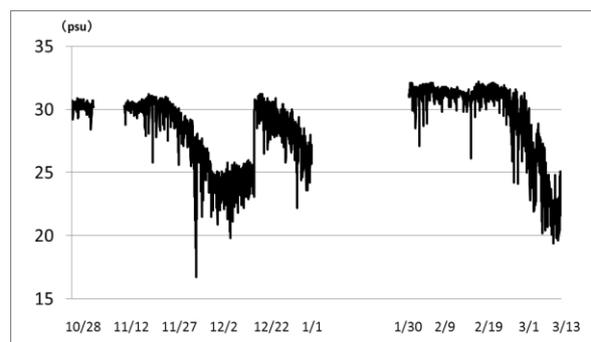


図6 塩分 (psu) の推移

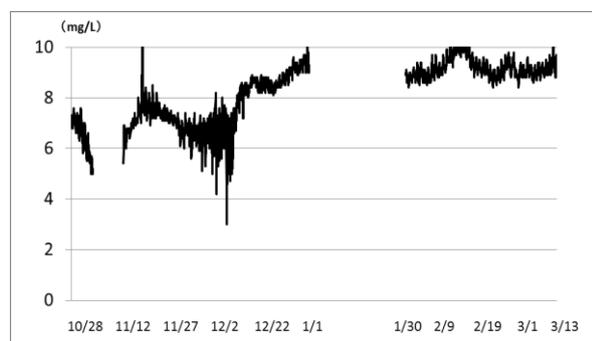


図7 溶存酸素 (mg/L) の推移

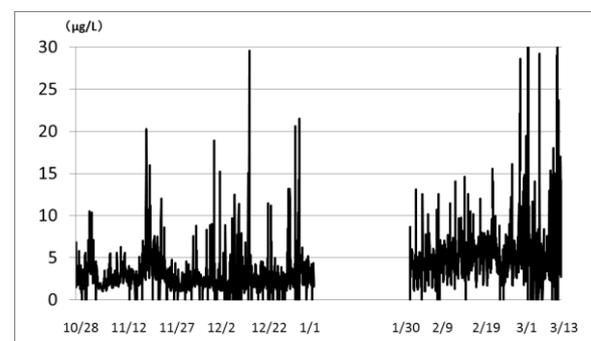


図8 クロロフィル量 (μg/L) の推移

(2) ライン調査

ア 水温

各定点の水温の推移について、図9に表す。

調査期間を通じて水温は全地点で9.1℃～28.2℃の範囲で推移し、最低値は2月10日のSt.4(底層)、最高値は8月20日のSt.1(2m)であった。St.1を除く全地点において、5月下旬から8月下旬にかけて、表層と底層との水温差が1℃以上と大きくなり、水深2～5m付近に水温躍層があった。水深の浅いSt.1(水深約3.6m)においては、7月中しか水温差が大きくならなかったことから、7月中旬を除く5月から8月にかけて、St.1においては全層が水温成層の上部に曝されたことが示唆された。

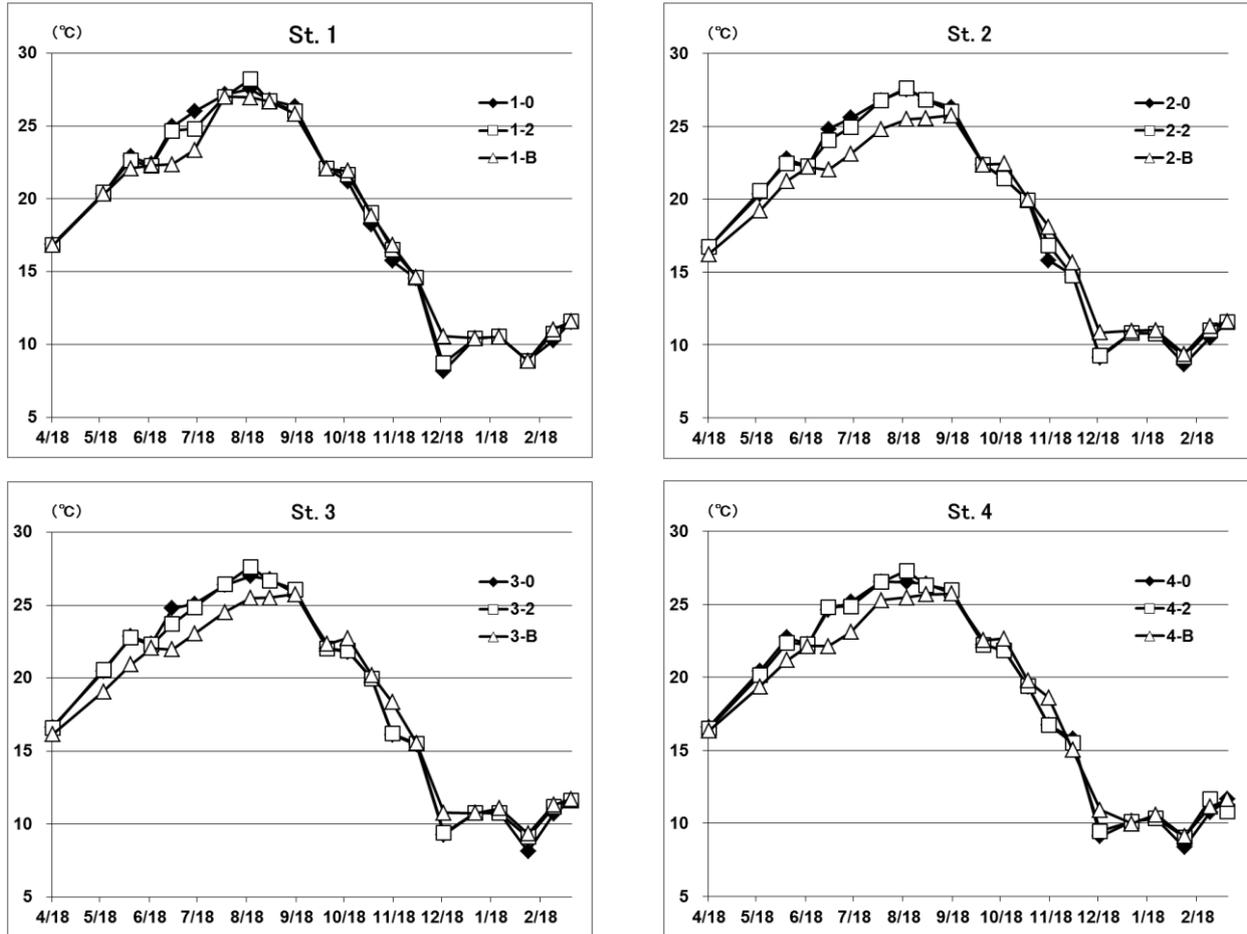


図9 各定点の水温の推移(°C)

イ 塩分

各定点の塩分の推移について、図10に表す。

調査期間を通じて塩分は全地点で16.6psu～32.3psuの範囲で推移し、最低値は7月16日のSt.3(表層)、最高値は6月6日のSt.3(底層)であった。表層塩分が7月2日以降低下し、7月2日及び7月16日には全地点の表層で20psuを下回った。この表層塩分の低下は8月下旬まで観察される一方で、底層塩分は期間を通して25psuを下回らなかったため、この期間に塩分躍層が形成されていたことが示唆された。

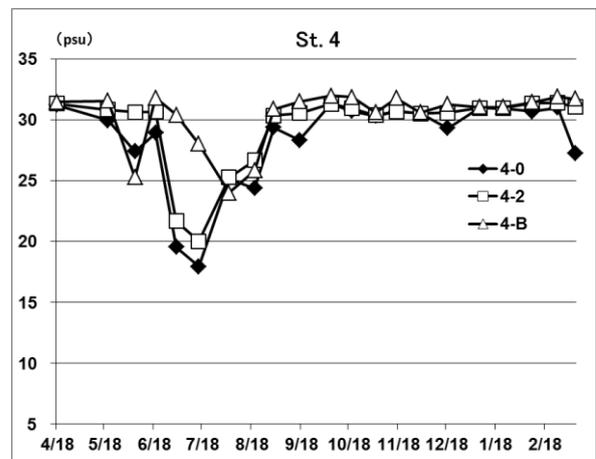
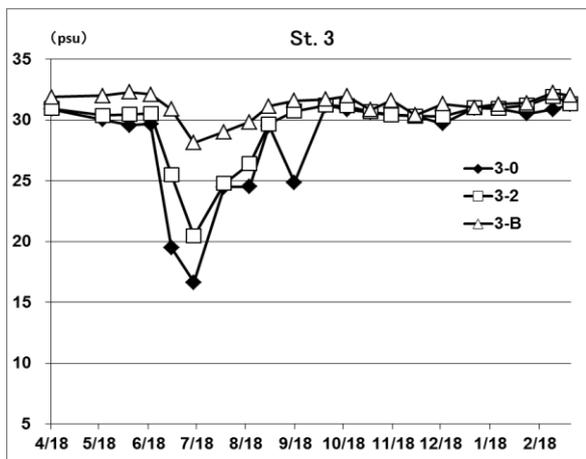
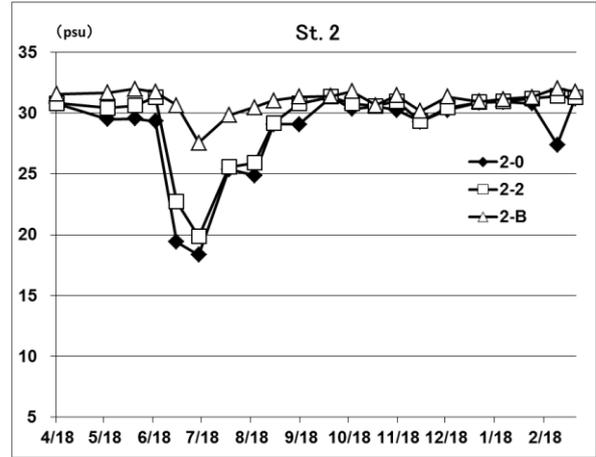
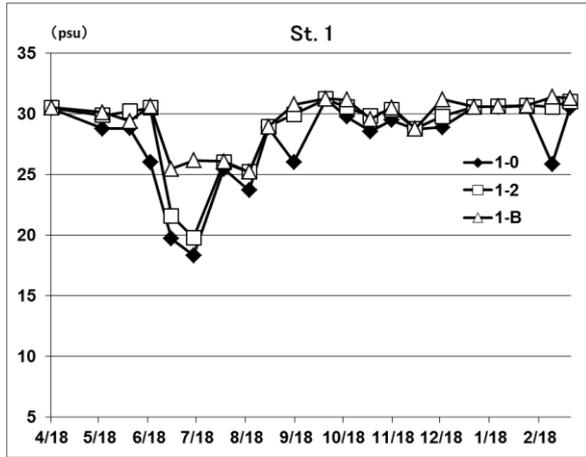
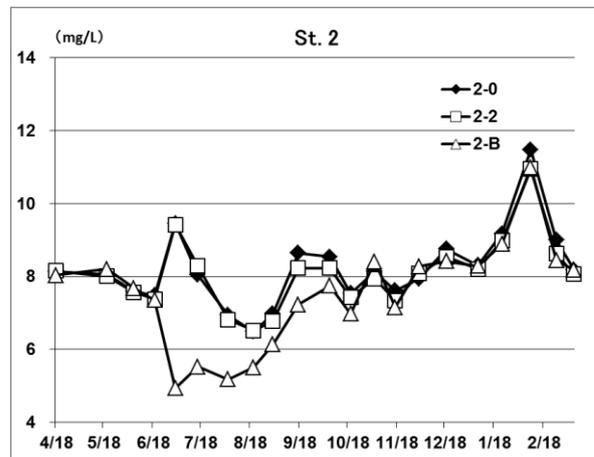
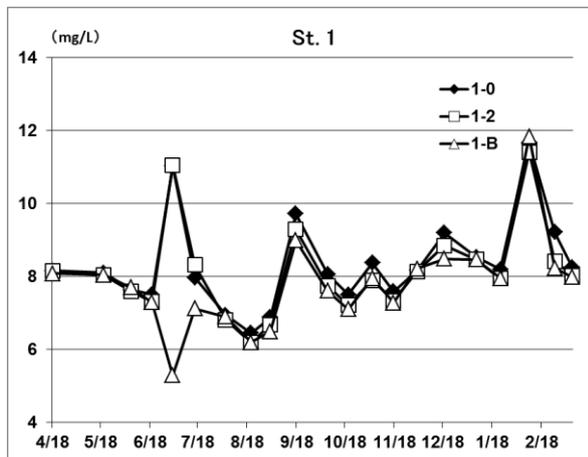


図 10 各定点の塩分の推移 (psu)

ウ 溶存酸素

各定点の溶存酸素の推移について、図 11 に表す。

調査期間を通じて溶存酸素は全地点で 4.9 mg/L~12.0 mg/L の範囲で推移し、最低値は 7 月 2 日の St. 3 (底層)、最高値は 2 月 10 日の St. 3 (表層) であった。調査期間全体を通して、表層の値は高く、底層の値は低い傾向にあった。これは、表層は珪藻プランクトンの光合成により酸素が供給される一方で、躍層下においては、鉛直混合の減少のため酸素が供給されなかったためと示唆された。



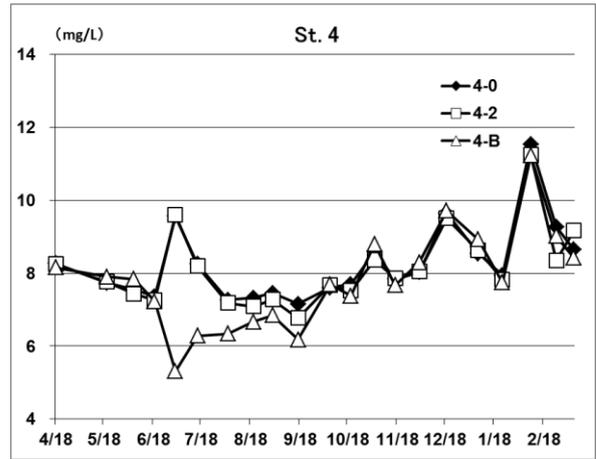
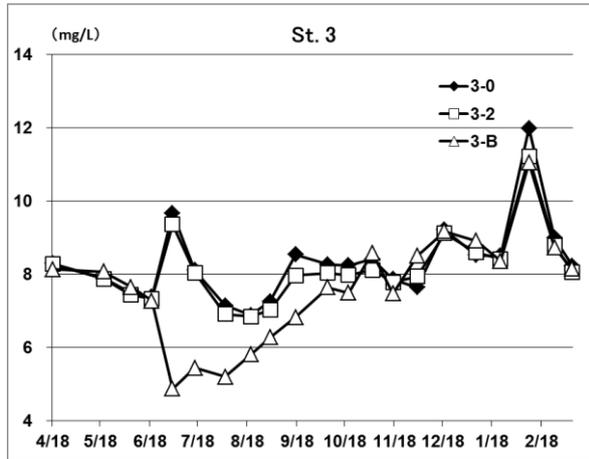


図 11 各定点の溶存酸素の推移 (mg/L)

エ クロロフィル量

各定点のクロロフィル量の推移について、図 12 に表す。

調査期間を通じてクロロフィル量は全地点で $0.01 \mu\text{g/L} \sim 14.4 \mu\text{g/L}$ の範囲で推移し、最低値は 8 月 20 日の St.1 (底層)、最高値は 7 月 2 日の St.1 (2 m) であった。調査期間全体を通して、表層の値は高く、底層の値は低い傾向にあった。

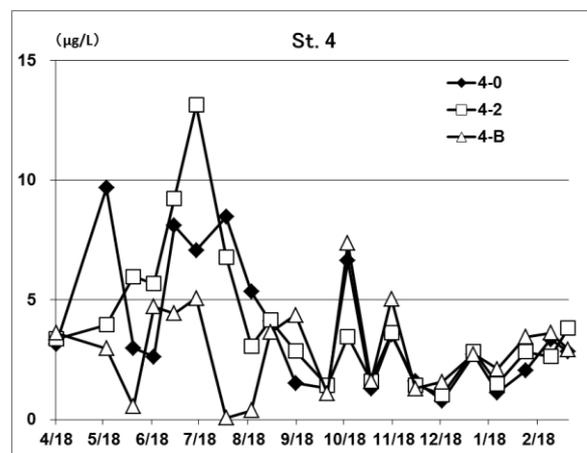
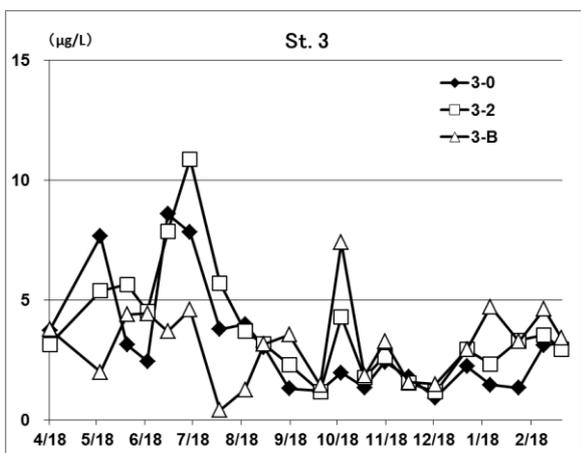
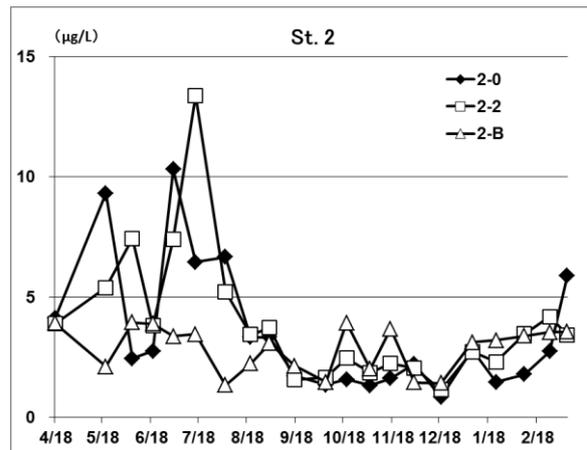
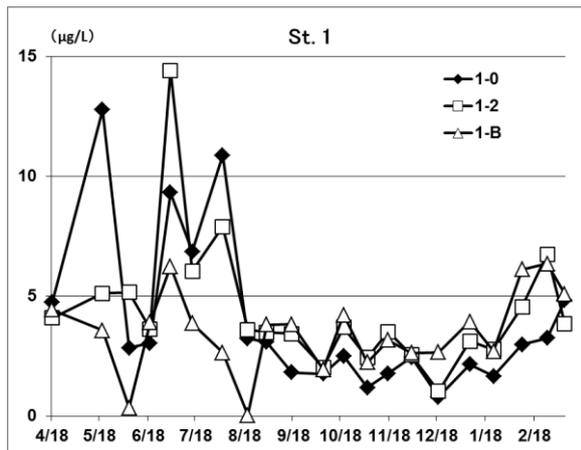


図 11 各定点のクロロフィル量の推移 ($\mu\text{g/L}$)

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業 I (国庫委託 平成 17 年度～)

(夏季赤潮調査)

1 緒言

本調査は有明海熊本県海域において、その環境特性を把握し、閉鎖性海域における赤潮発生や貧酸素水塊等による漁業被害の軽減に必要な知見を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 多治見誠亮、吉村直晃、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 方法

ア 調査定点：有明海中央ライン 5 点

(図 1 中の●印 水深 25m～39m)

玉名市～熊本市地先 3 点

(図 1 中の○印 水深 11m～12m)

イ 調査層：表層（水面下 0.5m）、2m 層、5m 層、10m 層、
（以下 10m 間隔）、底層（海底上 1m）

ウ 調査頻度：8 回（隔週、6 月～9 月）

エ 調査項目：多項目水質計（JFE アドバンテック社製：

AAQ1183 型）を用いて、表層から底層までの水温、
塩分、クロロフィル蛍光値、濁度、溶存酸素の鉛直観測を
行った。また、原則として表層・中層・底層より栄養塩

（溶存態無機窒素・溶存態無機リン・溶存態ケイ素）、溶存酸素、
植物プランクトンの組成・細胞密度を測定するための採水を行った。

また、解析には調査を通じて取得したデータ及び気象庁が公開しているアメダスデータを用いた。

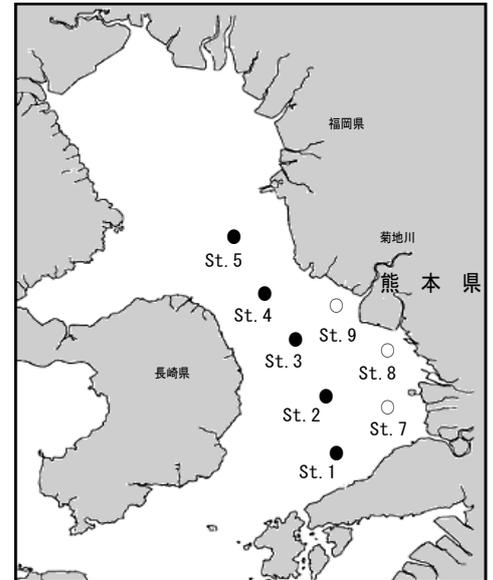


図 1 調査定点図

3 結果及び考察

1) 項目毎の時系列変化

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。また、調査結果は取りまとめ、水産庁に報告し平成 26 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業赤潮・貧酸素水塊対策事業のうち九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書(2. 有明海熊本県海域の赤潮・貧酸素動態の把握)として取りまとめた。

ここでは調査及び分析により得られた結果一覧を図 2～図 12 に示し、水温・塩分・溶存酸素・溶存態無機態窒素・溶存態無機リン・溶存態ケイ素・クロロフィル a・植物プランクトン及び熊本市における気象変動について記載する。

①水温、塩分、各種栄養塩、クロロフィル a の各層毎の時系列変化

(ア) 水温

6 月 5 日から 9 月 18 日までの沖合域 5 点及び沿岸域 3 点の各層（表層、2m 層、5m 層、底層）における水温の推移を図 2 に示す。表層では、沖合域で 20.68～26.28℃、沿岸域で 21.10～27.27℃、2m 層では、沖合域で 20.60～26.28℃、沿岸域で 20.35～27.03℃、5m 層では、沖合域で 20.55～26.48℃、

沿岸域で 19.94~26.79℃、底層では、沖合域で 19.93~25.21℃、沿岸域で 19.76~25.72℃の間で推移した。表層水温の最高値は各測点において 8 月 6 日、8 月 19 日に記録されたが 30℃を上回ることはなかった。また、7 月 17 日以降には表層と底層の水温差が大きくなり成層の形成が示唆された。海域毎の特徴としては、沿岸域の水温は沖合域に比較して 1℃程度高い傾向が確認され、気象の影響を受けやすいことが示された。

(イ) 塩分

6 月 5 日から 9 月 18 日までの各側点、各層（表層、2m 層、5m 層、底層）における塩分の推移を図 3 に示す。表層では、沖合域で 8.53~32.19、沿岸域で 0.71~31.46、2m 層では、沖合域で 24.42~32.66、沿岸域で 24.68~32.14、5m 層では、沖合域で 27.63~32.79、沿岸域で 27.95~32.65、底層では、沖合域で 30.48~33.21、沿岸域で 29.30~33.02 の間で推移した。7 月 7 日、8 月 6 日には降雨による出水の影響を受けて表層塩分が著しく低下した。海域毎の特徴としては、沿岸域の塩分は沖合域に比較して変動幅が大きく河川からの出水の影響を受けやすいことが示された。また、変動幅は 0.34~8.34 であった。

(ウ) 溶存酸素

6 月 5 日から 9 月 18 日までの各側点、各層（表層、2m 層、5m 層、底層）における溶存酸素飽和度(%)の推移を図 4 に示す。表層では、沖合域で 75.15~120.86%、沿岸域で 64.61~123.00%、2m 層では、沖合域で 86.28~121.43%、沿岸域で 86.09~132.87%、5m 層では、沖合域で 85.79~114.10%、沿岸域で 84.98~133.83%、底層では、沖合域で 55.05~96.78%、沿岸域で 75.54~121.46%の間で推移した。期間を通じて酸素飽和度 40%以下の貧酸素水塊は確認されなかったが、St.5 の荒尾市沖では他の観測点と比較して下がり幅が大きく、9 月中旬には底層で 54.98%と最低値を記録した。

(エ) 溶存態無機窒素

6 月 5 日から 9 月 18 日までの各側点、各層（表層、2m 層、5m 層、底層）における溶存態無機窒素($\mu\text{g-at/L}$)の推移を図 5 に示す。表層では、沖合域で 0.29~54.40 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.36~61.33 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m 層では、沖合域で 0.45~23.34 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.24~22.54 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m 層では、沖合域で 0.71~9.06 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.82~49.49 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で 2.37~10.05 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 1.43~8.36 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。期間を通じた傾向として、沖合域及び沿岸域ともに降雨後の出水時に表層を中心に濃度が高くなる傾向が確認された。また、沖合域では St.3 の菊池川河口沖、沿岸域では全域において濃度の上昇が顕著であった。一方、8 月中旬以降は珪藻類を主体とする植物プランクトンの増殖により低濃度で推移した。

(オ) 溶存態無機リン

6 月 5 日から 9 月 18 日までの各側点、各層（表層、2m 層、5m 層、底層）における溶存態無機リン($\mu\text{g-at/L}$)の推移を図 6 に示す。表層では、沖合域で 0.01~2.19 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.03~2.78 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m 層では、沖合域で 0.04~1.18 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.04~1.03 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m 層では、沖合域で 0.07~0.79 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.03~2.20 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で 0.28~0.95 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 0.26~0.72 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。期間を通じた傾向として、沖合域及び沿岸域ともに降雨後の出水時に表層を中心に濃度が高くなる傾向が確認された。また、沖合域では St.3 の菊池川河口沖、沿岸域では全域において濃度の上昇が顕著であり、溶存態無機窒素と同様であった。また、8

月中旬以降は珪藻類を主体とする植物プランクトンの増殖により低濃度で推移した。

(カ) 溶存態ケイ素

6月5日から9月18日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）における溶存態ケイ素（ $\mu\text{g-at/L}$ ）の推移を図7に示す。表層では、沖合域で5.06~179.61 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で14.88~200.27 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m層では、沖合域で5.73~96.96 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で8.42~79.47 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m層では、沖合域で5.84~64.17 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で6.50~165.84 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で9.58~55.88 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で6.50~55.63 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。期間を通じた傾向として、沖合域及び沿岸域ともに降雨後の出水時に表層を中心に濃度が高くなる傾向が確認された。また、沖合域ではSt.3の菊池川河口沖、沿岸域では全域において濃度の上昇が顕著であり、溶存態無機窒素、溶存態無機リンと同様であった。

(キ) クロロフィルaの推移

6月5日から9月18日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）におけるクロロフィルa（ $\mu\text{g/L}$ ）の推移を図8に示す。表層では、沖合域で4.04~32.57 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で1.99~30.75 $\mu\text{g/L}$ 、2m層では、沖合域で4.80~33.75 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で2.51~37.07 $\mu\text{g/L}$ 、5m層では、沖合域で2.66~32.80 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で1.67~37.99 $\mu\text{g/L}$ 、底層では、沖合域で1.17~12.73 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で0.79~26.51 $\mu\text{g/L}$ の間で推移した。海域毎の特徴として、水深の深い沖合域においては表層から10m付近に高濃度のピークが確認され、水深の浅い沿岸域においては表層から底層まで一様に高濃度となる傾向が認められた。また、両海域ともに降雨後に高濃度となることから、河川からの出水の影響を受けているものと思われる。7月17日以降は、沖合域、沿岸域ともに30 $\mu\text{g/L}$ 以上確認される定点が多く見られ、下記に示すように7月中旬から8月上旬は*Ceratium furca*及び*fuscus*、8月中旬以降は*Ditilum spp.*及び*E.zodiacus*が高い密度で存在していたため、それらによるものと推察された。

(ク) 植物プランクトンの種組成と細胞密度

6月5日から9月18日までの各側点、表層における珪藻類及び*Chattonella spp.*の推移を図9に示す（参考として9月12日の熊本県単独事業による結果も併せて示す）。6月5日には、沖合域のSt.2、沿岸域のSt.7及びSt.8において珪藻類が1,000cells/ml以上の細胞密度で確認された。この時の優先種はいずれも*Skeletonema spp.*であった。その後、7月7日までは珪藻類は沖合域では、3~587cells/ml、沿岸域では、64~841cells/mlの密度で推移した。7月17日から8月19日には、上天草市大矢野町羽千鳥から荒尾市沖の広範囲にかけて*Ceratium furca*及び微細藻類による混合赤潮、*Ceratium furca*及び*Ceratium fuscus*による混合赤潮が確認された。*Ceratium furca*は沖合域では、St.5で80cells/ml、沿岸域では、St.8で140cells/ml、*Ceratium fuscus*は沖合域では、470cells/ml、沿岸域では、83cells/mlの最高密度で出現していた。8月19日以降は再度珪藻類の増殖が確認され、8月19日から8月25日にかけて大型珪藻である*Ditilum spp.*による赤潮が宇土市赤瀬沖から荒尾市沖の広範囲にかけて確認された。この時の最高密度は沖合域ではSt.4で194cells/ml、沿岸域では、St.7で108cells/ml（2m層による、記載なし）であった。また、この時期には大型珪藻である*Eucampia zodiacus*も出現しており、*Ditilum spp.*による赤潮消滅以降の9月4日には熊本県海域の広い範囲で*E.zodiacus*の出現が確認され、大型珪藻が増殖しやすい環境下であったことがうかがえた。珪藻類としては、9月4日は沖合域のSt.3、St.4、St.5、沿岸域のSt.9、9月12日は沖合域のSt.2、沿岸域のSt.9、9月18日は沖合域のSt.3、St.4、沿岸域のSt.7、St.8にて1,000cells/ml以上の細胞密

度が確認され、この時の優先種は、*Chaetoceros* spp.、*Skeletonema* spp.、*E.zodiacus* であった。*Chattonella* spp.は、6月20日に St.2、St.8 で0.005cells/ml、0.0025cells/ml で初認された。初認後、7月7日に St.4 で0.006cells/ml 確認されたが、7月17日、8月7日、8月19日は全定点で確認されなかった。その後、9月4日には St.1、St.8 及び St.9 を除く全定点で再度 0.009~0.195cells/ml と低い細胞密度で確認され、9月12日には St.3、St.7 を除く点で 1cells/ml 確認された（最高細胞密度は St.2、St.4 の 2m 層における 3cells/ml 記載なし）。

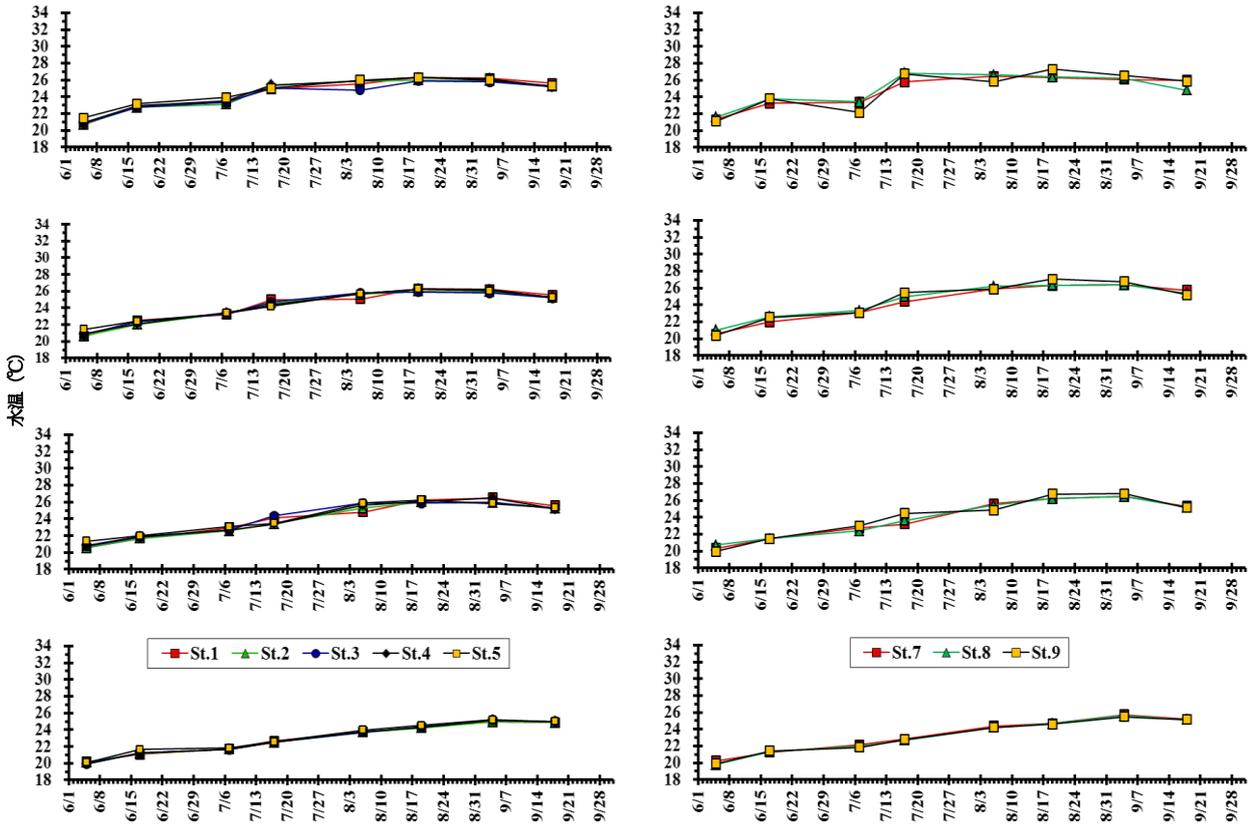


図2 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における水温の推移

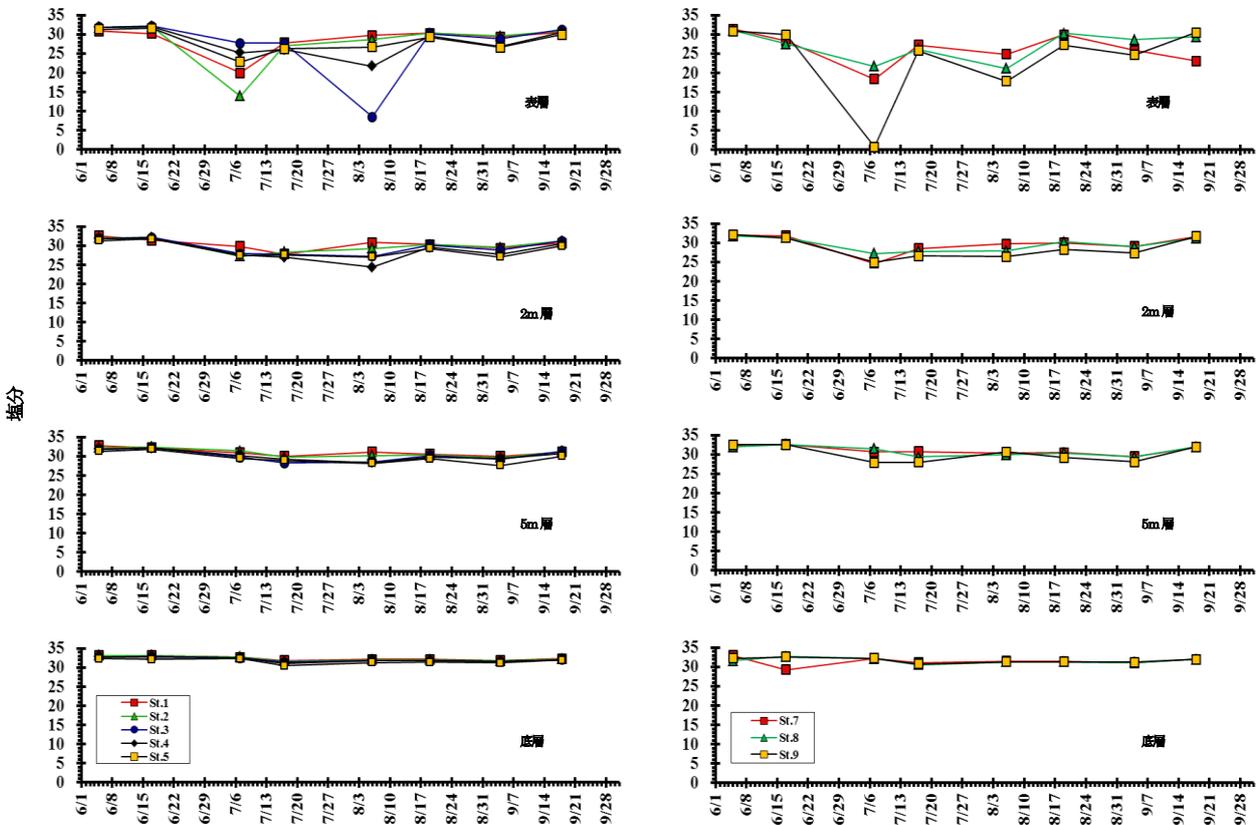


図3 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における塩分の推移

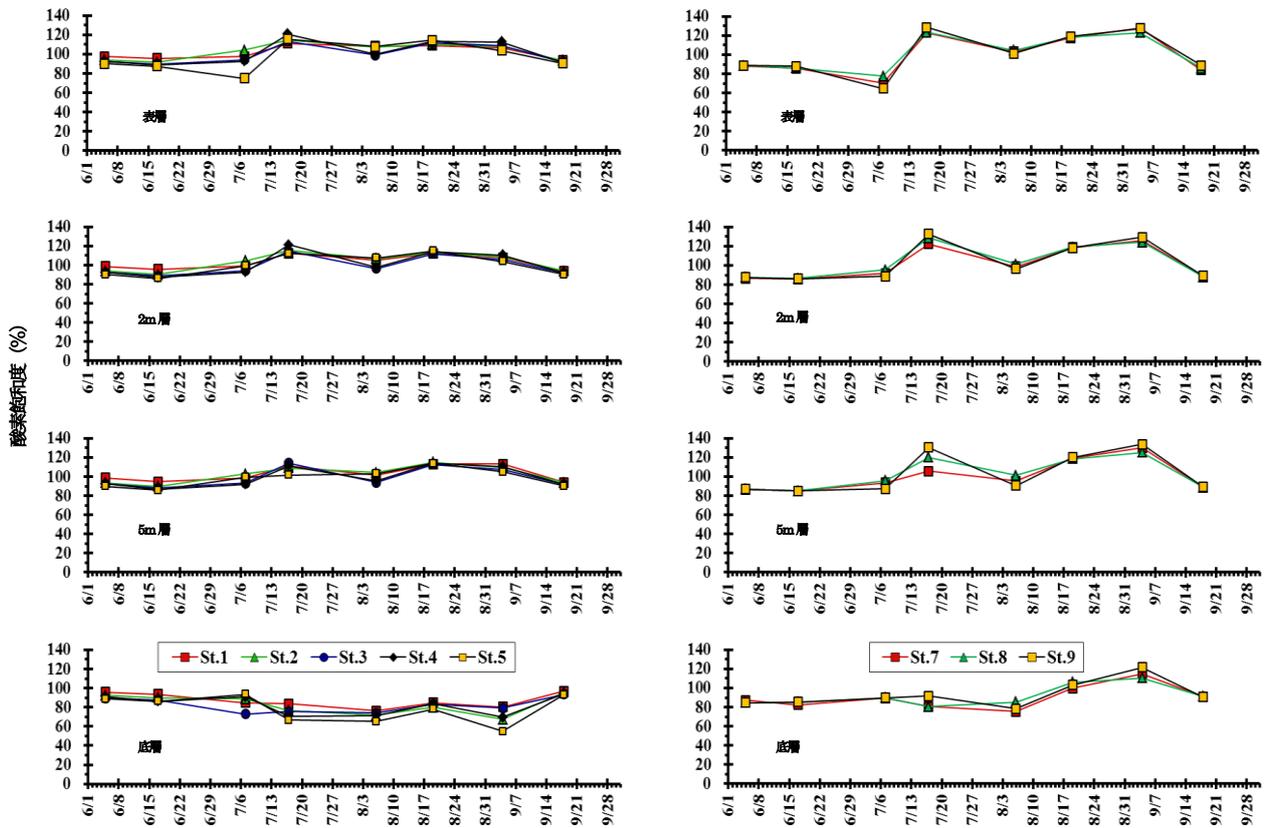


図4 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存酸素飽和度の推移

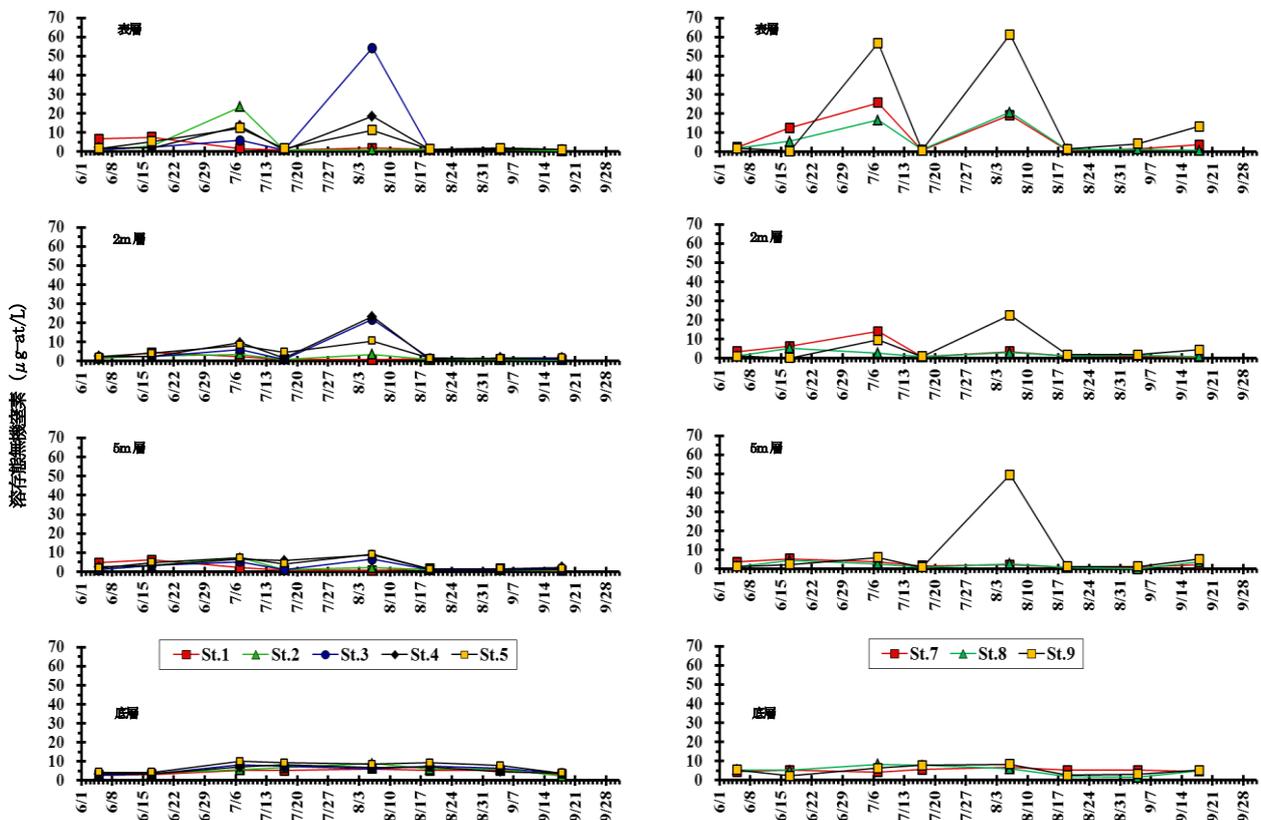


図5 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態無機窒素の推移

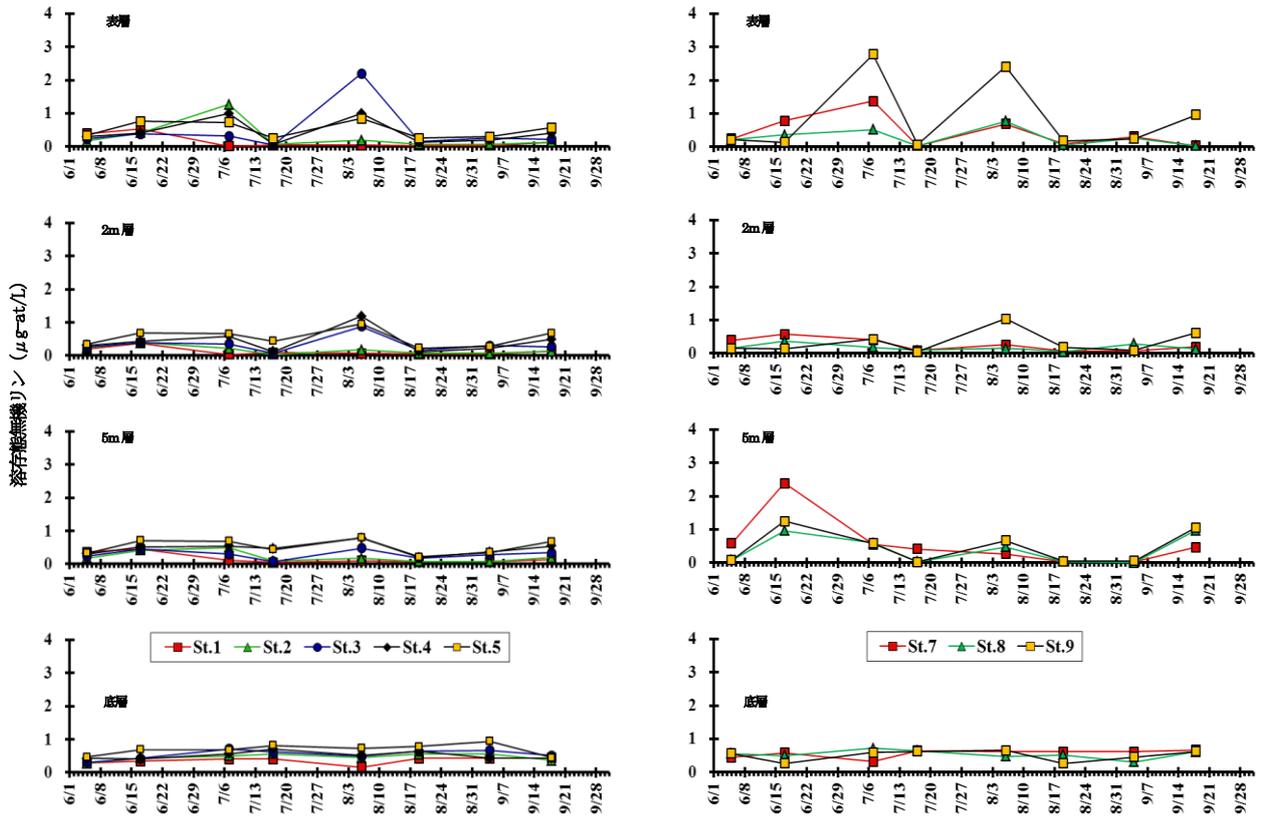


図6 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態無機リンの推移

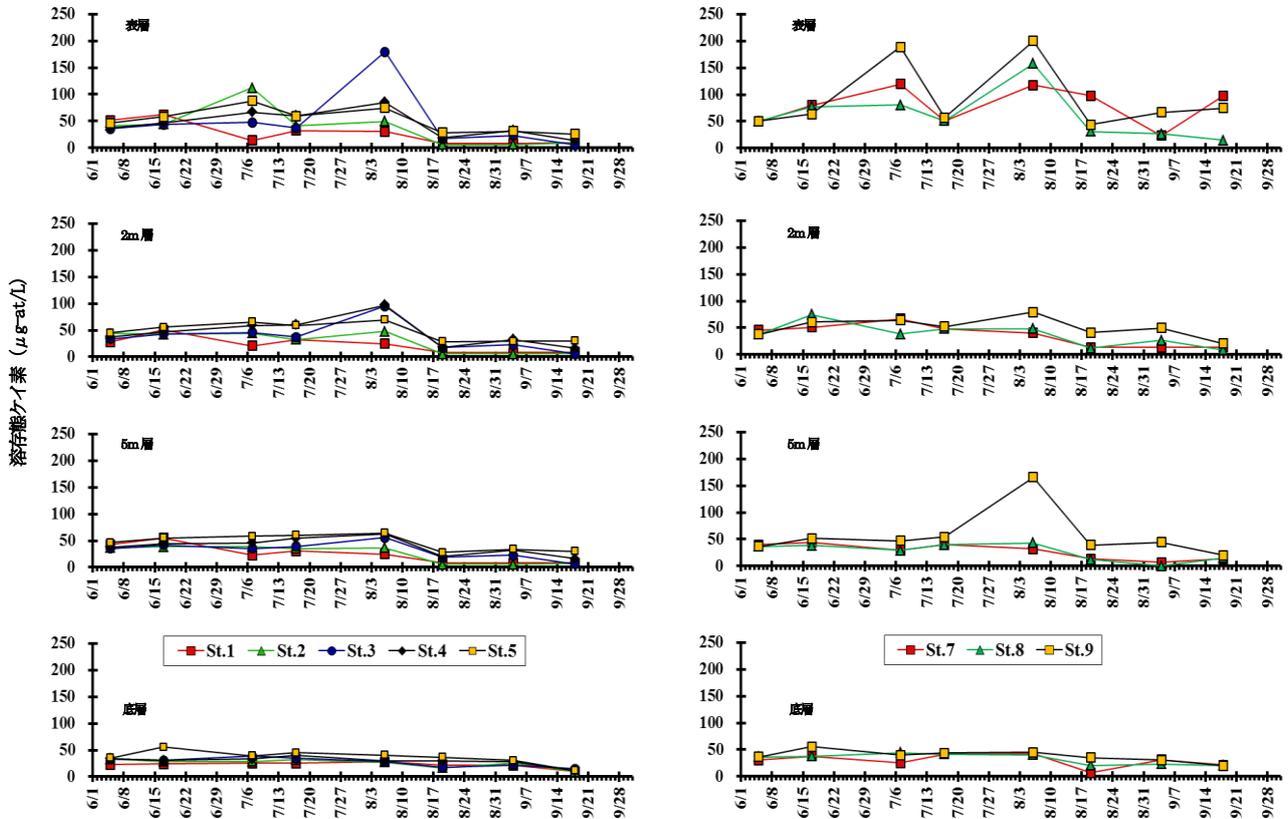


図7 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態ケイ素の推移

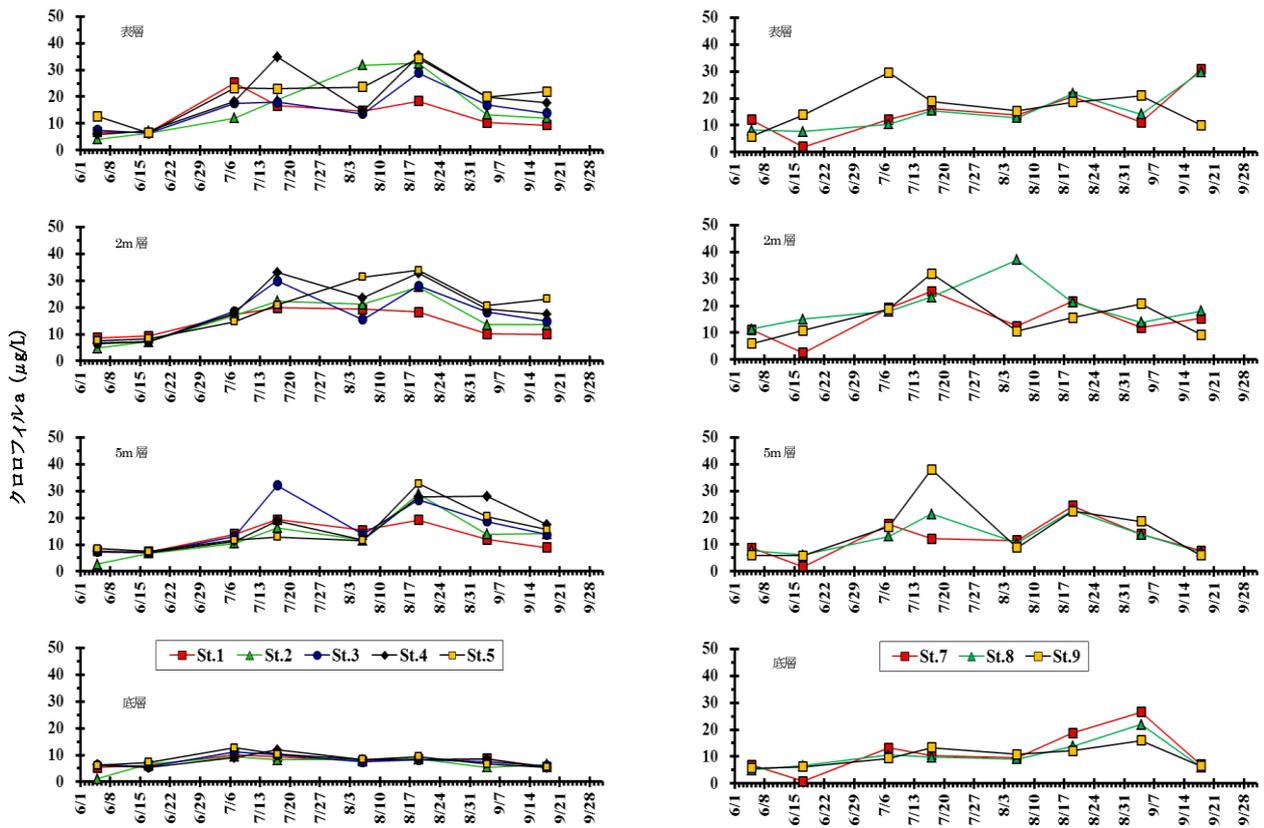


図8 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) におけるクロロフィルaの推移

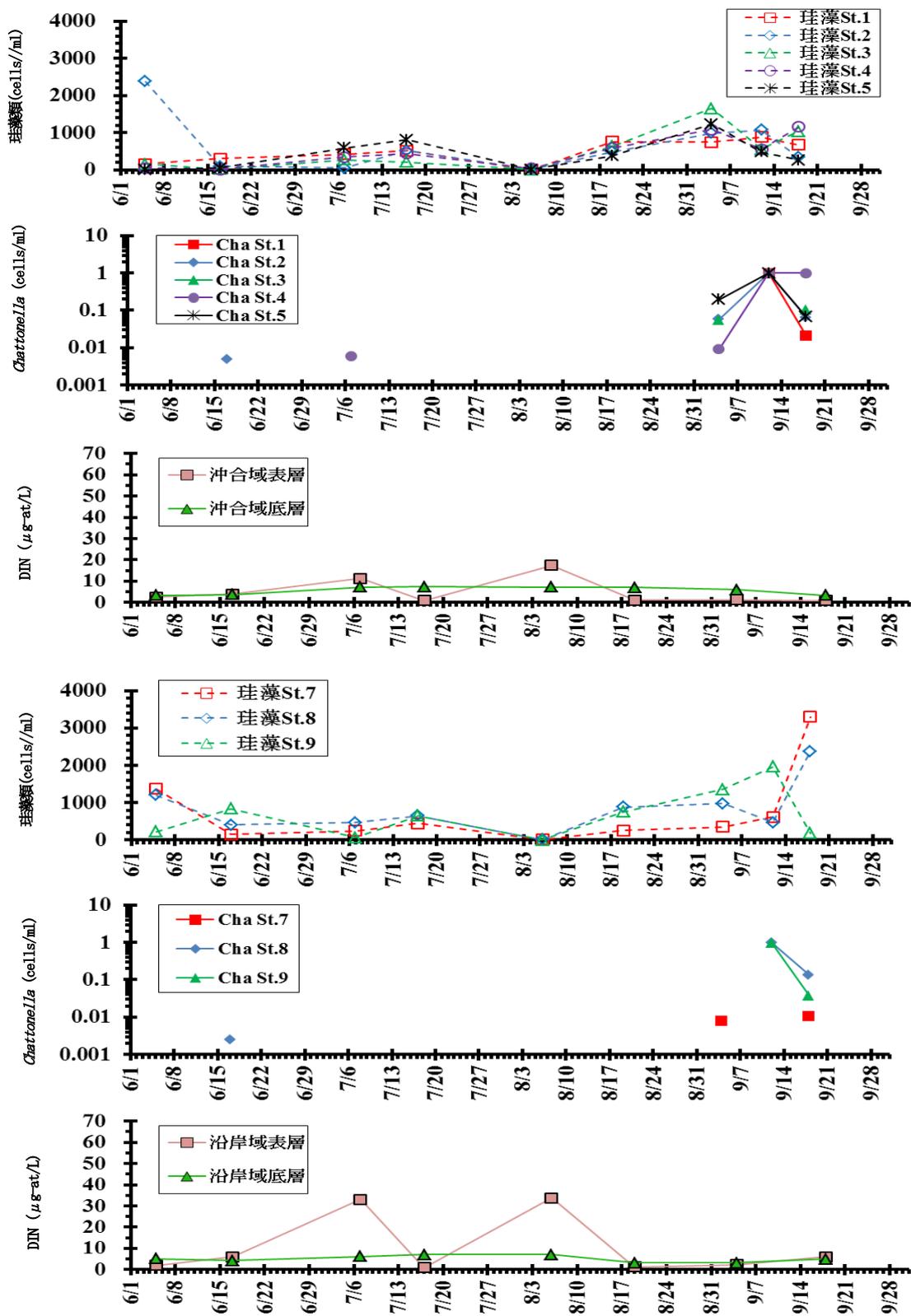


図9 沖合域 (St. 1~St. 5 上図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 下図) における珪藻類、*Chattonella* spp. の推移(参考までに両海域における溶存態無窒素の推移も示す。)

② 気象の変動

熊本市における2014年夏季の気温、風速、全天日射量、降水量の推移を図10に示す。気温は、期間を通じて平年値を下回ることが多く、平年を上回ったのは6月上旬、6月下旬、7月下旬、9月下旬のみであった。特に、8月は記録的な多雨・日照不足（気象庁報道発表資料より）であった。降水量は6月中旬～7月上旬、7月下旬～8月上旬、8月中旬～9月上旬に高く、7月上旬には99.5mm、8月中旬には88mmと100mm近い日降水量を記録する日もあった。風速は、8月は期間を通じて瞬間風速で10m/sec以上を記録する日が多く、前線や台風の影響を強く受けていたと思われる。全天日射量は8月は平年値を下回ることが多かった。

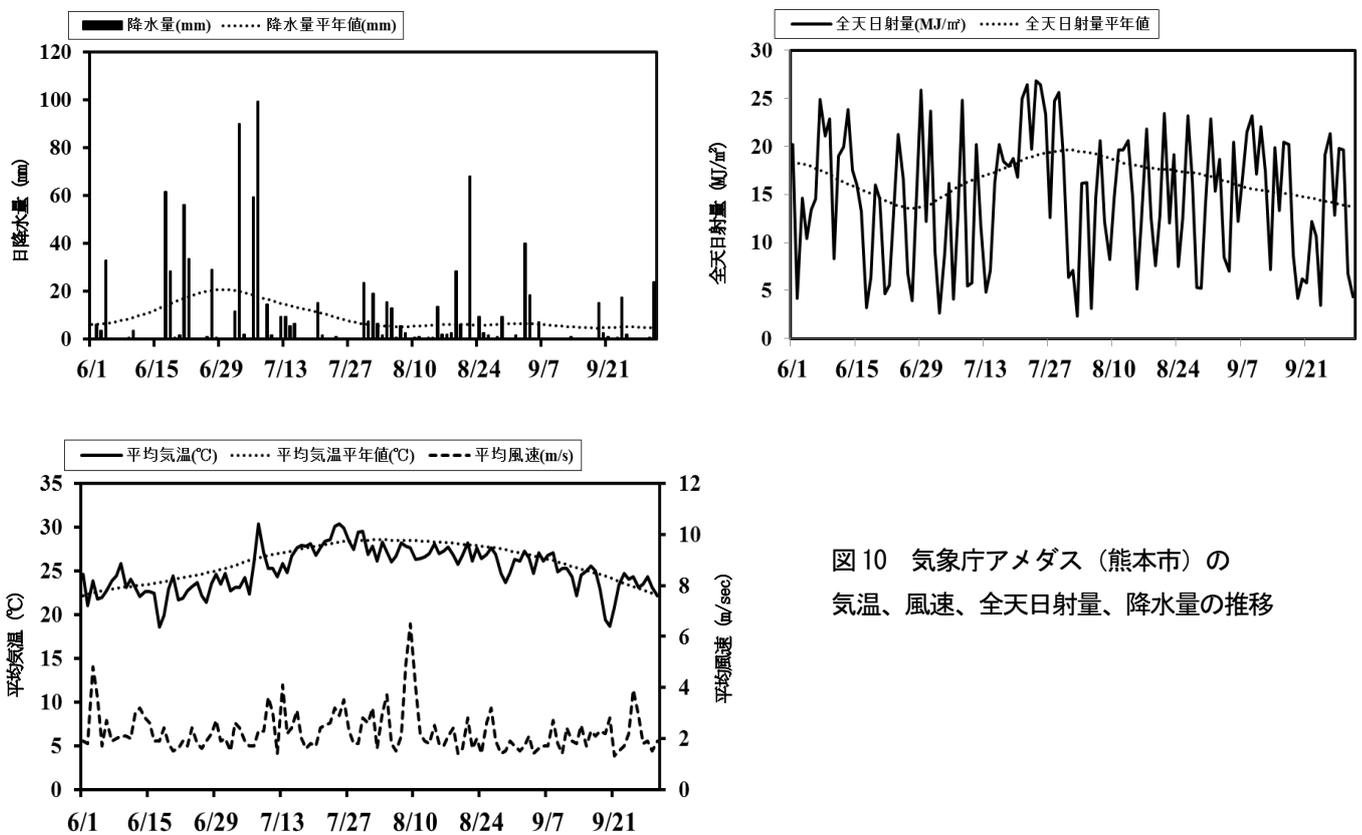


図10 気象庁アメダス（熊本市）の気温、風速、全天日射量、降水量の推移

③ 当該年度結果のまとめ

(ア) 気象条件と漁場環境

今年度は、昨年度と同様に6月下旬から7月上旬にかけてまとまった降雨があり、熊本県海域の広い範囲で低塩分環境が観測された（図11）。7月中旬は降水量が少なく（7月11日から20日まで計46mm）、極端な塩分低下は確認されなかった。一方、今年度は6月中旬～7月中旬、8月を総じて気温が低く平年を下回る日が続いた。

これにより、昨年度と同様に7月中旬以降より水温躍層が確認されたが、発達が弱く顕著なものではなかった（図11）。また、水温も30℃を上回るまで上昇することはなかった。8月になると日常的に降雨が確認され、熊本県海域の広い範囲で表層塩分の低下にともなう塩分躍層が確認された。また、有明海湾奥部では継続的な降雨にともなう出水の影響により、9月上旬には酸素飽和度が40%を下回る貧酸

素水塊が形成されていた。熊本県海域においても、St.5の底層域において低酸素の状態が確認されていることから（最低値 54.98%）、湾奥部から低酸素水が流入したことにより低下したと推察される。

(イ) 珪藻細胞密度、*Chattonella* spp. と気象条件・海洋環境との関係

今年度は、①6月中旬から7月上旬、9月上旬にかけて②9月中旬において、それぞれ 15 μ m 濾過における濃縮検鏡と通常検鏡において *Chattonella* spp. の遊泳細胞が確認されたものの、赤潮を形成するまで増殖することはなかった。熊本県海域においては、平成 23 年以來の赤潮非発生年であった。

図 12 に *Chattonella* が過去（2012 年～2013 年）に有明海熊本県海域において 1cells/ml 以上出現した時の水温及び塩分の散布図を示す。水温・塩分は概ね 25～29°C、10～31 の範囲であった。この条件は、紫加田ら（2010）による *Chattonella* の好適増殖水温が 25～30°C である報告とよく一致する。2014 年の 6 月から 7 月の状況を確認すると、全天日射量が低く、平均気温も平年を下回る日が続いていた（図 10）。この時の水温は上記の報告よりも大きく低水温な環境であった。一方、*Chattonella* の競合種となる珪藻類は 1,000 細胞/ml 未満と高密度化することなく推移していたことから、低水温環境が本種がこの時期に増殖できなかった要因の一つと考えることができる。次に、再度 *Chattonella* の増殖が確認された 9 月の状況を記載する。9 月は 8 月の記録的な日照不足の影響を受けて水温は低めで推移していたが、25°C を上回っており、本種にとって十分に増殖可能な状況であった。一方、この時期の栄養塩（溶存態窒素）の状態を見ると表層では 0.29～13.36 μ M の範囲で推移し、*Chattonella* の半飽和定数である 1.0 μ M を下回る点が多く存在していた。*Chattonella* は日周鉛直移動を行うことが知られており、有明海の熊本県海域においては夜間に水深約 5m 層において最大細胞数が観測された報告がある（荒木ら 2013）。ところが、この時期の 5m 層における栄養塩の濃度を確認すると、0.44～5.23 と半飽和定数を下回る点がしばしば確認され、本種の増殖にとって十分な栄養塩環境下ではなかったと考えられた。また、8 月下旬から 9 月にかけての植物プランクトンの発生状況を見ると、表層～5m 層を中心に珪藻類が 1,000 細胞/ml 以上の高密度で増殖しており、栄養塩の消費は珪藻類による可能性が考えられた。これらのことから、9 月に増殖できなかった要因の一つとして、珪藻類が高密度化したことによって、*Chattonella* の増殖が抑制された可能性が考えられた。

Chattonella spp. による赤潮は今年是非発生であり、その初期増殖期においては気象・海況が大きく関与している可能性が考えられた。また、珪藻類の動態に合わせて本種の細胞数も変化しており、現場における珪藻類のモニタリングの重要性も再確認することができた。熊本県有明海域では平成 21 年度以來、本種による赤潮被害はないが、今後も調査を継続し、有明海広域でモニタリングを続けていく必要がある。

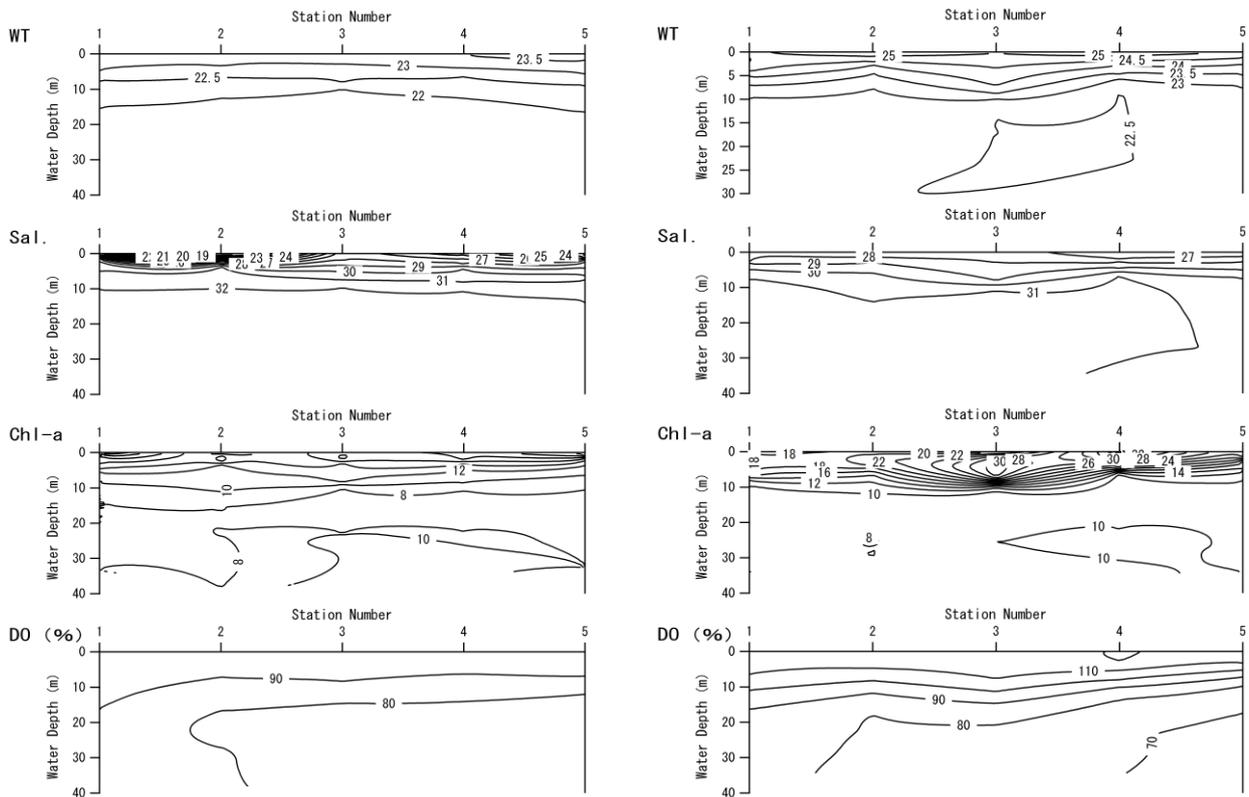


図11 沖合域 (St.1 から St.5) に至る観測地点における水温、塩分、Chl-a、溶存酸素飽和度 (%) の鉛直分布 (左図 : 7月上旬、右図 : 7月中旬)

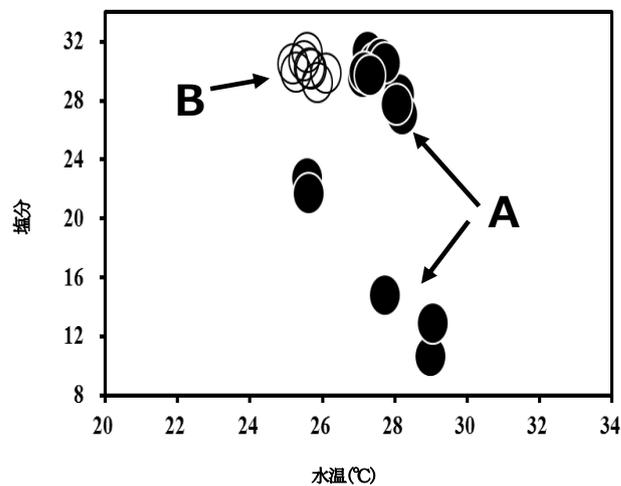


図12 2012年~2013⁽¹⁾ (A)年及び2014年(B)における *Chattonella* spp. 赤潮時⁽²⁾における水温及び塩分との関係。

(1)平成24年度、平成25年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 (県事業名 : 閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業) によって実施したデータを利用

(2) 1cells/ml 以上の遊泳細胞が確認された時点とする

参考文献

- 紫加田知幸・櫻田清成・城本祐助・生地 暢・吉田誠・大和田紘一 (2010) : 八代海における植物プランクトンの増殖に与える水温, 塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌, 76(1), 34-35
- 荒木希世・松岡貴浩・森下貴史・川崎信司 (2013) : 有明海における *Chattonella* 赤潮の日周鉛直移動がクルマエビに与える影響. 熊本県水産研究センター研究報告, 9, 13-18

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ（国庫委託 平成25年度～）

(冬季赤潮調査)

1 緒言

本調査は有明海熊本県海域において、冬季におけるノリ色落ち原因ケイ藻の出現諸特性に基づく発生機構の解明と予察技術の開発のために、必要な知見を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 多治見誠亮、吉村直晃、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 方法

ア 調査定点：有明海中央ライン5点

(図1中の●印 水深25m～39m)

玉名市～熊本市地先3点

(図1中の○印 水深11m～12m)

イ 調査層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、
（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

ウ 調査頻度：10回（隔週、10月～翌年2月）

エ 調査項目：多項目水質計（JFEアドバンテック社製：AAQ1183型）を用いて、表層から底層までの水温、塩分、クロロフィル蛍光値、濁度、溶存酸素の鉛直観測を行った。また、原則として表層・中層・底層より栄養塩

（溶存態無機窒素・溶存態無機リン・溶存態ケイ素）、溶存酸素、植物プランクトンの組成・細胞密度を測定するための採水を行った。

また、解析には調査を通じて取得したデータ及び気象庁が公開しているアメダスデータを用いた。

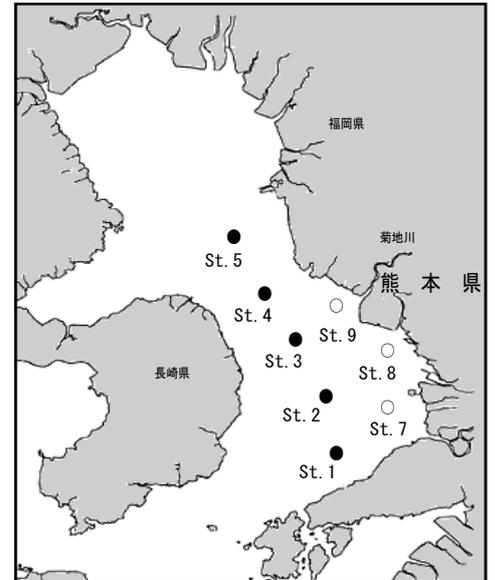


図1 調査定点図

3 結果及び考察

1) 項目毎の時系列変化

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。また、調査結果は取りまとめ、水産庁に報告し平成26年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業赤潮・貧酸素水塊対策事業のうち九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書(3. 有明海におけるノリ色落ち原因ケイ藻の出現特性の解明と発生予察技術の開発)として取りまとめた。

調査及び分析により得られた結果一覧を図2～図8に示し、期間を通じて確認された植物プランクトンの赤潮発生状況を図9～図10に示す。

ここでは、水温・塩分・溶存酸素・溶存態無機態窒素・溶存態無機リン・溶存態ケイ素・クロロフィルa・植物プランクトン及び熊本市における気象変動について記載する。

①水温、塩分、各種栄養塩、クロロフィルaの各層毎の時系列変化

(ア) 水温

10月16日から2月25日までの沖合域5点及び沿岸域3点の各層（表層、2m層、5m層、底層）における水温の推移を図2に示す。表層では、沖合域で9.80～22.36℃、沿岸域で9.02～22.98℃、2m

層では、沖合域で9.77～22.45℃、沿岸域で8.88～22.84℃、5m層では、沖合域で9.77～22.56℃、沿岸域で9.99～22.84℃、底層では、沖合域で10.65～22.86℃、沿岸域で10.02～22.85℃の間で推移した。各層の水温は10月の観測以降低下し、12月以降は気温の下降を反映して水温は大きく低下した。2月12日にはすべての点で最低水温を記録した（最低水温は、St.9の2m層における8.88℃）。海域毎の特徴としては、沿岸域の水温は沖合域に比較して低めで推移する傾向が確認され、12月10日の観測では沖合域と沿岸域の表層水温の間で2℃程度の差が確認されたことから、気象の影響を受けやすいことが示された。

(イ) 塩分

10月16日から2月25日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）における塩分の推移を図3に示す。表層では、沖合域で30.39～32.93、沿岸域で20.65～32.25、2m層では、沖合域で30.72～32.55、沿岸域で29.98～32.67、5m層では、沖合域で30.98～32.90、沿岸域で31.09～32.74、底層では、沖合域で31.57～33.33、沿岸域で30.30～32.79の間で推移した。1月16日には降雨による河川水の流入の影響と思われる一時的な表層塩分の低下が沿岸域を中心に確認されたものの、その他の期間は大きな塩分の変動はなかった。

(ウ) 溶存態無機窒素

10月16日から2月25日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）における溶存態無機窒素（ $\mu\text{g-at/L}$ ）の推移を図4に示す。表層では、沖合域で0.62～8.44 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で1.26～42.57 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m層では、沖合域で0.56～8.79 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.47～15.03 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m層では、沖合域で0.77～7.97 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.63～10.22 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で2.60～8.01 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.71～9.76 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。沖合域では河川の流入に伴う濃度の変動が少なかったが、表層と底層の間で比較的值が等しく、鉛直的に安定した状態であった。一方、沿岸域では降雨後の出水の影響を受け、表層を中心に一時的に高濃度となることがあった。ただし、2月以降になると沖合域、沿岸域ともに溶存態窒素濃度は減少し、1 $\mu\text{g-at/L}$ を下回る観測点が多く見られた。

(エ) 溶存態無機リン

10月16日から2月25日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）における溶存態無機リン（ $\mu\text{g-at/L}$ ）の推移を図5に示す（10月16日は分析機器不具合により欠測）。表層では、沖合域で0.00～0.77 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.00～1.51 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m層では、沖合域で0.00～0.79 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.01～0.86 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m層では、沖合域で0.00～0.79 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.00～0.71 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で0.18～0.74 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で0.01～0.70 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。溶存態無機窒素と同様に、沖合域では河川の流入に伴う濃度の変動が少なかったが、表層と底層の間で比較的值が等しく、鉛直的に安定した状態であった。一方、沿岸域では降雨後の出水の影響を受け、表層を中心に一時的に高濃度となることがあった。ただし、2月以降になると沖合域、沿岸域ともに溶存態無機リン濃度は減少し、0.1 $\mu\text{g-at/L}$ を下回る観測点が多く見られた。

(オ) 溶存態ケイ素

10月16日から2月25日までの各側点、各層（表層、2m層、5m層、底層）における溶存態ケイ素（ $\mu\text{g-at/L}$ ）の推移を図6に示す。表層では、沖合域で2.19～30.45 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で9.71～188.28 $\mu\text{g-at/L}$ 、2m層では、沖合域で2.36～30.70 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で2.38～61.33 $\mu\text{g-at/L}$ 、5m層では、沖

合域で 2.43~29.86 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 1.37~48.42 $\mu\text{g-at/L}$ 、底層では、沖合域で 7.04~28.14 $\mu\text{g-at/L}$ 、沿岸域で 1.56~45.18 $\mu\text{g-at/L}$ の間で推移した。溶存態無機窒素、溶存態無機リンと同様に、沖合域では河川の流入に伴う濃度の変動が少なかったが、表層と底層の間で比較的値が等しく、鉛直的に安定した状態であった。一方、沿岸域では期間を通じて比較的高めの濃度で推移していた。ただし、2月以降になると沖合域、沿岸域ともに溶存態無機ケイ素濃度は減少し、10 $\mu\text{g-at/L}$ を下回る観測点が多く見られた。

(カ) クロロフィル a の推移

10月16日から2月25日までの各測点、各層（表層、2m層、5m層、底層）におけるクロロフィル a ($\mu\text{g-at/L}$) の推移を図7に示す。表層では、沖合域で 1.69~24.15 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で 3.62~34.58 $\mu\text{g/L}$ 、2m層では、沖合域で 2.17~22.63 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で 4.37~26.62 $\mu\text{g/L}$ 、5m層では、沖合域で 2.02~24.48 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で 4.18~22.13 $\mu\text{g/L}$ 、底層では、沖合域で 3.21~11.44 $\mu\text{g/L}$ 、沿岸域で 3.71~30.76 $\mu\text{g/L}$ の間で推移した。10月から12月までは両海域ともに 10 $\mu\text{g/L}$ を下回る程度で推移することが多かったが、1月に入るとクロロフィル a 濃度が増加し、2月12日には St.8 の底層で 30 $\mu\text{g/L}$ を上回る濃度が記録された。また、沿岸域では、2月以降、表層よりも底層でクロロフィル a 濃度が高くなる傾向にあった。

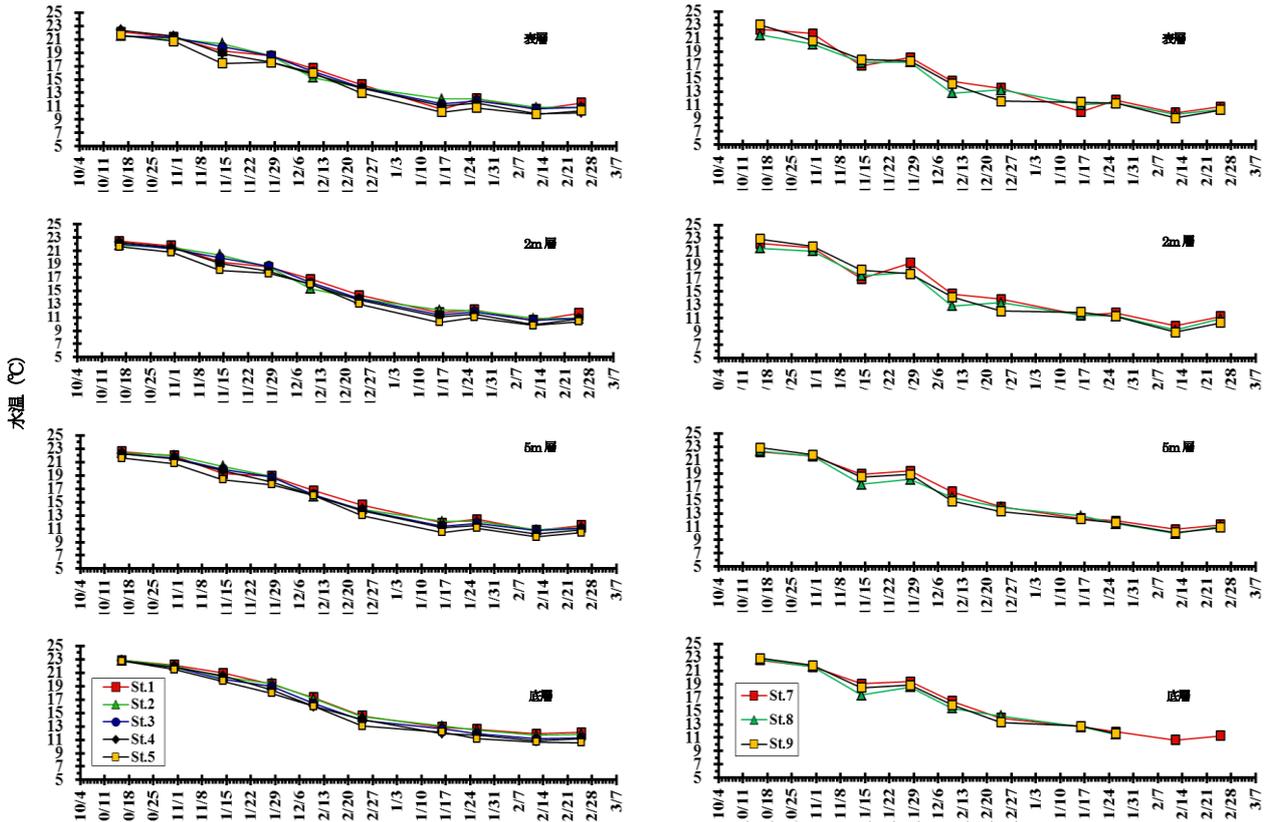


図2 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における水温の推移

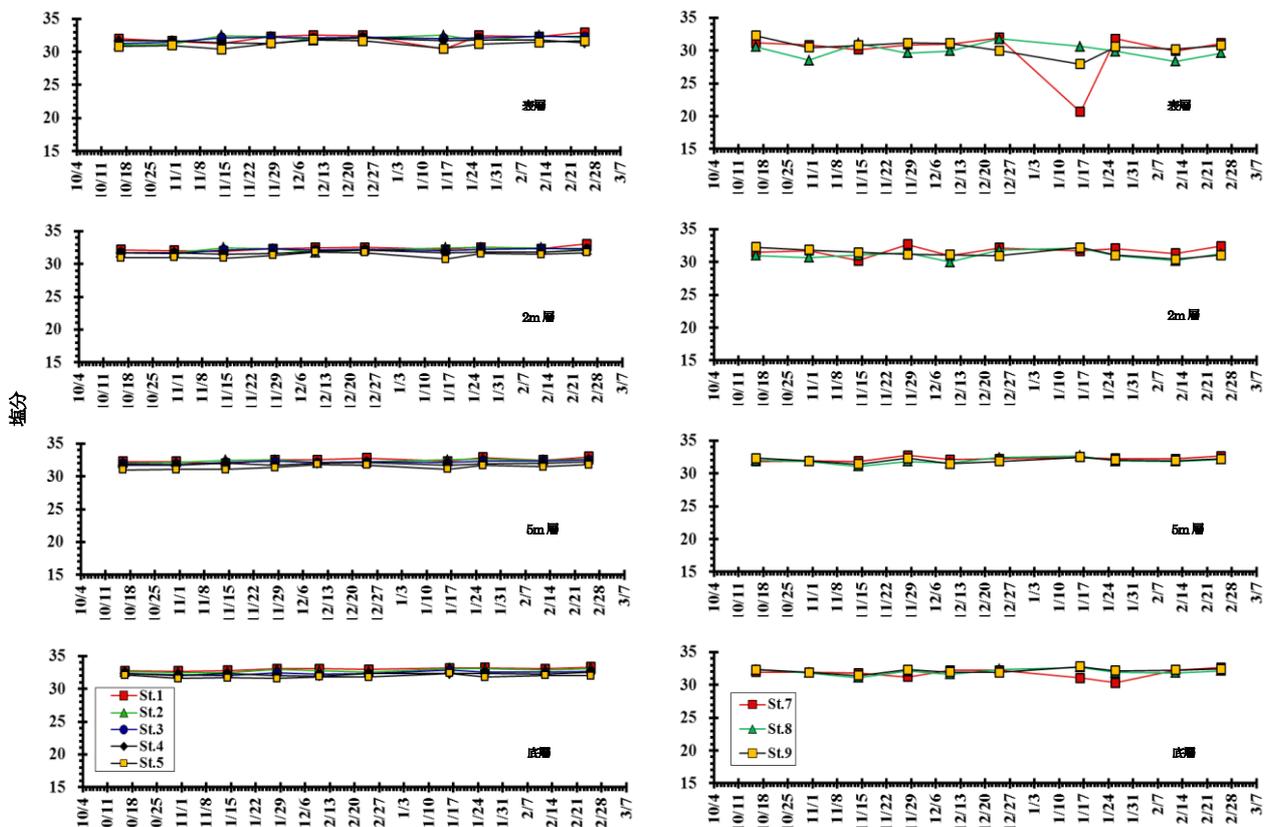


図3 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における塩分の推移

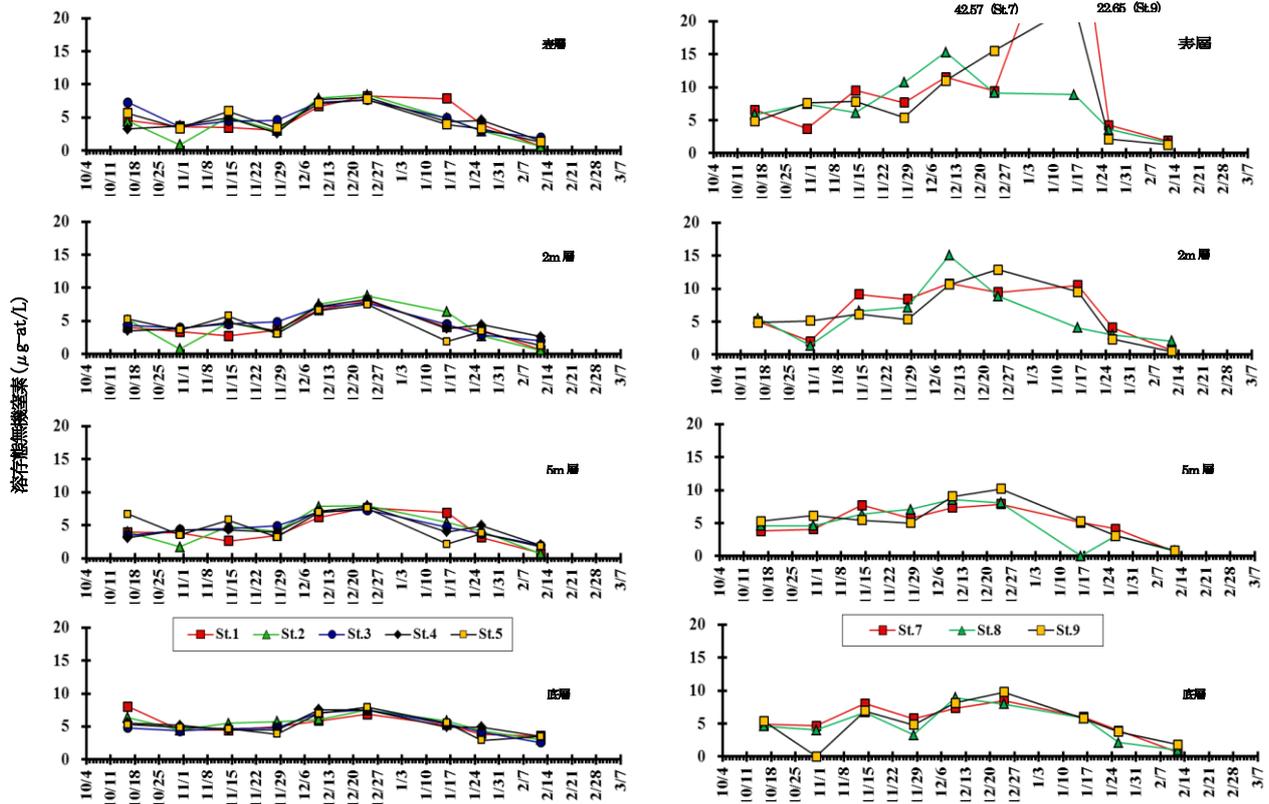


図4 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態無機窒素の推移

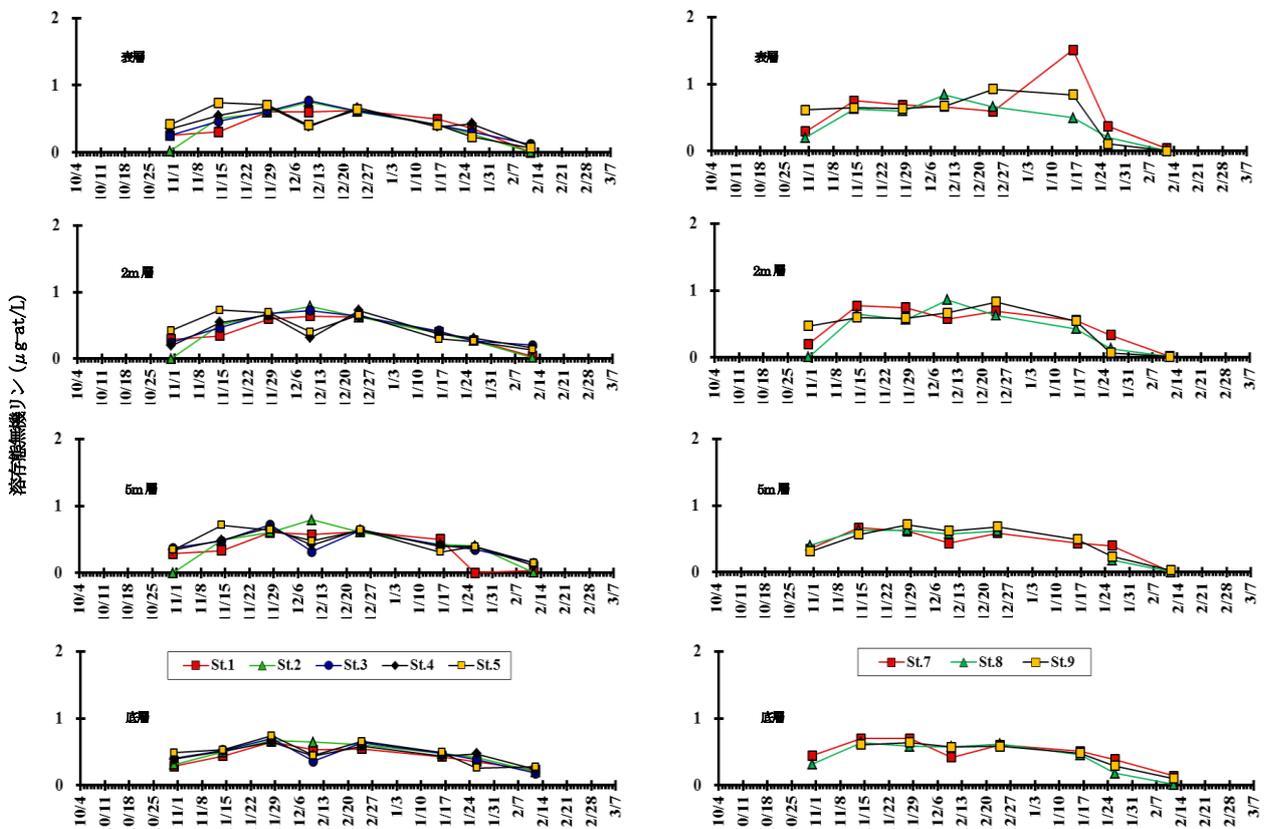


図5 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態無機リンの推移

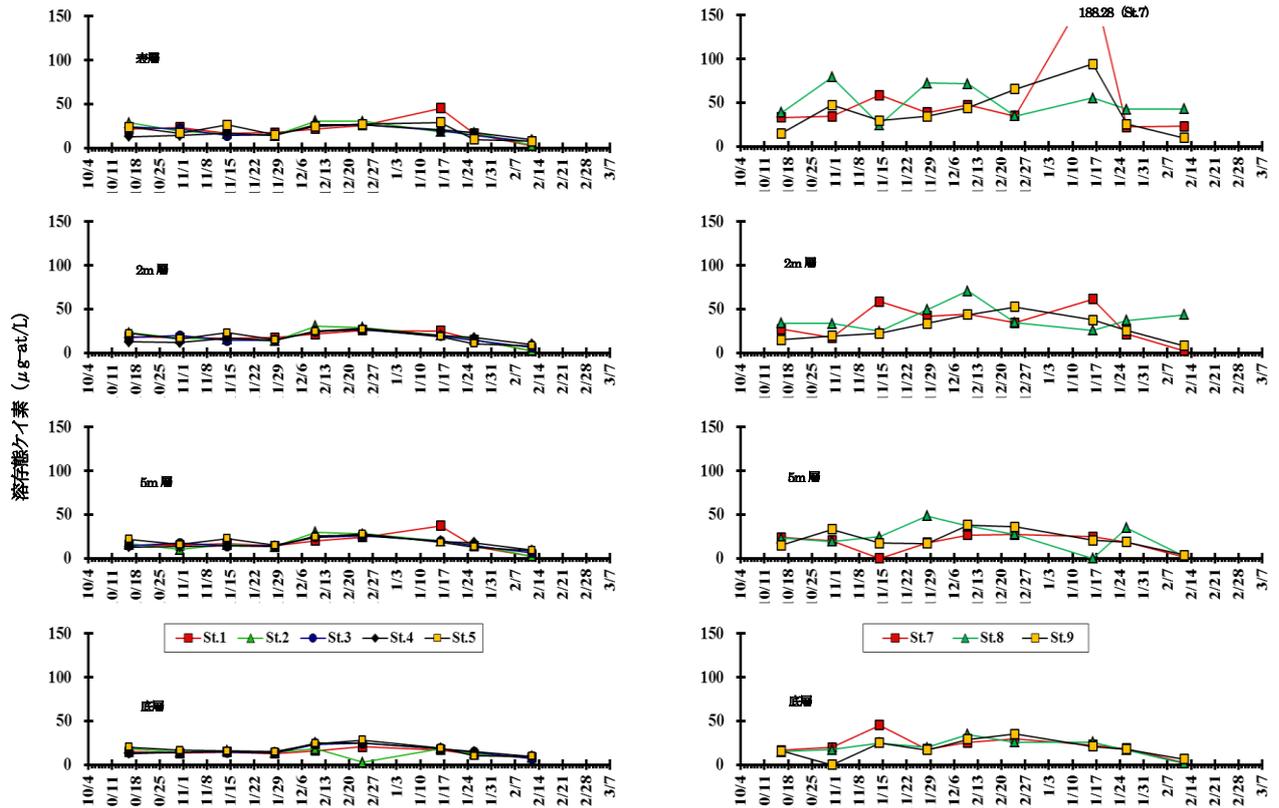


図6 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) における溶存態ケイ素の推移

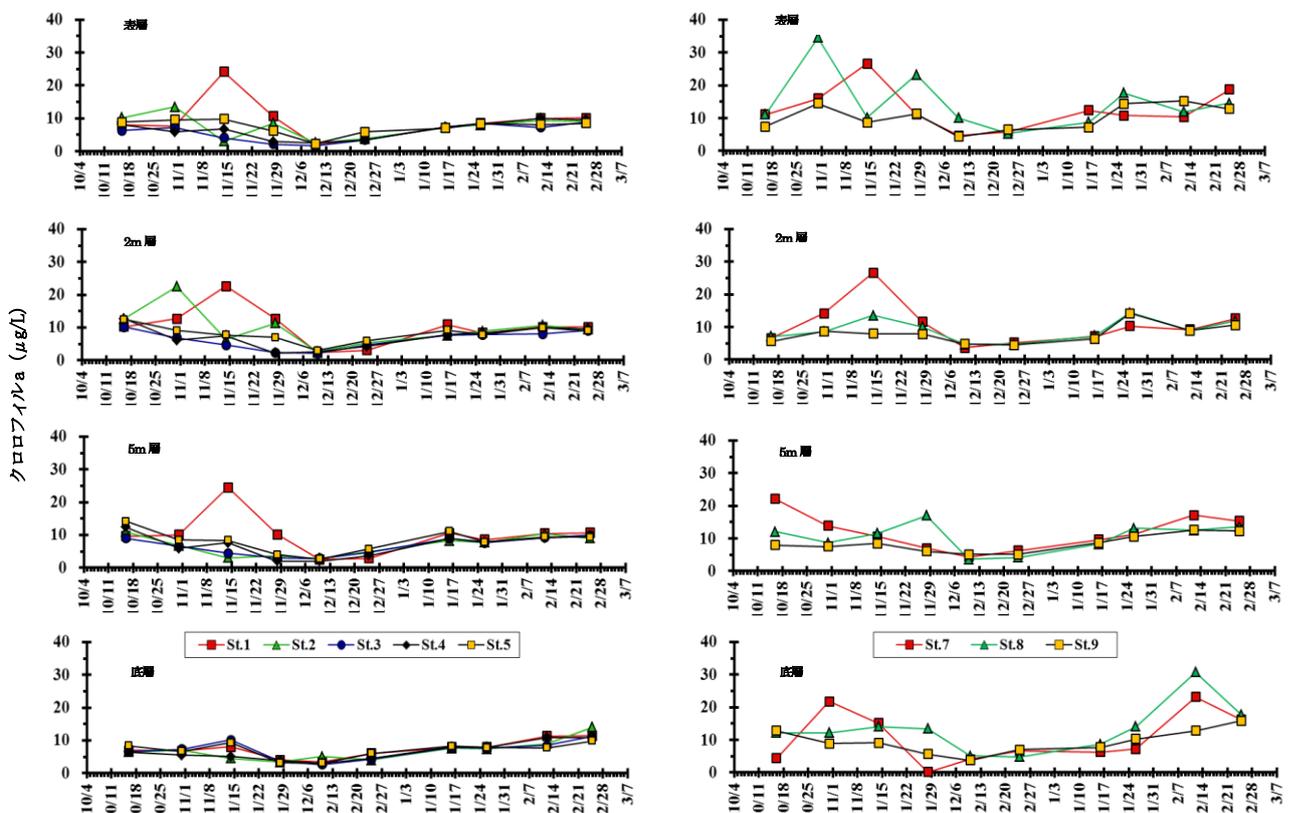


図7 沖合域 (St. 1~St. 5 左図)、沿岸域 (St. 7~St. 9 右図) におけるクロロフィルaの推移

② 気象の変動

熊本市における2014年秋期から冬季までの気温、全天日射量、降水量の推移を図8に示す。気温は、10月上旬、10月下旬、11月下旬、1月中旬から下旬にかけて平年より高く、12月は月を通じて平年より低かった。全天日射量は10月から12月中旬までは、概ね平年並みから低めで推移したが、12月下旬からは1月中旬まで平年値を上回ることが多かった。降水量は10月中旬、11月下旬～12月中旬、1月上旬に平年より高く、2月上旬、下旬は平年値を下回った。

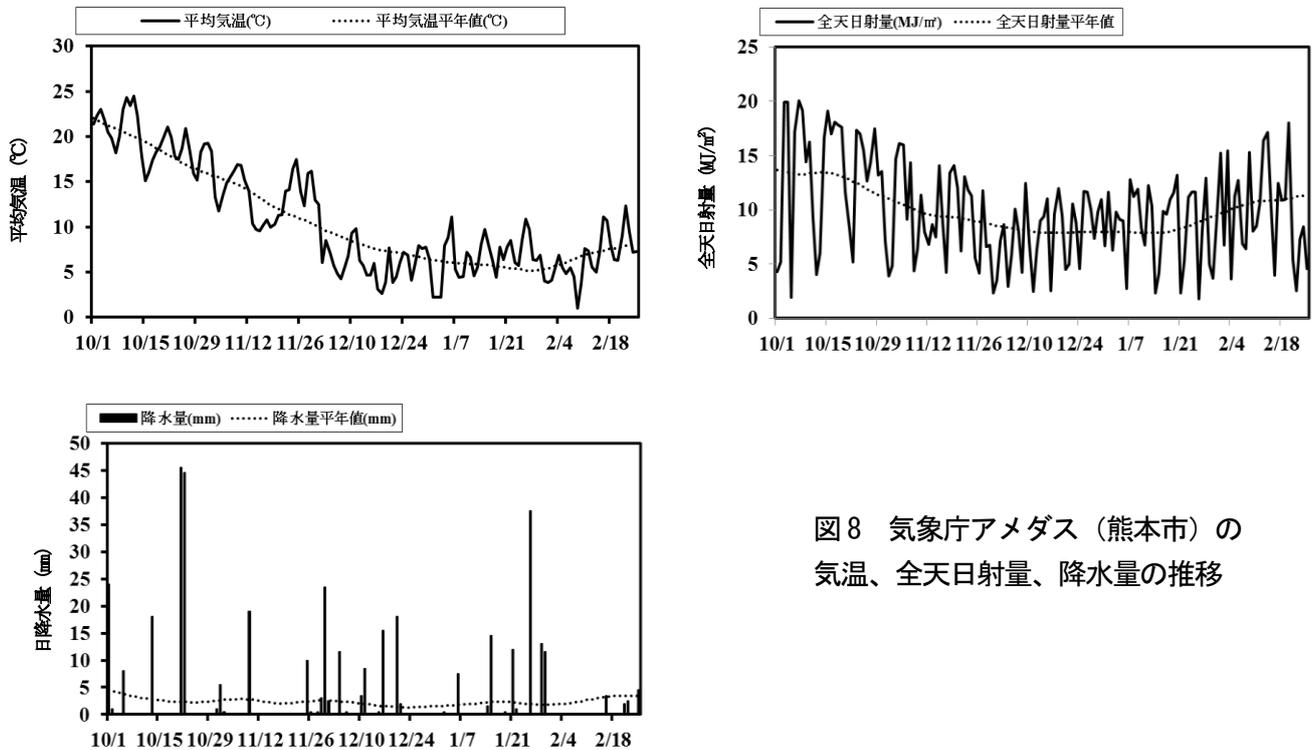


図8 気象庁アメダス（熊本市）の
気温、全天日射量、降水量の推移

③ 当該年度結果のまとめ

(ア) 珪藻類主要種の動態について

10月16日から2月25日までの表層における珪藻類主要種の沖合域、沿岸域の平均値の推移を図9に示す。また、珪藻類については、細胞数の測定を行った表層、2m層、5m層の中で1000cells/ml以上の密度で確認された *Skeletonema* spp.、*Chaetoceros* spp.及び *Thalassiosira* spp.、調査期間中に赤潮を形成するまで増殖が確認された *Eucampia zodiacus* について主要種として記載する。期間を通じて *Skeletonema* spp.は11月、及び1月～2月、*Chaetoceros* spp.は10月～11月及び1月～2月、*Thalassiosira* spp.は10月～11月及び1月、*E.zodiacus*は11月及び1月～2月に増加する傾向であった。また、珪藻類の月別変化として、11月中旬に一度増殖し、12月に減少するが、1月から再度増殖する変化となり、昨年度の同時期に実施した調査と類似する結果となった。海域別に比較すると、特に沿岸域での1月以降の高密度化が顕著であり、2月は珪藻類が継続して1,000cells/ml以上まで増加していた。

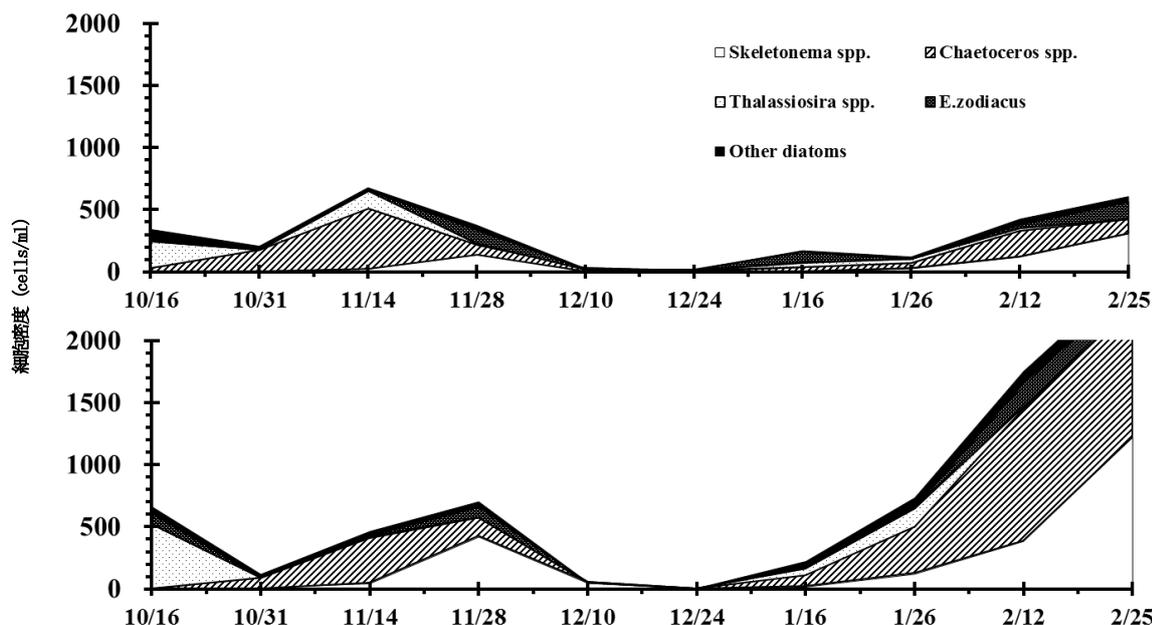


図9 沖合域(St. 1~St. 5 上図)、沿岸域(St. 7~St. 9 下図)における珪藻主要種の平均値の推移

(イ) ノリ色落ち原因珪藻に関する考察

① *Skeletonema* spp.

10月16日から2月25日までの各定点の表層における *Skeletonema* spp.の細胞密度の変動を図10に示す。*Skeletonema* spp.は11月及び2月にピークが確認され、特に2月にはSt.7、St.8及びSt.9の沿岸域を中心に高密度化した。最高細胞密度は2月25日のSt.8で1,990cells/mlであった。*Skeletonema* spp.については、ノリ漁期早期(10月~11月頃)に比較的高密度となる状況は昨年度と類似した傾向であったが、2月以降に再度増殖した点は異なっていた。

表層における *Skeletonema* spp.が1000cells/ml以上確認された時の水温および塩分は、水温は10.35~10.71℃、塩分は29.65~31.09であった(図10-1)。

② *Chaetoceros* spp.

10月16日から2月25日までの各定点の表層における *Chaetoceros* spp.の細胞密度の変動を図10-2に示す。*Chaetoceros* spp.は10月~11月及び1月~2月に大きなピークが確認され、それぞれSt.1、St.7及びSt.9にて高密度化した。最高細胞密度は11月14日のSt.1では1,660cells/ml、2月12日のSt.7及びSt.9で1,174および1,426cells/mlであった。*Chaetoceros* spp.については、昨年度も11月下旬から12月上旬にかけて、St.1、St.2、St.7、St.8及びSt.9にて高密度となる状況が確認されており、今年度も同様の傾向を示した。

また、本種の分布状況を見ると、St.1を中心に細胞密度が増加し、その後、沿岸域へと拡散するように見てとれるものの、拡散した個体群が高密度化することはなかった。

表層における *Chaetoceros* spp.が1000cells/ml以上確認された時の水温および塩分は、水温は9.02~21.06℃、塩分は29.92~32.33であった(図10-3)。

③ *Thalassiosira* spp.

10月16日から2月25日までの各定点の表層における *Thalassiosira* spp.の細胞密度の変動を図10-4に示す。*Thalassiosira* spp.は10月、11月及び1月に増加したが、明確に高密度化する定点は確認されなかった。

表層における *Thalassiosira* spp.が 1000cells/ml 以上確認された時の水温および塩分は、水温は 22.98℃、塩分は 32.25 であった (図 10-5)。

④ *E.zodiacus*

10月16日から2月12日までの各定点における *E.zodiacus* の細胞密度の変動を図 10-6 に示す。また、調査期間を通じて表層より 2m 層において高い出現が認められることが多かったため、2m 層における変動を示すことで、本種の分布状況を反映することとする。*E.zodiacus* はノリ漁期開始時期である 10 月より熊本県海域の広い範囲で出現が確認されていた (10 月 16 日調査時における最高細胞数は St.8 の表層において 89cells/ml)。その後、10 月下旬から 11 月上旬にかけては数~数十 cells/ml と比較的低密度で推移していたが、11 月 28 日には、St.1、St.2、St.7 の表層 (データの記載なし) 及び St.8 の 2m 層で 100cells/ml を上回り、沿岸域の一部を除く定点において溶存態窒素が好適条件の下限とされる $7\mu\text{g/at/L}$ を下回っていた (図 4)。12 月になると調査を実施した 10 日、24 日の両日とも *E.zodiacus* が全く確認されなくなった。なお、筆者らは St.1、St.5、St.8 において濃縮検鏡を実施したが、12 月 10 日の St.8 の底層においてわずか 0.06cells/ml 確認されたのみであった。1 月になると再度 *E.zodiacus* が確認され、2 月 12 日以降広い範囲で 100cells/ml 以上まで高密度化した。本種の分布状況を見ると、St.1、St.7 及び St.8 にて高密度化する傾向があり、沿岸域を中心に増殖が認められる結果は昨年度と類似していた。

2m 層における *E.zodiacus* が 100cells/ml 以上確認された時の水温および塩分は、水温は 9.83~11.26℃、塩分は 30.22~32.40 であった (図 10-7)。

一方、今年度はノリ漁期が開始される 10 月以前より *E.zodiacus* が確認されており、11 月には赤潮を形成するまで増加した。

このことから、*E.zodiacus* に対しては周年を通じた調査が重要であると言える。今後も有明海では広域的なモニタリングを継続して行うことで、出現動態を把握し、赤潮発生予察へ向けたデータを蓄積する必要がある。

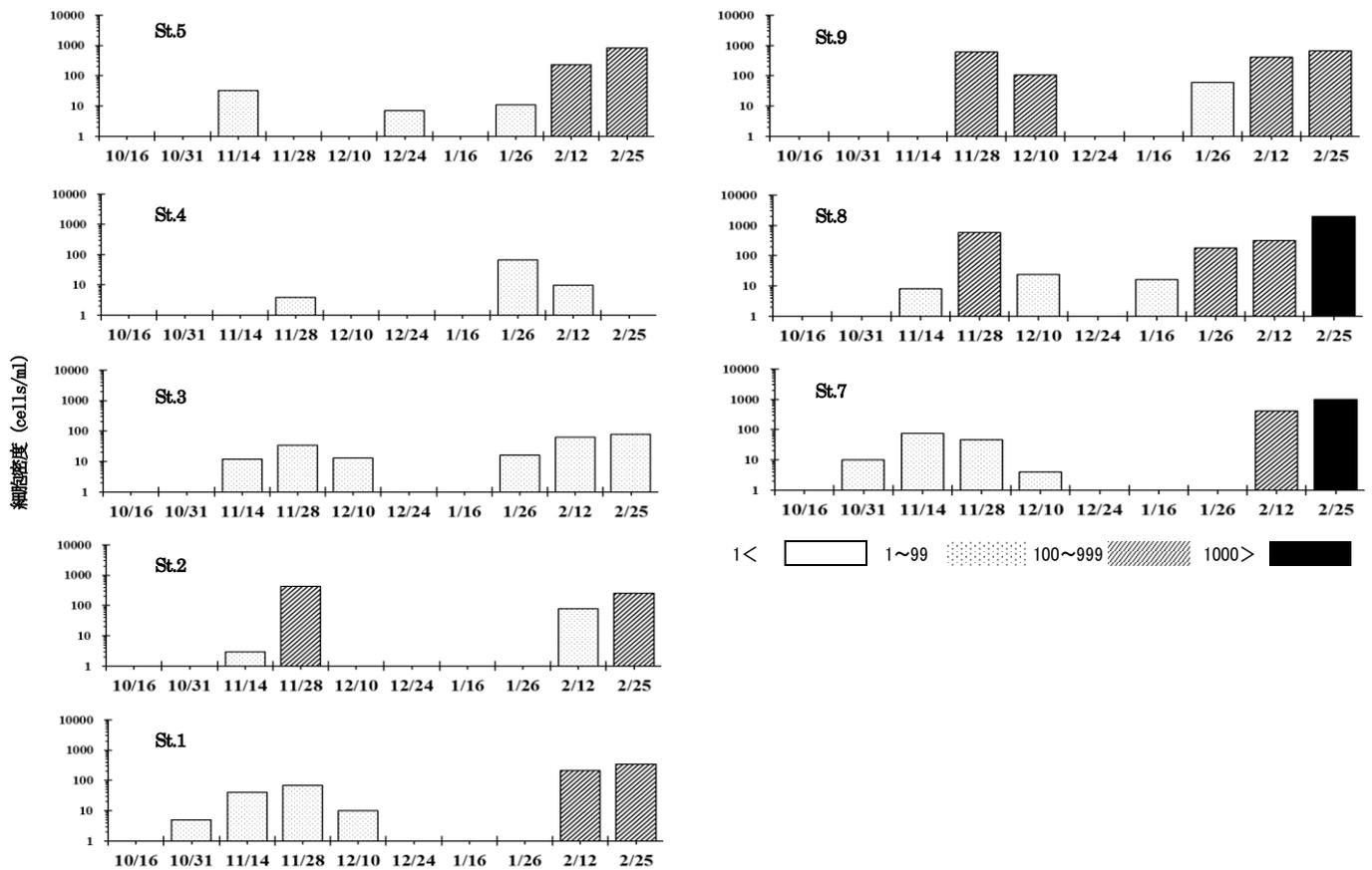


図10 各定点の表層において *Skeletonema* spp. の細胞密度の変動

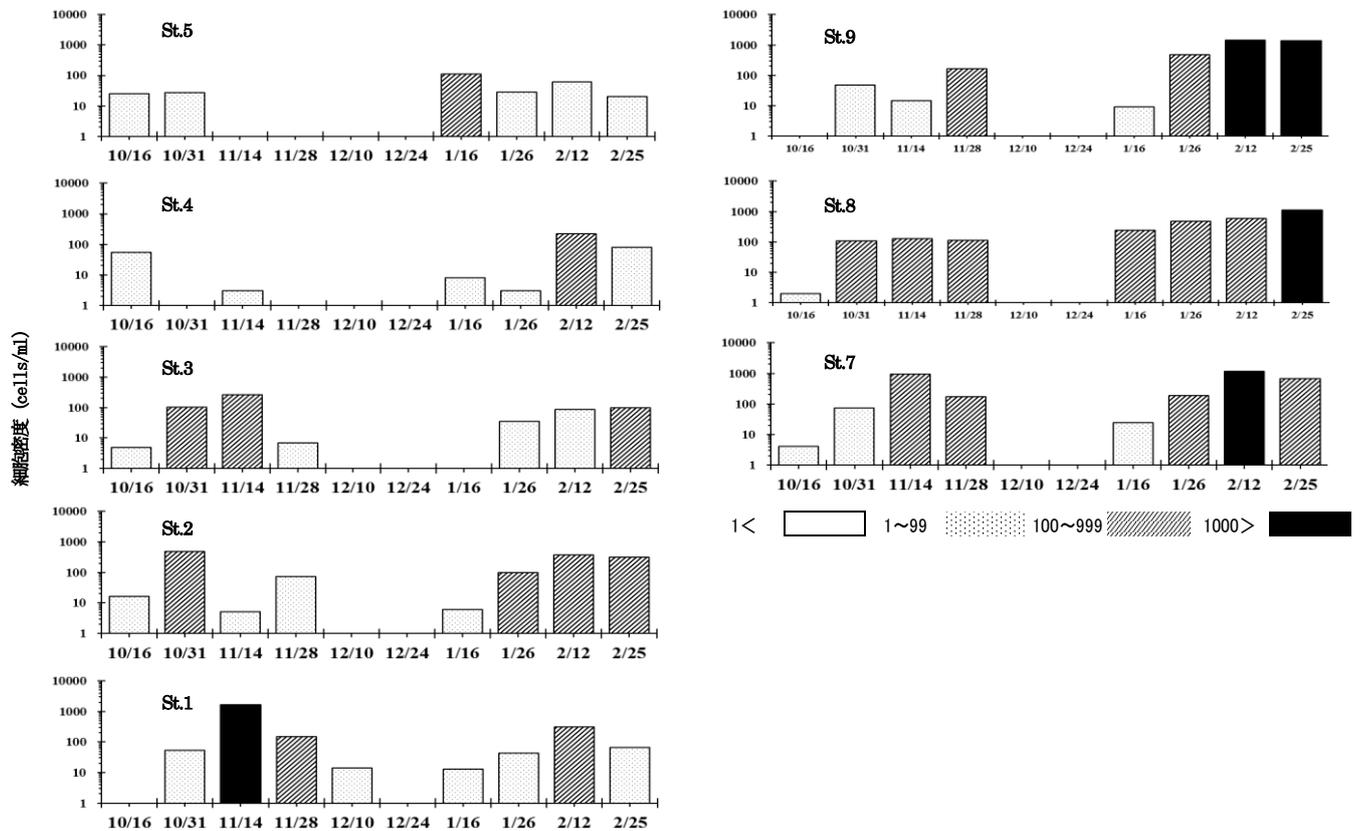


図10-2 各定点の表層における *Chaetoceros* spp. の細胞密度の変動

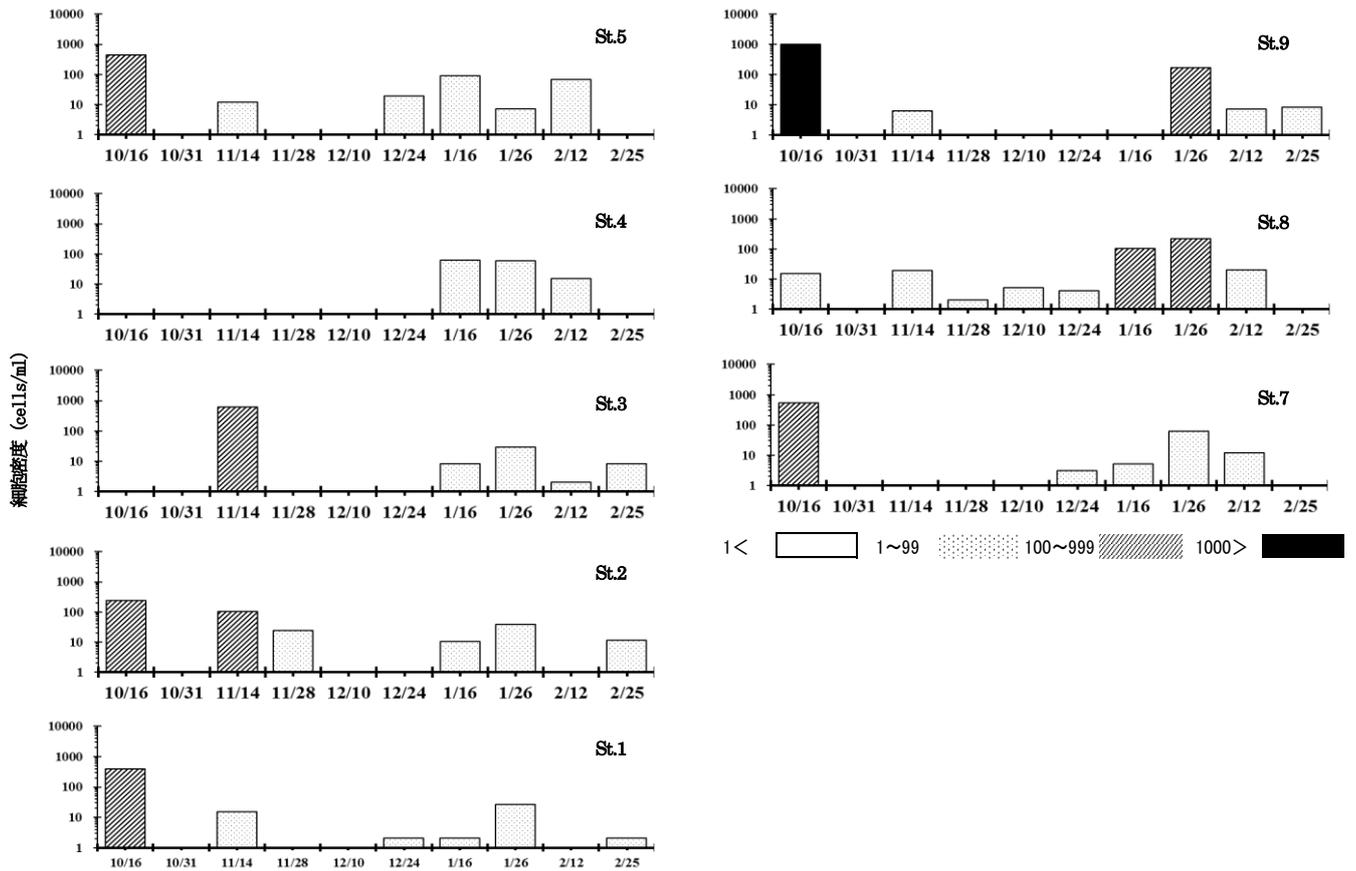


図 10-4 各定点の表層における *Thalassiosira* spp. の細胞密度の変動

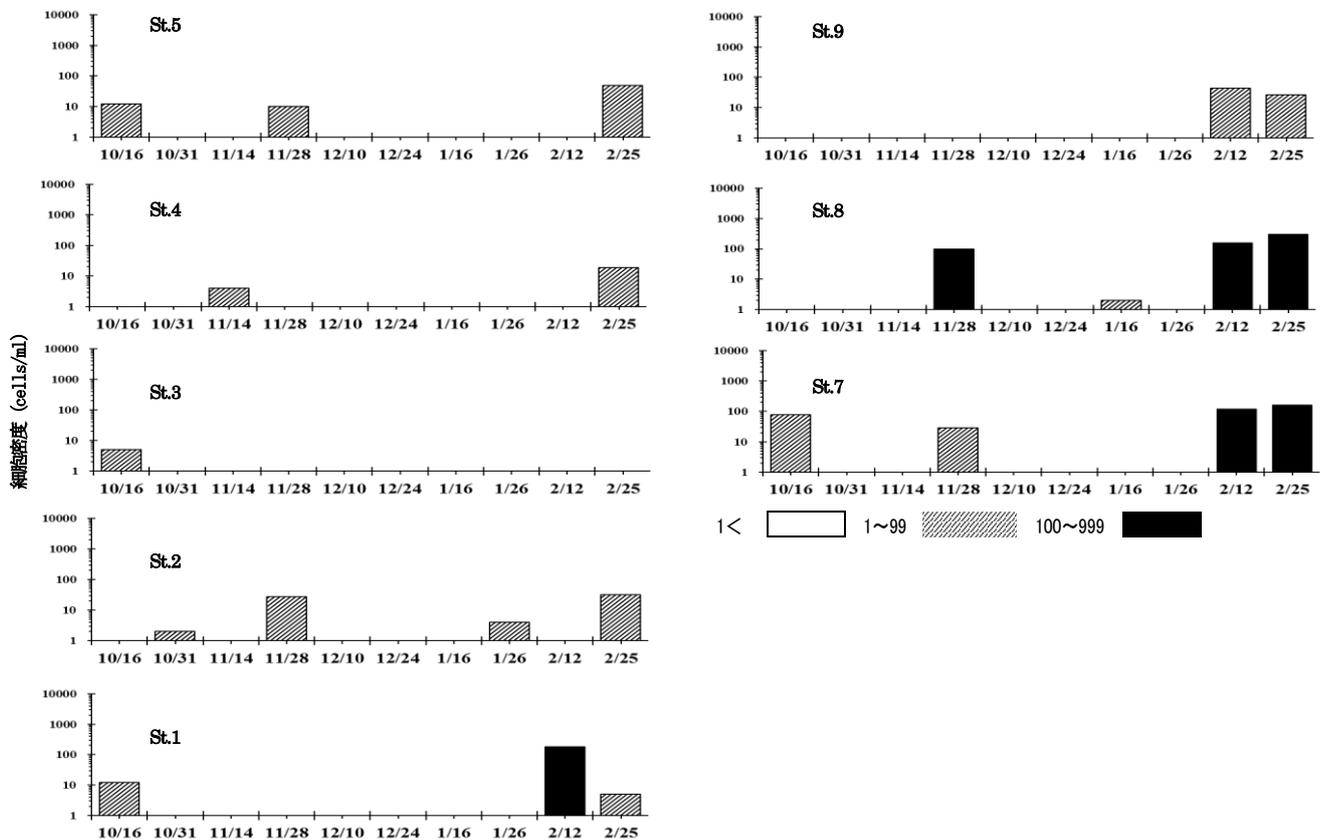


図 10-6 各定点の2m層における *E. zodiacus* の細胞密度の変動

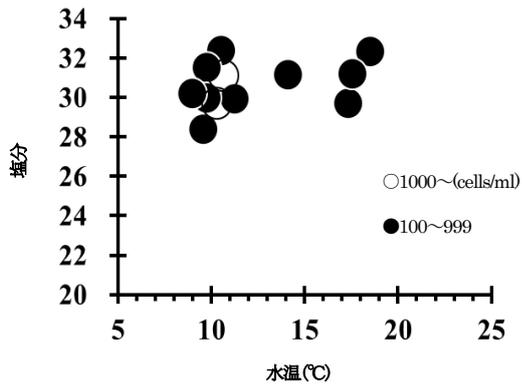


図 10-1 表層における *Skeletonema* spp.
出現時の水温及び塩分

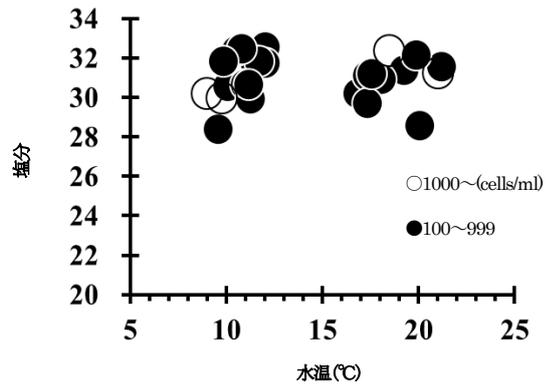


図 10-3 表層における *Chaetoceros* spp.
出現時の水温及び塩分

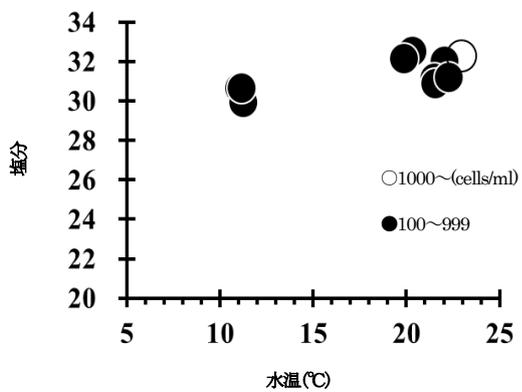


図 10-5 表層における *Thalassiosira* spp.
出現時の水温及び塩分

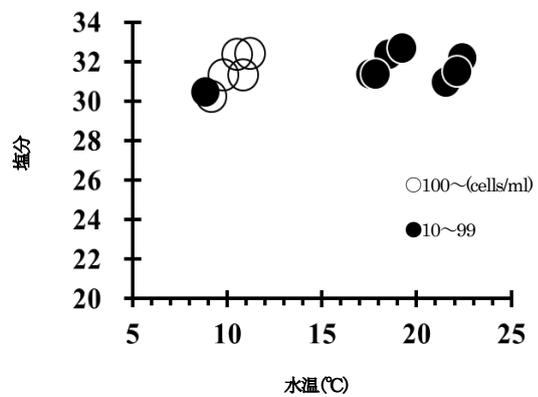


図 10-7 2m 層における *E. zodiacus*
出現時の水温及び塩分

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ (国庫委託 平成 17 年度～継続)

(八代海中央ライン水質調査)

赤潮対策事業Ⅱ (令 達 平成 7 年度～継続)

(赤潮定期調査)

1 緒 言

本調査は、八代海におけるプランクトン発生状況及び漁場環境に関する調査を行うことによりプランクトンの動態を把握し、有害赤潮の発生機構解明や予察技術を確立するための基礎的知見を得ることを目的とした。

2 方 法

(1) 担当者 吉村直晃、多治見誠亮、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 調査内容

ア 調査定点：八代海 13 点 (図 1)

イ 調査回数：26 回

※ 月別実施状況の詳細は、表 1 を参照

ウ 調査項目

(ア) 水温、塩分、Chl - a、DO 及び栄養塩類 (DIN、DIP、SiO₂-Si) の鉛直プロファイル

(イ) 植物プランクトン組成 (有害種を含む)

(ウ) 気象観測データ

※ 気象観測データは気象庁ホームページから引用した。

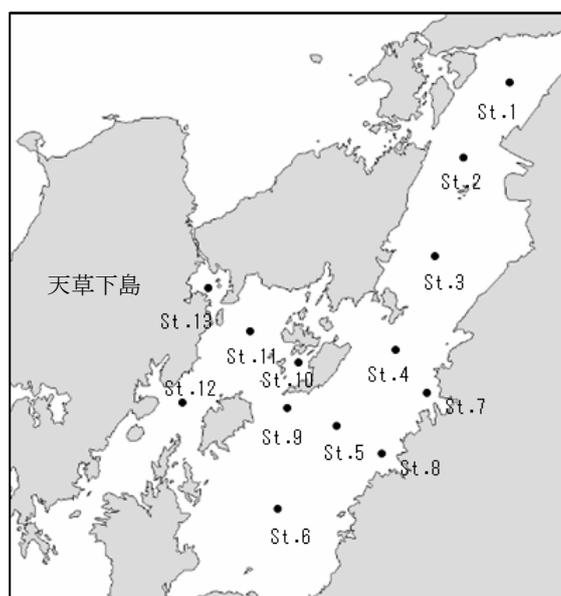


図 1 調査定点図

表 1 本調査の月別実施状況の詳細

実施月	対象定点 (本年度定点番号)	調査頻度	備 考
4 月	St. 1 ~ St. 6	月 1 回	閉鎖性 (八代海中央ライン) 定点+St. 13 ※ 合計 9 定点について計 2 回実施
5 月	St. 11 ~ St. 13		
6 月	St. 1 ~ St. 13	週 1 回	※ 合計 13 定点について実施 ※ 本期間は、国庫委託及び令達事業として交互に計 18 回実施
7 月			
8 月			
9 月			
10 月	St. 1 ~ St. 6 St. 11 ~ St. 13	月 1 回	閉鎖性 (八代海中央ライン) 定点+St. 13 ※ 合計 9 定点について計 6 回実施
11 月			
12 月			
1 月			
2 月			
3 月			

3 結果及び考察

(1) 気象

表2に、九州北部地域における平成26年5月から同年9月までの気温、日照時間及び降水量の旬別階級区分を示す。

この期間、本地域では、台風の接近や前線の通過等により晴れ間が少なく頻繁に雨が降ったため、気温は6月中旬から9月中旬にかけて低く、平年と比較して1℃程度下回る状態が継続した。日照時間は6月下旬及び7月下旬を除いて少なく、8月はかなり少なかった。降水量は8月に多く、上旬及び中旬は特に多かった。

八代市における6月から9月までの日別降水量の推移を平成26年とその前年で比較すると(図2)、平成26年は梅雨の盛期である6月中旬から7月中旬に多く、梅雨明け後、半月程度は晴天が続いたものの、8月は一転して頻繁に雨が降り、晴れ間の少ない気象条件が継続した。

これらの降雨の状況は球磨川の水位変化にも反映されており、平成26年の6月中旬から7月中旬は平成25年の同時期に比べて1mから3m高く、8月は0.5m程度高い状態が継続した(図3)。

表2 九州北部地方における気温、日照時間及び降水量の旬別階級区分(5月から9月)

月	旬別	気温	日照時間	降水量
5	上旬	低い	かなり多い	かなり少ない
	中旬	高い	平年並み	多い
	下旬	かなり高い	かなり多い	少ない
6	上旬	高い	かなり少ない	平年並み
	中旬	低い	少ない	平年並み
	下旬	低い	多い	少ない
7	上旬	低い	少ない	多い
	中旬	低い	少ない	平年並み
	下旬	高い	平年並み	少ない
8	上旬	低い	かなり少ない	かなり多い
	中旬	低い	かなり少ない	かなり多い
	下旬	かなり低い	かなり少ない	多い
9	上旬	平年並み	平年並み	平年並み
	中旬	低い	平年並み	少ない
	下旬	高い	平年並み	少ない



図2 八代市における6月から9月までの降水量の日別推移
(上段：平成26年、下段：平成25年)

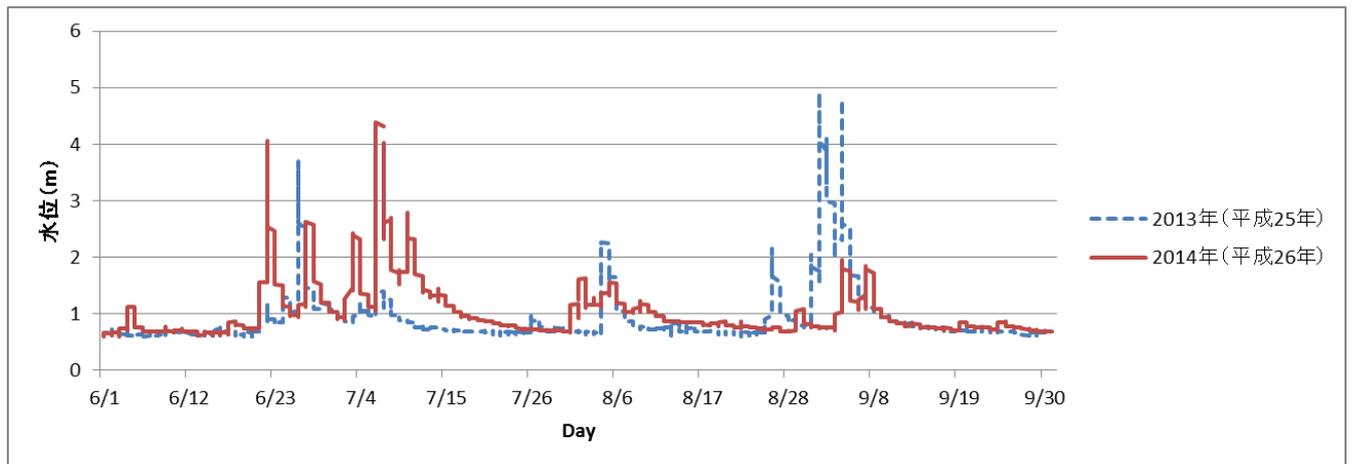


図3 八代市坂本町における6月から9月までの球磨川水位の変化（観測所名：横石）

(2) 水温

図4に、St.4（田浦沖）における鉛直プロファイルの季節変化を示す。

3-（1）で述べたように、6月中旬から9月中旬にかけての気温が低かったことにより海面付近の水温上昇は緩慢となり、水温躍層は海面水温が25℃に達した7月中旬に出現した（平成25年は7月上旬：図示していない）。海面付近の最高水温は7月22日の29℃であり、同月末まで27℃から28℃で推移していたが、台風通過後の8月5日の観測では3℃程度急激に低下し、鉛直方向に一様となった。これ以後、顕著な水温躍層の出現はなかったことから、平成26年夏の八代海は成層が弱く、鉛直混合が起こりやすい水塊構造であったと考えられる。

1月中旬以降は13℃未満に低下し、2月中旬以降の観測では海面付近で12℃を下回った。

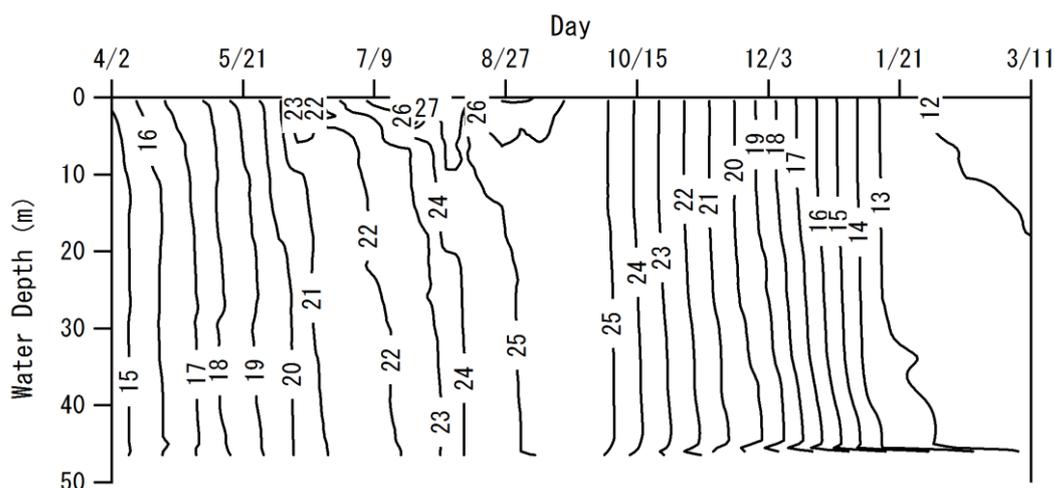


図4 St. 4 (田浦沖) における水温 (°C) 鉛直プロファイルの季節変化
(平成 26 年 4 月 2 日から平成 27 年 3 月 11 日まで)

(3) 塩分

図 4 に、St. 4 (田浦沖) における鉛直プロファイルの季節変化を示す。

3 - (1) で述べたように、6 月中旬から 7 月中旬にかけての降水量が多かったことから、球磨川などからの出水により海面付近の塩分が低下し、塩分躍層が出現した。

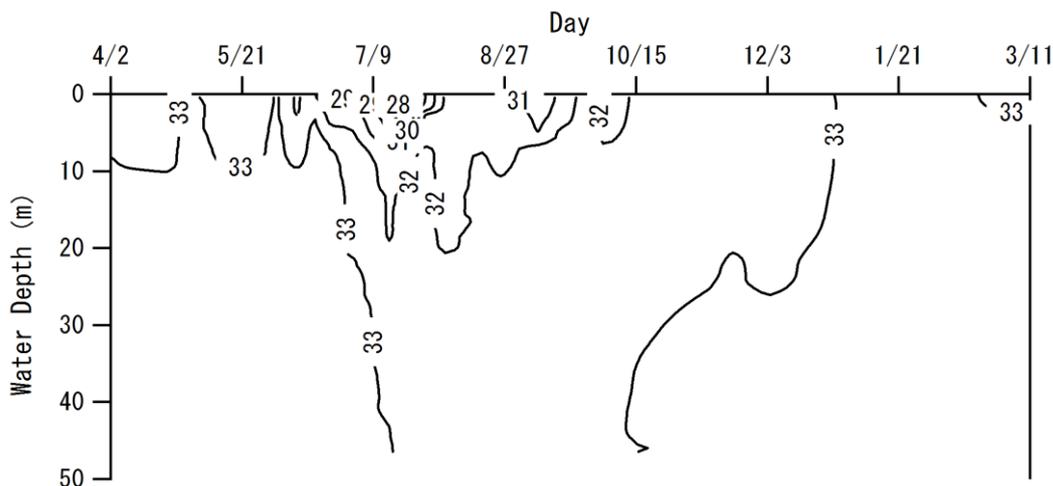


図 5 St. 4 (田浦沖) における塩分鉛直プロファイルの季節変化
(平成 26 年 4 月 2 日から平成 27 年 3 月 11 日まで)

(4) 溶存酸素濃度

図 6 に、St. 4 (田浦沖) における鉛直プロファイルの季節変化を示す。

水温若しくは塩分躍層が発達した 7 月下旬以降、水深 20m 以深において 5mg/L 未満に低下する現象が見られ 9 月下旬まで確認した。図示していないが、平成 25 年においても同様の現象が見られたことから、通常の状態で推移したものと考えられる。

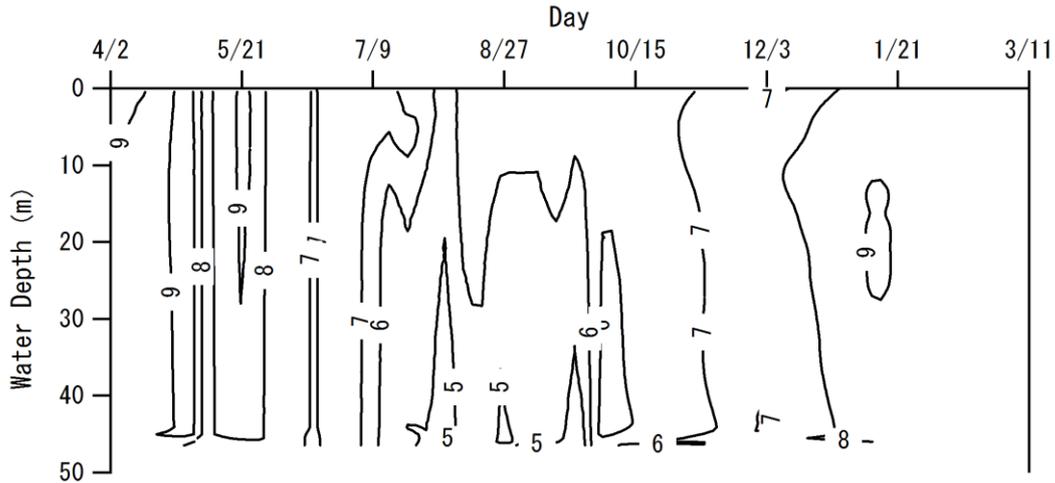


図6 St. 4 (田浦沖)における溶存酸素濃度 (mg/L) 鉛直プロファイルの季節変化
(平成26年4月2日から平成27年3月11日まで)

(5) 栄養塩

図7に、St. 4 (田浦沖)における溶存無機態窒素 (DIN) の鉛直分布の季節変化を示す。

3-(1)で述べたように、夏期において頻繁に降雨があった。そのため、この時期に海面付近において、 $1\mu\text{M}$ 未満にまで低濃度化した平成25年(図示していない)と比較してDIN濃度が高く推移した。また、6月下旬以降、底泥から溶出しており、これによって形成された比較的濃度の高い水塊が徐々に海面付近への移動・拡散する現象が9月上旬まで見られたことから、3-(2)で述べた鉛直循環により、溶出が促進されたものと考えられる。

図8に、同様に溶存ケイ酸態ケイ素 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$) の鉛直分布の季節変化を示す。

DINと同様に、夏期の海面付近において濃度が高く、 $5\mu\text{M}$ を下回することはほとんどなかったことから、珪藻類の増殖には有利な環境条件であったと考えている。

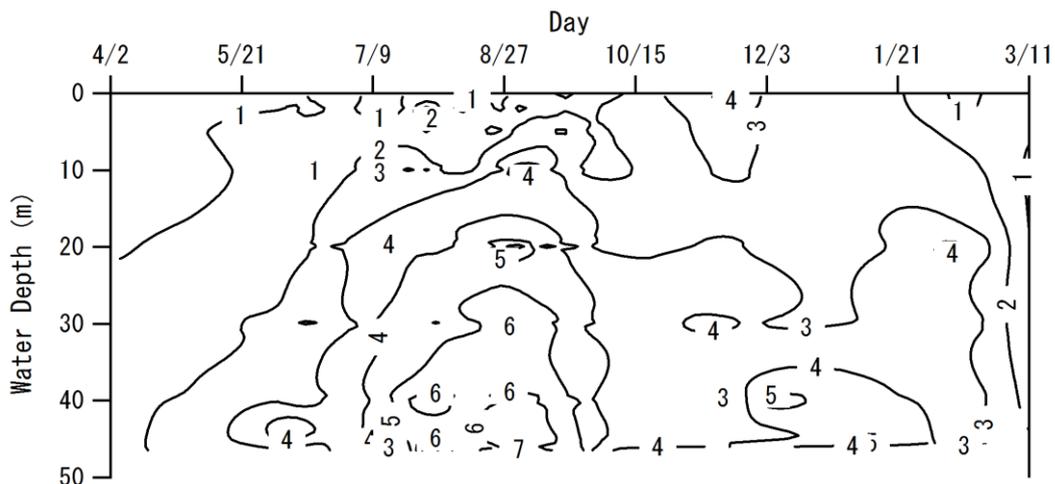


図7 St. 4 (田浦沖)における溶存無機態窒素 (DIN: μM) 鉛直プロファイルの季節変化
(平成26年4月2日から平成27年3月11日まで)

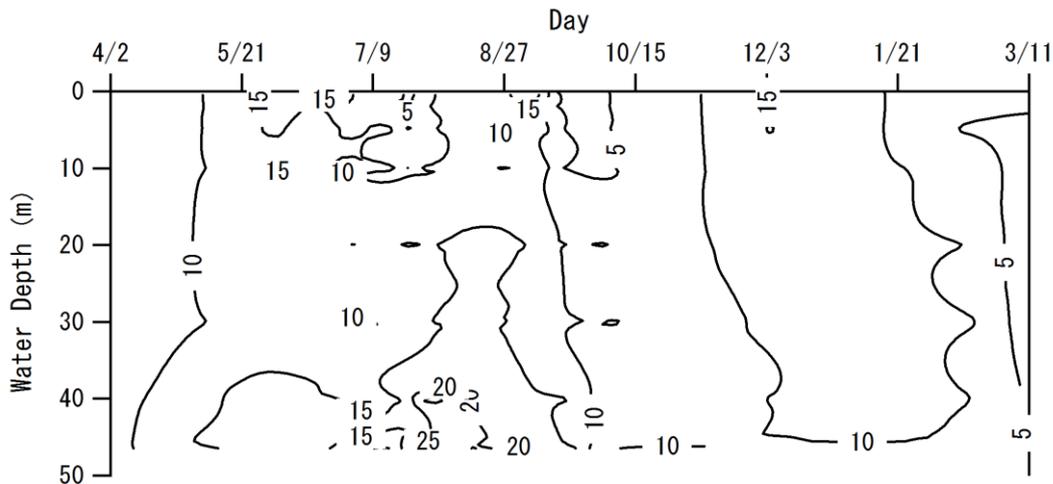


図8 St. 4 (田浦沖) における溶存ケイ酸態ケイ素 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$: μM) 鉛直プロファイルの季節変化 (平成26年4月2日から平成27年3月11日まで)

(6) 植物プランクトンの発生状況

ア 有害赤潮の発生状況

表3に、八代海における有害赤潮の発生状況を示す。

平成26年度は八代海において11件の赤潮が発生し(平成25年度は8件)、うち4件(*Heterosigma akashiwo*:1件、*Cochlodinium polykrikoides*:2件、*Chattonella* spp.:1件)が有害種によるものであったが、漁業被害は発生しなかった。

7月28日から8月12日まで発生した *Cochlodinium polykrikoides* は、平成24年に赤潮(以下、コウヘイウム赤潮という。)を形成して以来2年ぶりの報告事例となった。継続日数は16日間と比較的短期間で終息したが、7月末には 10^4 cells/mL にまで高密度化した。

Chattonella spp. は8月18日から通常検鏡で確認され始め、その状態が9月9日まで続いた。これらは明確に着色するほどの大増殖には至らなかったが、8月28日には 10^2 cells/mL に達した。

イ 有害2種 (*Chattonella* spp. 及び *Cochlodinium polykrikoides*) の初期発生状況

表4に、6月3日から9月30日まで実施した柱状採水(0m-10m)試料の濃縮検鏡結果を示す。

Chattonella spp. は、7月1日に八代海の北部に設定した2定点(戸馳島沖及び大築島沖)において初認した後、8月中旬までの1月半にわたり急激に増殖することなく低密度のまま推移したが、8月下旬(8月26日)以降は分布域を拡大し、多くの定点で検出される状態が9月上旬まで続いた。

一方、*Cochlodinium polykrikoides* は、初認日こそ上記の *Chattonella* spp. と同日の7月1日であったが、その際には既に八代海の北部から南部の広範囲に及んでいた(5定点で検出)。この状態は8月中旬まで継続し、この間、上記アに示す赤潮の形成に至った。

ウ 珪藻類の発生状況

図9に、St. 4 (田浦沖) における珪藻類鉛直分布(水深0mから10mまで)の季節変化を示す。

7月15日までの細胞密度は概ね 10^3 cells/mL 程度を維持していたが、7月22日以降は減少に転じ、低密度の状態 (10^2 cells/mL) が8月下旬まで続いた。

その後は、9月2日以降再び増加に転じ、 10^3 cells/mL 程度の高い細胞密度のまま9月末まで

推移した。

表3 八代海における有害赤潮の発生状況

整理番号	発生期間	継続日数	発生海域	構成プランクトン	概要	漁業被害
KM-02	4/28 ～ 5/27	30	八代海西部 (天草市久玉町久玉浦) 八代海北部 (大矢野島周辺) 八代海南部 (長島町浦底湾)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	<八代海西部> 4/28 3,240 細胞 5/5 32,000 細胞 <八代海北部> 5/19 13,000 細胞 5/20 300,000 細胞 5/27 終息確認 <八代海南部> 5/14 10,800 細胞 5/17 40,000 細胞	無
KM-07	7/28 ～ 8/12	16	八代海中部 (御所浦島周辺から津奈木町、水俣市)	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	7/28 596 細胞 7/30 9,075 細胞 7/31 12,000 細胞 8/1 500 細胞 8/12 終息確認	無
KM-09	8/18 ～ 9/9	23	八代海全域 ※主として北部から中部海域	<i>Chattonella</i> spp.	8/18 1 細胞 ※芦北～宮野河内湾口 8/26 以降 10 細胞超 8/28 100 細胞 大築島周辺 8/30 39 細胞 姫戸沖 9/9 終息確認	無
KM-11	8/20 ～ 8/28	9	八代海中部	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	8/20 320 細胞 8/28 終息確認	無

表4 八代海における柱状採水試料の濃縮検鏡結果

Chattonella spp.																					
St.Num	地点名	採水層(柱)	6月3日	6月10日	6月17日	6月24日	7月1日	7月8日	7月15日	7月22日	7月29日	8月5日	8月12日	8月18日	8月26日	9月2日	9月9日	9月16日	9月24日	9月30日	
1	戸馳島沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.025	0.012	0	0	0	0	0	0	5.51	0	0.008	0	0	0	0
2	大築島沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0.171	0.008	0	0	0	0	0
3	姫戸沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0.003	0	0.014	0	0	0.007	0	0.161	0	0	0	0	0.012	0
4	田浦沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	欠測	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0
5	津奈木沖	0-10(柱状)	0	0	0	0.002	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.008	0	0.01	0	0	0	0
6	水俣沖	0-10(柱状)	実施せず	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0
7	芦北地先	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0.01	0	0	0	0
8	津奈木地先	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0.004	0	0	0	0
9	御所浦島南	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.015	0.007	0	0	0	0	0
10	牧島、眉島南	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	大多尾	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	宮野河内湾口沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.006	0.004	0	0	0	0
13	播浦湾	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0
Cochlodinium polykrikoides																					
St.Num	地点名	採水層(柱)	6月3日	6月10日	6月17日	6月24日	7月1日	7月8日	7月15日	7月22日	7月29日	8月5日	8月12日	8月18日	8月26日	9月2日	9月9日	9月16日	9月24日	9月30日	
1	戸馳島沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.08	0	0	0.153	0	0	0	0	0.04	0.03	0	0	0	0	0
2	大築島沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.032	0	0	0.23	0	0	0	0	0.056	0.09	0	0.09	0	0	0
3	姫戸沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0.014	0.609	0.036	0.016	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	田浦沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	欠測	0.016	0.128	0.18	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0	0
5	津奈木沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.016	欠測	0.06	0.24	7.7	0	0	0	0.016	0	0	0	0	0	0
6	水俣沖	0-10(柱状)	実施せず	0	0	0	0	0	0	0.356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	芦北地先	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0.092	1.295	0.075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	津奈木地先	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0	0.045	0.975	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	御所浦島南	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.032	欠測	0.176	1.836	0.125	0	0.031	0	0	0	0	0	0	0	0
10	牧島、眉島南	0-10(柱状)	0	0	0	0	0.012	0.182	0.042	0.18	0.186	0.016	0	0.024	0	0	0	0	0	0	0
11	大多尾	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0.384	0	0.056	0.252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	宮野河内湾口沖	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	欠測	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	播浦湾	0-10(柱状)	0	0	0	0	0	0.012	0	3.244	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

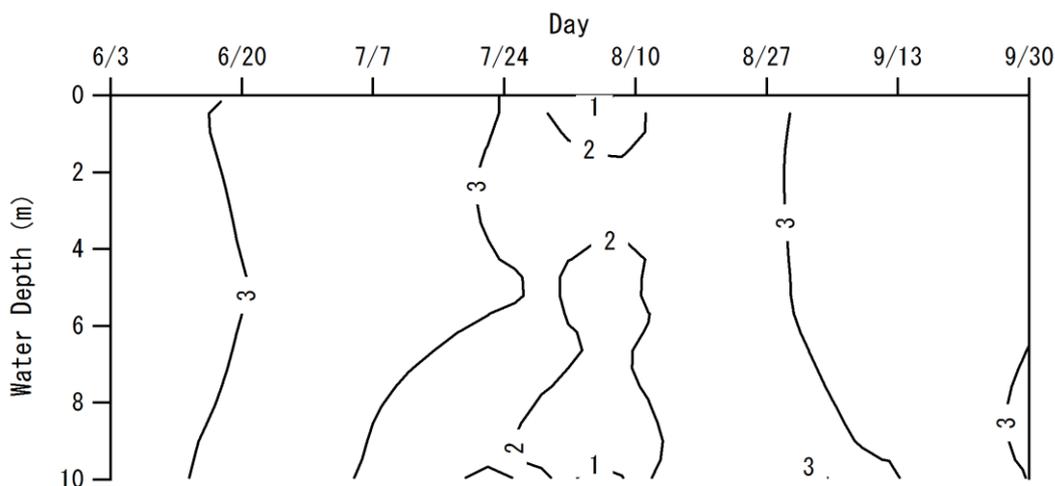


図9 St. 4 (田浦沖) における珪藻類細胞密度 (常用対数表示) の鉛直プロファイルの季節変化 (平成26年6月3日から同年9月30日まで)

(7) コロネリウム赤潮の発生及び *Chattonella* spp. の小規模発生に至った要因

これまでに述べたように、八代海では平成24年以来2年ぶりにコロネリウム赤潮が発生した。また、*Chattonella* spp. に関しても赤潮の形成には至らなかったものの平成23年以降の4年間では最も多い細胞密度を記録した。これらの遊泳細胞出現後 (発芽後) の動向については様々な要因が関係しており、本年度の結果を整理すると以下のような過程を経たものと考えられる。

- ① 平成26年の夏は、気温が低く、雨の日が多く、6月下旬及び7月下旬を除いて日照時間が少なかった。
- ② このような気象条件により海面付近の水温上昇が鈍く、水温躍層は7月中旬に出現したが、台風の接近等により8月上旬以降は不明瞭となり短期間で消滅した。
- ③ 海面付近の栄養塩類は、降雨の回数が多かったこと、降水量が多かったにより陸水由来の供給が頻繁にあったこと、また、成層が弱かったことから鉛直混合が起りやすく、底泥から溶出した栄養塩が容易に海面付近に到達することが可能であったことにより、比較的高い状態で推移した。
- ④ このような中、珪藻類の増殖が活発となり優占する状態が継続したが、日照が平年並みとなって水温躍層が形成された7月中旬を境に減少に転じ、7月下旬から8月下旬まで低密度に推移した間、コロネリウム赤潮が発生したが、台風通過による水温低下や成層の消滅など、急激な水塊構造変化により短期間で終息した。
- ⑤ コロネリウム赤潮の終息後、8月中旬から *Chattonella* spp. が増殖したが、上記のような気象条件により遊泳細胞出現後の増殖が緩慢であったこと、9月上旬以降再び珪藻類が増加し優占したことから、赤潮形成には至らなかった。

以上のように、本年度の夏期における八代海の漁場環境の特徴は、これら有害種が大増殖するのに適した環境が長期にわたって継続しなかったことである。どのようなプランクトンが優占するのかについては、水塊構造変化への対応能力によって決定すると考えられる。今後はこれらを考慮し、赤潮発生メカニズムの解明を目指したい。

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅳ (国庫委託 平成23年度～継続)

(微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発)

1 緒言

本研究は、魚類養殖業等に甚大な漁業被害をもたらすシャットネラ赤潮について、その発生と現場海域における微生物相の変化との関連性について検討・解明することにより、本プランクトンによる赤潮の発生予察技術を開発することを目的としている。

赤潮が頻繁に発生する海域において、植物プランクトン相の遷移及びそれらの動態を調査及び赤潮発生海域の微生物相を遺伝子レベルで解析により簡易赤潮モニタリング手法を開発するため、海水試料を連携機関（独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所、九州大学、北海道大学）に提供した。

2 方法

(1) 担当者 吉村直晃、多治見誠亮、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 試験内容

ア 調査定点 (図1)

①有明海：2点

St. 4 (長洲町沖)、St. 8 (熊本市河内地先)

②八代海：2点

St. 1 (姫戸町沖)、St. 2 (楠浦湾)

イ 調査頻度

①有明海：1回/隔週 (6月～9月)

②八代海：1回/週 (6月～9月)

ウ 調査項目：水温、塩分、栄養塩類 (DIN、PO₄-P、SiO₂-Si)、植物プランクトン (種組成、有害種)、気象観測データ

※気象観測データは気象庁HPから引用した。



図1 調査定点図

3 結果及び考察

(1) 調査及び試料送付の実績

表1のとおり実施した。

表1 調査及び試料送付の実績

調査月	有明海		八代海	
	調査回次	調査実施日 (試料送付日)	調査回次	調査実施日 (試料送付日)
6月	1	6月5日	1	6月3日
	2	6月20日	2	6月10日
	3		3	6月17日
	4		4	6月24日
7月	5		5	7月1日
	3	7月7日	6	7月8日
	4	7月17日	7	7月15日
			8	7月22日
			9	7月29日
8月	5	8月7日	10	8月5日
			11	8月12日
	6	8月19日	12	8月18日

			1 3	8 月 26 日
9 月	7	9 月 4 日	1 4	9 月 2 日
			1 5	9 月 9 日
	8	9 月 18 日	1 6	9 月 16 日
			1 7	9 月 24 日
			1 8	9 月 30 日

(2) 調査結果

ア 有明海

(ア) 気象及び海象

- ① 本年度の夏期は、気温が平年より低く、降水量は多かった。また、全天日射量は平年値を下回ることが多かった (図 1)。
- ② 水温は 8 月中旬に最高値を記録したが、30℃に達しなかった。また、7 月中旬以降、水温躍層が出現したが、顕著に発達することはなかった (図 2)。
- ③ 降雨による河川からの出水により、海面塩分の低下及び栄養塩濃度の増加を確認した (図 2 及び図 3)。

(イ) プランクトンの発生状況

有明海では、6 月中旬から 7 月上旬及び 9 月上旬において *Chattonella* spp. が増殖したが、大規模に増殖するに至らなかった (図 4)。その要因は以下によるものと考えている。

- ① 6 月中旬から 7 月中旬にかけて日射量、平均気温ともに平年を下回る日が続き、これらのプランクトン群の増殖に対して海洋環境が最適ではなかったこと。また、競合種である珪藻類が概ね優占していたこと。
- ② 9 月上旬は日射量、平均気温ともに平年並みとなったが、8 月中旬以降、再び珪藻類が優占したこと。

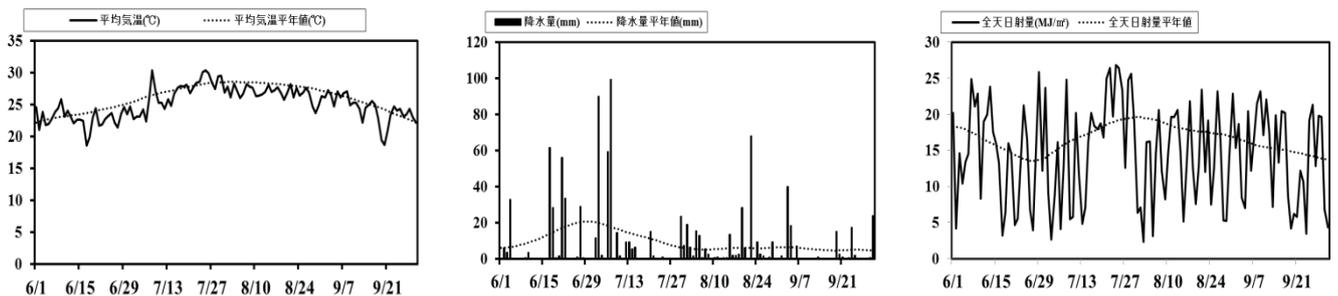


図 1 熊本市における気温 (左)、降水量 (中)、全天日射量 (右)

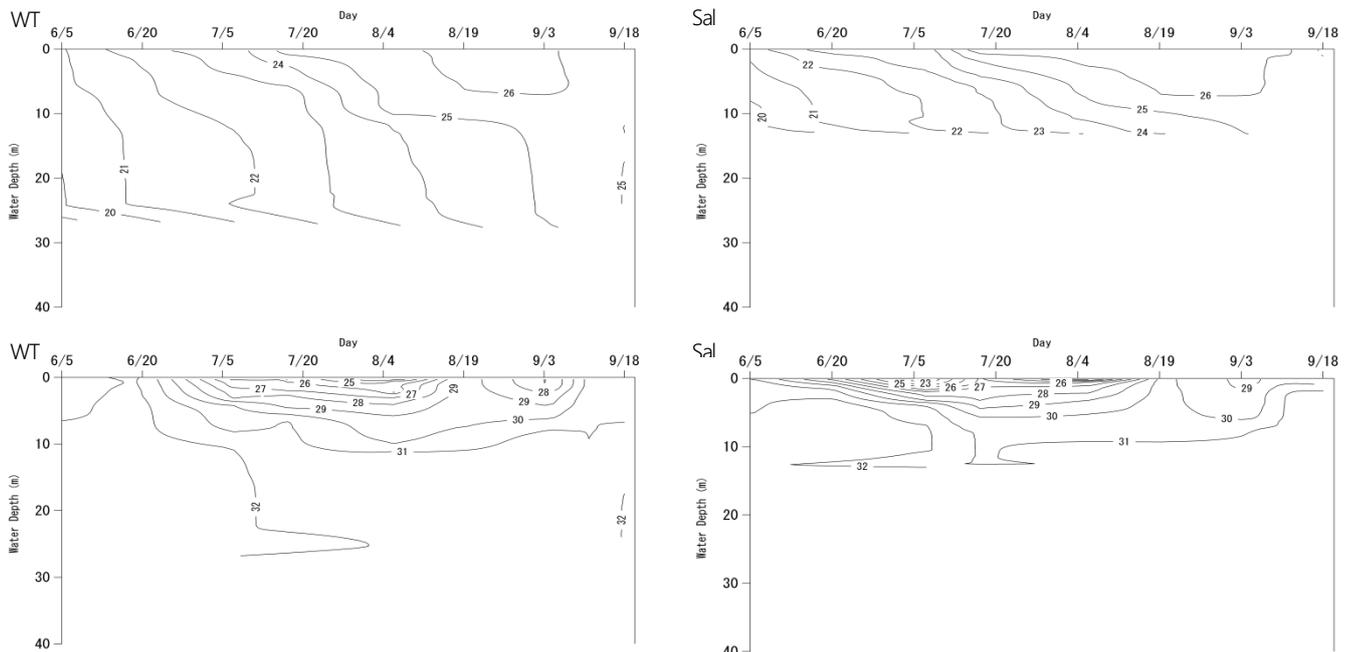


図 2 有明海北部沖 (左) 及び中部沿岸域 (右) における水温、塩分の季節変化

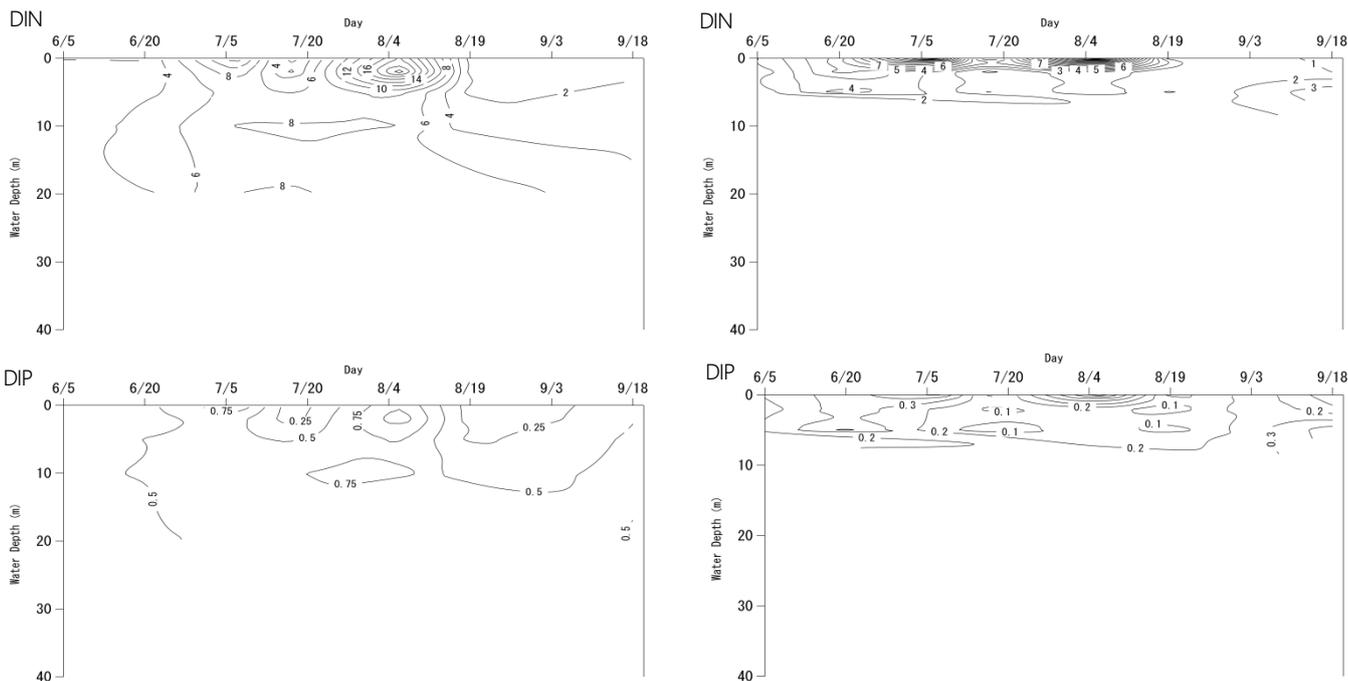


図3 有明海北部沖（左）及び中部沿岸域（右）における栄養塩類の季節変化

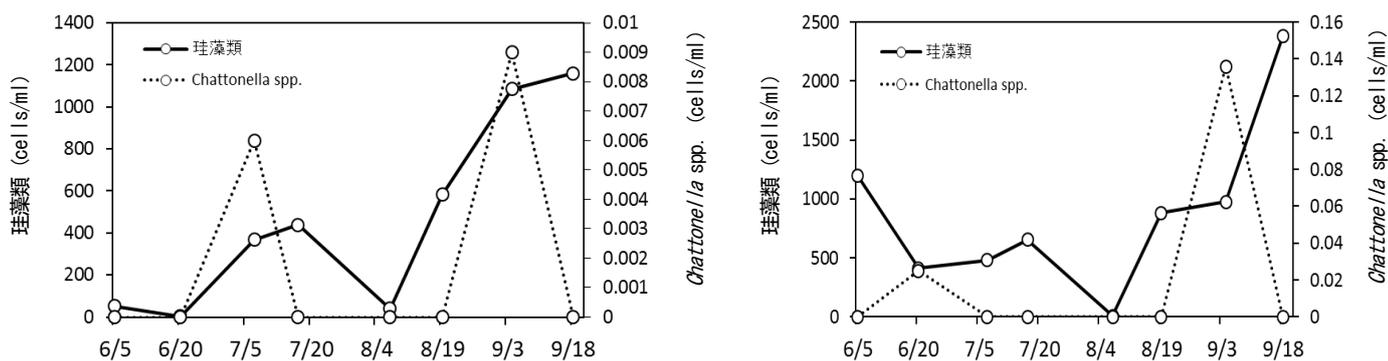


図4 有明海北部沖（左）及び中部沿岸域（右）におけるプランクトンの季節変化

※珪藻類：未濃縮海水検鏡 Chattonella spp.：濃縮海水検鏡

イ 八代海

(ア) 気象及び海象

- ① 本年度の夏期は、気温が低く、雨の日が多く、日照時間が少なかった（表2）。
- ② 海面付近の水温上昇は鈍く、水温躍層の出現は7月中旬から8月上旬の半月程度に限られ、夏場でも鉛直混合が起こり得る水塊構造であったと考えている（図5のWT）。
- ③ 海面付近の栄養塩濃度は、降雨による陸水由来の供給、底泥から溶出した栄養塩の鉛直混合による海面付近への到達により昨年度よりも高い状態が継続した（図5のDIN）。

(イ) プランクトンの発生状況

- ① 水温躍層が出現した7月中旬に *Cochlodinium polykrioides* が増殖し（図6）赤潮を形成したが、台風接近通過後の急激な水温低下（図5のWT）及び強風による攪乱により短期間に終息した。
- ② 水温躍層消滅後の8月下旬に *Chattonella* spp. が増殖したが（図6）、6月から8月の日照時間が少なかったことにより赤潮形成に至ることなく小規模に終わった。
- ③ 上記のように、2つのプランクトン群に対して海洋環境が最適ではなかったことのほか、競合種である珪藻類が観測期間を通して 10^2 から 10^3 で推移しており、細胞密度の高い状態が継続したことも、これらの増殖が小規模に終わった一因であると考えている（図5の珪藻類）。

表2 九州北部地域における気温、日照時間及び降水量の旬別階級区分 (5月から9月)

月	旬別	気温	日照時間	降水量
5	上旬	低い	かなり多い	かなり少ない
	中旬	高い	平年並み	多い
	下旬	かなり高い	かなり多い	少ない
6	上旬	高い	かなり少ない	平年並み
	中旬	低い	少ない	平年並み
	下旬	低い	多い	少ない
7	上旬	低い	少ない	多い
	中旬	低い	少ない	平年並み
	下旬	高い	平年並み	少ない
8	上旬	低い	かなり少ない	かなり多い
	中旬	低い	かなり少ない	かなり多い
	下旬	かなり低い	かなり少ない	多い
9	上旬	平年並み	平年並み	平年並み
	中旬	低い	平年並み	少ない
	下旬	高い	平年並み	少ない

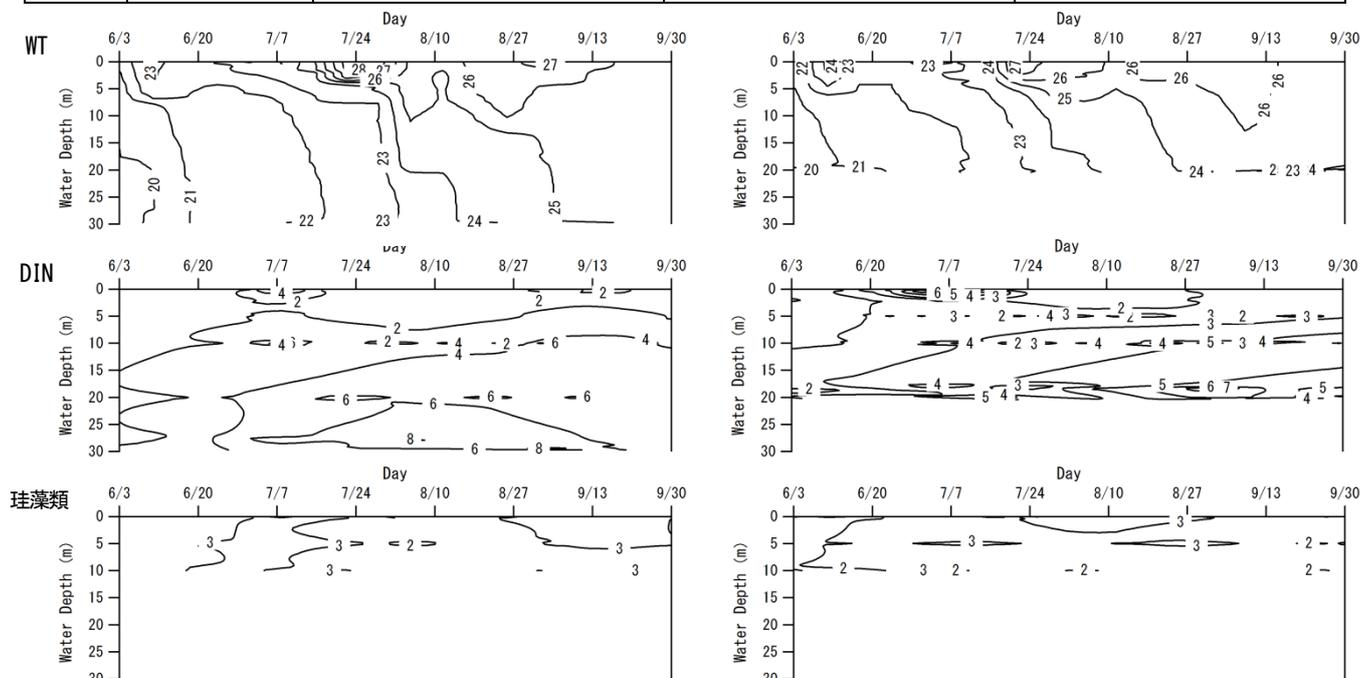


図5 St.1 (姫戸町沖: 左) 及び St.2 (楠浦湾: 右) における水温 (WT: °C)、溶存無機態窒素 (DIN: μM) 及び珪藻類細胞密度 (常用対数表示) の季節変化

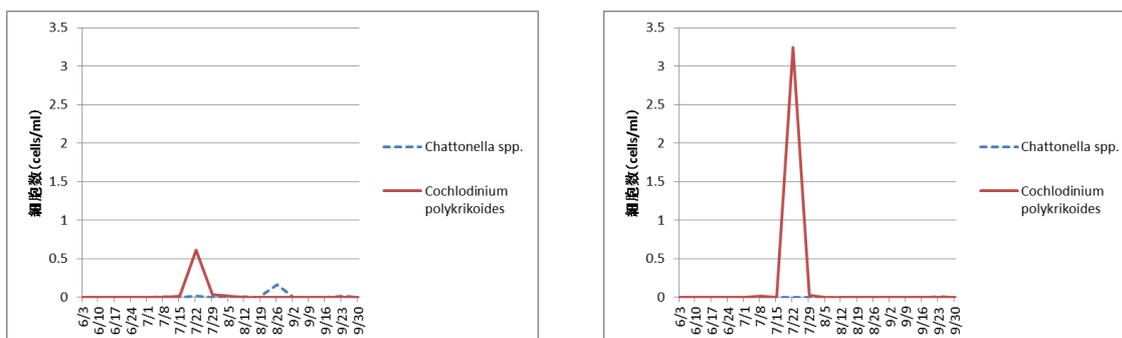


図6 八代海北部海域(左) 及び楠浦湾(右) における有害プランクトン細胞数の推移 ※濃縮海水の直接検鏡による

赤潮対策事業 I (令 達)

平成7年度～継続

(珪藻精密調査)

1 緒 言

本調査は、ノリ養殖に色落ち被害を及ぼす冬季の珪藻赤潮発生予察技術の確立のための基礎資料を得ることを目的とし、現場海域における植物プランクトンの発生状況や海洋環境を定期的に観測した。

2 方 法

(1) 担当者 多治見誠亮、吉村直晃、増田雄二、川崎信司

(2) 調査内容

ア 調査定点：有明海3点 (図1)

イ 観測頻度：有明海…2回/月 (9月～翌2月)

ウ 観測項目：水温、塩分、pH、DO、Chl-a、透明度、栄養塩 (DIN、PO₄-P、SiO₂-Si)、プランクトン (沈殿量、種組成)

エ 観測層：表層 (水面下0.5m)、5m層、底層 (海底上1m)

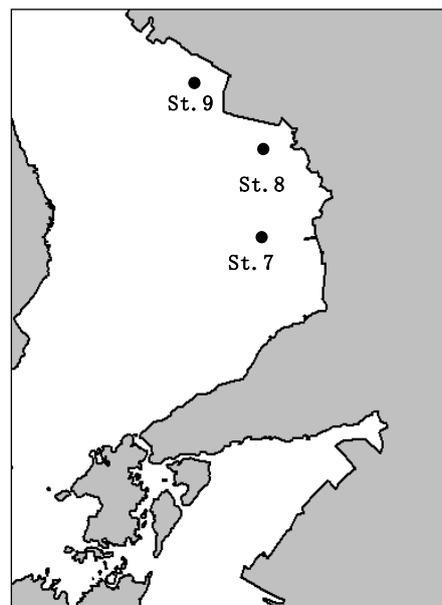


図1 調査定点図

3 結果及び考察

1) 項目毎の時系列変化

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。ここでは調査及び分析により得られたプランクトン沈殿量、植物プランクトン組成及び各種栄養塩について記載する。

(1) プランクトン沈殿量

調査期間を通じたプランクトン沈殿量の推移を表1に示す。9月の沈殿量は、24.1～145.9ml/m³、10月は8.0～21.1 ml/m³、11月は6.0～60.4 ml/m³、12月は1.0～6.0 ml/m³、翌1月は10.1～266.6 ml/m³、翌2月は125.8～659.01 ml/m³、翌3月は20.1～85.5 ml/m³で推移した。高い沈殿量を記録した、1月～2月の分布をみると、全地点ともに100 ml/m³を超える値が観測されたが、特に St. 9 の長洲町地先で659.01 ml/m³の最高値となった。なお、期間を通じて最も高密度な細胞数が確認された *Chaetoceros* spp. とプランクトン沈殿量との間に高い相関は認められなかったものの (図2)、沈殿サンプルの組成は *Chaetoceros* spp. を始めとする珪藻類が大半を占めていたことから、高沈殿量は珪藻プランクトンによる影響が大きかったと推察された。

(2) 植物プランクトン組成

調査期間を通じた植物プランクトン組成の推移 (表層及び2m層) を表1に示す。なお、ここでは珪藻類について、細胞数の測定を行った結果、1000cells/ml以上の密度で確認された *Skeletonema* spp.、*Chaetoceros* spp. 及び *Thalassiosira* spp.、調査期間中に赤潮を形成するまで増殖が確認された *Eucampia zodiacus* について主要種として記載する。

Skeletonema spp. は 11 月及び 2 月にピークが確認され、特に 2 月には全調査点において高密度化した。最高細胞密度は 2 月 25 日の St. 8 で 1,990cells/ml であった。*Skeletonema* spp. については、ノリ漁期早期（10 月～11 月頃）に比較的高密度となる状況は昨年度と類似した傾向であったが、2 月以降に再度増殖した点は異なっていた。

Chaetoceros spp. は 10 月～11 月及び 1 月～2 月に大きなピークが確認され、St. 7 及び St. 9 にて高密度化した。最高細胞密度は 2 月 12 日の St. 7 及び St. 9 で 1,174 および 1,426cells/ml であった。*Chaetoceros* spp. については、昨年度も 11 月下旬から 12 月上旬にかけて、高密度となる状況が確認されており、今年度も同様の傾向を示した。

Thalassiosira spp. は 10 月、11 月及び 1 月に増加したが、明確に高密度化する定点は確認されなかった。

Eucampia zodiacus は、調査期間を通じて表層より 2m 層において高い出現が認められることが多かったため、2m 層における変動を示すことで、本種の分布状況を反映することとする。*E. zodiacus* はノリ漁期開始時期前である 9 月より確認されており、St. 7 で 197cells/ml 出現していた。その後、10 月下旬から 11 月上旬にかけては数～数十 cells/ml と比較的低密度で推移していたが、11 月 28 日には St. 8 で 99cells/ml まで増加した。一方、12 月になると、全調査点にて *E. zodiacus* は確認されなかった。1 月になると再度 *E. zodiacus* が確認され、2 月 12 日以降広い範囲で 100cells/ml 以上まで高密度化した。

(3) 各種栄養塩

調査期間を通じた表層 DIN(溶存態無機窒素)の推移を図 3 に示す。DIN は、1.26～42.57 $\mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、降雨後の出水の影響を受け、表層を中心に一時的に高濃度となることがあった。ただし、1 月以降になると DIN 濃度は減少し、7 $\mu\text{g-at/L}$ を下回る観測点が多く見られた。

調査期間を通じた表層 DIP (溶存態無機リン) の推移を図 4 に示す。DIP は、0.00～1.51 $\mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、DIN と同様、降雨後の出水の影響を受け、表層を中心に一時的に高濃度となることがあった。ただし、1 月以降になると DIP 濃度は減少し、0.5 $\mu\text{g-at/L}$ を下回る観測点が多く見られた。

(4) 考察

プランクトン沈殿量の増加が確認された 1 月以降、各種栄養塩が低下した。このことから、本年度の栄養塩減少には珪藻類を主体とする植物プランクトンが寄与していたことが推察された。また、平成 23 年度漁期に大発生した *E. zodiacus* については、今年度もノリ漁期が開始される前の 9 月より確認されており、周年にわたっての調査の必要性が再認識させられた。

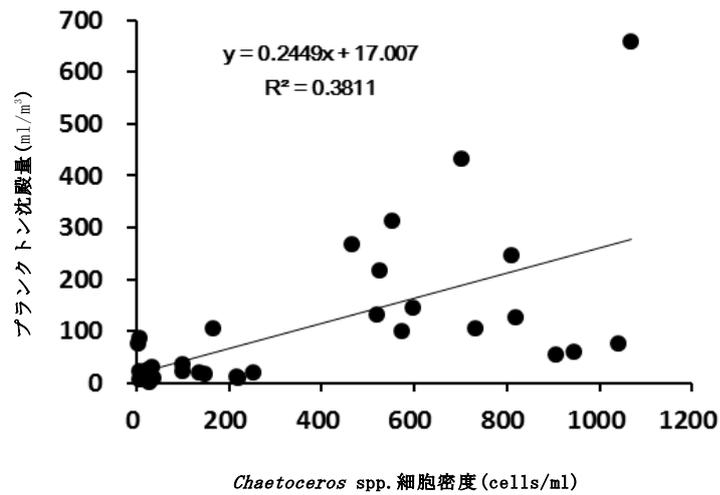


図2 *Chaetoceros* spp. の細胞密度*とプランクトン沈殿量との関係
*表層、2m層、5m層の平均値

表1 プランクトン沈殿量及び植物プランクトン組成

調査日	調査定点	沈殿量 ml/m ³	植物プランクトン(珪藻類)出現数 (cells/ml)			
			<i>S.spp</i>	<i>C.spp</i>	<i>T.spp</i>	<i>E.zodiacus</i>
9.4	7	100.6	0	289	1	197
	8	104.6	27	809	7	76
	9	74.4	19	1,164	39	0
9.18	7	55.3	732	2,499	21	0
	8	145.9	801	1,287	49	4
	9	24.1	147	5	7	0
10.16	7	21.1	20	4	532	77
	8	21.1	4	2	15	0
	9	8	3	0	1,000	0
10.31	7	21.1	10	71	0	0
	8	20.1	0	106	0	0
	9	10.1	0	48	0	0
11.14	7	60.4	76	950	0	6
	8	10.1	8	127	19	0
	9	6	0	14	6	0
11.28	7	35.2	47	172	0	29
	8	11.1	581	112	2	99
	9	16.1	626	167	0	0
12.10	7	1	4	0	1	0
	8	6	24	0	5	0
	9	4	109	0	0	0
12.24	7	1	0	0	3	0
	8	1	0	0	4	0
	9	1	0	0	0	0
1.16	7	30.2	0	24	5	0
	8	20.1	16	239	106	0
	9	10.1	0	9	0	0
1.26	7	105.6	0	184	62	0
	8	216.3	179	473	224	0
	9	266.6	59	474	164	0
2.12	7	311.9	415	1,174	12	119
	8	432.6	315	595	20	158
	9	659	419	1,426	7	44
2.23	7	130.8	1,000	670	0	166
	8	125.8	1,990	1,140	0	311
	9	246.5	670	1,380	8	27

**S.spp*:*Skeletonema* spp., *C.spp*:*Chaetoceros* spp.,
T.spp:*Talassiosira* spp., *E.zodiacus*:*Eucampia zodiacus*

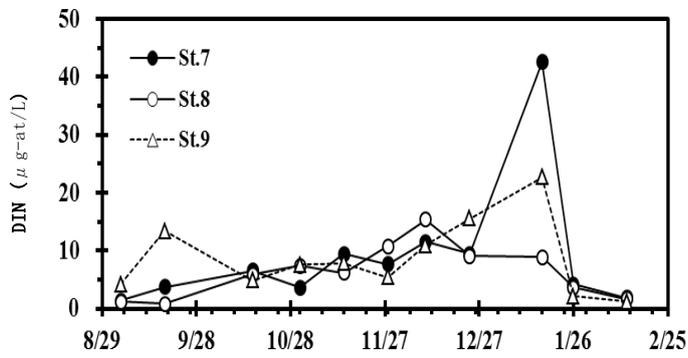


図3 調査点におけるDIN(μg-at/L)の推移

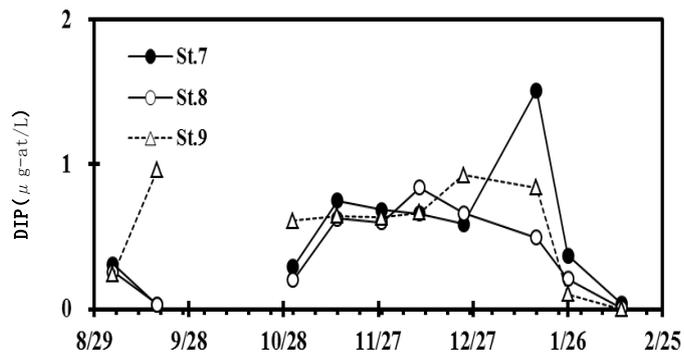


図4 調査点におけるDIP(μg-at/L)の推移

赤潮対策事業Ⅱ（^令達 平成23年度～継続）

（八代海広域漁場環境調査）

1 緒言

本調査は、平成22年夏季に濃密な *Chattonella* 赤潮を形成し、大規模な漁業被害を生じた天草下島東岸域について、水質やプランクトンの発生状況を定期的に観測し、有害プランクトンの発生条件の解明、また有害赤潮による被害を防止・軽減するための赤潮発生予察技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 諸熊孝典、多治見誠亮、増田雄二、
中村真里、川崎信司

(2) 調査内容

- ア 調査定点：天草下島東岸の八代海7点
- イ 調査頻度：1回/月（9回、5月～3月）
- ウ 調査項目：水温、塩分、pH、透明度、DO、Chl-a、
栄養塩（DIN、PO₄-P、SiO₂-Si）、
プランクトン（種組成^{※1}、有害種）
- エ 調査層：表層（水面下0.5m）、中層、
底層（海底上1m）

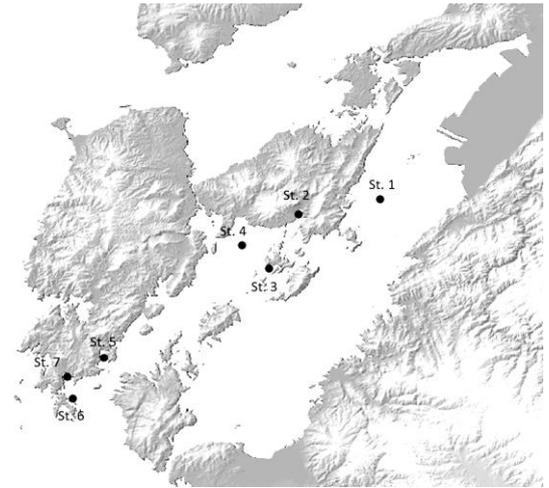


図1 調査定点図

3 結果及び考察

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。ここでは調査及び分析により得られた結果一覧を図1～図7に示す。また、期間を通じて確認された植物プランクトン主要種の細胞密度の変動を図8に示す。ここでは、St.1（上天草市姫戸地先）とSt.4（上天草市栖本地先）及びSt.6（牛深市地先）の水温・塩分・溶存酸素・DIN・PO₄-P・SiO₂-Si・植物プランクトンについて記載する。

(1) 水温 図1

期間を通じてSt.1は11.7℃～29.2℃の範囲で推移し、最低値は2月23日の表層、最高値は7月28日の表層で記録した。St.4は12.7℃～26.9℃の範囲で推移し、最低値は3月16日の表層、最高値は7月26日の表層で記録した。St.6は14.3℃～25.3℃の範囲で推移し、最低値は3月16日の表層、最高値は9月29日の中層（水深約20m）で記録した。St.1は他の2地点と比較して夏季と冬季の水温差が大きかった。

(2) 塩分 図2

期間を通じてSt.1は20.5psu～33.7psuの範囲で推移し、最低値は6月25日の表層、最高値は3月16日の底層（水深約27.7m）で記録した。St.4は25.7psu～34.2psuの範囲で推移し、最低値は9月29日の表層、最高値は1月21日の底層（水深約40.4m）で記録した。St.6は33.4psu～34.5psuの範囲で推移し、最低値は9月29日の表層、最高値は3月16日の中層（水深約20m）で記録した。St.1及びSt.4においては降雨の影響を受けやすく、

St. 6 においては降雨の影響を受けにくい結果となった。

(3) 溶存酸素 (mg/L 及び%) 図 3 及び 4

期間を通じて St. 1 は 5.4mg/L~9.6mg/L(77.4%~127.9%)の範囲で推移し、最低値は 8 月 25 日の底層 (水深約 29.1m)、最高値は 5 月 26 日の表層で記録した。St. 4 は 5.7mg/L~9.7mg/L(84.1%~136.5%)の範囲で推移し、最低値は 8 月 25 日の底層 (水深約 40m)、最高値は 9 月 29 日の表層で記録した。St. 6 は 6.2mg/L~10.3mg/L(80.4%~124.5%)の範囲で推移し、最低値は 12 月 15 日の底層、最高値は 3 月 16 日の表層で記録した。平成 25 年度の結果より、各湾とも表層~底層にかけて高い溶存酸素量が確認されていた。また平成 23、24 年度に引き続いて各湾とも貧酸素水塊 (酸素飽和度 40%以下)は確認されなかった。

(4) DIN 図 5

期間を通じて St. 1 は $0.31 \mu\text{g-at/L}$ ~ $9.14 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 9 月 29 日の表層、最高値は 6 月 25 日の表層で記録した。St. 4 は $0.89 \mu\text{g-at/L}$ ~ $5.93 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 8 月 25 日の表層、最高値は 7 月 26 日の底層 (水深約 40.1 m) で記録した。St. 6 は $1.17 \mu\text{g-at/L}$ ~ $7.17 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 7 月 26 日の中層 (水深約 20 m)、最高値は 7 月 26 日の底層 (水深約 39.1 m) で記録した。平成 26 年度の特徴として、9 月 29 日に St. 1 の表層で $0.31 \mu\text{g-at/L}$ にまで低下した。このとき、久玉湾ではこの時期は植物プランクトン (*Skeletonema* spp. が最高 2,220cells/ml) が増殖しており、プランクトンによる消費が起こっていたものと考えられた。また、6 月 25 日の St. 1 で増加の際には、表層塩分の顕著な低下は確認されたこと、表層においても DIN の増加が確認されていたことより、降雨による陸域から DIN が供給されたことが考えられる。7 月 28 日には St. 4 及び St. 6 の中・底層で増加 (St. 4 B-1 m : $5.26 \mu\text{g-at/L}$ 、St. 6 B-1 m : $7.17 \mu\text{g-at/L}$) が確認された。このとき、両地点の表層-中層間で 4°C 以上の躍層が形成されていたこと、表層塩分の低下がみられなかったことから、底層からの供給が示唆された。冬季の DIN 濃度の増加は 11 月 25 日から全地点でみられ、深度による差はほとんどなかった。このとき、水温及び塩分も同様に深度差がなくなったことから、水柱の鉛直混合により底泥が巻き上げられて DIN が溶出し、全層で DIN が増加したことが考えられる。

(5) $\text{PO}_4\text{-P}$ 図 6

期間を通じて St. 1 では $0.00 \mu\text{g-at/L}$ ~ $0.70 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 2 月 23 日の表層、中層及び底層、最高値は 12 月 15 日の表層で記録した。St. 4 は $0.00 \mu\text{g-at/L}$ ~ $0.70 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 7 月 28 日の表層、最高値は 12 月 15 日の中層で記録した。St. 6 は $0.00 \mu\text{g-at/L}$ ~ $0.67 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 7 月 28 日の中層、最高値は 12 月 15 日の底層で記録した。平成 26 年度の特徴としては、DIN と同様に水温及び塩分躍層が崩れた 11 月下旬から 12 月中旬にかけて、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の増加が確認された。このことから、冬季の鉛直混合により底泥から $\text{PO}_4\text{-P}$ が供給されたことが示唆された。

(6) $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 図 7

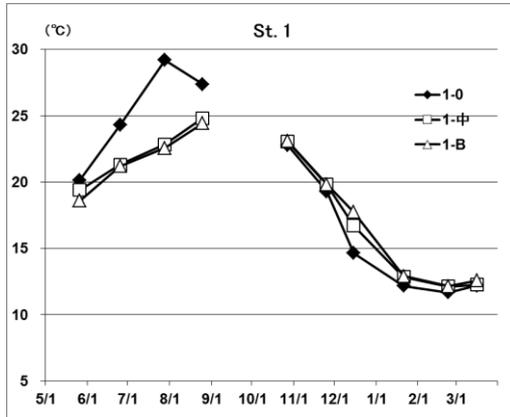
期間を通じて St. 1 では $0.64 \mu\text{g-at/L}$ ~ $72.65 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 2 月 23 日の表層、最高値は 6 月 25 日の表層で記録した。St. 4 は $1.59 \mu\text{g-at/L}$ ~ $12.2 \mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 6 月 25 日の表層、最高値は 5 月 26 日の底層で記録した。St. 6 は

2.37 $\mu\text{g-at/L}$ ~14.8 $\mu\text{g-at/L}$ の範囲で推移し、最低値は 10 月 27 日の中層、最高値は 5 月 26 日の表層で記録した。平成 26 年度の特徴として、DIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ とは異なり、増減の変動が大きかった。

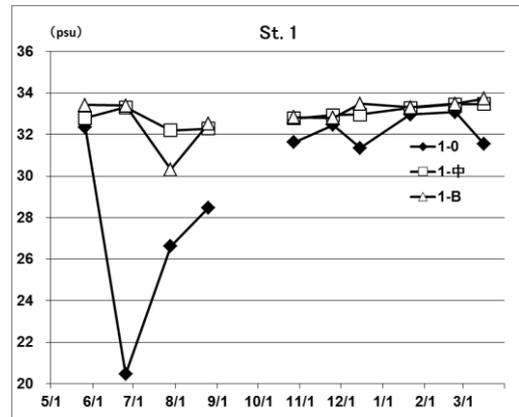
(7) 植物プランクトンの推移 図 8

平成26年度の調査では、6月25日にSt. 1及びSt. 4の表層において珪藻類(優占種は *Skeletonema* spp.)がそれぞれ1,947 cells/mlと1,729 cells/ml、9月29日にSt. 1の表層で珪藻類(優占種は *Skeletonema* spp.)が2,806 cells/mlまで増加したが、他の定点及び期間については植物プランクトンの数は極めて低かった。また、過去に本県で大きな漁業被害を引き起こした有害赤潮プランクトン(*Chattonella* spp.、*Cochlodinium polykrikoides*、*Karenia mikimotoi*)については確認されなかった。過去3ヶ年の調査を通じて上記の有害プランクトンは観察されず、一時的なプランクトンの増加(平成23年は浅海湾に *Skeletonema* spp.、平成24年は浅海湾にて *Skeletonema* spp.)は見られるものの、全ての種で細胞密度が低く推移する傾向が見てとれた。

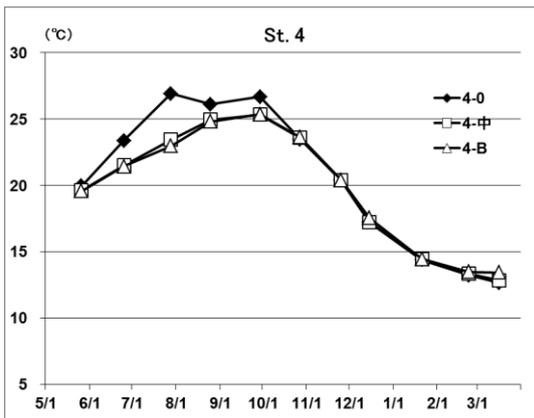
水温の推移 (St. 1)



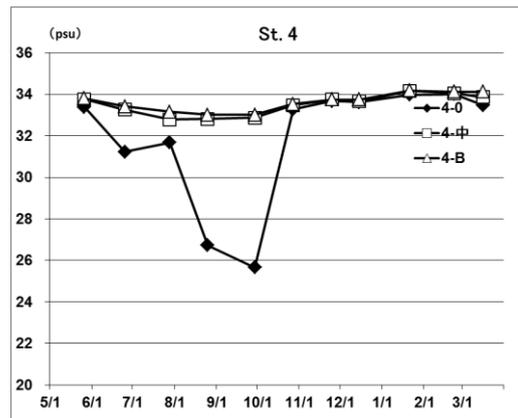
塩分の推移 (St. 1)



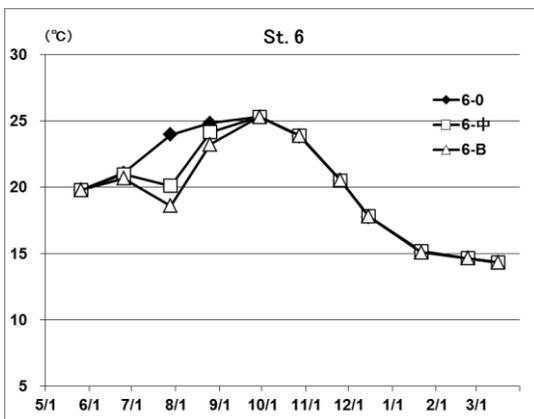
水温の推移 (St. 4)



塩分の推移 (St. 4)



水温の推移 (St. 6)



塩分の推移 (St. 6)

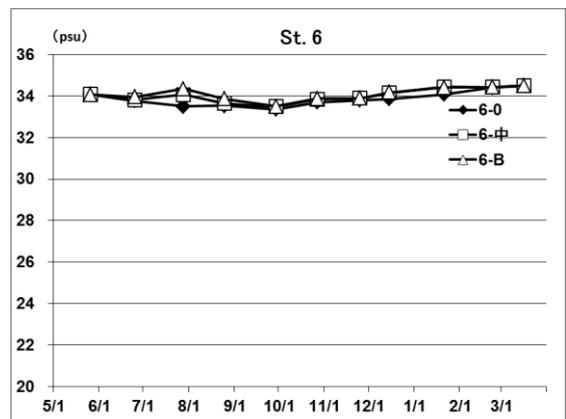
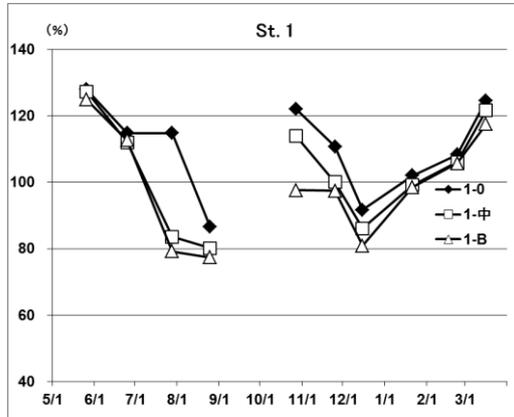


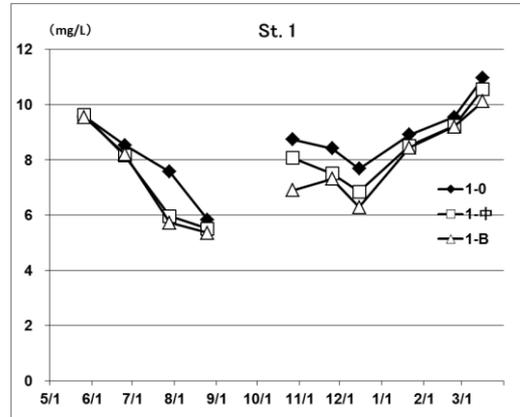
図1 水温の推移

図2 塩分の推移

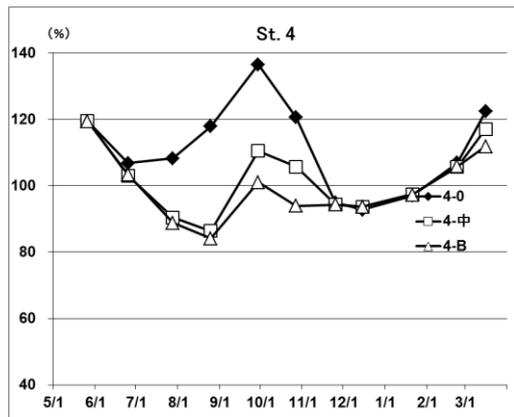
溶存酸素の推移 (St. 1)



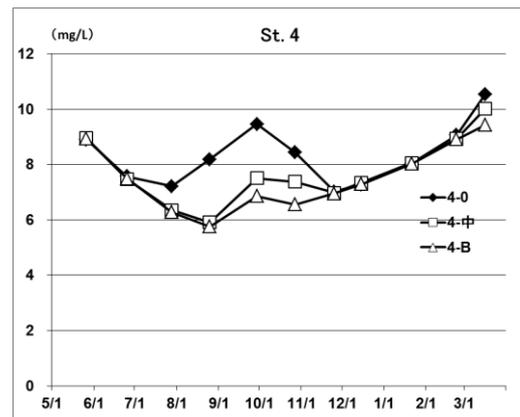
溶存酸素の推移 (St. 1)



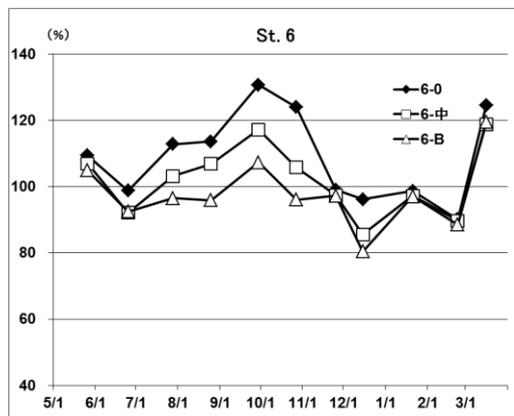
溶存酸素の推移 (St. 4)



溶存酸素の推移 (St. 4)



溶存酸素の推移 (St. 6)



溶存酸素の推移 (St. 6)

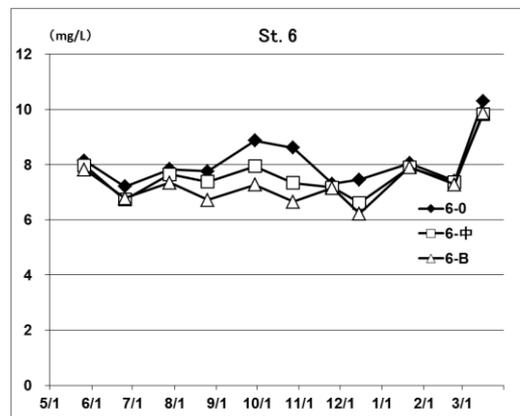
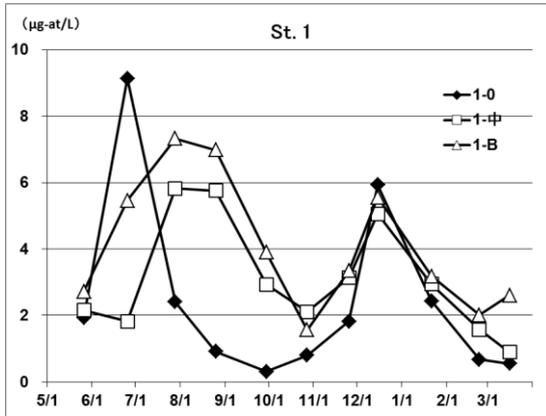


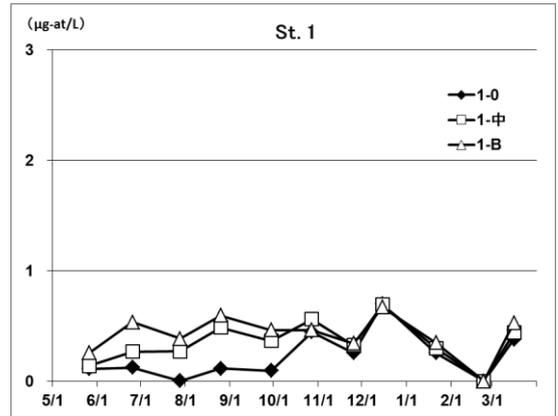
図 3 溶存酸素 (%) の推移

図 4 溶存酸素 (mg/L) の推移

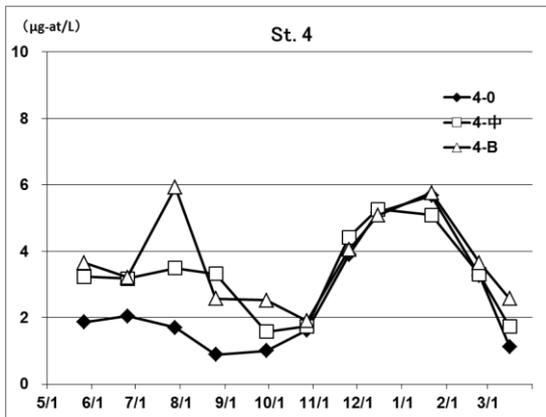
DIN の推移 (St. 1)



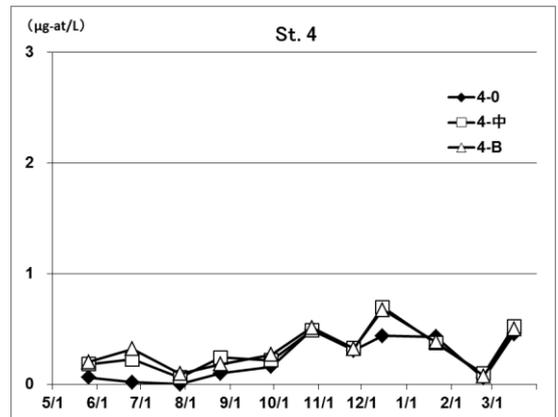
PO₄-P の推移 (St. 1)



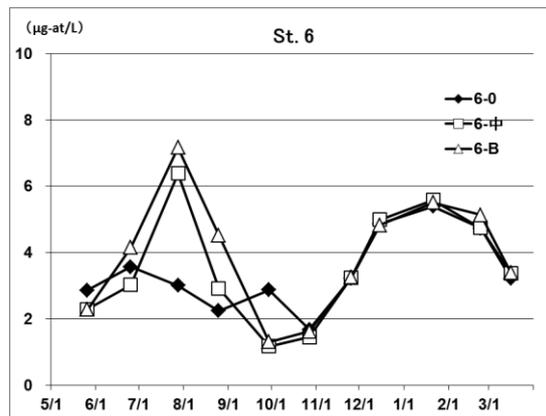
DIN の推移 (St. 4)



PO₄-P の推移 (St. 4)



DIN の推移 (St. 6)



PO₄-P の推移 (St. 6)

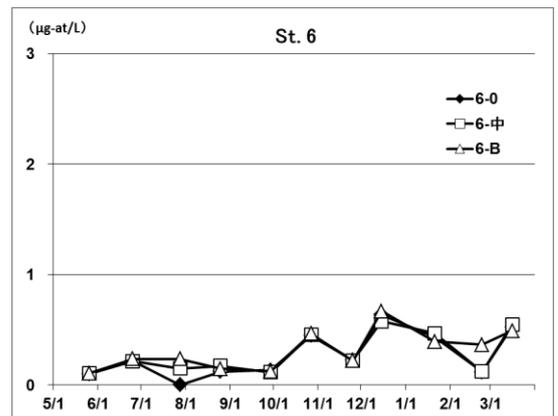
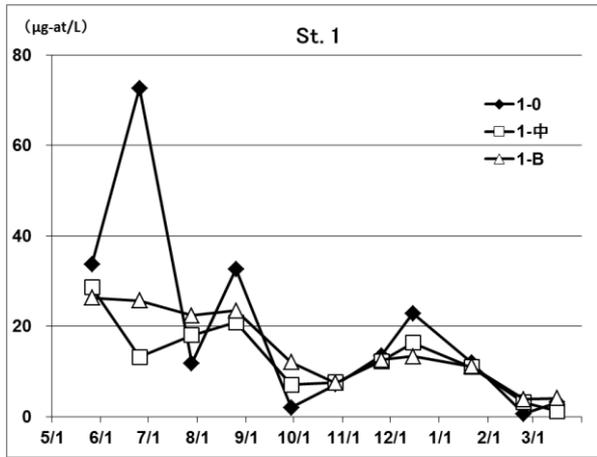


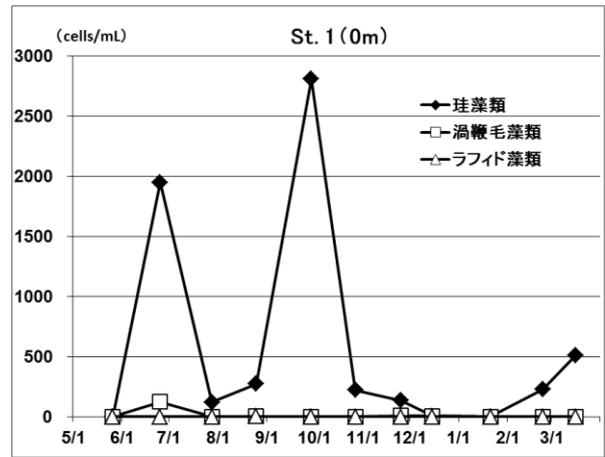
図 5 DIN の推移

図 6 PO₄-P の推移

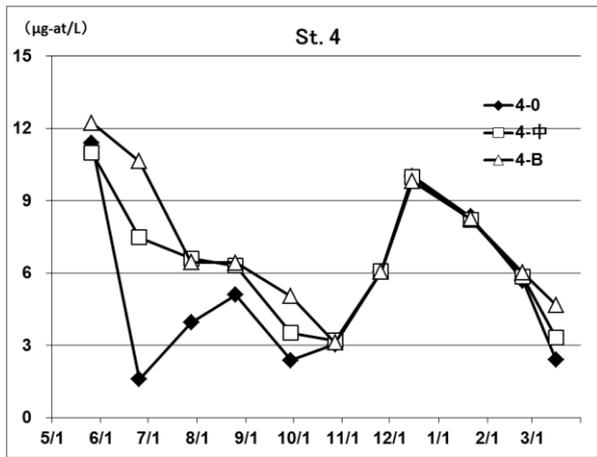
SiO₂-Si の推移 (St. 1)



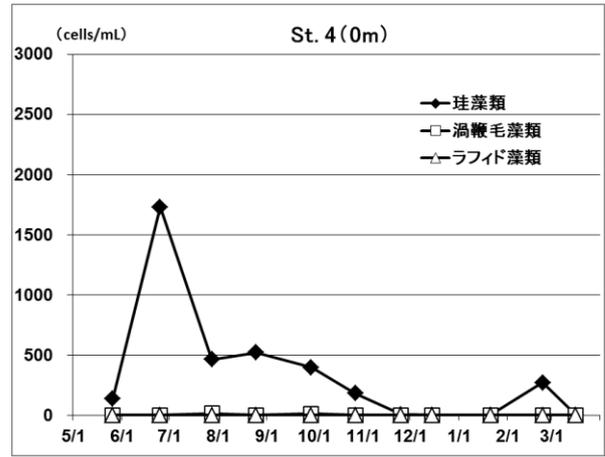
植物プランクトンの推移 (St. 1)



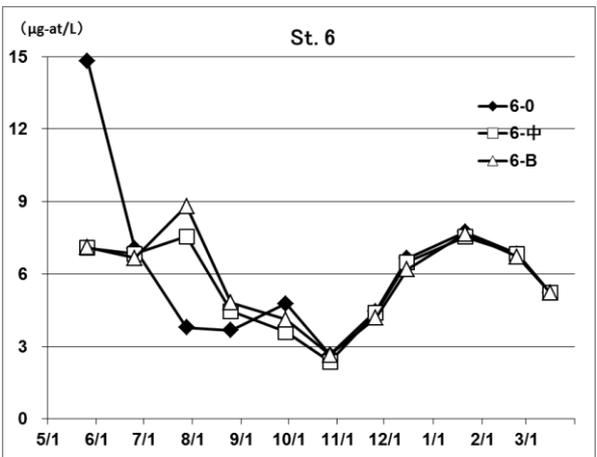
SiO₂-Si の推移 (St. 4)



植物プランクトンの推移 (St. 4)



SiO₂-Si の推移 (St. 6)



植物プランクトンの推移 (St. 6)

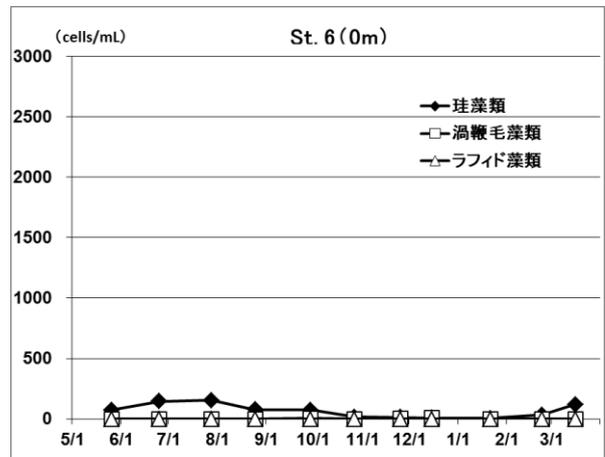


図 7 SiO₂-Si の推移

図 8 植物プランクトンの細胞密度の推移の推移

赤潮対策事業Ⅲ（^{令 達}平成7年度～継続）

（有害赤潮初期発生調査）

1 緒 言

本調査は、有害プランクトンが赤潮を形成する前段階（初期発生段階）における当該プランクトンの出現状況を詳細に把握することにより、これらの初期発生海域の探索及び動態予測に関する基礎データを取得し、より効率的なモニタリング体制の構築や赤潮発生予察技術を確立することを目的とした。

2 方 法

（1）担当者 吉村直晃、多治見誠亮、増田雄二、中村真理、川崎信司

（2）調査内容

ア 調査期間：1回/週程度（平成26年4月24日から同年5月29日、計5回）

イ 調査点数：八代海12点（図1）

ウ 調査項目：5月7日まで3層（水深0m、5m、10m）採水、5月22日以降は柱状採水（水深0-10m）を実施し、200倍程度に濃縮した海水サンプルを用いて有害赤潮プランクトンの計数を行った。また同時に水温、塩分、溶存酸素の鉛直プロフィールを取得した。

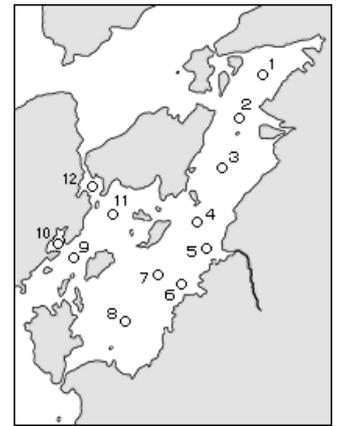


図1 調査定点図

3 結果及び考察

（1）*Chattonella* spp. 遊泳細胞の出現状況

表1に、各定点における*Chattonella* spp. の遊泳細胞の出現状況を示す。

Chattonella spp. は、本調査の観測期間中には確認されなかった。

（2）*Cochlodinium polykrikoides* 遊泳細胞の出現状況

表2に、各定点における*Cochlodinium polykrikoides* の遊泳細胞の出現状況を示す。

*Cochlodinium polykrikoides*は、観測期間の最終日である5月29日において、St. 8（水俣沖）で0.004 cells/ml確認した。本プランクトンは、これまでの調査から津奈木及び芦北、水俣近辺で赤潮を初認することが多く、初期から遊泳細胞が出現しやすい海域の一つと考えられる。

（3）上記プランクトン出現時の現場海洋環境

図2（左）に、*Chattonella* spp. が初認されることが多い海域として代表的な、姫戸沖のSt. 3における水温、塩分及びクロロフィルa濃度の鉛直分布の季節変化を示す。

3-（1）で示したように、本年度の観測期間においては確認されなかったが、通常確認されることの多い5月下旬においては、昨年度と同様に海面付近で20℃に達していた。なお、同時期に他機関が実施した調査では5月21日に近隣の海域で検出しており、本温度帯に達する時期が、本種の初期発生期と考えられる。

図2（右）に、*Cochlodinium polykrikoides* の出現を確認したSt. 8（水俣沖）における水温、塩分及びクロロフィルa濃度の季節変化を示す。

これらを初認した5月下旬における水温は、遊泳細胞を確認した海面付近において20℃であったことから、この海域において本温度帯に到達する時期が、初期発生期と考えられる。

表1 各定点における *Chattonella* spp. 遊泳細胞の出現状況 (単位: cells/mL)

St.Num.	地点名	2014/4/24	2014/5/1	2014/5/7	2014/5/22	2014/5/29
1	戸馳島沖	0	0	0	0	0
2	大築島沖	0	0	0	0	0
3	姫戸沖	0	0	0	0	0
4	田浦沖	0	0	0	0	0
5	芦北地先	0	0	0	0	0
6	津奈木地先	0	0	0	0	0
7	津奈木沖	0	0	0	0	0
8	水俣沖	0	0	0	0	0
9	宮野河内湾口沖	0	0	0	0	0
10	宮野河内湾	0	0	0	0	0
11	大多尾沖	0	0	0	0	0
12	楠浦湾	0	0	0	0	0

表2 各定点における *Cochlodinium polykrikoides* 遊泳細胞の出現状況 (単位: cells/mL)

St.Num.	地点名	2014/4/24	2014/5/1	2014/5/7	2014/5/22	2014/5/29
1	戸馳島沖	0	0	0	0	0
2	大築島沖	0	0	0	0	0
3	姫戸沖	0	0	0	0	0
4	田浦沖	0	0	0	0	0
5	芦北地先	0	0	0	0	0
6	津奈木地先	0	0	0	0	0
7	津奈木沖	0	0	0	0	0
8	水俣沖	0	0	0	0	0.004
9	宮野河内湾口沖	0	0	0	0	0
10	宮野河内湾	0	0	0	0	0
11	大多尾沖	0	0	0	0	0
12	楠浦湾	0	0	0	0	0

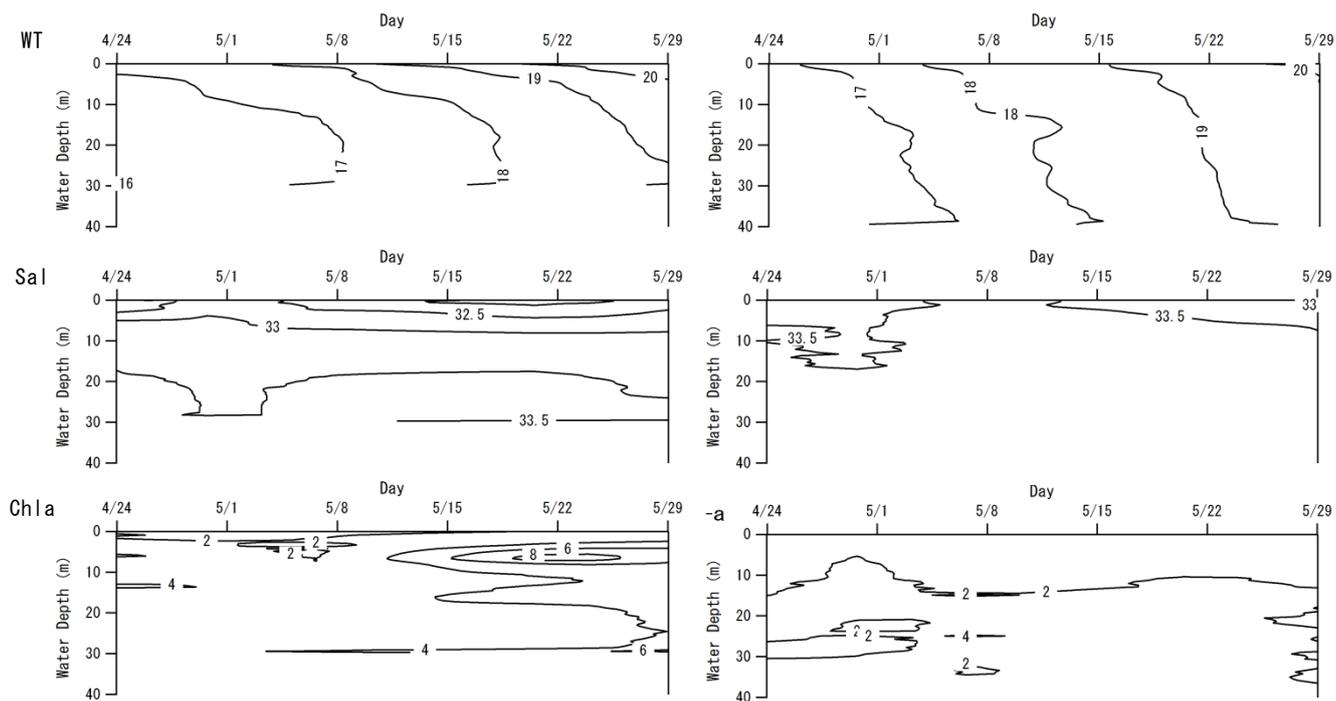


図 2 St. 3 (姫戸沖 : 左) 及び St. 8 (水俣沖 : 右) における水温 (WT (°C))、塩分 (Sal) 及びクロフィル濃度 (Chl (μg/L)) の鉛直分布の経時変化
 ※平成 26 年 4 月 24 日から同年 5 月 29 日まで

赤潮対策事業Ⅳ（^{令 達}平成7年度～継続）

（シスト分布調査）

1 緒言

本調査は、平成21、22年度に八代海において赤潮による甚大な漁業被害を発生させたシャットネラ・マリーナ及びシャットネラ・アンティーカーのシスト（以下、「シャットネラシスト」という。）分布状況を把握することにより、より効率的なモニタリング体制の構築や赤潮発生予察技術の確立を目的とした。

2 方法

(1) 担当者 吉村直晃、多治見誠亮、増田雄二、中村真理、川崎信司

(2) 調査内容

ア 調査期間：1回/年 赤潮発生時期前（4月）

イ 調査定点：有明海5点、八代海23点（図1の●）

ウ 調査項目：シャットネラシスト密度（蛍光顕微鏡による直接検鏡）

エ 試料採取：柱状又はグラブ式採泥器により採泥後、底泥表面から約1cmを採取

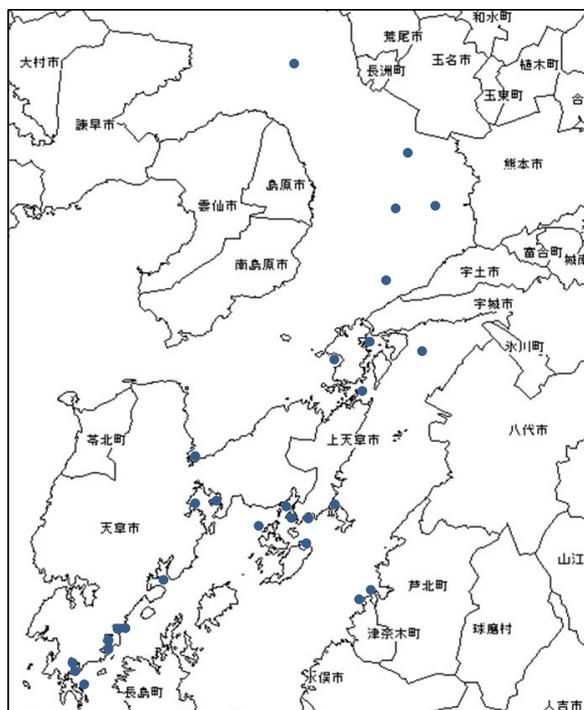


図1 調査定点図

3 結果及び考察

図2に、平成26年4月におけるシャットネラシストの分布状況を示す。

シャットネラシストは、上天草市龍ヶ岳町、同市倉岳町及び天草市御所浦町周辺を中心に、上天草市大矢野町の宮津湾、天草市本渡港、芦北町福浦に設定した8定点から検出され、昨年度と比較すると、分布範囲が拡大していた（昨年度：2か所で検出）。また、分布密度も増加しており、昨年度は最高で底泥1cm³あたり9.9 cystsであったのに対し、平成26年度は20 cystsを超えたところが4定点あった。

上記の結果は、平成23年度以降、本海域におけるシャットネラ・マリーナ及びシャットネラ・アンティーカーの出現は低位であり、平成26年度は赤潮形成には至らなかったものの、4年間では最も多い細胞密度を記録したことへの関連性が疑われることから、本赤潮発生要因の指標の一つとして、今後も動向を追跡・監視することとしたい。

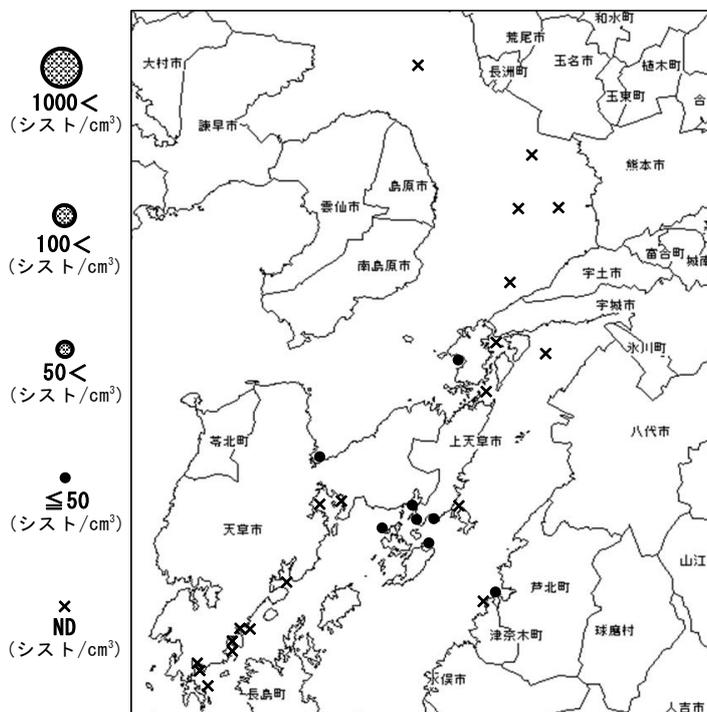


図2 シャットネラシスト分布密度

ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅰ（^{県単}平成24～26年度）

（優良品種選抜育種試験）

1 緒言

近年のノリ養殖は、燃油や資材の高騰による生産コストの上昇に加え、採苗・育苗期における海水の高水温化や海域によっては塩分濃度の低下による葉体の障害の発生、並びに珪藻プランクトンの増殖による栄養塩量の減少で色落ち被害が発生する等、様々な環境変化による生産量の減少や品質低下がみられ、安定生産が難しい状況となっている。

そこで本試験では安定生産に資することを目的として、高水温や低比重に耐性を有する株の選抜育種試験を行った。

2 方法

(1) 担当者 松本聖治、川崎信司

(2) 試験方法

当センターの藻類培養室において保存中のフリー糸状体のうち、表1に示す5試験株についてア～イの試験を行った。

表1 対象試験株

試験株名	特性・由来・その他
04-P1	平成21年度漁期に小島の低比重漁場から採取した優良葉体から作出した株を屋外水槽で培養し、優良葉体から作出した第2世代試験株。
AH-P0	高水温と低比重による重度の芽流れ被害が生じた平成23年度の秋芽網漁期に採取した葉体から作出した試験株。
AH-P1-7	AH-P0から作出した第2世代試験株。
MS2	松尾漁協地先から採取した葉体から作出した試験株。平成25試験において優れた生長性と高水温耐性を示した。
HWT-T	対照品種。高水温による重度の芽傷み被害が生じた平成11年度漁期に河内船津漁場から採取した葉体から作出した試験株。

ア 屋外水槽における養殖試験

表1に示す5種の試験株のフリー糸状体を、平成26年4月下旬から10月下旬にかけてカキ殻糸状体として培養した。培養液は、濾過海水を次亜塩素酸ソーダで殺菌して用い、肥料としてSWMⅢ改変液を適宜添加した。

採苗は、当センターにおいて、試験網（9m×1.8mのノリ網）にエアーレーションによる回転式採苗筒を用いて室内採苗した。

採苗後、各試験株の特性を正確に把握するため、ノリ養殖漁場のように病害感染がなく、他株の単孢子（二次芽）の着生がない、当センターの50m³コンクリート四角形水槽4面、円形水槽3面を用い、各試験株を水槽毎に割り当てて養殖試験を行った。

各水槽には、水産研究センター地先海水を5L/分程度注水し、全水槽とも全面に等間隔で配管した塩ビパイプにより十分量の通気を行った。また栄養塩を補給するため屋島培地を希釈して加え、干出管理を行いながら、10月下旬から2月下旬にかけて養殖試験を実施した。

各水槽とも、ノリ網を2枚重ねにして培養を開始し、その後、1枚ずつに展開した。

試験期間中には、各試験株について、試験網を適宜10cm程度切り取り、その網糸に着生している葉状体の中から葉長が長い上位30葉体をサンプリングした。

また、水槽の壁面に付着した葉状体は、試験網に付着したものよりも極めて生長性が高いことから、壁面に付着した葉状体から生長性や葉形、色調、黒み度などを指標に選抜を行い、次世代作出のためのフリー系状体を作製した。

イ 各種耐性に係る特性評価試験

(ア) 基本培養条件 (対照区)

試験株ごとに約1cmのクレモナ糸を基質として、室内採苗によって殻胞子を得て、試験に供するまで-40℃で冷凍保存し、300~500mlの枝付き球形フラスコで約28日間培養し、葉長、葉幅、葉長葉幅比、異常細胞率(日齢14日時に顕微鏡観察で異常細胞が見つかった葉状体の割合)を比較した。基本培養条件は、水温18℃、塩分30psu、照度約4,000lux(光量子量 $60\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)、通気は葉体が1分間にフラスコ内で約30回転する程度行い、日長周期11L:13Dの条件とし、換水は7日間に1回の全換水とし、培養液は1/2濃度のSWMⅢ改変培地を用いた。

また、各試験は各2回の繰り返し試験を行い、葉長の上位30葉状体を測定した。

(イ) 低比重耐性特性評価試験

低比重試験区は、塩分20psuに設定(対照区は30psu)した。培養液は、SWMⅢ改変培地の濃度が1/2となるように、水産研究センター濾過海水(70℃で20分間の加熱滅菌)と蒸留水で塩分濃度を調整した。

(ウ) 高水温耐性特性評価試験

高水温試験区は、水温を24℃(対照区は18℃)に設定した。

3 結果及び考察

(1) 屋外水槽における養殖試験

屋外水槽の水温と比重(現場比重)の推移を図1に示した。水温は、11月上旬に20℃を下回るやや低い水温での培養開始となった。その後、水温は徐々に低下したが、12月に入ると寒波の影響で急激に低下し始め、12/20には10℃を下回るまで低下した。しかし、1月に入ると例年よりも早く水温上昇期に入った。

現場比重は当初23程度で開始したが、水温の下降に伴い徐々に上昇し、試験期間中は概ね25で安定して推移した。

屋外水槽の栄養塩量の推移を図2に示した。水槽内の硝酸態及び亜硝酸態窒素量(NO_3+NO_2)、リン酸態リン量(PO_4)、アンモニア態窒素量(NH_4)を週に1回測定し、 NO_3+NO_2 の値を参考にして、栄養塩の不足が生じないように屋島培地を適宜添加した。培養期間中、各栄養塩の値には増減が見られたが、 NO_3+NO_2 はおおむね十分量が保たれていた。

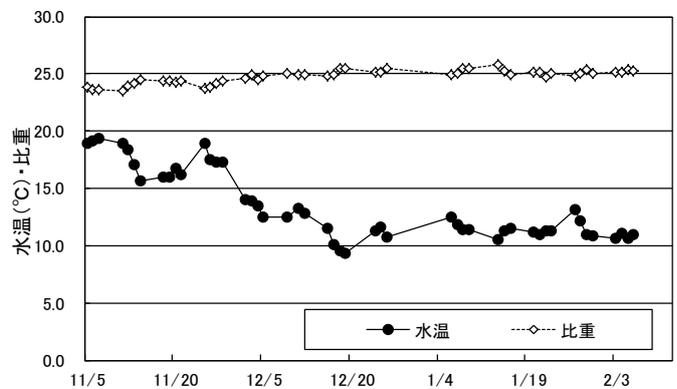


図1 屋外水槽の水温と比重の推移

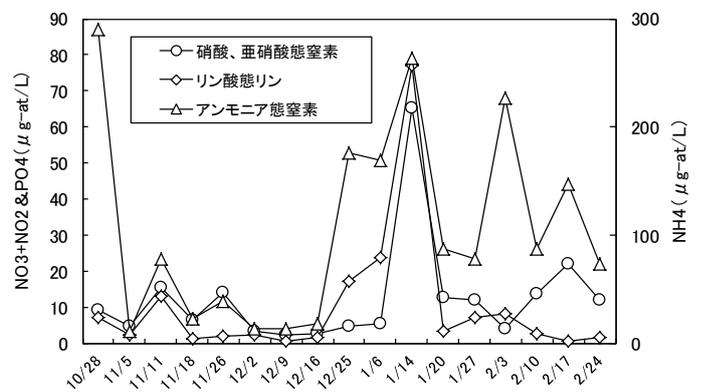


図2 屋外水槽の栄養塩量の推移

各試験株の試験網に付着した葉状体の培養試験終了時の葉長、葉幅、葉長／葉幅を表2に示した。

表2 屋外水槽における各試験株の生長結果 (±標準誤差)

試験株名	O4-P1	AH-P0	AH-P1-7	MS2	HWT-T
葉長(mm)	344.7 ± 21.4	498.9 ± 18.7	403.6 ± 23.2	660.3 ± 23.7	476.8 ± 11.4
葉幅(mm)	70.0 ± 10.0	50.5 ± 2.2	133.4 ± 18.1	83.5 ± 9.4	47.2 ± 2.0
葉長／葉幅比	8.6 ± 0.9	10.3 ± 0.4	3.4 ± 0.3	12.4 ± 1.4	10.9 ± 0.5

今年度の結果、各試験株とも非常に優れた生長性を示した。その中で、MS2の平均葉長が660.3mmと最も優れた生長を示し、次いでAH-P0、HWT-Tは同等の生長性を示した。

今年度は、11月上旬に20℃を下回るやや低水温での培養開始となり、その後、12月に入ると寒波による強い冷え込みの影響で初期生長は鈍かったものの、その後の生長には影響が少なかった。一方、例年は最低水温期となるはずの1月下旬～2月上旬に水温上昇に転じたことから、成熟が急速に進んだため、葉状体の劣化につながり、例年よりも早く2月上旬に試験を終了した。

(2) 各種耐性に係る特性評価試験

ア 基本培養条件下における生長性

基本培養条件下における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表3に示した。

表3 基本培養条件下における培養結果 (±標準誤差)

試験株名	O4-P1	AH-P0	AH-P1-7	MS2	HWT-T
葉長(mm)	136.0 ± 6.9	145.1 ± 6.2	101.9 ± 3.7	144.9 ± 4.3	119.3 ± 6.6
葉幅(mm)	4.9 ± 0.1	7.0 ± 0.2	4.7 ± 0.1	7.8 ± 0.2	5.3 ± 0.2
葉長／葉幅比	27.8 ± 1.3	21.1 ± 1.0	21.9 ± 0.6	18.8 ± 0.8	22.5 ± 0.8
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

今回の試験株の中ではAH-P0とMS2が良い生長を示したものの、例年の試験で見られる200mmを超える優れた生長性は認められなかった。

また、基本培養条件下においては、各試験株とも異常細胞の発生は確認できなかった。

イ 低比重耐性特性評価試験

低比重条件下(塩分20psu)における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表4に示した。

表4 低比重耐性特性評価試験結果 (±標準誤差)

試験株名	O4-P1	AH-P0	AH-P1-7	MS2	HWT-T
葉長(mm)	86.6 ± 3.5	53.1 ± 4.3	46.3 ± 2.2	56.3 ± 1.9	53.8 ± 3.6
葉幅(mm)	2.5 ± 0.1	2.6 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.5 ± 0.1	2.9 ± 0.1
葉長／葉幅比	35.2 ± 1.8	20.8 ± 1.7	20.6 ± 1.1	23.3 ± 1.1	18.5 ± 0.9
異常細胞率	34.2 %	52.9 %	53.6 %	58.4 %	62.4 %

今回の試験株の中ではO4-P1が86.6mmと良い生長性を示したものの、例年の試験で見られる150mm前後の優れた生長性は認められなかった。また、異常細胞率については、O4-P1が少ない値を示したが、例年に比べると特に優れた耐性を示した試験株は見られなかった。

ウ 高水温耐性特性評価試験

高水温条件下(24℃)における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表5に示した。

表5 高水温耐性特性評価試験結果 (±標準誤差)

試験株名	O4-P1	AH-P0	AH-P1-7	MS2	HWT-T
葉長(mm)	62.5 ± 3.6	82.5 ± 4.0	126.6 ± 5.2	161.9 ± 5.8	132.5 ± 9.6
葉幅(mm)	3.5 ± 0.1	3.1 ± 0.1	4.7 ± 0.2	5.0 ± 0.1	4.5 ± 0.2
葉長/葉幅比	17.9 ± 1.0	27.0 ± 1.3	27.6 ± 1.1	32.7 ± 1.2	29.3 ± 1.6
異常細胞率	52.0 %	22.5 %	41.0 %	44.2 %	74.5 %

MS2が高水温環境下において161.9mmと極めて優れた生長性を示し、HWT-TとAH-P1-7も優れた生長性を示した。AH-P0は異常細胞率の面では22.5%と低かったものの、生長性は高くなかった。また、生長性の優れていたHWT-Tを含め、他の試験株には細胞の多層化(典型的な高水温障害)が多く生じ、生長性の悪かった株には葉状体に変形や硬化などの生長障害が見られた一方で、MS2とAH-P0には顕著な障害は認められなかった。

ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅱ（^{県単}平成24～26年度）

（既存保有株の特性評価）

1 緒言

本試験では、当センターが保有しているフリー系状体（ノリ養殖漁場において昭和50年代から採取・保存してきた約150系統1,200株）の中から、優れた生長性、育苗期の高水温による芽傷み等や塩分濃度の低下によるノリ芽の芽流れ等に耐性を有する株の探索を行った。

2 方法

- (1) 担当者 松本聖治、川崎信司
 (2) 試験方法

表1に示す14試験株について、各種耐性に係る特性評価試験を行った。

表1 対象試験株

試験株名	特性・由来・その他
AH-P1-1	高水温と低比重による重度の芽流れ被害が生じた平成23年度の秋芽網漁期に採取した葉体から作出した試験株（AH-P0）から作出した第2世代試験株。
AH-P1-2	
AH-P1-3	
AH-P1-4	
AH-P1-5	
AH-P1-6	
AH-P1-8	
AH-P1-9	
AH-P1-10	
AH-P1-11	
AH-P1-12	
ON-P0	
OM	小島漁協生産者から持ち込まれた葉体から作出した株。詳細不明
TR-P1	平成20年度に熊本市の坪井川船溜まりから採取した葉状体から作出した試験株（TR-P0）から作出した第2世代試験株。

ア 各試験株の特性評価試験

(ア) 基本培養条件

試験株ごとに室内採苗によって得た殻胞子を、試験に供するまで-40℃で冷凍保存しておき、培養は約1cmのクレモナ糸を基質として、300～500mlの枝付き球形フラスコで約28日間行った。

培養条件は、水温18℃、塩分30psu、照度約4,000lux（光量子量 $60\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）、通気は葉体が1分間に約30回転するように行い、日長周期11L：13Dの条件とし、換水は7日間に1回の全換水とし、培養液は1/2濃度のSWMIII改変培地を用いた。

(イ) 特性評価項目

培養後に試験株ごとに葉長の生長の良い上位30葉体を測定し、葉長、葉幅、葉長葉幅比を各試験株間で比較すると共に、培養14日目に葉体の顕微鏡観察を行い、異常細胞の割合を示す異常細胞率を比較した。また、試験は2回ずつ繰り返して行った。

(ウ) 低比重耐性特性評価試験

低比重試験区は、塩分20psuに設定（対照区は30psu）した。培養液は、SWMⅢ改変培地の濃度が1/2となるように、水産研究センターの濾過海水（70℃で20分間の加熱滅菌）と蒸留水で塩分濃度を調整した。

(エ) 高水温耐性特性評価試験

高水温試験区は、培養水温を24℃（対照区は18℃）に設定した。

3 結果及び考察

(1) 各試験株の特性評価試験

ア 基本培養条件下における生長

各試験株の基本培養条件下における生長と異常細胞率を表2に示した。

AH-P1-1、AH-P1-2、AH-P1-9の平均葉長がそれぞれ100mmを超える優れた生長性を示し、AH-P1-10もそれらに次ぐ生長性を示した。

また、各試験株とも異常細胞の発生は確認できなかった。

表2 基本培養条件下における培養結果

(±標準誤差)

試験株名	AH-P1-1	AH-P1-2	AH-P1-3	AH-P1-4	AH-P1-5	AH-P1-6	AH-P1-8
葉長(mm)	116.5 ± 9.4	126.8 ± 4.6	61.8 ± 6.4	21.3 ± 8.9	41.9 ± 0.8	37.4 ± 1.6	102.6 ± 3.2
葉幅(mm)	6.1 ± 0.3	4.6 ± 0.1	6.1 ± 0.2	2.9 ± 0.7	3.3 ± 0.1	3.6 ± 0.1	6.6 ± 0.2
葉長／葉幅比	19.0 ± 1.2	28.3 ± 1.4	10.0 ± 0.9	7.6 ± 2.1	12.7 ± 0.3	10.5 ± 0.4	15.8 ± 0.6
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
試験株名	AH-P1-9	AH-P1-10	AH-P1-11	AH-P1-12	ON	OM	TR-P1
葉長(mm)	134.8 ± 2.0	99.8 ± 10.3	69.0 ± 6.4	65.2 ± 1.6	58.8 ± 1.7	59.4 ± 9.5	55.3 ± 1.3
葉幅(mm)	4.8 ± 0.1	6.0 ± 0.3	5.0 ± 0.3	4.2 ± 0.1	5.6 ± 0.1	4.2 ± 0.3	8.0 ± 0.2
葉長／葉幅比	28.4 ± 1.0	16.9 ± 1.8	13.8 ± 0.8	15.9 ± 0.5	10.7 ± 9.5	13.8 ± 1.8	6.9 ± 0.2
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

イ 低比重耐性特性評価試験

低比重条件下（塩分20psu）における各試験株の生長と異常細胞率を表3に示した。他の試験株が生長不良に陥る中でTR-P1が83.3mmと優れた生長を示し、異常細胞率も17.2%と他の試験株に比べて有意に低い値を示した。

表3 低比重耐性特性評価試験結果

(±標準誤差)

試験株名	AH-P1-1	AH-P1-2	AH-P1-3	AH-P1-4	AH-P1-5	AH-P1-6	AH-P1-8
葉長(mm)	11.6 ± 1.2	12.3 ± 1.8	12.0 ± 0.6		25.9 ± 1.3	5.9 ± 0.7	28.3 ± 1.5
葉幅(mm)	1.2 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1	測定不可	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.1	2.3 ± 0.1
葉長／葉幅比	9.6 ± 0.5	7.3 ± 0.7	8.5 ± 0.5		15.5 ± 0.8	4.0 ± 0.5	12.8 ± 0.8
異常細胞率	51.1 %	55.1 %	54.5 %	80.2 %	50.0 %	70.2 %	61.4 %
試験株名	AH-P1-9	AH-P1-10	AH-P1-11	AH-P1-12	ON	OM	TR-P1
葉長(mm)	23.3 ± 0.7	21.6 ± 2.2	5.7 ± 0.2	18.1 ± 0.7	13.2 ± 1.6	9.5 ± 1.0	83.3 ± 1.9
葉幅(mm)	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.0 ± 0.0	1.6 ± 0.1	2.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	5.1 ± 0.2
葉長／葉幅比	15.5 ± 0.7	12.7 ± 0.9	5.9 ± 0.3	12.31 ± 0.9	6.72 ± 0.7	9.4 ± 0.8	16.9 ± 0.8
異常細胞率	54.5 %	52.4 %	71.9 %	52.0 %	55.1 %	50.0 %	17.2 %

ウ 高水温耐性特性評価試験

高水温条件下（24℃）における各試験株の生長と異常細胞率を表4に示した。AH-P1-4が175.2mm

と優れた成長性を示したが、異常細胞率は他のAH-P1各株と大きな差は見られず、今回の試験において顕著な高水温耐性を示した株は認められなかった。

表4 高水温耐性特性評価試験結果

(±標準誤差)

試験株名	AH-P1-1	AH-P1-2	AH-P1-3	AH-P1-4	AH-P1-5	AH-P1-6	AH-P1-8
葉長(mm)	99.7 ± 3.0	88.8 ± 3.3	93.7 ± 5.9	175.2 ± 39.8	94.1 ± 3.4	91.8 ± 2.0	91.8 ± 5.0
葉幅(mm)	3.8 ± 0.2	3.2 ± 0.2	3.4 ± 0.1	6.0 ± 0.6	3.1 ± 0.1	4.6 ± 0.1	4.5 ± 0.2
葉長/葉幅比	26.7 ± 1.1	28.4 ± 1.8	28.7 ± 2.4	28.0 ± 5.6	30.8 ± 1.0	19.8 ± 0.4	20.7 ± 0.7
異常細胞率	44.8 %	47.1 %	52.0 %	44.2 %	45.5 %	48.1 %	49.4 %
試験株名	AH-P1-9	AH-P1-10	AH-P1-11	AH-P1-12	ON	OM	TR-P1
葉長(mm)	88.7 ± 3.9	74.9 ± 12.3	106.5 ± 3.1	91.7 ± 2.9	73.8 ± 1.9	18.6 ± 0.7	50.2 ± 1.4
葉幅(mm)	5.0 ± 0.1	3.6 ± 0.5	4.1 ± 0.1	3.3 ± 0.1	2.9 ± 0.1	1.2 ± 0.1	3.9 ± 0.1
葉長/葉幅比	18.0 ± 0.9	21.3 ± 1.5	26.0 ± 0.9	28.1 ± 1.1	25.9 ± 0.8	17.1 ± 1.0	13.2 ± 0.5
異常細胞率	57.9 %	62.5 %	50.5 %	54.8 %	65.1 %	90.0 %	70.1 %

これらの結果から、今年度に供した14株の試験株については、特に優れた生長性や低比重耐性、高水温耐性を有する株は見られず、来年度以降の優良品種選抜育種試験への供試は行わないこととする。

ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅲ（^{県単}平成24～26年度）

（ノリ養殖の概況）

1 緒言

近年、ノリ養殖においては、採苗、育苗時期の高水温傾向や生産期の珪藻プランクトン増殖等による栄養塩量の減少に伴う色落ちなど、気候や陸域・海域の環境変化等に起因する様々な問題が生じ、生産性がやや不安定になっている。

そのため、今漁期のノリ養殖業の生産状況、海況の経過を整理し、問題点を明らかにすることで、今後のノリ養殖の安定化に向けた技術開発の基礎資料とする。

2 方法

（1）担当者 松本聖治、多治見誠亮、増田雄二、川崎信司

（2）平成26年度漁期の概要

ノリ養殖に関する情報は、当センターの漁場栄養塩調査や珪藻赤潮調査、海況観測ブイの情報、玉名及び八代地域振興局水産課によって収集された情報、県漁連からの情報、漁業者からの情報、気象庁（熊本地方气象台）の観測資料などを参考にとりまとめた。

（3）水温動向の予測

平成10年度漁期以降、採苗・育苗時期の高水温の影響により、特に平成19年度以降は採苗開始に遅れが生じていることから、過去の水温推移をもとに、採苗開始期である10月上中旬の日平均の水温を早期に予測することを試みた。

具体的には、長洲沖海況観測ブイの平成5年以降の日平均水温観測データを用い、採苗開始期である10月上中旬の日平均水温と当年9月下旬の日平均水温との相関による回帰式を求め、9月24日の日平均水温の観測データを代入することにより、10月上中旬の水温動向を予測した。

3 結果

（1）平成26年度漁期の概要

ア 気象状況

熊本地方气象台の資料を基に、平成26年4月から平成27年3月までの熊本市の日平均気温、旬別の降水量及び日照時間の推移（平年値及び平成25年度との比較）を図1に示した。また、平成22～26年度の降水量比較を表1に示した。

（ア）気温（図1）

日平均気温は、4月～6月は平年値を境に上下しながらほぼ平年並みに推移し、梅雨期は平年より低めに推移した。梅雨明けに伴い気温は急激に上昇したが、7月下旬に最高日平均気温を記録した後、例年は高気温となる8月はいわゆる冷夏となり、8月～9月は非常に低い気温で推移した。その後、10月～11月は一転して高気温で推移したが、12月は大陸性寒気流入の影響で平年より非常に低く推移した。1月は南方性暖気流入の影響で高気温となり、その後、2月～3月も平年値を境に大きく上下しつつ平年より高めに推移した。

（イ）降水量、日照時間（図1、表1）

旬別の降水量を図1に示した。4月～5月は5月中旬にまとまった降水があったほかは平年より少なめに推移した後、平年より3日早い6月2日に梅雨入りしたが、平年を上回る降水は7月上旬だけで、この時期としては非常に降水量が少なかったものの曇天が続き、平

年より1日早い7月20日に梅雨明けした。その後も平年を上回る降水量は少なく、春夏期の降水量は平年の75%程度であった。一方、ノリ漁期（10月～翌3月）には、11月中旬と2月上旬に降雨が少ない期間があったものの、定期的にとまとった量の降水があり、ノリ漁期の降水量（586ミリ）は平年（479ミリ）よりやや多かった。

また、過去の年度降水量と比較すると、表1のとおり、年度降水量は1,727ミリ（平年値：1,995ミリ）と平年よりかなり少なめであった。

次に、日照時間については、4月～5月下旬は平年より多めに推移し、平年よりやや早い梅雨入りと曇天に伴い、梅雨時期の日照時間は平年の6割程度であった。梅雨明け後も曇天が多く、9月までは平年を下回る期間が多かった。ノリ漁期中は概ね平年並みに推移した。

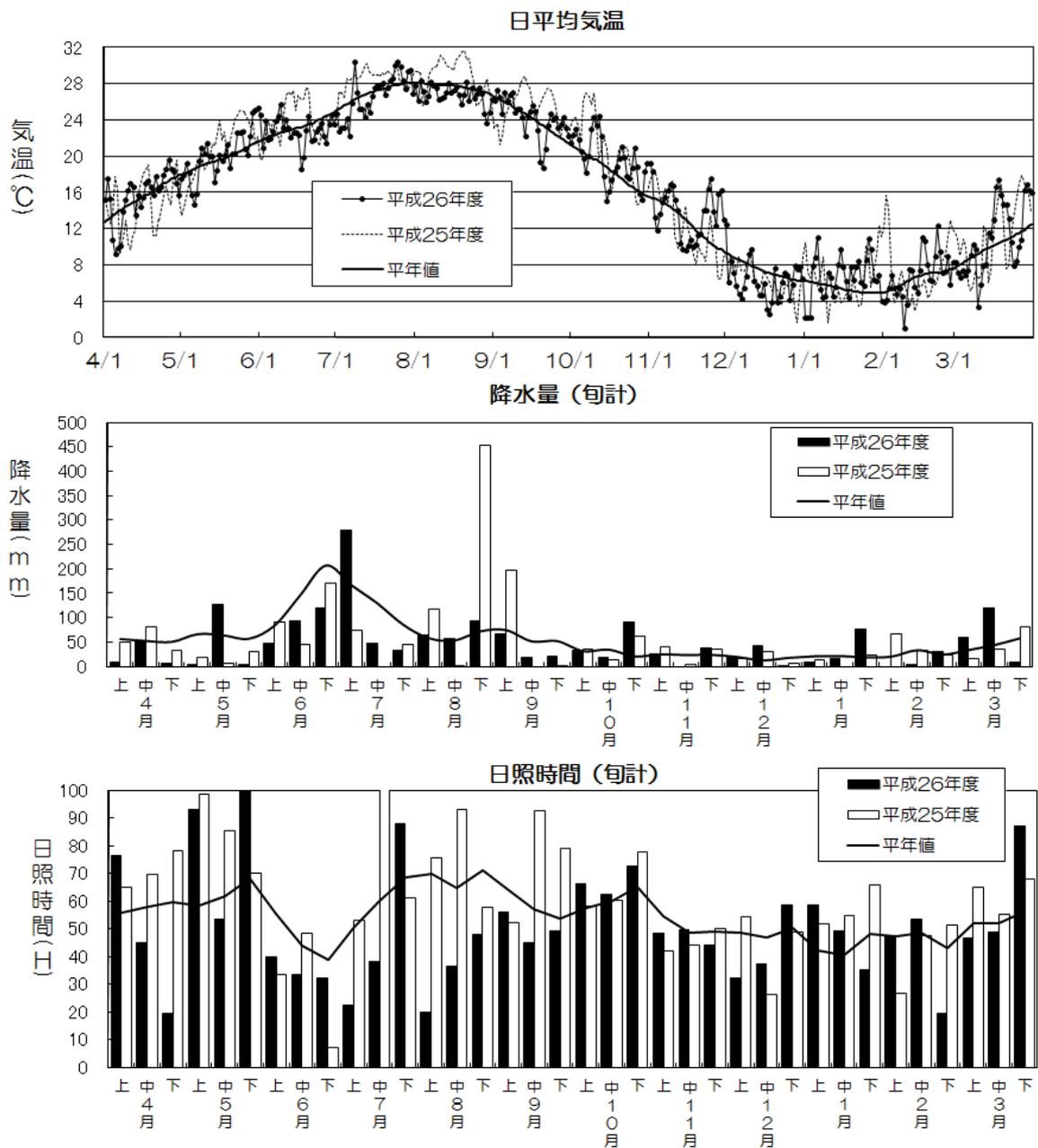


図1 日平均気温、旬別降水量及び日照時間の推移(熊本地方気象台資料:熊本市)

表1 各年度（4月～翌年3月）の降水量比較

単位：ミリ

年度	H22	H23	H24	H25	H26	平年値
年度降水量	1,751	2,427	2,177	1,940	1,727	1,995
4月～9月（春夏期）	1,449	1,844	1,599	1,414	1,141	1,516
6月～7月（梅雨期）	763	1,192	1,187	427	617	813
春夏期－梅雨期	686	652	412	988	524	703
ノリ漁期（10月～翌年3月）	302	583	578	526	586	479
10月（採苗期）	85	107	97	109	142	86
11月（育苗・秋芽前期）	29	89	71	80	63	71
12月（秋芽後期・冷凍網前期）	94	33	89	51	63	49
1月（冷凍網前期）	4	26	45	36	100	60
2月（冷凍網後期）	40	129	167	121	34	78
3月（冷凍網後期）	46	200	110	130	186	134

「熊本地方気象台資料（熊本市）」

イ 海況

平成26年度漁期中の日平均水温の推移を図2に、DIN（溶存態無機窒素）量及びPO₄-P（リン酸態リン）量、換算比重の推移を図3に、クロロフィルa及び全天日射量の推移を図4に、プランクトン最大細胞数の推移を表2にそれぞれ示した。

なお、換算比重及び栄養塩量はノリ漁場栄養塩調査のデータをそれぞれ用い、栄養塩量については河川水の直接的な影響を受けたと推察されるデータ（換算比重が20未満）を原則として除外し、有明海、八代海ともに各地点の平均値を用いた。

(ア) 水温（図2）

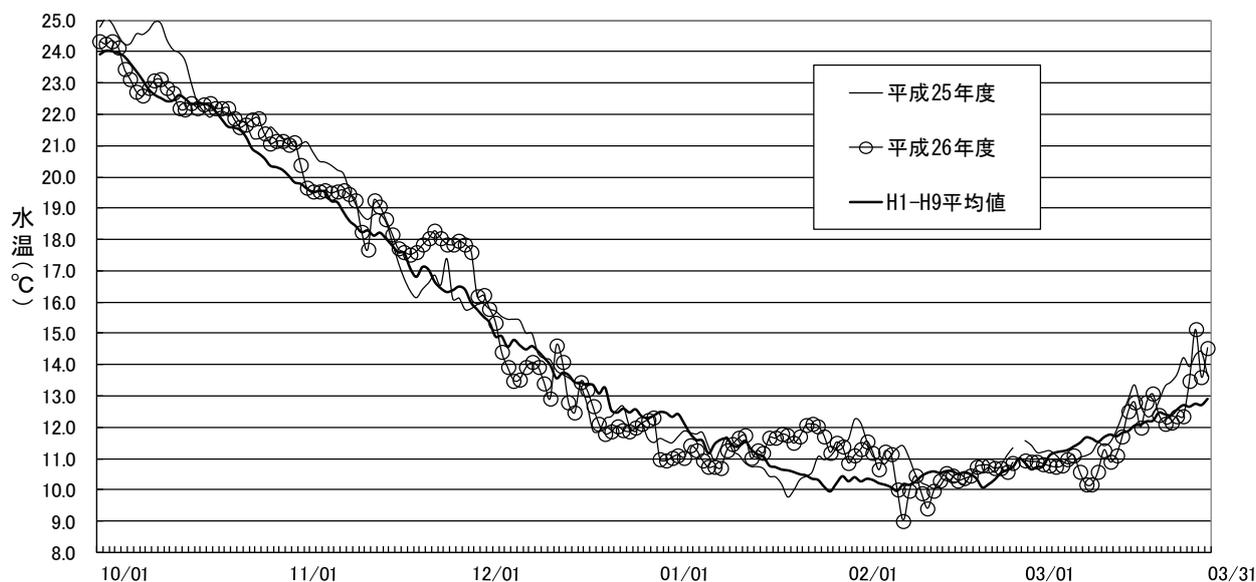


図2 長洲沖の日平均水温の推移(自動観測ブイロボデータ)

10月上旬～中旬は平年値（H1～H9（H5除く）平均値）に沿うように推移したが、台風19号通過やその後の高気温等の影響で水温降下は例年よりも緩慢で、10月下旬～11月下旬は平

年並み～高めで推移した。しかし、12月に入ると大陸性の寒波が立て続けに到来して水温も一気に低下し、1月上旬までは低めに推移した。その後、南方性暖気の流入による気温上昇の影響から水温は上昇に転じ、1月中旬～2月上旬までは平年を上回って推移した。2月中旬から3月中旬は平年並み～やや低めに推移した後、3月下旬は非常に高く推移した。

(イ) 栄養塩及び換算比重 (図3-1、図3-2)

有明海 (図3-1) では、11月中旬に小型珪藻プランクトンの増殖による栄養塩量の低下が見られたが、12月の寒波による時化や定期的な降水の影響で回復し、1月下旬まで栄養塩量はDINの期待値 (支柱 $7 \mu\text{g-at/L}$ 、浮き流し $5 \mu\text{g-at/L}$ 、以下同じ) をおおむね上回って推移した。

その後、2月上旬から小型珪藻プランクトンが再び増殖して赤潮化し、また、1ml当たり二桁細胞数が確認されていた大型珪藻プランクトンのユーカンピアが、2月中旬から急速に増殖して小型珪藻プランクトンとの混合赤潮を形成した。それに伴って、2月中旬には支柱漁場・沖合漁場ともに栄養塩量が低下し始め、ほぼ全域で期待値を下回り、漁期終了まで低い栄養塩量で推移した。また、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) もDINと同様の傾向で推移した。

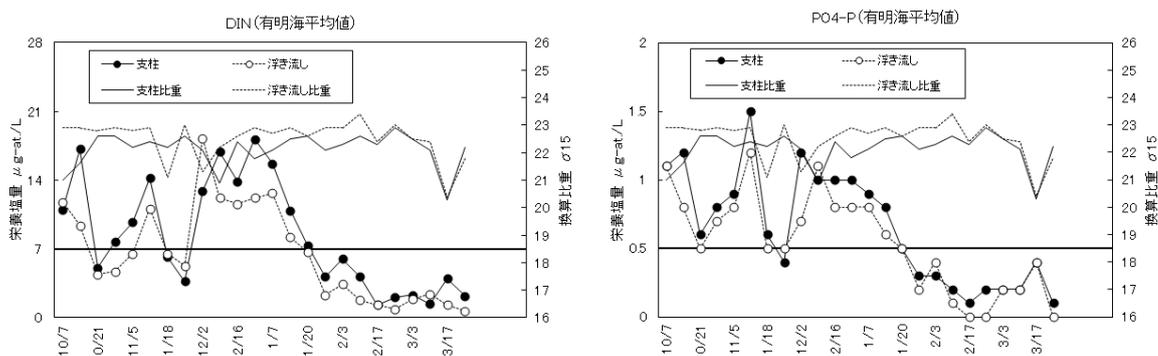


図3-1 有明海における栄養塩量及び換算比重の推移

一方、八代海 (図3-2) では、12月下旬まではDINの期待値前後で推移したものの、1月上旬から小型珪藻プランクトン (スケルトネマ等) が増殖し始め栄養塩量は減少した。しかし、支柱漁場においては、期待値を下回っているものの、例年に比べるとDINは保たれていた。

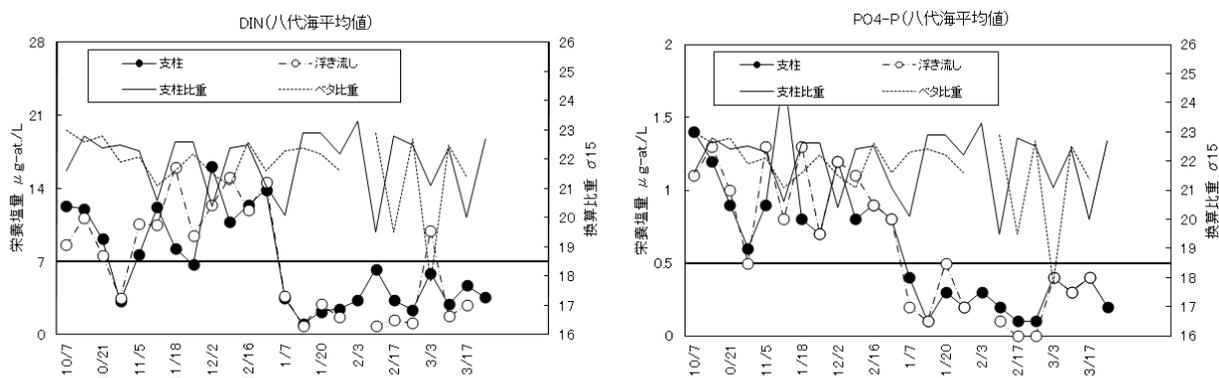


図3-2 八代海における栄養塩量及び換算比重の推移

(ウ) クロロフィル a 及び全天日射量 (図 4)

クロロフィル a は、秋芽網期の10月～11月中旬と12月中下旬にそれぞれ小型珪藻プランクトンの増殖に伴い増加した。2月中旬以降、小型珪藻プランクトンとユーカンピアの赤潮に伴い上昇傾向に転じ、漁期終了まで高い値で推移した。なお、1月12日～2月14日は計測機器故障のため図4中のクロロフィルは欠測。

全天日射量は、期間を通じて平年値を境に大きく上下しながら平年並～やや多めに推移した。10月下旬の平年値を超える日が3日以上連続した後に小型珪藻プランクトンによる赤潮の発生が確認され、12月下旬～1月下旬の長期間に渡り全天日射量が高止まりした後は、大型珪藻プランクトンの増殖が確認されるなど、全天日射量が多かった期間の後にクロロフィル a が上昇に転じ始める傾向が見られた。今漁期、比較的早期に大型珪藻プランクトンが増殖した一因として、12月下旬～1月下旬の長期間にわたって全天日射量が平年より多く推移したことと1月の水温上昇期とが重なったことなどが示唆される。

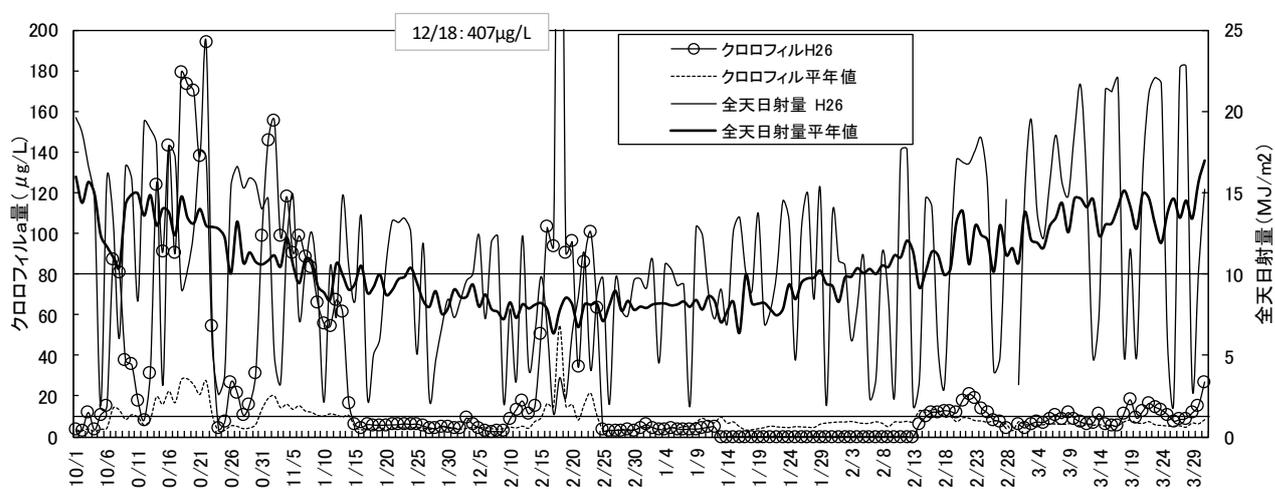


図4 クロロフィルa量(海況観測ブイ・浅海定線調査)及び全天日射量(熊本地方気象台)の推移

(2) 養殖概況

ア 採苗期

採苗開始日は、潮回りから見ると大潮の10月8日前後と10月24日前後がそれぞれ採苗適期であると考えられ、9月18日に開催された有明海関係三県のり養殖協議会において、有明海における採苗開始日は10月10日以降の適期と取り決められた。

県内では、9月25日開催の組合長会議において、9月24日の日平均水温(24.5℃)に基づいた水温予測では10月10日の予測水温が23.3℃と採苗適水温となることが示されたことなどから、10月10日の採苗開始が決定された。

水温は、10月上旬はほぼ平年値に沿って順調に低下し、10月12日には23℃を下回った。しかし、当初は10月10日に予定されていた採苗開始は、台風19号の接近で10月15日以降に延期され、早い浜では10月15日から、遅い浜では10月20日からと採苗開始日にばらつきが生じてしまった。採苗開始日の10月15日には22.2℃と採苗適水温(23℃未満)を下回る採苗適水温での採苗開始となった。

しかし、10月10日採苗開始の予定でカキ殻糸状体を促進させていた中、台風19号により急に5日から10日も採苗開始を先延ばし(抑制処理)する必要に迫られたことから、2日程度の暗黒処理を試みる者、栄養剤添加で様子を見る者など、生産者によって抑制処理が異

なったことも採苗のばらつきを大きくする結果となった。その結果、一部に芽付きの厚い網が見受けられる一方で、ある浜では種付けに10日以上かかった者もいるなど、各浜や個人差が非常に激しい種付け結果となった。

イ 育苗期

10月15日の採苗開始後、10月21日から22日にかけて約100ミリのまとまった降雨があったことから、低比重による芽傷みが懸念されたものの、22℃未満の適水温環境にあったこともあり、芽傷みは河口域漁場の一部に留まった。

その後は水温や栄養塩、比重も大きな問題もなく、良好な環境の中で育苗作業が行われた。

ウ 冷凍入庫網の健全度（図5）

各漁協に対して実施した冷凍入庫アンケート調査結果によると、早いところで11月7日から入庫が開始され、11月12日～11月15日に入庫のピークを迎えた。その後、11月20日までには入庫を終了した。

各漁協へのアンケートによる冷凍網の健全度評価調査結果（図5）によると、有明海では「極めて良好」が14.3%、「良好」が35.7%、「平年並」が50.0%で、入庫された網の状態は健全度の高い状態であった。なお、冷凍入庫の完了まで壺状菌病の感染は初認されなかった。

一方、八代海においては、「極めて良好」と「良好」は無く、「平年並」が33.3%、「やや悪い」が66.7%と健全度は高くなかった。

エ 秋芽網生産期

有明海では早い漁場で11月16日から摘採が始まり、11月下旬には全域で摘採が本格化した。あかぐされ病と壺状菌症はともに11月25日に初認され、特にあかぐされ病は蔓延が懸念されたが、12月に入ると相次ぐ寒波の影響から水温が急速に低下し、例年のようなあかぐされ病の被害を受けることはなかった。

しかし、11月下旬から12月上旬に小型珪藻（キートセロス、スケルトネマ）の赤潮が発生（表2）し、秋芽の初摘みから2回摘みは比較的色調の浅い赤芽のノリが多く出品された。また、秋芽網ノリにしては硬いノリが多かった。しかし、平均単価が11.26円と前年（9.50円）を大きく上回り、平年（11.07円）も上回ったため、生産枚数は約2.68億枚と平年を少し上回る程度であったが、生産金額では平年を大きく上回り、結果的には豊漁であった。

一方、八代海は、東部地区では芽傷みや芽流れ、病害の重症化などによって生産が伸び悩んだが、西部漁場では芽の伸び悩みで生産開始が遅れたものの、例年より栄養塩に恵まれ、年明けも秋芽生産が継続された。

オ 冷凍網生産期

有明海では、一部地域の支柱漁場を除き、12月17日までに秋芽網の撤去が行われ、冷凍網の出庫は12月19日以降に行われた。今年度は12月上旬から下旬にかけて相次ぐ寒波により例年より早く水温が低下したことから、出庫の3日後の12月23日には早くも12℃（長洲沖

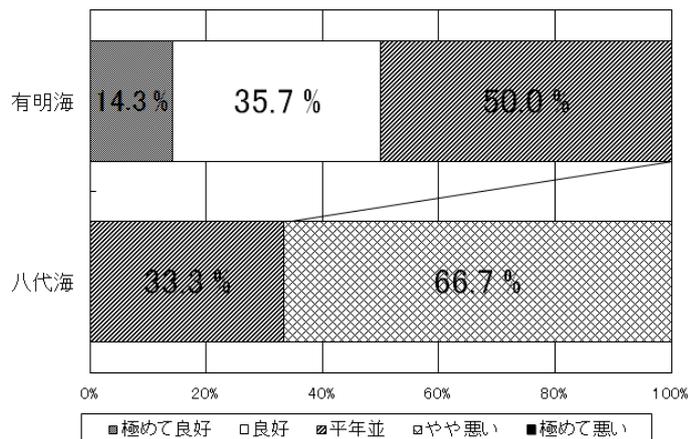


図5 各地域の冷凍網の健全度評価結果

日平均値)を下回るなど非常に厳しい低水温下での冷凍生産の開始となった。さらに、12月30日～1月2日には寒波による大荒れの天候に見舞われるなど、出庫後の初期生長は非常に鈍く、年が明けて初摘採開始後も時化が多かったため出漁できない日が多く、収量がまとまらなかった。一方、栄養塩には恵まれたため色調は良好で、柔らかく味と香りの良い製品となったが、柔らかく弱い葉体のため、○等級が非常に多く出品された。

表2 プランクトン最大数の推移(熊本有明海)

	小型珪藻 (cells/ml)			大型珪藻 (cells/ml)		
	キートセロス	スケルトネマ	タラシオシーラ	リゾソレニア	ユーカンピア	コシノディスカス
10月7日	9	98	1			
10月15日	5	24	2	9	7	4
10月21日	101	559	1,000	1		4
10月28日	92	32		1		
11月5日	126	439	9			1
11月11日	376	115				1
11月18日	2,020	270	2		41	1
11月26日	260	560	8	1	62	
12月2日	20	321			14	
12月9日	8	147	2			
12月16日	21	213	20		6	3
12月25日	8	18	5	1		5
1月7日	60	160	520	1		8
1月14日	56	115	40	10	31	2
1月20日	166	108	52	9	14	5
1月27日	426	299	137	19	29	
2月3日	660	440	29	20	54	3
2月10日	850	280	11	17	79	1
2月17日	2,250	1,625	22	19	169	
2月24日	1,550	1,410	80	8	181	
3月3日	175	1,000		5	275	
3月10日	120	1,000	35	3	700	
3月17日	300	5,500	50	24	1,500	
3月24日	40	7,200			2,000	

赤潮

その後、1月上旬と1月下旬に3月並みの暖気が籠周したことをきっかけに、例年より早く水温が上昇に転じ始め、小型珪藻（スケルトネマ、キートセロス）と大型珪藻（ユーカンピア）が徐々に増殖を始め、2月上旬にはほぼ全域で栄養塩が減少し始めて色調の低下が始まり、2月下旬には多くの漁場で生産不能の色落ちとなり、2月下旬にはほとんどの漁場で終漁となった。その後、ユーカンピアによる赤潮は4月まで続いた。

また、八代海では1月上旬頃から小型珪藻と大型珪藻の増殖による栄養塩の低下が見られたが、2月～3月は例年に比較して栄養塩が多めであったため、西部地区の一部生産者は冷凍網の生産を実施した。

カ 病害状況

今漁期のあかぐされ病の初認は11月25日（採苗後40日目）とほぼ平年並であったが、今漁期も秋芽網生産期における初期感染域は、本来、干出管理によりあかぐされ病の感染拡大を抑制しやすい支柱漁場であった（図6）。この要因としては、定期的な降雨による漁場全体の低比重化や曇天による網の乾燥不足などがあるが、主な原因は支柱域における網の干出管理の不徹底と網の低吊りであると考えられる。

その後のあかぐされ病は、12月に寒波の影響で水温が急激に低下したことにより徐々に

病勢が弱まり、12月中旬以降は小康状態となった。

一方、八代海では12月3日に東部地区であかぐされ病が初認された。12月下旬から1月下旬の間、病勢は弱まったが、2月上旬から病勢が強まり、重症化する漁場も見られた。

また、有明海における壺状菌病の初認はあかぐされ病と同じ11月25日と例年よりやや早めであったが、有明海北部漁場で初認されて以降は重症化せず、その後は冷凍網生産期の終盤に散見された程度であった。なお、八代海においては、壺状菌病は確認されなかった。

キ 入札状況 (図7)

秋芽網生産期の生産枚数は、2億6,754万9,200枚(前年比80.7%、平年比116.0%)で、生産金額は30億1,252万8,932円(前年比95.6%、平年比118.0%)、平均単価は11.26円(前年比1.76円高、平年比0.19円高)であった(図7-1)。

冷凍網期の生産状況は、生産枚数は7億1,111万5,600枚(前年比124.4%、平年比80.9%)で、生産金額は74億1,273万2,599円(前年比148.5%、平年比97.9%)、平均単価は10.42円(前年比1.69円高、平年比1.81円高)であった(図7-2)。

秋芽網生産期及び冷凍網生産期を通じての生産枚数は、9億7,866万4,800枚(前年比108.3%、平年比88.2%)、生産金額は104億2,526万1,531円(前年比128.0%、平年比103.0%)、平均単価は10.65円となり(前年比1.64円高、平年比1.53円高)であった(図7-3)。

ここ2年、全国的に作柄が悪く、全国の生産枚数が約70億枚程度であったことから、市場に品薄感が広がり、秋芽網期には品質の割にはしっかりとした札が入り、年明けの冷凍網に色落ちの気配が漂い始めて以降は下物高に拍車がかかり、最終的には平年の単価を大きく上回る、近年まれに見る高単価の漁期となった。特に冷凍網の平均単価10.42円は、大不作で単価が跳ね上がった平成12年の10.36円を上回る高単価であった。

今年度は全国で約81億枚と当初の予想を上回る枚数が生産されたが、今後とも経営体の減少が続くため、中期的には約70億枚程度の生産が精一杯となる見込みである。一方、国内需要が約83億枚と推計されている中、国内産だけでは十数億枚の不足が生じており、特に加工業務用ノリ(5~8円の価格帯)は絶対的に不足している状況にある。数年前は外国産ノリによる不足分の手当が進んでいたが、ここ数年で円安が進んだことで外国産ノリの価格メリットが薄まり、予想より外国産ノリの定着は進んでいない状況にある。しかし、今後の為替動向次第では、一気に外国産が定着してしまうことも懸念される。

一方、贈答向けなどの高級品の国内需要は年間約3億枚程度で依然として減少傾向が続いており、高品質ノリの価格も低迷し、本県産ノリの約70%が5~10円に集中し、10~15円は約20%、15円以上は約1~2%に過ぎない状況にある。

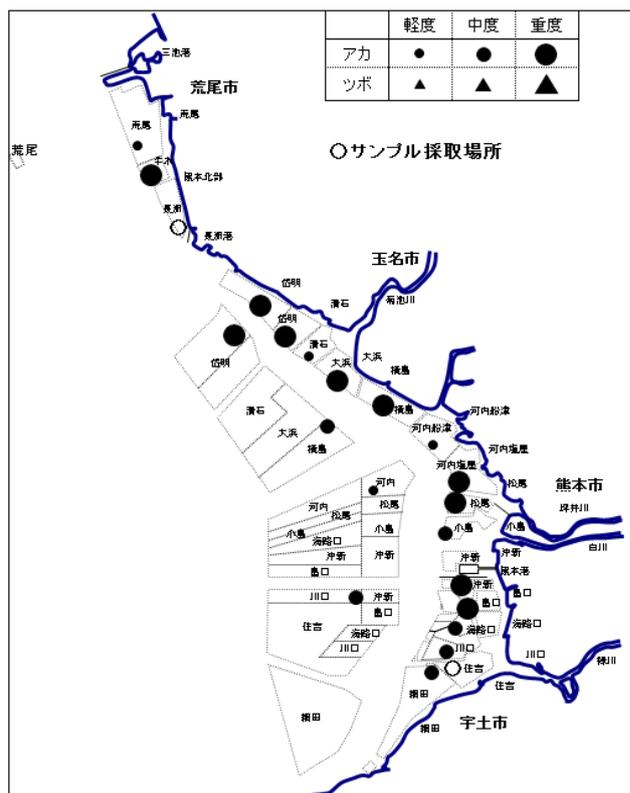


図6 採苗後50日目(12月4日)における病害状況 (ノリ養殖速報第10号)

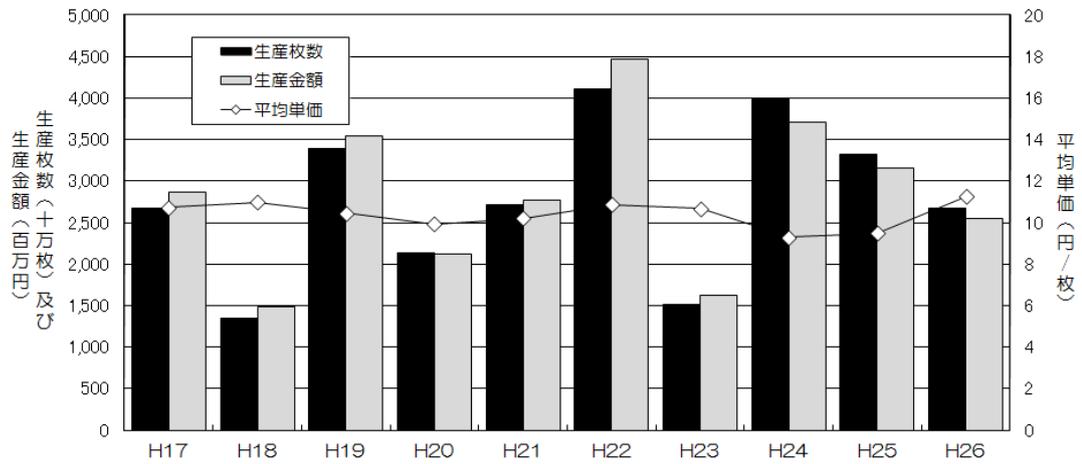


図7-1 秋芽網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

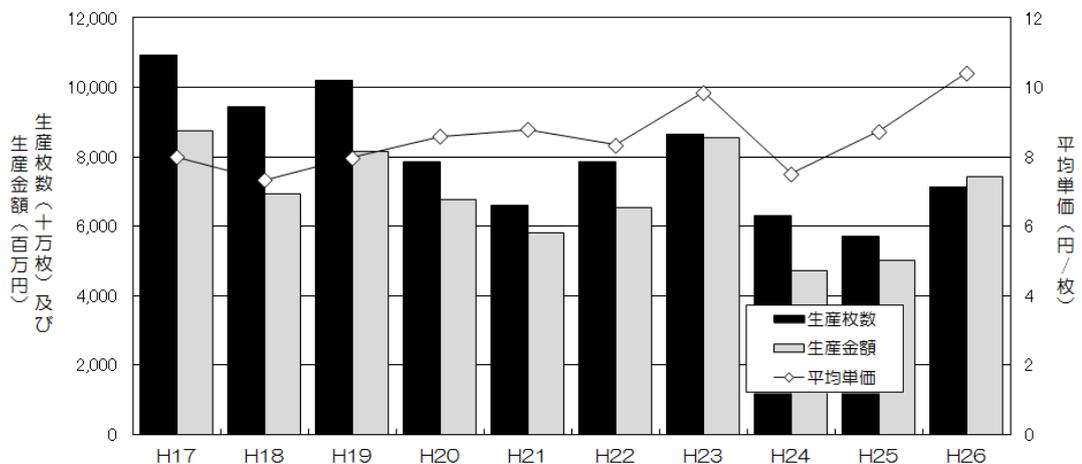


図7-2 冷凍網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

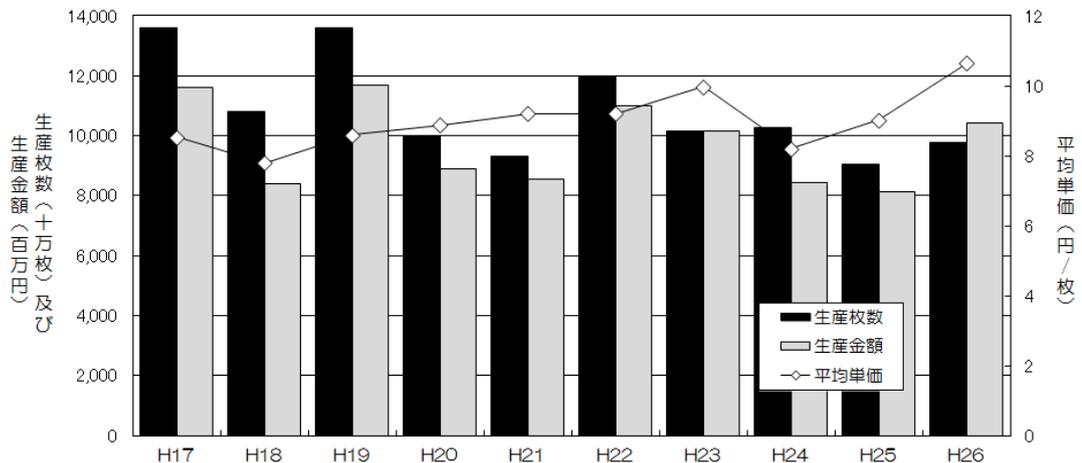


図7-3 漁期別(秋芽網期+冷凍網期)の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

(3) 採苗開始日決定のための水温変動予測(表3)

9月24日の実測日平均水温(24.51℃)を受けて水温変動予測を行った。その結果、10月1日は実測値と予測値との間に誤差は無く、採苗開始日となった10月10日(後に10月15日に延期)は実測値より予測値の方が0.2℃高い結果となった。

本年度は、冷夏の影響から8月から9月にかけて水温が平年値を下回って推移したことから、10

月に入っても順調に水温が低下し、水温予測結果も精度の高い結果となった。

しかしながら、本県では平成10年度以降、高水温傾向が続いており、今年度は採苗可能水温の24℃を下回ったのは10月5日と例年に比べて早かったものの、採苗のみならず育苗期も踏まえた適水温である23℃未満になったのは10月12日であったことを踏まえると、来年度以降の採苗開始日の設定に当たっては、採苗期の水温のみならず、育苗期の水温降下まで十分に考慮して、慎重に検討すべきであると思われる。

表3 平成26年9月24日の水温データによる10月上旬～中旬の水温予測（長洲沖自動観測）

9/24水温	日付	9/24の水温との相関式	相関係数 (R ²)	H26年度 予測水温(℃)	H26年度 実測水温(℃)	予測と実測 の水温差	平年値* (℃)
24.5 ℃	10/1	Y = 0.597 X + 9.704	0.498	24.3	24.3	+ 0.0	23.9
	10/2	Y = 0.607 X + 9.380	0.445	24.3	24.2	+ 0.0	24.0
	10/3	Y = 0.572 X + 10.097	0.396	24.1	24.4	- 0.3	24.0
	10/4	Y = 0.563 X + 10.191	0.413	24.0	24.2	- 0.2	24.0
	10/5	Y = 0.329 X + 15.999	0.264	24.1	23.5	+ 0.6	23.9
	10/6	Y = 0.401 X + 14.000	0.326	23.8	23.1	+ 0.7	23.6
	10/7	Y = 0.475 X + 12.005	0.343	23.6	22.7	+ 0.9	23.4
	10/8	Y = 0.533 X + 10.373	0.411	23.4	22.6	+ 0.8	23.1
	10/9	Y = 0.555 X + 9.687	0.470	23.3	22.8	+ 0.4	22.8
	10/10	Y = 0.522 X + 10.483	0.394	23.3	23.1	+ 0.2	22.6
	10/11	Y = 0.479 X + 11.593	0.331	23.3	23.1	+ 0.2	22.5
	10/12	Y = 0.490 X + 11.350	0.350	23.4	22.9	+ 0.5	22.4
	10/13	Y = 0.417 X + 13.174	0.227	23.4	22.7	+ 0.7	22.4
	10/14	Y = 0.414 X + 13.169	0.203	23.3	22.2	+ 1.1	22.6
10/15	Y = 0.478 X + 11.262	0.227	23.0	22.2	+ 0.8	22.5	
10/20	Y = 0.192 X + 17.695	0.071	22.4	22.2	+ 0.2	22.3	

* 平年値はH1～H9(H5を除く)の平均値

4 考 察

今漁期は、採苗前に台風19号が接近したことにより採苗開始を10月10日以降から10月15日以降へと5日間延期したため、カキ殻糸状体の熟度促進をいったん止めて再調整したり、採苗開始が小潮期にかかるなど、技術的に難しく、非常に慌ただしい養殖開始となった。

秋芽網生産期においては、病害による被害は比較的少なかったものの、秋芽網序盤には小型珪藻赤潮による色調の低下が発生するなど苦戦した。また、冷凍網生産期においては、出庫時期の低水温等の影響による穴あき製品の多発や珪藻赤潮の早期発生による色落ちなど、非常に厳しい気象・海況であった。しかしながら、製品単価は漁期を通して、近年まれにみる高い単価に恵まれ、生産枚数は平年並みであったが、金額面、特に平均単価では平年を大きく上回るという漁期であった。

本年度の秋芽網生産期は、台風による採苗延期の影響で採苗自体には苦戦したものの、水温が順調に低下したことで、採苗から育苗期を適水温の中で行うことができ、比較的良好的な種網を確保することができた。しかし、11月下旬に水温が急上昇したことで小型珪藻プランクトンが赤潮化し、秋芽の初摘み～2回摘みの製品には色調が浅くて、やや硬く、赤みがかかった製品が多く見受けられた。その後は、12月以降に寒波の影響から水温が急低下したことにより、例年は蔓延・重症化するあかぐされ病による被害が平年より少なかったことから、秋芽網の撤去（12月17日）まで意欲的な生産が続けられた。

冷凍網生産期は、12月以降の寒波の相次ぐ襲来により、出庫時期の12月下旬には水温（長洲沖日平均）が12℃を下回るなど、冷凍網出庫の理想水温（14～15℃）を大きく下回る非常に厳しい水温環境で

の養殖開始となったため、冷凍戻りは正常であったものの、出庫直後の初期生長不良の影響で製品には穴あき（○等級）が非常に多く発生した。その一方で、本漁期の冷凍網ノリは非常に柔らかく、味と香りの優れた製品が多く見受けられた。しかし、1月に南方からの暖気流入に伴う高気温と日照が多かったことの影響から小型珪藻プランクトンが徐々に増加し始め、2月になると大型珪藻プランクトンとの混合赤潮を形成し、今漁期も昨漁期に続き早期色落ちが発生して、そのまま栄養塩は回復せずに3月上旬にはほぼ全域で終漁となってしまった。

今年度は、冷夏の影響で8月以降は平年を下回る水温が続き、10月以降も平年値に沿う形で順調に水温が低下した。しかしながら、従来（平成18年度以前）は採苗を行っていた10月1日頃に採苗適水温（24℃未満）にまで低下することは考えにくく、採苗期（年によっては育苗時期も）の水温が高めに推移する可能性が非常に高く、年々の潮回りにもよるが、今後は10月中旬以降の採苗が定着していくと思われる。また、近年は冬季（12～1月）の少雨傾向が見られ、水温や日照環境によっては珪藻プランクトンの増殖等により、2月中に早期色落ちが発生する可能性は常に考えておかねばならない。このように、採苗開始時期の遅れと色落ちの早期化によって、生産期は実質的に11月中下旬～2月中下旬の4ヶ月足らずと短期化しており、この短期間に如何にして効率よく生産するかが課題となっている。そのためには海況が安定した12月から1月の間に、品質・生産量ともに生産のピークを誘導することが、収量及び品質、高単価を確保する面から有効な方法と考えられる。

ノリ養殖は元来、気温・水温や降雨、風波など気象・海況に大きく左右される産業であり、これらは人為的にコントロールできるものではないが、採苗開始日と秋芽網撤去日、冷凍網出庫日は人為的に決めることができるため、これらをどのようにその年々の気象・海況等の諸条件に合わせていくかが、今後ともノリ養殖の安定生産の鍵になってくると思われる。

なお、12月から1月の間へ生産ピークを誘導することに伴い、生産ピーク時の葉状体収量が1日当たりの陸上加工能力を大きく超えることが想定される。また、近年の漁家数減少に伴い、一経営体当たりの柵数の増加傾向が続いてきたが、既に規模拡大は限界に達しつつあり、製品品質の低下（本来、本等級になるべき葉状体が作り急ぎ等により下位等級になってしまっている）や、網管理が行き届かない生産者や地域も見受けられる。さらに、長期的に見ると今漁期のような高単価が続くとは考えづらく、入札価格の低迷が来年度以降起こりえる可能性は否定できない。

これらのことから、短期的には張り込み柵数の適正化（陸上加工能力に合わせた適正柵数による本等級割合の向上）もしくは摘採船や大型乾燥機械の導入（個人経営の大規模化）、中長期的には加工協業化（共同乾燥施設の整備など）や等級検査の統合などを検討し、経営の効率化・合理化・コスト削減を進めていく必要がある。

今後、ノリ養殖漁家の安定経営を実現するためには、従来型の養殖スケジュール（10月上旬採苗開始～12月中旬一斉撤去）から、12～1月に生産を集中させる養殖スケジュールに切り替えていく必要があると思われるが、12月を秋芽網の生産延長（12月下旬まで秋芽生産を継続する）に使うのか、冷凍網の早期出庫（12月10～15日を目途に冷凍網を出庫する）に使うのかという点だけでも、各地域やその年々の気象や潮回り等により議論が分かれている状況にある。

このようなことから、養殖スケジュールの見直しに向けては、採苗開始日の決定、カキ殻糸状体の熟度調整や種網の芽数調整、壺状菌病の早期感染リスク、秋芽網撤去と冷凍出庫時期の見極め、早期色落ちに対する警戒、漁期短縮に伴うリスクなど、様々な課題・問題点があるため、その年々の潮回りや気象・海況予想を踏まえ、今後とも関係者の十分な論議と合意形成を続けていくことが重要である。

ノリ作り安定化対策試験Ⅲ（

県単・独法委託
平成24～26年度

（ノリ養殖漁場海況観測調査）

1 緒言

ノリ養殖を適正に管理するためには、養殖漁場の気象、海況の変動を把握し、ノリ網の干出管理や、摘採などを適切に行う必要がある。

本調査では、ノリ養殖漁場の海況及び漁場の栄養塩、植物プランクトンの定点観測を行い、得られた結果をホームページ、FAX及び新聞等によりノリ養殖生産者や関係機関に提供することを目的とした。

2 方法

(1) 担当者 多治見誠亮、松本聖治、増田雄二、川崎信司

(2) 調査方法

(ア)海況観測（自動観測ブイによる）

調査定点：長洲、小島、長浜、田浦（図1）

調査頻度：3回/時（9月下旬～翌3月）

調査項目：水温、比重（塩分から換算）

(イ)栄養塩調査、植物プランクトン調査

漁業関係者に定点観測および海水の採取を依頼し、当センターで回収後、分析及び検鏡を行った。

調査定点：有明海16点、八代海4点（図1）

調査頻度：1回/週（24回、9月末～翌3月）

調査項目：水温、比重（塩分から換算）、波浪、pH、栄養塩類、植物プランクトン種組成*

※*Chaetoceros* spp.、*Skeletonema* spp.、*Talassiosira* spp.を小型珪藻、*Rhizosolenia* spp.、*Eucampia zodiacus*、*Coscinodiscus* spp.、を大型珪藻として計数・取りまとめを行った。

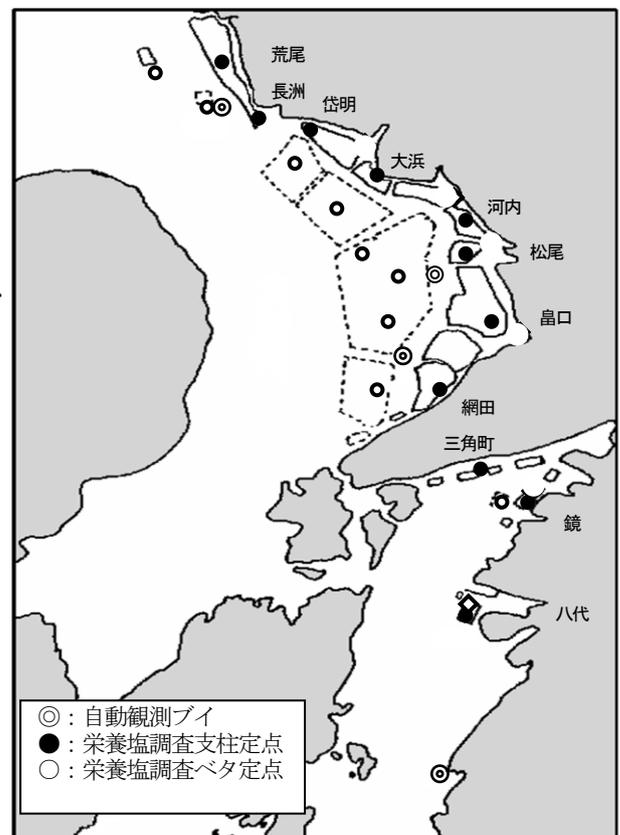


図1 調査定点

3 結果及び考察

調査結果はデータベース化し、海況観測については水産研究センターのホームページにリアルタイムで掲載し、メディアを通じて情報提供を行った。また、栄養塩及び植物プランクトン調査結果は毎週採水日の翌日には栄養塩情報及びノリ漁場プランクトン情報として取りまとめ、関係漁協にFAXした他、ホームページに掲載した。なお、期間中栄養塩情報は24号、ノリ漁場プランクトン情報は24号を発行した。

ここでは、上記に挙げた海況観測及び栄養塩調査、植物プランクトン調査の概要を示す。

(1) 水温・比重（図2-1～2-3）

自動観測ブイ各定点の水温・比重観測結果を図2に示す。

①水温 10月初旬には各定点とも順調に低下し、採苗の目安とされる24℃を10月5日には下回った。その後も低下傾向が続き、11月中旬には20℃を、12月中旬には15℃を下回った。

②比重 2月下旬には長洲沖で最低値16.87を記録し、期間を通じて約20前後と低い値で推移した。

(2) 栄養塩調査

- ①有明海（図3） 調査期間中の有明海の DIN 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の支柱・ベタ漁場ごとの平均値を図3及び図4に示す。全地点平均の推移を見ると、DINは支柱・ベタ漁場ともに10月下旬よりノリ養殖の期待値 $7\mu\text{g-at./L}$ を下回る日も確認された。また、1月上旬以降からは急激な減少が見られ、2月中旬には $3\mu\text{g-at./L}$ 以下となった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ もDINと同様の推移を示し、2月中旬以降は支柱漁場・ベタ漁場ともに期待値を下回った。
- ②八代海（図4） 調査期間中の八代海のDIN及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の支柱・ベタ漁場ごとの平均値を図5及び図6に示す。全地点平均の推移を見ると、DINは支柱漁場については10月中旬より期待値を下回る日もあり、1月上旬以降は支柱漁場・ベタ漁場ともに期待値を下回ることが多かった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ もDINと同様の推移を示し、1月上旬以降は支柱漁場・ベタ漁場ともに期待値を下回った。
- ③調査定点別の期間平均値（図5及び図6） 調査定点別の DIN 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の支柱・ベタ漁場ごとの期間平均値を図5及び図6に示す。DINについて支柱漁場で最も高かったのは、網田の $14.50\mu\text{g-at./L}$ で、最も低かったのは八代の $5.27\mu\text{g-at./L}$ であった。一方、ベタ漁場で最も高かったのは、河内の $8.48\mu\text{g-at./L}$ で、最も低かったのは大浜の $4.62\mu\text{g-at./L}$ であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ について支柱漁場で最も高かったのは、網田の $0.93\mu\text{g-at./L}$ で、最も低かったのは、八代の $0.52\mu\text{g-at./L}$ であった。一方、ベタ漁場で最も高かったのは、河内で $0.99\mu\text{g-at./L}$ で、最も低かったのは大浜の $0.45\mu\text{g-at./L}$ であった。
- ④調査定点毎の推移（図7） 調査定点毎の DIN 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を図7に示す。有明海については、DIN 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 共に10月より期待値を下回る地点も多かった。また、1月中旬よりほぼ全ての調査点で期待値を下回り、3月末のノリ漁期が終了するまで低調に推移した。八代海についても、DIN 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 共に10月より期待値を下回る地点も多く、1月上旬よりほぼ全ての調査点で期待値を下回り、ノリ漁期終盤まで低調に推移した。

- (3) 植物プランクトン（表1、表2、表3及び表4 空白は欠測） ここでは、期間を通じて高密度で確認された、*Chaetoceros* spp.、*Skeletonema* spp.、*Rhizosolenia* spp.及び*Eucampia zodiacus*. についてその結果を記載する。有明海では、11月中旬より小型珪藻が増大し、11月18日には大浜から河内町漁場にかけて最大 $2,020\text{cells/ml}$ 出現した（種組成は*Chaetoceros* spp.）。同時に大型珪藻である、*E.zodiacus* の出現も確認され、DINが $7.0\mu\text{g-at./L}$ を下回る漁場が多く見られた。その後、1月14日より大型珪藻が再度確認され始め（種組成は*E.zodiacus*）、2月17日には多くの調査点で*E.zodiacus* が出現していた。*E.zodiacus* は2月12日には赤潮状態となるまで増加し（熊本県水産研究センター発行 赤潮情報第58号）、3月17日には河内支柱漁場にて最高 $1,500\text{cells/ml}$ 確認された。八代海では1月上旬以前は植物プランクトンは比較的low密度で推移していたが、1月14日より大型珪藻である*E.zodiacus* が確認され始め、DINが $7.0\mu\text{g-at./L}$ を下回った。*E.zodiacus* については、2月以降増加はみられなかったが、小型珪藻（種組成は、*Skeletonema* spp.）は増加に転じ、3月24日には*Skeletonema* spp. が最高 $1,500\text{cells/ml}$ 確認された。

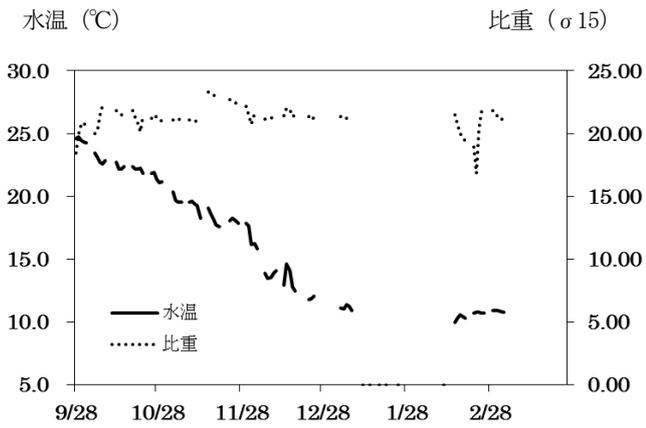


図 2-1 水温・比重の推移(長洲沖)

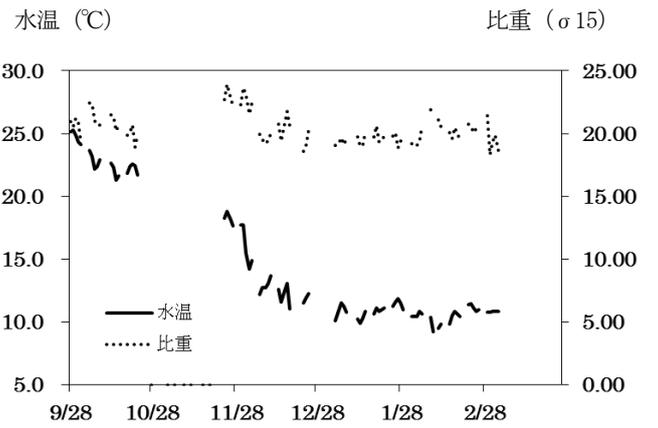


図 2-2 水温・比重の推移(小島沖)

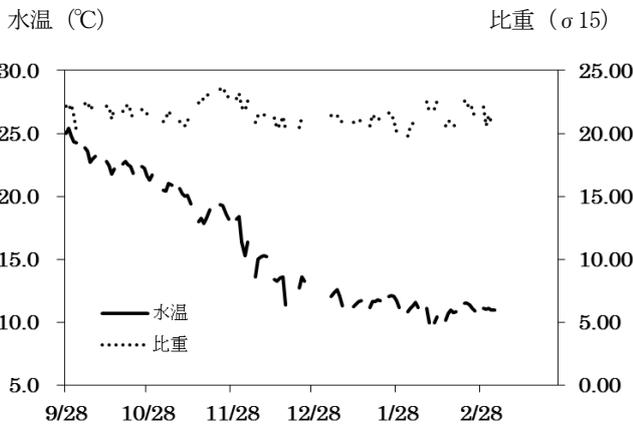


図 2-3 水温・比重の推移(長浜沖)

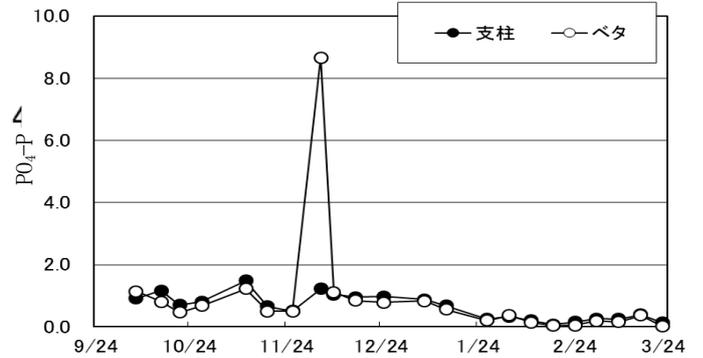
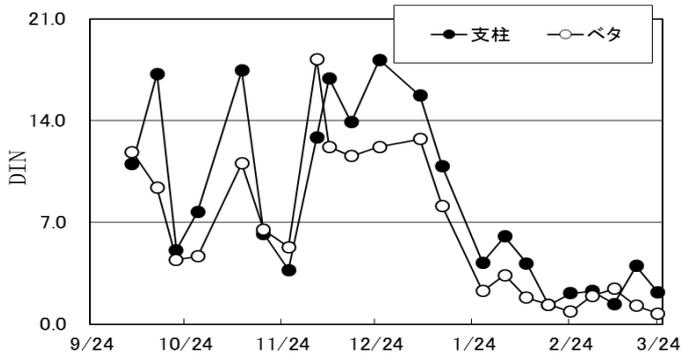


図 3 有明海の DIN、PO₄-P の推移(μg-at./L)

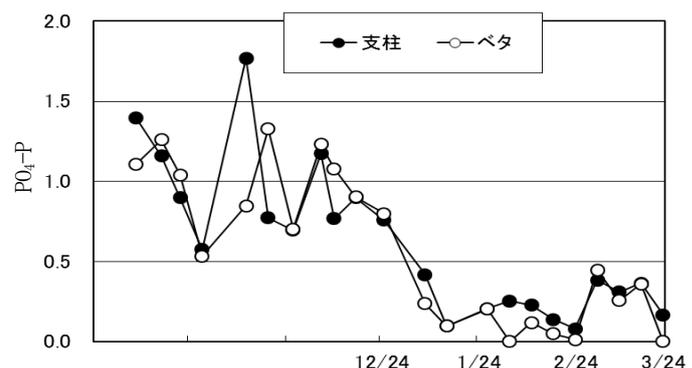
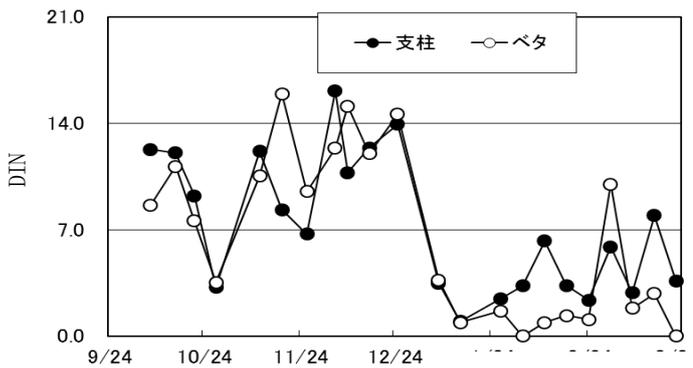


図 4 八代海の DIN、PO₄-P の推移(μg-at./L)

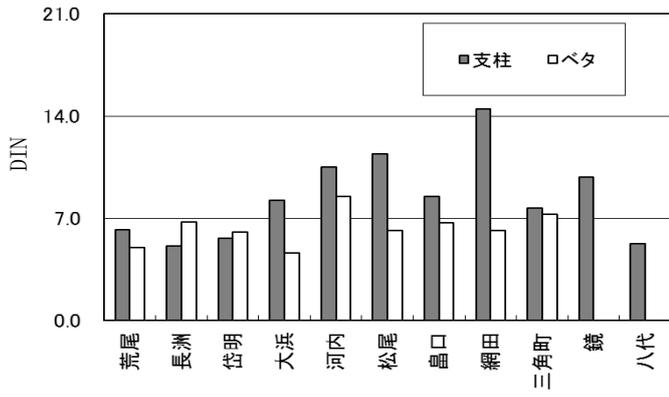


図5 DINの地点別平均(μg-at./L)

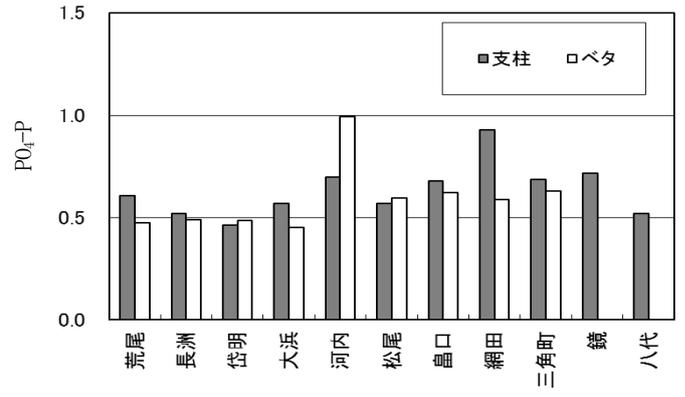


図6 PO₄-Pの地点別平均(μg-at./L)

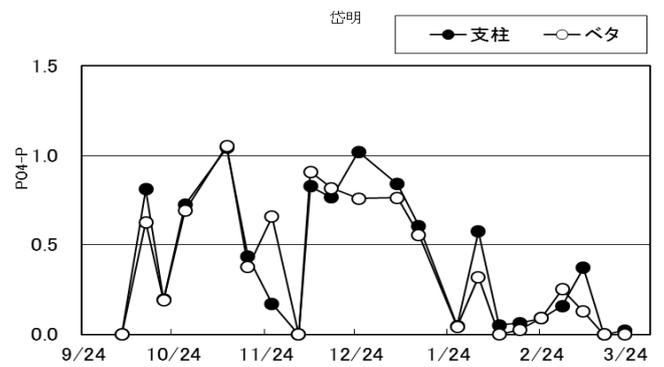
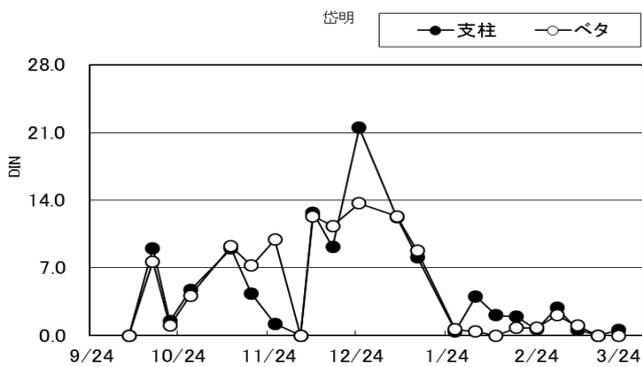
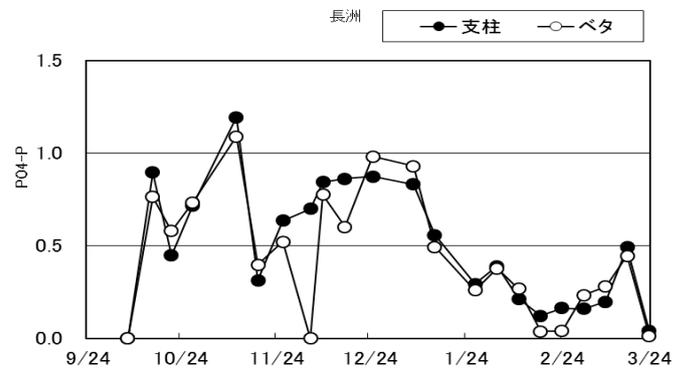
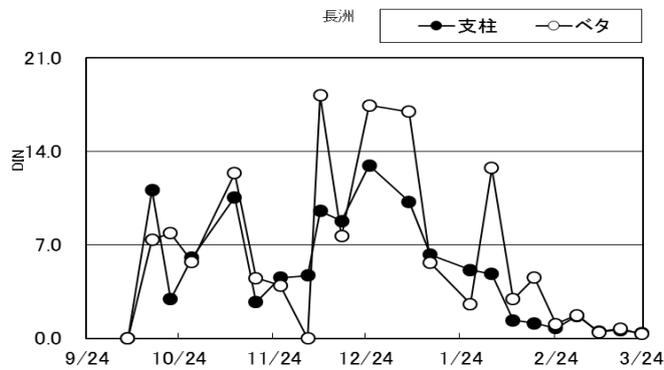
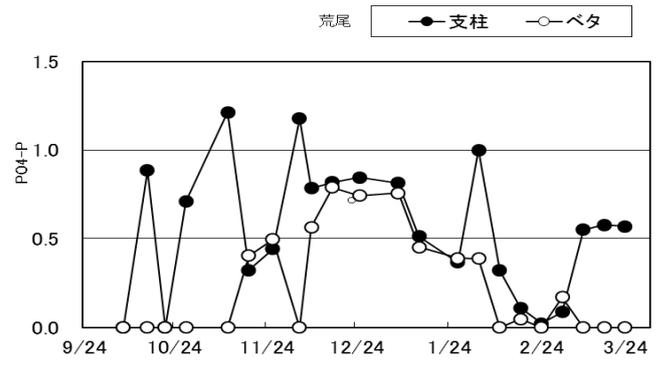
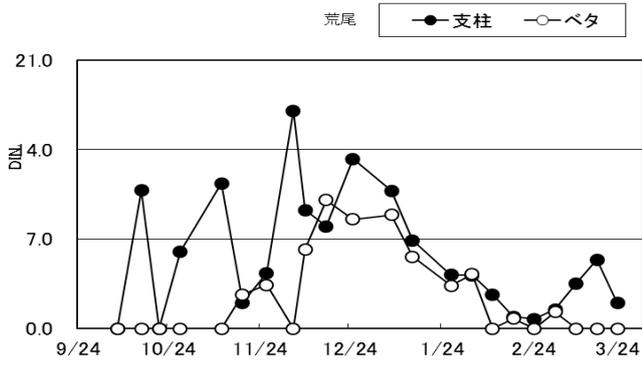


図7 荒尾～岱明におけるDIN、PO₄-Pの推移(μg-at./L)

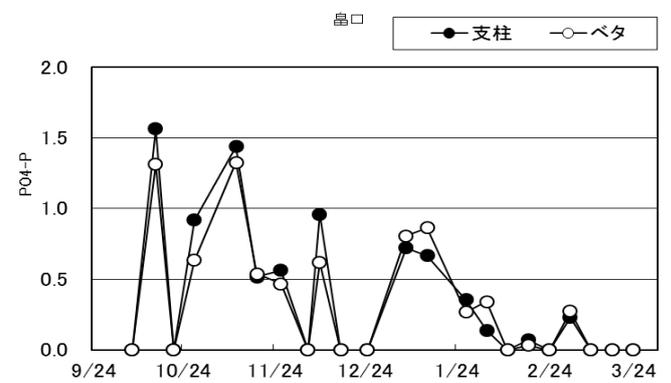
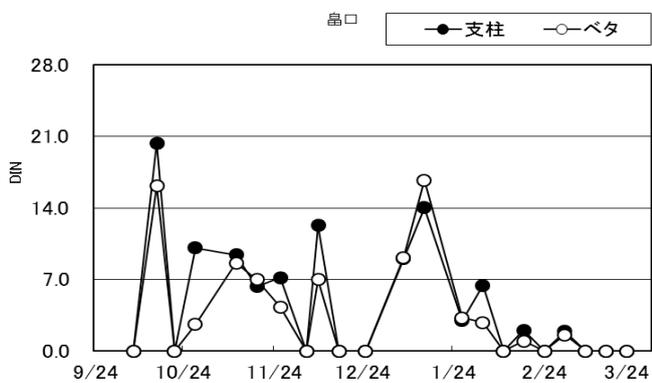
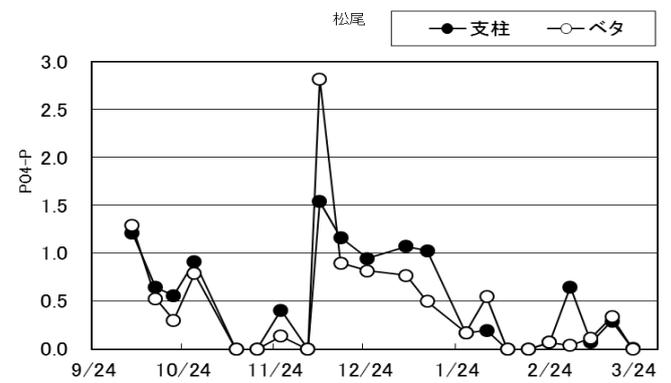
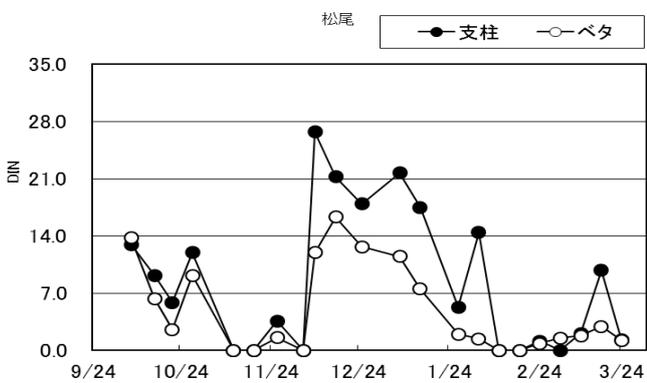
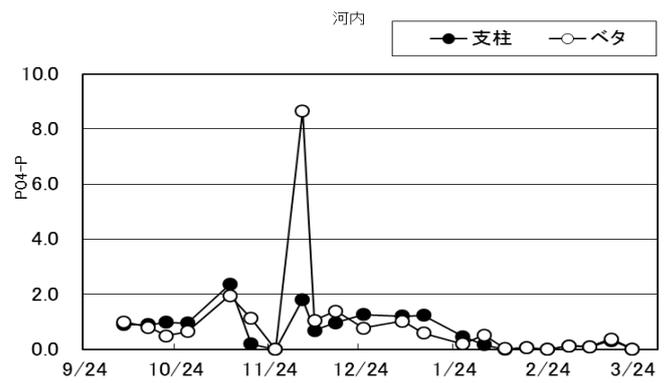
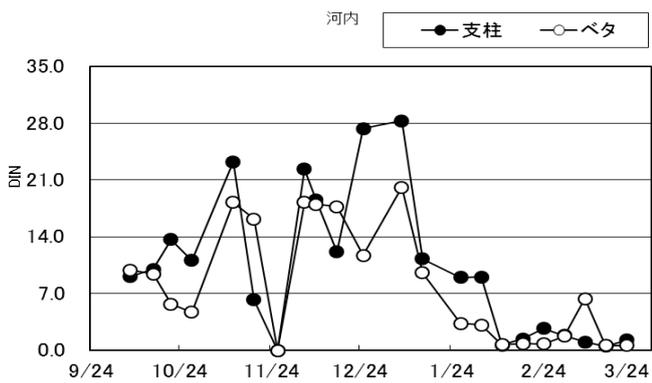
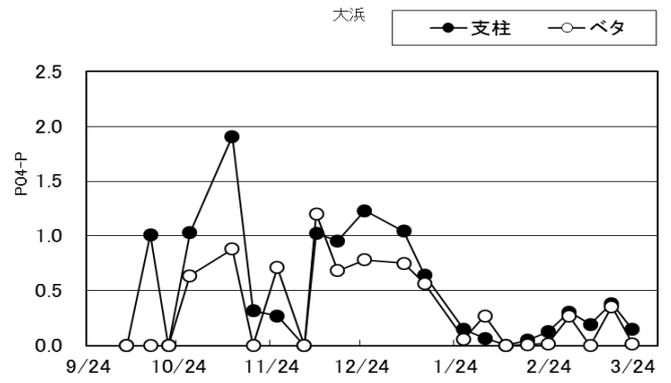
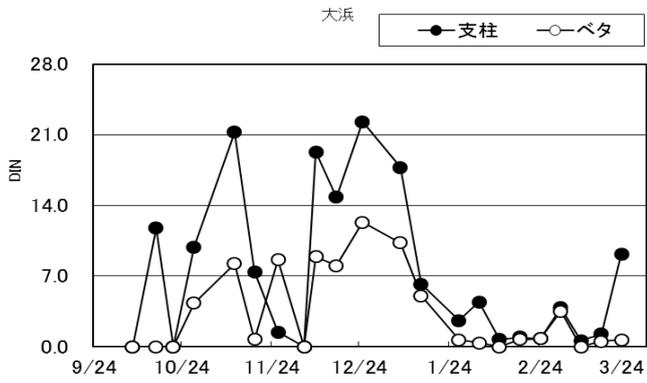


図7-1 大浜～畠口におけるDIN、PO₄-Pの推移($\mu\text{g-at./L}$)

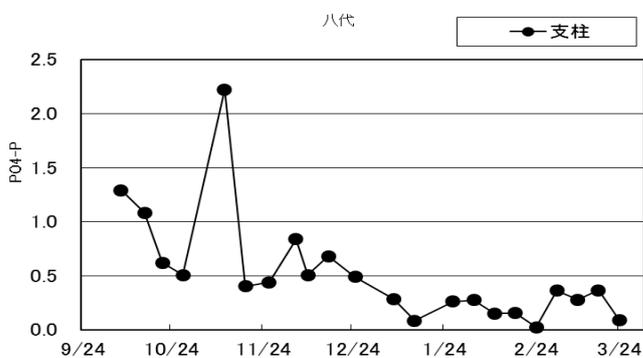
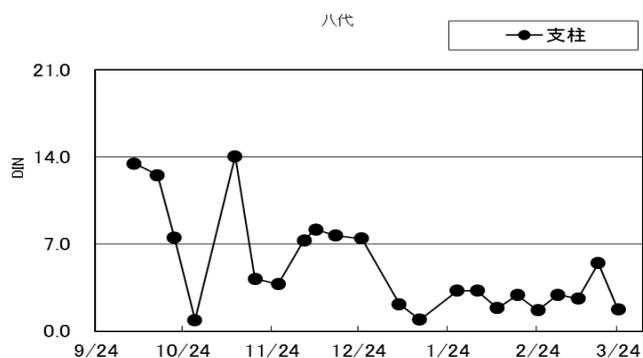
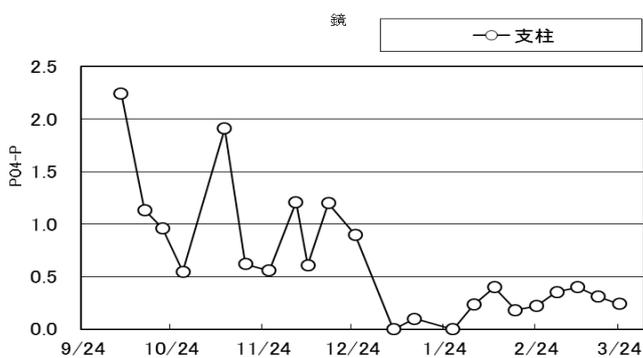
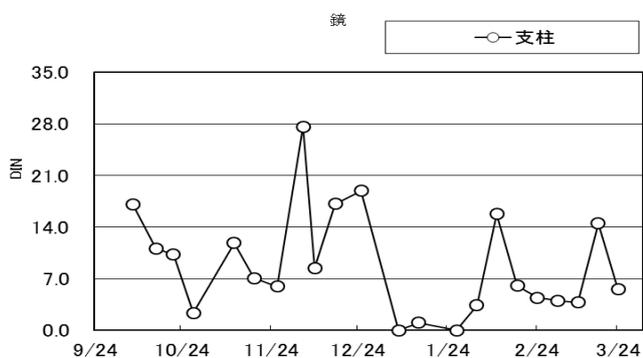
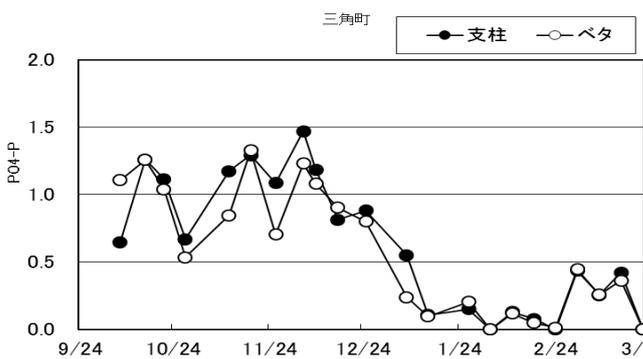
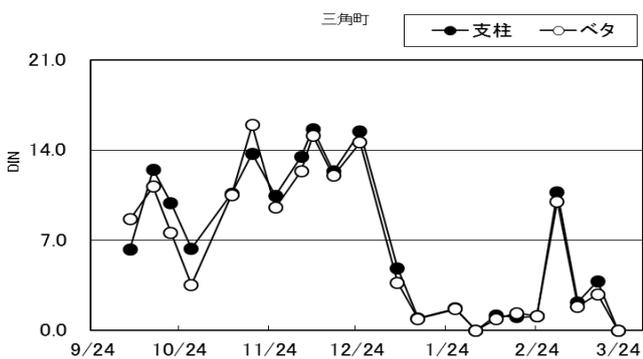
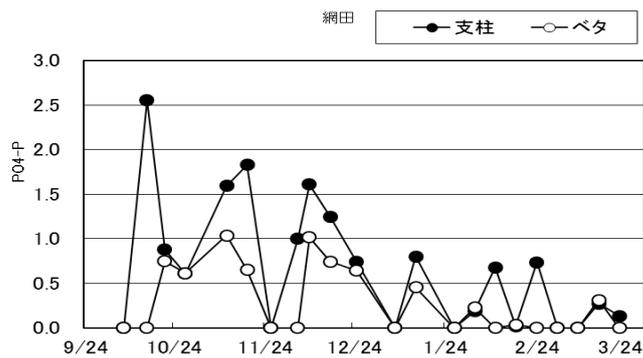
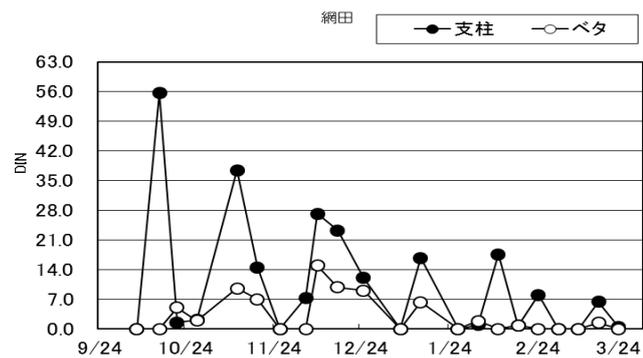


図7-2 網田～八代におけるDIN、PO₄-Pの推移(μg-at./L)

表1 ノリ養殖場における *Skeletonema* spp.(S.spp.)出現細胞数と DIN の推移

(*Skeletonema* spp: cells/mL, DIN: μ g-at/L)

地点	漁場	10/7		10/15		10/21		10/28		11/5		11/11		11/18		11/26		12/5		12/9		12/16		12/25	
		S.spp.	DIN																						
荒尾	支柱			0	10.8			4	6	439	4.8	115	11.4	0	2	109	4.3	0	17.1	5	9.3	7	8	10	13.3
	ベタ									96	4.4	0		12	2.7	4	3.4	0		0	6.2	36	10	18	8.5
長洲	支柱			4	11.1	0	2.9	2	6	63	5.9	38	10.6	4	2.7	141	4.5	0	4.7	0	9.5	5	8.8	0	13
	ベタ			0	7.4	40	7.9	10	5.7	25	6.6	32	12.4	0	4.5	212	4			24	18.2	0	7.7	0	17.4
岱明	支柱			24	9	291	1.5	32	4.7	25	7.5	57	9	0	4.3	420	1.2			8	12.7	0	9.1	0	21.5
	ベタ			0	7.7	32	1	0	4.1	8	4.1	9	9.2	45	7.3	90	9.9			52	12.3	21	11.3	0	13.7
大浜	支柱			0	11.8			9	9.9	17	8.6	16	21.2	65	7.4	170	1.5			106	19.3	8	14.8	0	22.3
	ベタ							0	4.3	24	4.9	8	8.3	792	0.7	380	8.6			65	8.9	0	8	0	12.3
河内	支柱	98	9.1	14	10	120	13.7	9	11.1	46	22.4	78	23.3	210	6.2	0		312	22.3	55	18.6	22	12.2	13	27.4
	ベタ	35	9.9	0	9.4	559	5.7	0	4.7	0	15.2	37	18.3	270	16.2	0		321	18.3	91	18	26	17.8	0	11.7
松尾	支柱	37	12.9	12	9.2	208	5.8	0	12	84	17.4					124	3.6			84	26.7	91	21.2	4	17.9
	ベタ	25	13.8	12	6.3	5	2.5	0	9.2	6	10					560	1.6			49	12	16	16.3	0	12.7
島口	支柱			14	20.3			13	10.1	58	8.9	59	9.4	26	6.3	20	7.2			4	12.3				
	ベタ			10	16.1			27	2.6	45	5.7	25	8.6	17	7	90	4.3			0	7				
網田	支柱			0	55.6	0	1.5	0	2.1	9	1.8	30	37.4	13	14.5			0	7.4	26	27.2	213	23.2	0	12.1
	ベタ					0	5	3	1.9	120	1.5	58	9.6	33	7					147	15	63	9.8	0	9.1
三角町	支柱	111	6.3	111	12.5	0	9.9	202	6.4	0	10.9	15	10.6	46	13.7	2	10.4	20	13.5	0	15.6	0	12.4	0	15.4
	ベタ	27	8.6	27	11.2	120	7.6	127	3.5	3	10.6	13	10.5	49	16	0	9.5	14	12.4	0	15.1	5	12	0	14.6
鏡町	支柱	3	17.1	3	11.1	220	10.3	144	2.4	3	7.8	20	11.8	29	7.1	134	5.9	0	27.6	4	8.4	0	17.2	0	18.9
八代	支柱	0	13.5	0	12.5	40	7.5	104	0.9	0	4.5	0	14.1	0	4.2	0	3.8	0	7.3	0	8.2	0	7.7	2	7.5

地点	漁場	1/7		1/14		1/20		1/27		2/3		2/10		2/17		2/24		3/3		3/10		3/17		3/24	
		S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN	S.spp.	DIN
荒尾	支柱	120	10.8	15	6.9	0	4.4	0	4.2	19	4.2	109	2.7	500	0.9	1,410	0.8	250	1.5	100	3.5	40	5.4	300	2
	ベタ	60	8.9	51	5.6			8	3.4	0	4.3			1,075	0.8			650	1.3						
長洲	支柱	0	10.2	3	6.3	0	5.1	0	5.1	20	4.8	188	1.4	625	1.1	625	0.8	105	1.7	340	0.5	310	0.6	1,080	0.4
	ベタ	0	17	4	5.6	23	7.4	20	2.6	0	12.8	20	2.9	575	4.5	320	1.1	145	1.8	382	0.5	150	0.8	1,090	0.3
岱明	支柱	10	12.3	12	8.1	108	5.7	299	0.5	15	4.1	187	2.1	450	1.9	670	0.7	110	2.9	560	0.6			2,070	0.6
	ベタ	20	12.3	0	8.8			86	0.7	230	0.4			225	0.8	675	0.8	120	2.1	191	1				
大浜	支柱	30	17.8	0	6.2	45	12.3	74	2.6	290	4.4	259	0.7	350	0.9	580	0.8	160	3.8	1,000	0.6	1,900	1.3	2,360	9.2
	ベタ	60	10.3	81	5			159	0.7	60	0.4			775	0.7	990	0.8	200	3.5			3,000	0.5	5,000	0.7
河内	支柱	0	28.3	115	11.3	10	10.8	40	9	440	9.1	280	0.7	278	1.4	630	2.7	160	1.8	600	1	4,500	0.5	1,700	1.3
	ベタ	40	20.1	63	9.6	59	6	23	3.3	330	3.1	197	0.7	102	0.8	770	0.8	50	1.8	950	6.4	3,000	0.6	3,400	0.6
松尾	支柱	0	21.7	0	17.5	86	5	0	5.3	20	14.4					630	1.1	400		290	2.1	2,500	9.8	1,800	1.3
	ベタ	10	11.5	73	7.5			49	2	20	1.4					625	0.8	625	1.5	300	1.8	1,600	2.9	2,000	1.2
島口	支柱	160	9	29	14			0	3	70	6.4			1,625	2			1000	1.9						
	ベタ	0	9.1	0	16.7			0	3.3	60	2.8			1,100	1			500	1.6						
網田	支柱			26	16.7	0	8.7			20	1	134	17.6	1,430	0.8	50	8.1					3,500	6.4	7,200	0.4
	ベタ			37	6.3					20	1.9			100	0.8							5,500	1.5		
三角町	支柱	20	4.8	388	1	180	2.6	571	1.7			180	1.2	118	1	425	1.1	90	10.7	740	2.2	560	3.8		
	ベタ	0	3.7	300	0.9	338	2.9	475	1.7			89	0.9	422	1.4	470	1.1	50	10	620	1.8	640	2.8		
鏡町	支柱			245	1					30	3.4	69	15.8	550	6	370	4.4	50	4	250	3.8	730	14.5	100	5.5
八代	支柱	100	2.2	125	0.9	0	1.9	0	3.2	70	3.3	147	1.9	29	2.9	300	1.7	70	2.9	270	2.6	920	5.5	1,500	1.8

表2 ノリ養殖場における *Chaetoceros* spp.(C.spp.)出現細胞数と DIN の推移

(*Chaetoceros* spp: cells/mL, DIN: μ g-at/L)

地点	漁場	10/7		10/15		10/21		10/28		11/5		11/11		11/18		11/26		12/5		12/9		12/16		12/25	
		C.spp.	DIN																						
荒尾	支柱			0	10.8			70	6	0	4.8	220	11.4	46	2	240	4.3	0	17.1	0	9.3	0	8	0	13.3
	ベタ									0	4.4			0	2.7	0	3.4			0	6.2	0	10	0	8.5
長洲	支柱			0	11.1	0	2.9	20	6	7	5.9	157	10.6	25	2.7	105	4.5	0	4.7	0	9.5	0	8.8	0	13
	ベタ			0	7.4	0	7.9	92	5.7	0	6.6	206	12.4	0	4.5	84	4			0	18.2	0	7.7	4	17.4
岱明	支柱			0	9	52	1.5	64	4.7	20	7.5	376	9	0	4.3	157	1.2			4	12.7	0	9.1	0	21.5
	ベタ			0	7.7	3	1	4	4.1	15	4.1	23	9.2	200	7.3	4	9.9			0	12.3	0	11.3	0	13.7
大浜	支柱			5	11.8			46	9.9	6	8.6	42	21.2	751	7.4	17	1.5			0	19.3	0	14.8	0	22.3
	ベタ							51	4.3	10	4.9	163	8.3	1564	0.7	207	8.6			0	8.9	0	8	8	12.3
河内	支柱	1	9.1	0	10	28	13.7	26	11.1	24	22.4	66	23.3	2020	6.2			0	22.3	0	18.6	0	12.2	0	27.4
	ベタ	3	9.9	0	9.4	101	5.7	79	4.7	22	15.2	78	18.3	1520	16.2			10	18.3	0	18	0	17.8	0	11.7
松尾	支柱	0	12.9	0	9.2	10	5.8	27	12	43	17.4					202	3.6			6	26.7	0	21.2	3	17.9
	ベタ	9	13.8	3	6.3	70	2.5	28	9.2	60	10					269	1.6			0	12	0	16.3	0	12.7
畠口	支柱			0	20.3			0	10.1	126	8.9	122	9.4	228	6.3	40	7.2			8	12.3				
	ベタ			0	16.1			82	2.6	48	5.7	247	8.6	229	7	0	4.3			5	7				
網田	支柱			0	55.6	0	1.5	30	2.1	63	1.8	49	37.4	31	14.5			20	7.4	0	27.2	21	23.2	0	12.1
	ベタ	0				0	5	32	1.9	80	1.5	145	9.6	14	7					0	15	17	9.8	0	9.1
三角町	支柱	0	6.3	0	12.5	0	9.9	54	6.4	0	10.9	0	10.6	9	13.7	0	10.4	0	13.5	0	15.6	0	12.4	0	15.4
	ベタ	2	8.6	0	11.2	0	7.6	10	3.5	3	10.6	6	10.5	14	16	0	9.5	10	12.4	4	15.1	0	12	0	14.6
鏡町	支柱	0	17.1	0	11.1	0	10.3	34	2.4	0	7.8	0	11.8	12	7.1	130	5.9	22	27.6	0	8.4	0	17.2	0	18.9
八代	支柱	0	13.5	0	12.5	80	7.5	23	0.9	0	4.5	0	14.1	0	4.2	0	3.8	5	7.3	0	8.2	0	7.7	0	7.5

地点	漁場	1/7		1/14		1/20		1/27		2/3		2/10		2/17		2/24		3/3		3/10		3/17		3/24	
		C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN	C.spp.	DIN
荒尾	支柱	0	10.8	0	6.9	16	4.4	119	4.2	12	4.2	249	2.7	450	0.9	750	0.8	30	1.5	15	3.5	20	5.4	0	2
	ベタ	40	8.9	0	5.6			12	3.4	0	4.3			700	0.8			40	1.3						
長洲	支柱	40	10.2	32	6.3	0	5.1	85	5.1	5	4.8	201	1.4	1,050	1.1	850	0.8	15	1.7	30	0.5	30	0.6	40	0.4
	ベタ	60	17	0	5.6	16	7.4	137	2.6	0	12.8	94	2.9	75	4.5	550	1.1	160	1.8	12	0.5	0	0.8	40	0.3
岱明	支柱	10	12.3	0	8.1	97	5.7	239	0.5	140	4.1	433	2.1	875	1.9	670	0.7	80	2.9	45	0.6			0	0.6
	ベタ	20	12.3	0	8.8			308	0.7	270	0.4			875	0.8	1,550	0.8	20	2.1	8	1				
大浜	支柱	0	17.8	0	6.2	32	12.3	426	2.6	530	4.4	539	0.7	1,600	0.9	610	0.8	175	3.8		0.6	0	1.3	0	9.2
	ベタ	0	10.3	9	5			160	0.7	295	0.4			1,400	0.7	610	0.8	175	3.5		0	0.5	0	0	0.7
河内	支柱	0	28.3	56	11.3	5	10.8	325	9	660	9.1	850	0.7	654	1.4	1,090	2.7	155	1.8	20	1	0	0.5	0	1.3
	ベタ	40	20.1	41	9.6	61	6	201	3.3	400	3.1	450	0.7	1,153	0.8	680	0.8	0	1.8	25	6.4	300	0.6	0	0.6
松尾	支柱	20	21.7	11	17.5	166	5	210	5.3	130	14.4					440	1.1	150			2.1	0	9.8	0	1.3
	ベタ	10	11.5	42	7.5			213	2	270	1.4					900	0.8		1.5	120	1.8	0	2.9	0	1.2
畠口	支柱	30	9	0	14			205	3	200	6.4			2,250	2			175	1.9						
	ベタ	10	9.1	0	16.7			95	3.3	170	2.8			1,075	1			100	1.6						
網田	支柱			8	16.7	0	8.7			540	1	418	17.6	1,350	0.8	50	8.1					0	6.4	0	0.4
	ベタ			19	6.3					140	1.9			1,250	0.8							0	1.5		
三角町	支柱	10	4.8	79	1	4	2.6	8	1.7			0	1.2	27	1	200	1.1	0	10.7	0	2.2	0	3.8		
	ベタ	15	3.7	62	0.9	34	2.9	0	1.7			11	0.9	0	1.4	210	1.1	0	10	0	1.8	90	2.8		
鏡町	支柱			18	1					30	3.4	0	15.8	0	6	60	4.4	0	4	40	3.8	60	14.5	0	5.5
八代	支柱	220	2.2	37	0.9	12	1.9	0	3.2	20	3.3	0	1.9	0	2.9	0	1.7	0	2.9	30	2.6	0	5.5	0	1.8

表3 ノリ養殖場における *Rhizosolenia* spp.(R.spp.)出現細胞数と DIN の推移

(*Rhizosolenia* spp: cells/mL, DIN: μ g-at/L)

地点	漁場	10/7		10/15		10/21		10/28		11/5		11/11		11/18		11/26		12/5		12/9		12/16		12/25	
		R.spp.	DIN																						
荒尾	支柱			5	10.8			0	6	0	4.8	0	11.4	0	2	0	4.3	0	17.1	0	9.3	0	8	0	13.3
	ベタ									0	4.4			0	2.7	0	3.4			0	6.2	0	10	0	8.5
長洲	支柱			0	11.1	1	2.9	0	6	0	5.9	0	10.6	0	2.7	0	4.5	0	4.7	0	9.5	0	8.8	0	13
	ベタ			2	7.4	0	7.9	1	5.7	0	6.6	0	12.4	0	4.5	0	4			0	18.2	0	7.7	0	17.4
岱明	支柱			1	9	0	1.5	0	4.7	0	7.5	0	9	0	4.3	0	1.2			0	12.7	0	9.1	0	21.5
	ベタ			9	7.7	1	1	0	4.1	0	4.1	0	9.2	0	7.3	0	9.9			0	12.3	0	11.3	0	13.7
大浜	支柱			1	11.8			1	9.9	0	8.6	0	21.2	0	7.4	0	1.5			0	19.3	0	14.8	0	22.3
	ベタ							1	4.3	0	4.9	0	8.3	0	0.7	0	8.6			0	8.9	0	8	0	12.3
河内	支柱	0	9.1	5	10	0	13.7	0	11.1	0	22.4	0	23.3	0	6.2			0	22.3	0	18.6	0	12.2	0	27.4
	ベタ	0	9.9	0	9.4	0	5.7	0	4.7	0	15.2	0	18.3	0	16.2			0	18.3	0	18	0	17.8	1	11.7
松尾	支柱	0	12.9	1	9.2	0	5.8	0	12	0	17.4					0	3.6			0	26.7	0	21.2	0	17.9
	ベタ	0	13.8	0	6.3	0	2.5	0	9.2	0	10					1	1.6			0	12	0	16.3	0	12.7
畠口	支柱			0	20.3			0	10.1	0	8.9	0	9.4	0	6.3	0	7.2			0	12.3	0			
	ベタ			7	16.1			0	2.6	0	5.7	0	8.6	0	7	0	4.3			0	7	0			
網田	支柱			0	55.6	0	1.5	0	2.1	0	1.8	0	37.4	0	14.5			0	7.4	0	27.2	0	23.2	0	12.1
	ベタ			0		0	5	0	1.9	0	1.5	0	9.6	0	7					0	15	0	9.8	0	9.1
三角町	支柱	0	6.3	5	12.5	46	9.9	0	6.4	0	10.9	0	10.6	0	13.7	0	10.4	2	13.5	0	15.6	0	12.4	0	15.4
	ベタ	0	8.6	6	11.2	0	7.6	0	3.5	0	10.6	0	10.5	0	16	0	9.5	0	12.4	0	15.1	0	12	0	14.6
鏡町	支柱	0	17.1	0	11.1	0	10.3	7	2.4	0	7.8	0	11.8	0	7.1	0	5.9	0	27.6	0	8.4	0	17.2	0	18.9
	支柱	0	13.5	0	12.5	0	7.5	0	0.9	0	4.5	0	14.1	0	4.2	0	3.8	0	7.3	0	8.2		7.7	0	7.5

地点	漁場	1/7		1/14		1/20		1/27		2/3		2/10		2/17		2/24		3/3		3/10		3/17		3/24	
		R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN	R.spp.	DIN
荒尾	支柱	0	10.8	10	6.9	5	4.4	9	4.2	0	4.2	6	2.7	19	0.9	8	0.8	0	1.5	0	3.5	24	5.4	0	2
	ベタ	0	8.9	2	5.6			1	3.4	0	4.3			5	0.8			0	1.3						
長洲	支柱	0	10.2	1	6.3	0	5.1	4	5.1	3	4.8	2	1.4	5	1.1	0	0.8	0	1.7	0	0.5	3	0.6	0	0.4
	ベタ	1	17	0	5.6	0	7.4	7	2.6	1	12.8	7	2.9	0	4.5	4	1.1	0	1.8	0	0.5	0	0.8	0	0.3
岱明	支柱	1	12.3	0	8.1	1	5.7	9	0.5	5	4.1	17	2.1	0	1.9	8	0.7	5	2.9	1	0.6			0	0.6
	ベタ	0	12.3	0	8.8			19	0.7	17	0.4			3	0.8	0	0.8	0	2.1	0	1				
大浜	支柱	0	17.8	0	6.2	2	12.3	13	2.6	24	4.4	4	0.7	1	0.9	2	0.8	0	3.8	0	0.6	0	1.3	0	9.2
	ベタ	0	10.3	0	5			9	0.7	17	0.4			1	0.7	1	0.8	0	3.5			0	0.5	0	0.7
河内	支柱	1	28.3	5	11.3	3	10.8	12	9	20	9.1	17	0.7	0	1.4	3	2.7	0	1.8	2	1	0	0.5	0	1.3
	ベタ	1	20.1	1	9.6	9	6	16	3.3	16	3.1	0	0.7	0	0.8	0	0.8	0	1.8	3	6.4	0	0.6	0	0.6
松尾	支柱	0	21.7	4	17.5	5	5	10	5.3	4	14.4					2	1.1			0	2.1	0	9.8	0	1.3
	ベタ	1	11.5	9	7.5			7	2	6	1.4					3	0.8	0	1.5	0	1.8	0	2.9	0	1.2
畠口	支柱	0	9	1	14			5	3	8	6.4			8	2			0	1.9						
	ベタ	1	9.1	2	16.7			7	3.3	14	2.8			11	1			0	1.6						
網田	支柱			3	16.7	0	8.7			8	1	12	17.6	2	0.8	0	8.1					0	6.4	0	0.4
	ベタ			2	6.3					6	1.9			4	0.8							0	1.5		
三角町	支柱	0	4.8	0	1	3	2.6	4	1.7			0	1.2	4	1	8	1.1	1	10.7	0	2.2	0	3.8		
	ベタ	0	3.7	12	0.9	3	2.9	5	1.7			4	0.9	4	1.4	4	1.1	0	10	0	1.8	0	2.8		
鏡町	支柱			4	1					4	3.4	0	15.8	2	6	4	4.4	0	4	0	3.8	0	14.5	0	5.5
	支柱	0	2.2	4	0.9	0	1.9	4	3.2	1	3.3	11	1.9	0	2.9	1	1.7	0	2.9	0	2.6	0	5.5	0	1.8

表4 ノリ養殖場における *Eucampia zodiacus* (E.z)出現細胞数と DIN の推移

(*Eucampia zodiacus*: cells/mL, DIN: μ g-at/L)

地点	漁場	10/7		10/15		10/21		10/28		11/5		11/11		11/18		11/26		12/5		12/9		12/16		12/25	
		E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN
荒尾	支柱			0	10.8			0	6	0	4.8	0	11.4	41	2	24	4.3	0	17.1	0	9.3	0	8	0	13.3
	ベタ									0	4.4			11	2.7	0	3.4			0	6.2	0	10	0	8.5
長洲	支柱			0	11.1	0	2.9	0	6	0	5.9	0	10.6	14	2.7	10	4.5	0	4.7	0	9.5	0	8.8	0	13
	ベタ			0	7.4	0	7.9	0	5.7	0	6.6	0	12.4	0	4.5	33	4			0	18.2	0	7.7	0	17.4
岱明	支柱			0	9	0	1.5	0	4.7	0	7.5	0	9	0	4.3	32	1.2			0	12.7	0	9.1	0	21.5
	ベタ			0	7.7	0	1	0	4.1	0	4.1	0	9.2	0	7.3	23	9.9			0	12.3	0	11.3	0	13.7
大浜	支柱			0	11.8			0	9.9	0	8.6	0	21.2	0	7.4	18	1.5			0	19.3	0	14.8	0	22.3
	ベタ							0	4.3	0	4.9	0	8.3	0	0.7	18	8.6			0	8.9	0	8	0	12.3
河内	支柱	0	9.1	7	10	0	13.7	0	11.1	0	22.4	0	23.3	0	6.2			0	22.3	0	18.6	0	12.2	0	27.4
	ベタ	0	9.9	0	9.4	0	5.7	0	4.7	0	15.2	0	18.3	0	16.2			0	18.3	0	18	0	17.8	0	11.7
松尾	支柱	0	12.9	0	9.2	0	5.8	0	12	0	17.4					0	3.6			0	26.7	0	21.2	0	17.9
	ベタ	0	13.8	0	6.3	0	2.5	0	9.2	0	10					62	1.6			0	12	0	16.3	0	12.7
畠口	支柱			0	20.3			0	10.1	0	8.9	0	9.4	6	6.3	39	7.2			0	12.3				
	ベタ			0	16.1			0	2.6	0	5.7	0	8.6	4	7	2	4.3			0	7				
網田	支柱			0	55.6	0	1.5	0	2.1	0	1.8	0	37.4	2	14.5			14	7.4	0	27.2	6	23.2	0	12.1
	ベタ			0	5	0	5	0	1.9	0	1.5	0	9.6	0	7					0	15	0	9.8	0	9.1
三角町	支柱	0	6.3	0	12.5	0	9.9	0	6.4	0	10.9	0	10.6	2	13.7	0	10.4	0	13.5	0	15.6	0	12.4	0	15.4
	ベタ	0	8.6	0	11.2	0	7.6	0	3.5	0	10.6	0	10.5	6	16	0	9.5	4	12.4	0	15.1	0	12	0	14.6
鏡町	支柱	0	17.1	0	11.1	0	10.3	0	2.4	0	7.8	0	11.8	0	7.1	0	5.9	0	27.6	0	8.4	0	17.2	0	18.9
八代	支柱	0	13.5	0	12.5	0	7.5	0	0.9	0	4.5	0	14.1	3	4.2	0	3.8	0	7.3	0	8.2	0	7.7	0	7.5

地点	漁場	1/7		1/14		1/20		1/27		2/3		2/10		2/17		2/24		3/3		3/10		3/17		3/24	
		E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN	E.z.	DIN
荒尾	支柱	0	10.8	0	6.9	57	4.4	74	4.2	0	4.2	0	2.7	21	0.9	38	0.8	153	1.5	17	3.5	0	5.4	145	2
	ベタ	0	8.9	0	5.6			0	3.4	0	4.3			24	0.8			2	1.3						
長洲	支柱	0	10.2	0	6.3	0	5.1	0	5.1	0	4.8	0	1.4	10	1.1	181	0.8	41	1.7	360	0.5	160	0.6	860	0.4
	ベタ	0	17	0	5.6	0	7.4	10	2.6	0	12.8	0	2.9	0	4.5	65	1.1	93	1.8	540	0.5	0.8	180	0.3	
岱明	支柱	0	12.3	0	8.1	0	5.7	3	0.5	0	4.1	0	2.1	0	1.9	79	0.7	163	2.9	280	0.6		1,030	0.6	
	ベタ	0	12.3	0	8.8			1	0.7	54	0.4			32	0.8	67	0.8	6	2.1	150	1				
大浜	支柱	0	17.8	0	6.2	14	12.3	0	2.6	0	4.4	36	0.7	76	0.9	146	0.8	95	3.8	700	0.6	850	1.3	770	9.2
	ベタ	0	10.3	0	5			0	0.7	0	0.4			32	0.7	19	0.8	5	3.5		900	0.5	2,000	0.7	
河内	支柱	0	28.3	0	11.3	0	10.8	0	9	44	9.1	79	0.7	33	1.4	152	2.7	0	1.8	670	1	1,500	0.5	220	1.3
	ベタ	0	20.1	0	9.6	0	6	0	3.3	0	3.1	0	0.7	20	0.8	67	0.8	0	1.8	290	6.4	1,000	0.6	760	0.6
松尾	支柱	0	21.7	0	17.5	7	5	0	5.3	39	14.4					25	1.1	108		350	2.1	1,000	9.8	820	1.3
	ベタ	0	11.5	0	7.5			0	2	0	1.4					77	0.8	121	1.5	210	1.8	750	2.9	580	1.2
畠口	支柱	0	9	0	14			29	3	0	6.4			169	2			128	1.9						
	ベタ	0	9.1	0	16.7			0	3.3	0	2.8			157	1			275	1.6						
網田	支柱			0	16.7	0	8.7			47	1	39	17.6	59	0.8	9	8.1				1,000	6.4	1,080	0.4	
	ベタ			31	6.3			0	1.9					95	0.8						1,000	1.5			
三角町	支柱	0	4.8	4	1	23	2.6	29	1.7			0	1.2	0	1	0	1.1	0	10.7	0	2.2	0	3.8		
	ベタ	0	3.7	67	0.9	4	2.9	0	1.7			0	0.9	0	1.4	0	1.1	0	10	0	1.8	2	2.8		
鏡町	支柱			0	1					0	3.4	0	15.8	0	6	0	4.4	0	4	0	3.8	0	14.5	0	5.5
八代	支柱	0	2.2	29	0.9	3	1.9	0	3.2	0	3.3	0	1.9	0	2.9	0	1.7	0	2.9	0	2.6	0	5.5	50	1.8

重要貝類資源回復事業Ⅰ （ 県単・令達 ） 平成25～27年度 （アサリ生息状況調査）

1 緒言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年に65,732トンと過去最高を示して以降、減少傾向に転じ平成9年に1,009トンまで減少した。その後、平成15年から平成19年にかけて数千トン程度と回復の兆しがみえたが、再び減少し、近年は約数百トン程度の低い漁獲量で推移しており、アサリ資源の回復は喫急の課題である。

本事業では、本県のアサリ主要漁場である緑川河口域及び菊池川河口域におけるアサリ資源動向を把握することを目的として、アサリ生息状況調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目及び内容

ア 緑川河口域アサリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成26年6月11～13日、16～17日）と後期調査（平成26年8月8日、11～14日）の2回、干潟上に設定した123定点（図1）で各定点毎に25cm方形枠による枠取りを2回実施し、1mm目合いのふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数及び殻長を計測した。

イ 菊池川河口域アサリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成26年7月28日）及び後期調査（平成26年9月11日）の2回、滑石地先干潟上に設定した45定点（図1）で各定点毎に10cm方形枠による枠取りを4回実施し、1mm目合いのふるいに残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数及び殻長を計測した。

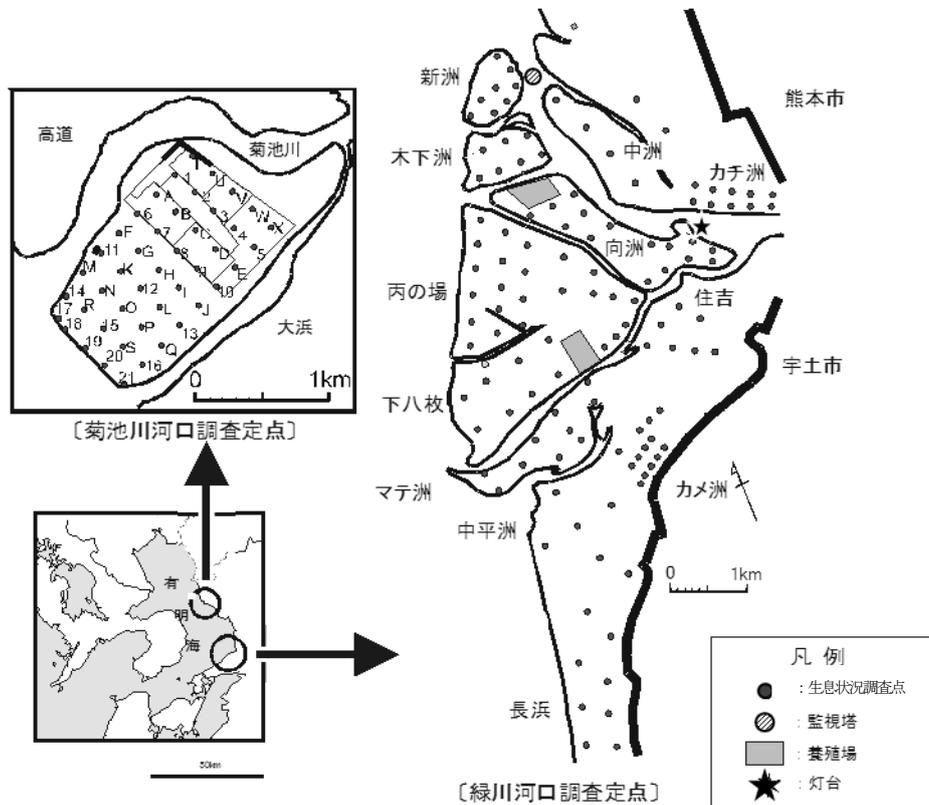


図1 アサリ生息状況調査定点

3 結果および考察

(1) 緑川河口域アサリ生息状況調査

図2にアサリの生息状況を、図3に殻長組成、図4及び図5に主な調査区域におけるアサリの殻長組成を示した。また、表1に平成16年からの生息状況調査結果を示した。

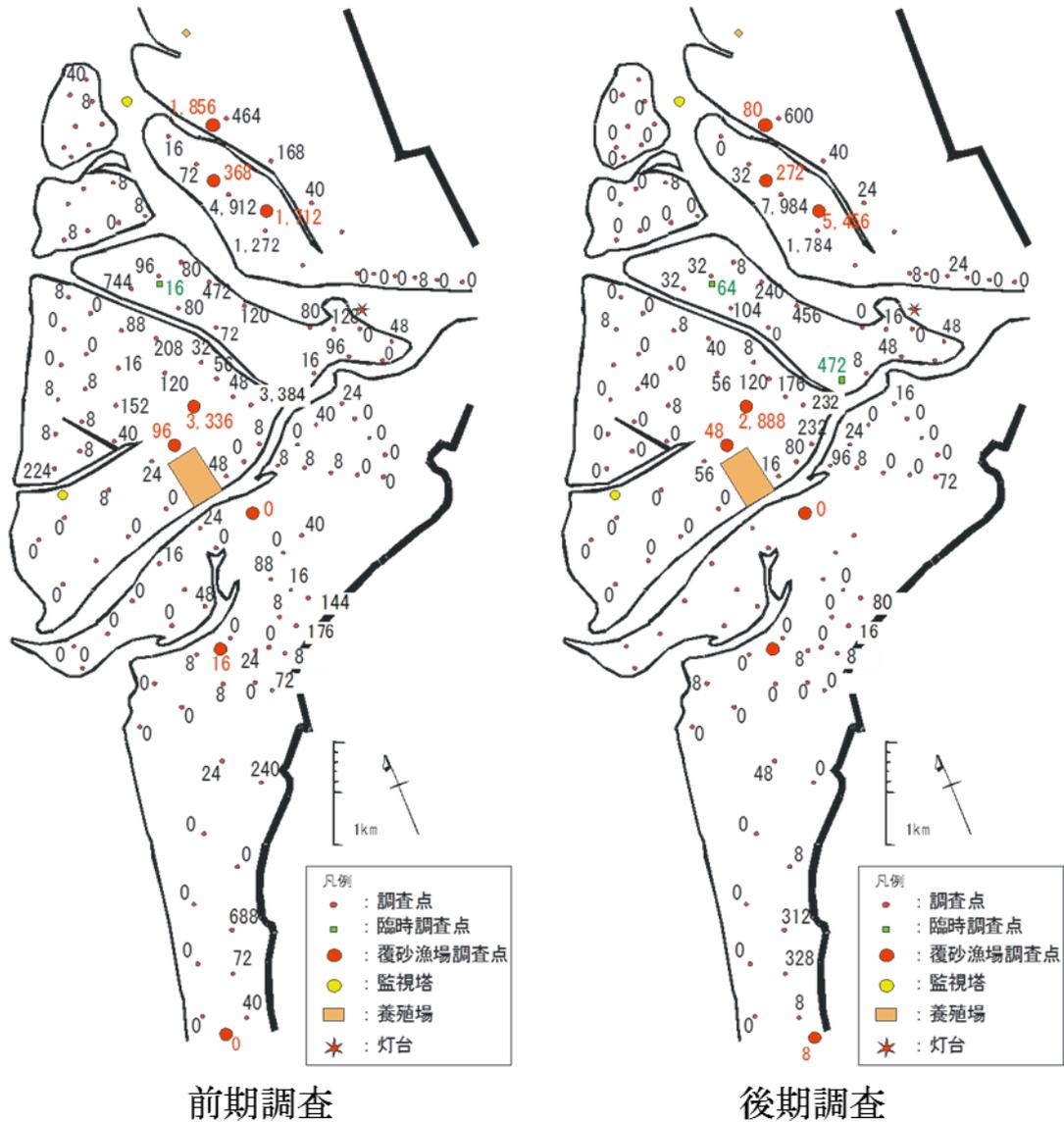


図2 平成26年緑川河口域アサリ生息状況（単位：個／㎡）

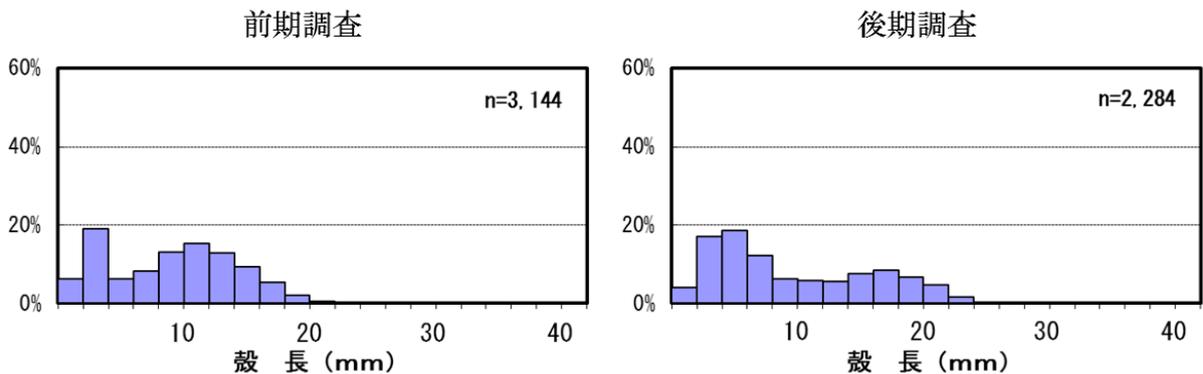


図3 平成26年緑川河口域アサリ殻長組成（全定点）

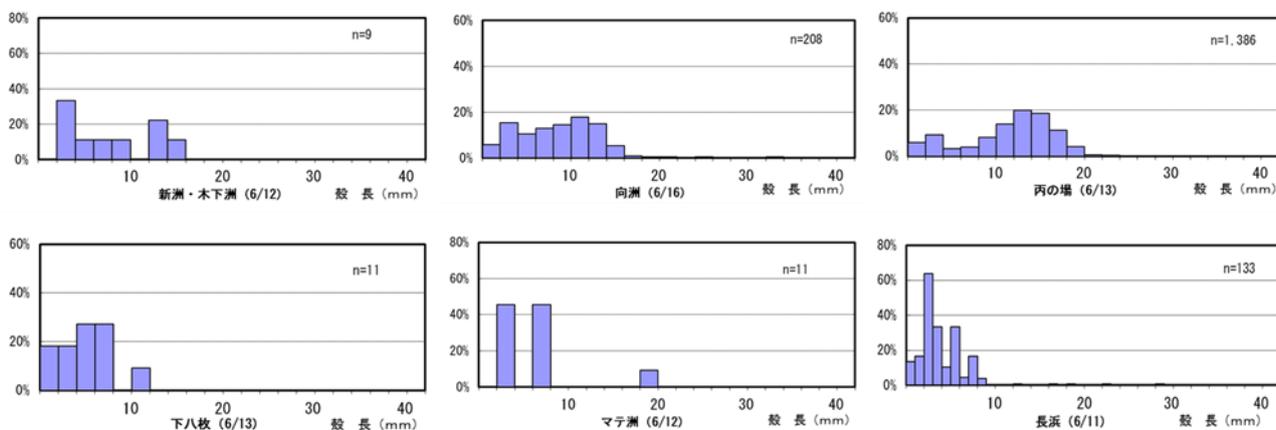


図4 平成26年緑川河口域アサリ生息状況調査（前期調査）で確認されたアサリの殻長組成

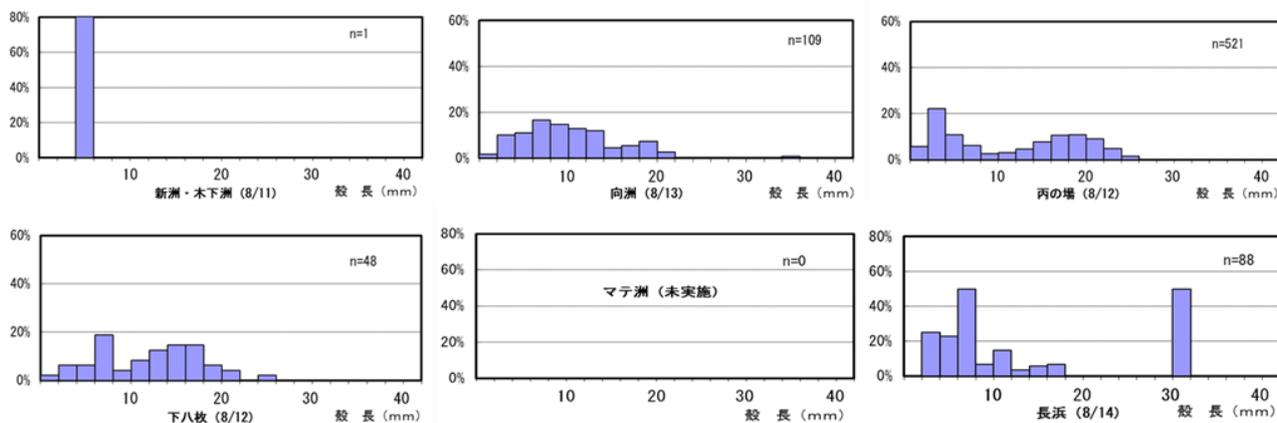


図5 平成26年緑川河口域アサリ生息状況調査（後期調査）で確認されたアサリの殻長組成

前期の調査では、緑川河口全域でアサリの生息が認められ、丙の場や中洲で高い生息数が認められた。これらのアサリは、殻長4mm前後及び12mm前後を中心とした殻長2～14mmのものが主体で、平成25年の秋生まれの群が主体と考えられた。

平成4年度の調査開始から継続して調査している75定点において、生息密度が1,000個/m²を越えた定点は2点であった（平成25年前期0点）。アサリの生息が確認できなかった定点は20点と平成25年の24点より減少した。

また、平均生息密度は163個/m²で、平成25年の平均生息密度82個/m²を上回った。このうち、平成25年秋以降着底したと考えられる殻長10mm未満の稚貝は114個/m²であり、平成25年の76個/m²よりも増加したが、生息密度が低い状況は依然続いていることが示唆された。

後期の調査では、緑川河口全域でアサリの分布が認められ、前期の調査と同様に丙の場や中洲で高密度の生息が確認された。

確認されたアサリは、殻長2～8mmを中心とした平成26年春生まれの稚貝及び殻長14～20mmを中心とした平成25年秋生まれの群が主体と考えられた。

平成4年度の調査開始から継続して調査している75定点において、生息密度が1,000個/m²を越えた定点は2点であった（平成25年1点）。アサリの生息が確認できなかった定点は41点と平成25年の29点と比

較して大きく増加した。また、平均生息密度は、183 個/㎡で平成 25 年度の 51 個/㎡を上回った。このうち、平成 26 年春生まれの群と考えられる殻長 10 mm未満の稚貝は 107 個/㎡と平成 25 年度の 48 個/㎡よりも増加した。

後期調査の結果から得られた殻長 10mm 以上のアサリの平均生息密度と翌年の漁獲量との相関関係から、平成 26 年の緑川河口域におけるアサリの漁獲量を推定すると、約 600 トン程度であると予想された。

表 1 緑川河口域主要分布地区におけるアサリ平均生息密度の推移（平成 17 年～26 年）

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
第1回調査(毎年6月頃)	486 (415)	1,374 (1,265)	386 (114)	237 (204)	407 (384)	337 (324)	158 (33)	96 (92)	82 (76)	163 (114)
第2回調査(毎年8月頃)	309 (211)	945 (380)	154 (30)	157 (65)	77 (64)	434 (291)	56 (8)	62 (28)	51 (48)	183 (107)
アサリ漁獲量	3,236	2,031	3,341	2,067	161	27	1,309	773	97	23

【注1】()内の数値は殻長10mm未満のアサリ平均生息密度 【注2】アサリ漁獲量は聞き取り調査による数値

(2) 菊池川河口域アサリ生息状況調査

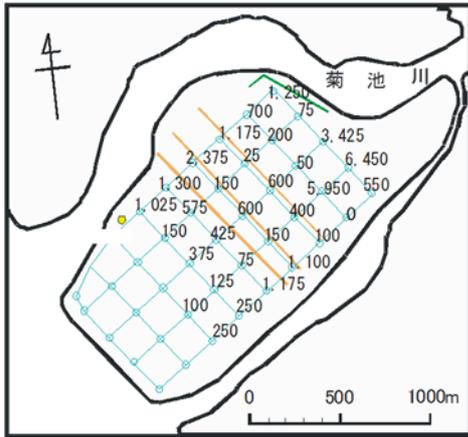
図 6 にアサリの生息状況および殻長組成を、表 2 に平成 16 年からの生息状況調査結果を示した。

前期調査では、調査を実施した多くの地点でアサリの分布が確認された。最も南側の調査ラインは、欠測した。調査で確認したこれらのアサリは、平成 25 年春期及び秋生まれの群と考えられる殻長 2～16mm を中心としたアサリが主体だった。

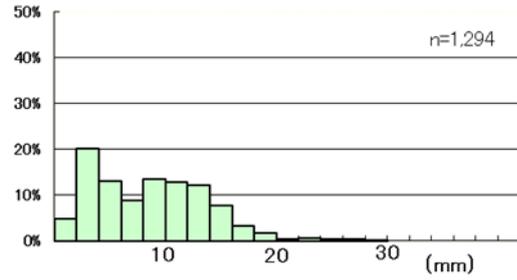
生息密度が 10,000 個/㎡を超えた調査点は平成 25 年と同様に 0 点であった。平均生息密度は、平成 25 年の 260 個/㎡に対し 809 個/㎡と増加した。また、平成 25 年秋生まれ群と考えられる殻長 10mm 未満の稚貝の平均生息密度は平成 25 年の 126 個/㎡に対し、489 個/㎡と増加した。

後期調査でも、調査を実施した多くの定点でアサリの生息が確認された。これらのアサリは、平成 25 年秋生まれ及び平成 26 年春生まれと考えられる殻長 2～18mm を中心とした群が主体だった。

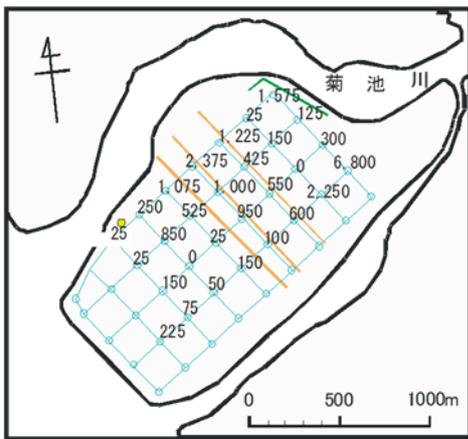
生息密度が 1,000 個/㎡を超えた調査点は平成 25 年の 3 点に対し、7 点と増加した。また、平均生息密度は、平成 25 年の 247 個/㎡に対し 549 個/㎡と増加した。このうち、殻長 10mm 未満の稚貝も平成 25 年の 99 個/㎡に対し 164 個/㎡と増加した。



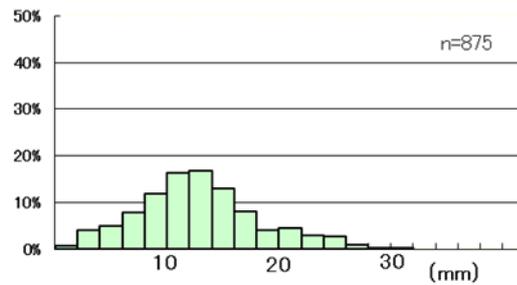
前期調査 アサリ平均生息密度 単位：個/㎡



前期調査 アサリ殻長組成



後期調査 アサリ平均生息密度 単位：個/㎡



後期調査 アサリ殻長組成

図 6 平成 26 年度菊池川河口域アサリ生息状況および殻長組成

表 2 菊池川河口域におけるアサリ平均生息密度の推移 (平成 17 年～26 年)

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
第1回調査 (毎年6月頃)	10,404 (10,133)	3,778 (2,628)	2,076 (1,328)	1,979 (1,596)	1,023 (673)	5,343 (5,081)	1,243 (76)	1,928 (1,055)	260 (126)	809 (489)
第2回調査 (毎年9月頃)	4,752 (1,571)	1,167 (277)	1,152 (689)	2,701 (1,400)	629 (93)	3,100 (921)	595 (151)	146 (50)	247 (99)	549 (164)
菊池川河口域 アサリ漁獲量(t)	1,824	634	309	878	13	69	107	40	0	8

重要貝類資源回復事業Ⅱ（県単・令達 平成25～27年度）

（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査）

1 緒言

本事業では、アサリ資源の回復に向けた取組の一環として、アサリ産卵状況を把握することを目的に、緑川河口域におけるアサリの肥満度調査、及び本県の有明海沿岸主要漁場におけるアサリ浮遊幼生調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目および内容

ア アサリ肥満度調査

調査に用いたアサリは概ね月2回、採貝期間中に緑川河口域で漁業者によって漁獲された殻幅13mm以上の個体を100個体用いた。採取後から分析まで -30°C 以下で冷凍保存し、分析時は解凍して殻長(mm)、殻幅(mm)、殻高(mm)、軟体部湿重量(g)を測定した。なお、肥満度は、軟体部湿重量/(殻長×殻幅×殻高)×1000で算出した。

イ アサリ浮遊幼生調査

調査地点は、各主要漁場の干潟から急に水深が深くなるいわゆる段落ち部の、水深約5mの海域で、荒尾地先2点、菊池川河口域2点、緑川河口域4点の合計8点を設定した(図1)。調査は4月から12月まで月1回、小潮時の満潮2時間前から満潮時にかけて行った(8月、12月は全定点で、5月、9月、11月は荒尾・菊池川の定点で悪天候により欠測)。

浮遊幼生の採取は、各調査定点の海底上1mから水中ポンプで200ℓ採水し、 $100\mu\text{m}$ 目合いのネットで濾過して行い、試料中のアサリ幼生を計数した。なお、試料中のアサリ浮遊幼生の同定は、モノクローナル抗体による蛍光抗体法で行った。

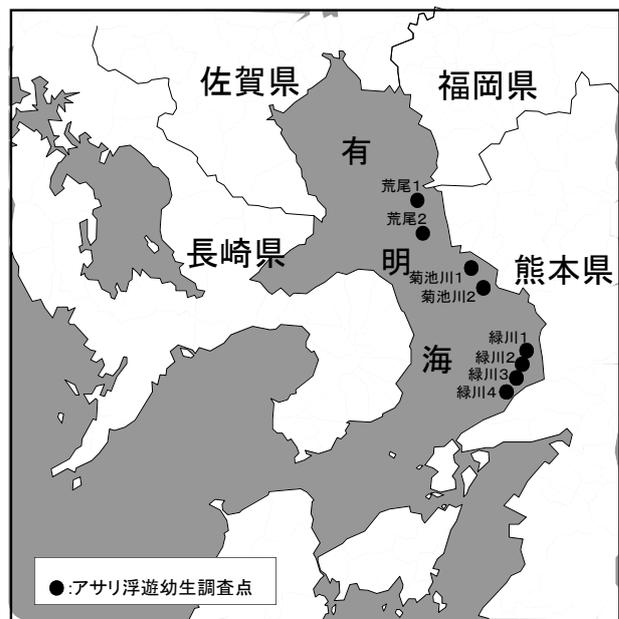


図1 アサリ浮遊幼生調査定点

3 結果および考察

(1) アサリ肥満度調査

図2にアサリ肥満度の推移を示した。併せて平成27年の結果と比較するため、平成17年から平成26年までの10年間の平均値を示した。

肥満度は4月の測定開始時に21.7で、その後徐々に低下し8月には、16.5にまで低下した。その後増加し、11月には20.5となり、さらに12月から1月は16～17前後へと減少したが、1月から3月にかけては、17.4から24.0に上昇した。

平成25年の結果と比較すると、平成26年7月から11月まで、肥満度は平成25年の同時期と比べ高い傾向で推移しており、全体を通してみても、平成26年が高い傾向であった。

10年間平均値と比較すると、肥満度は平均値よりも高い値を示した11月と2月を除けば、ほぼ同じ傾向

で推移した。

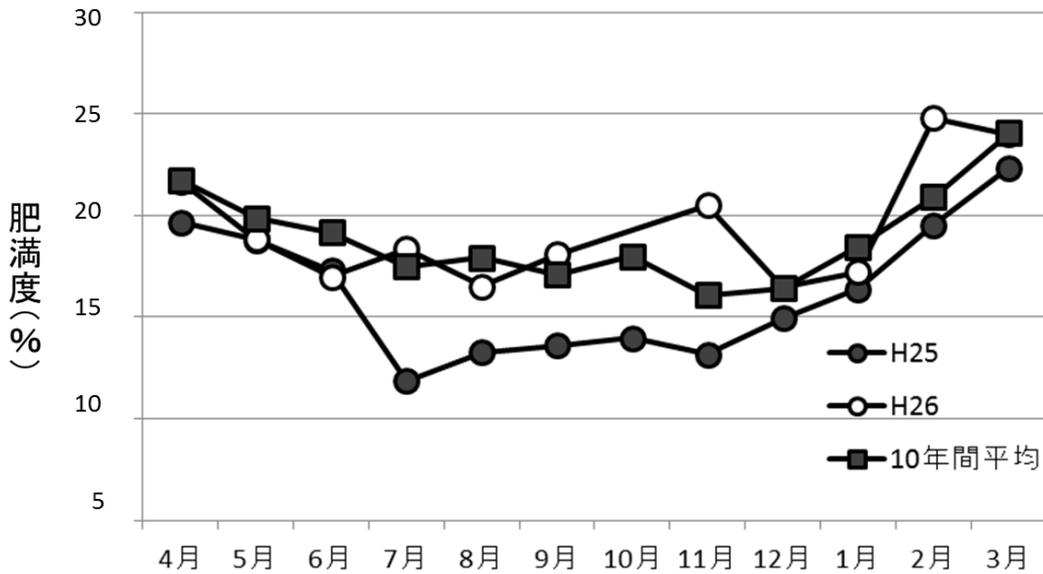


図2 平成26年4月から平成27年3月までの肥満度の推移

(2) アサリ浮遊幼生調査

図3に主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移を示した。

春季発生群は、荒尾地先と菊池川河口域及び緑川河口域における4月以降の調査で5月の調査時に初めて浮遊幼生を確認した。各漁場とも密度のピークは6月上旬で平成25年よりも1ヶ月程度早く、これまでの調査ではおおむね5月にピークを迎えていたのに対して1ヶ月程度遅かった。一方、ピーク時の密度は、各漁場とも5~40個/m³と春季発生群としてはこれまでの調査結果(概ね100個/m³前後)よりも低い値であった。

秋季発生群は、荒尾地先と菊池川河口域及び緑川河口域において10月中旬から浮遊幼生が確認され、緑川河口域では11月中旬に密度のピークが見られたが最大で150個/m³であり、昨年の50個/m³よりは増加していたが、資源状態が好調であった平成14年から平成18年頃の最大値(1,000個/m³程度)と比較すると、依然少ない状況であった。

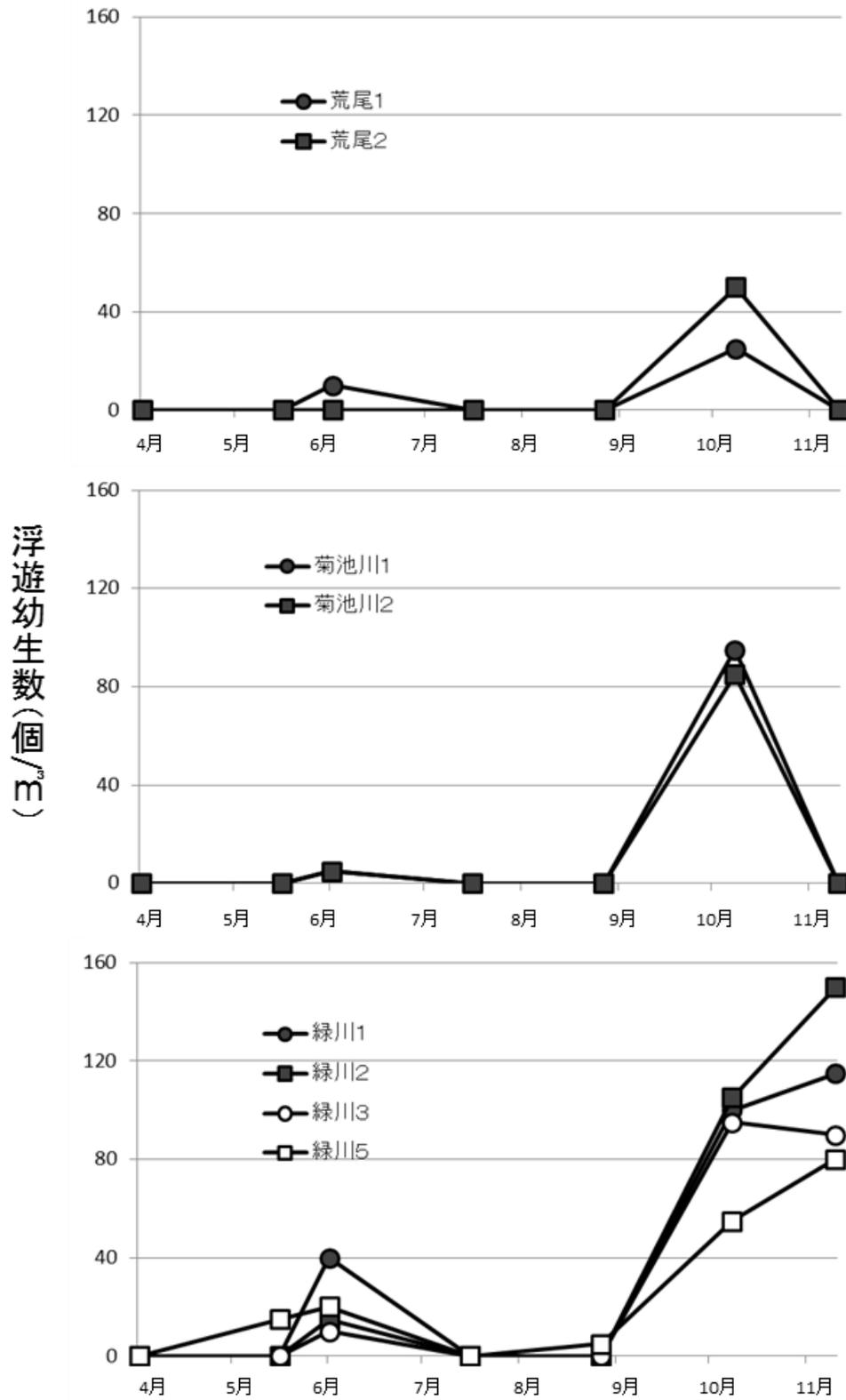


図3 主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移

重要貝類資源回復事業Ⅲ（^{県単}平成25年度～27年度） （アサリ餌料環境調査）

1 緒言

本県アサリ資源の低下要因として、秋期産卵群による浮遊幼生の発生量の低下や秋期産卵群の肥満度低下が考えられ、この原因として餌料環境が悪化し、肥満度や浮遊幼生の発生量に影響している可能性があげられている。

本事業では餌料環境とアサリ肥満度の関連性を明らかにするため、アサリ漁業では未利用海域であり、アサリが常時海水中の餌料プランクトンを摂餌できる潮下帯で飼育試験を行い、新たな産卵場としての潮下帯の利用の可能性について調査を行った。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、柘原正久、川崎信司

(2) 調査項目及び内容

ア 調査日 平成26年4月から7月まで(飼育試験A)、同年10月から平成27年3月まで(飼育試験B)

イ 調査点 緑川河口域 (図1)

①潮下帯：非アサリ漁場で干出ししない。

②潮間帯Ⅰ：アサリ漁場で干出時間が長い。

③潮間帯Ⅱ：アサリ漁場で干出時間が1月当たり1週間未満と②よりも短い。

ウ 調査方法

① アサリ飼育試験

平成26年4月から7月までの飼育試験Aについては、縦60cm×30cm、目合い約4mmの網袋に、粒径15mmの砂利を4kgと、平均殻長29.4mmのアサリを100個入れたものを、①潮下帯、②潮間帯Ⅰ、③潮間帯Ⅱへそれぞれ計10袋ずつ設置した。設置後1か月おきに袋内で生残しているアサリについて殻長(mm)、殻幅(mm)、殻高(mm)、軟体部湿重量(g)を測定し、 $\frac{\text{軟体部湿重量}}{(\text{殻長} \times \text{殻幅} \times \text{殻高})} \times$

1000により肥満度を求めた。なお、試験途中でアサリを追加した場合は、現地馴致時間を1ヶ月以上おいてから、サンプルとして使用した。

また、平成26年10月から平成27年3月までの飼育試験Bは、図2に示すように網袋をロープで連結し、船上から容易に取り上げる構造にして試験を行った。

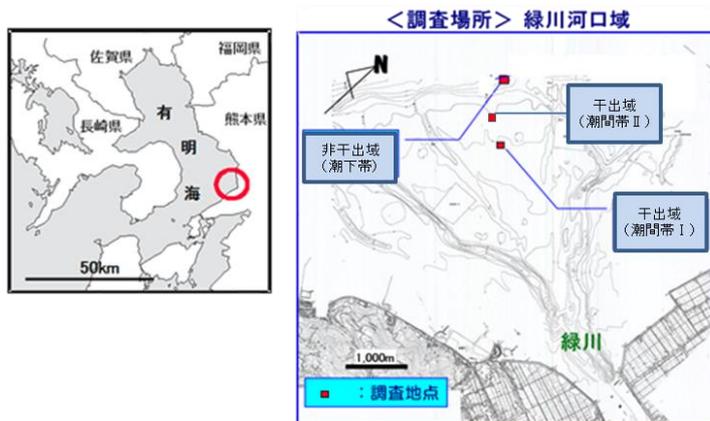


図1 アサリ餌料環境調査定点

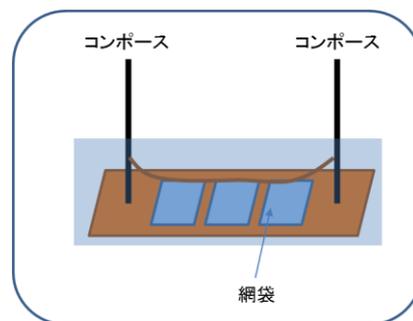


図2 アサリ飼育試験模式図

3 結果及び考察

図3に、平成26年4月から7月に行った飼育試験Aにおけるアサリの肥満度の推移を示した。

飼育試験は、平成25年9月25日に試験を開始しており、平成25年9月から平成26年2月までの結果については、既報の平成25年度事業報告書において報告済みであるが、試験結果の連続性を重視し、平成25年9月から平成26年7月までの肥満度の推移について示した。

試験開始時13.6だった肥満度は、潮間帯Ⅰのアサリは、11月上旬までほとんど変化しないまま推移し、11月21日に10.1にまで減少した。その後、増加傾向に転じ、平成26年1月7日には25.1にまで上昇した。平成27年3月の調査が時化により中止となり、さらに4月の調査時も時化により潮間帯のサンプルが採取できなかったことから、この間の肥満度の推移については明らかではないが、5月には19.6%にまで減少しており、その後さらに減少し、最後のサンプリングとなる7月には16.0%にまで減少した。

潮下帯は試験開始後、すぐに16.1%に上昇し、平成27年2月にすべての試験区の肥満度が25%を超えた時を除けば、他の2試験区よりも高い値で推移した。

潮間帯Ⅱのアサリの肥満度は、潮間帯Ⅰと潮下帯の間を推移しており、やや潮間帯Ⅰに近い値となることはあったが、潮下帯の値を超えることは試験期間を通じてなかった。

試験を通じて、潮下帯と潮間帯Ⅰの値が大きくかい離する時期は、肥満度が減少に転じた直後が最も大きくなっていた。

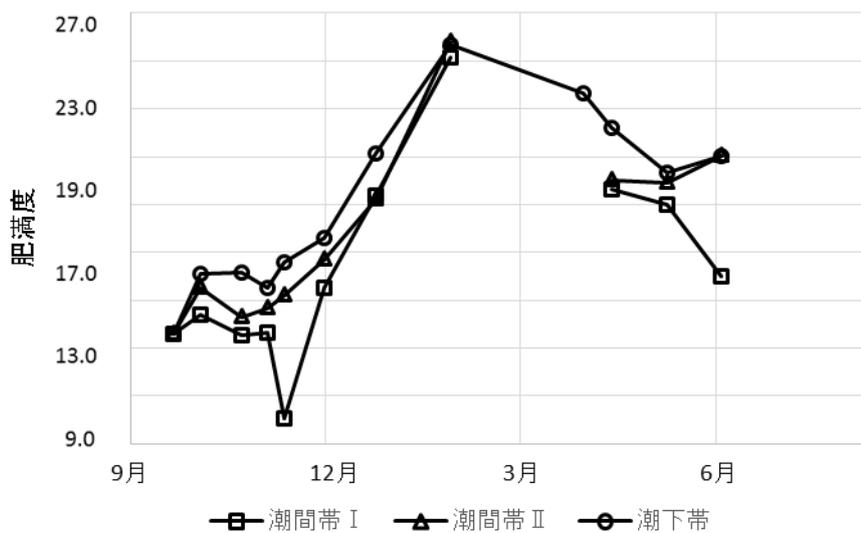


図3 アサリ飼育試験①結果 (肥満度)

図4に平成26年10月から平成27年3月まで行った飼育試験Bにおけるアサリの肥満度の推移を示した。

試験開始時19.1%だった肥満度は、潮間帯Ⅰのアサリは、12月中はほとんど変化しないまま推移し、2月に25.9%にまで増加した。潮下帯は、潮間帯Ⅰと同様に12月中は大きな変化が見られなかったが、2月には27.1%まで増加した。潮間帯Ⅱのサンプルは、試験開始直後から網袋が干潟土壤に埋没し、船上からの取り上げが出来ない状態に陥ったため、潜水作業により網袋を引き上げるまでサンプル採取することができなかった。

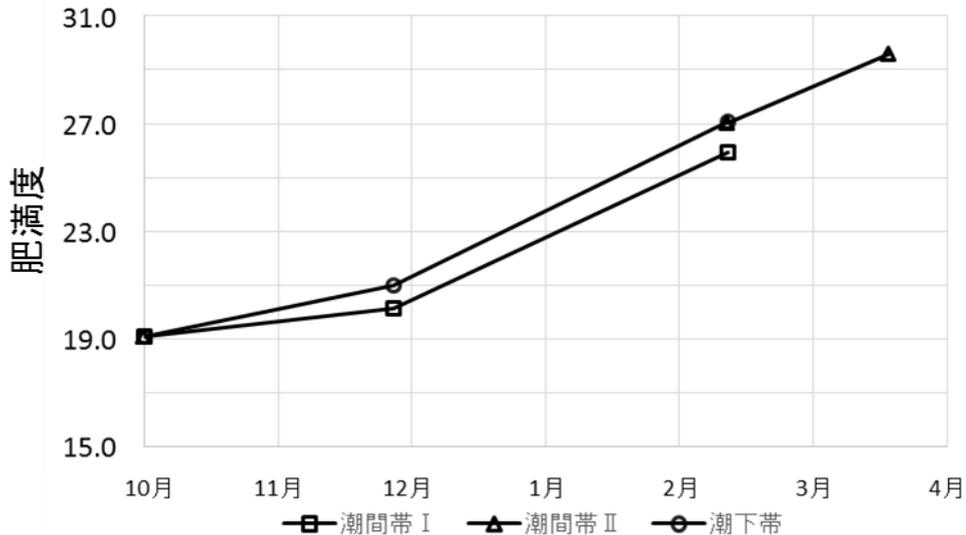


図4 アサリ飼育試験②結果（肥満度）

飼育試験①及び②の結果から、潮下帯におけるアサリの肥満度は、潮間帯と比較して高い傾向にあることが追認された。今後は潮下帯で飼育したアサリが、実際に性成熟し、産卵するかどうかの確認を生殖腺の観察等で行う必要があると考えられた。

また今回、コンポース間にロープをはり、網袋を結びつけることで管理を容易にすることを目指していたが、実際には網袋が埋没してしまうと、取り上げ自体が難しくなってしまったことから、網袋の管理手法について、より簡便に行える方法を検討する必要がある。

重要貝類資源回復事業Ⅳ （県単・令達 平成25～27年度）

（ハマグリ生息状況調査）

1 緒言

熊本県のハマグリ漁獲量は、昭和49年の5,855トン进行ピークに年々減少し、平成16年には50トンと過去最低を記録した。近年では100トン前後で漁獲されており、依然として低位であるため、漁獲量の高位安定化を図ることが重要な課題となっている。

この調査では、ハマグリ資源の動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域ハマグリ生息状況調査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目および内容

ア 緑川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成26年6月23～26日、7月5日）と後期調査（平成26年8月19～22日、9月3日）の2回、干潟上に設定した調査定点123ヶ所（図1）で25cm方形枠による枠取りを2回実施し、1mm目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

イ 菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成26年7月9日）および後期調査（平成26年9月5日）の2回、滑石地先干潟上に設定した調査定点45カ所（図1）で10cm方形枠による枠取りを4回実施し、1mm目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

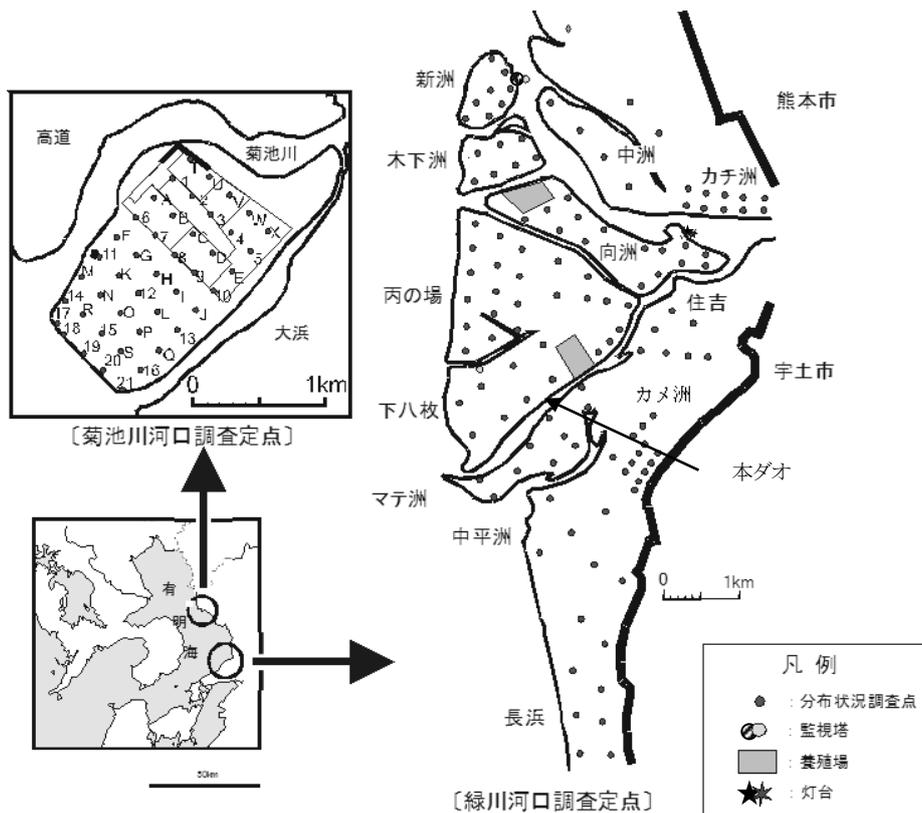


図1 ハマグリ生息状況調査定点

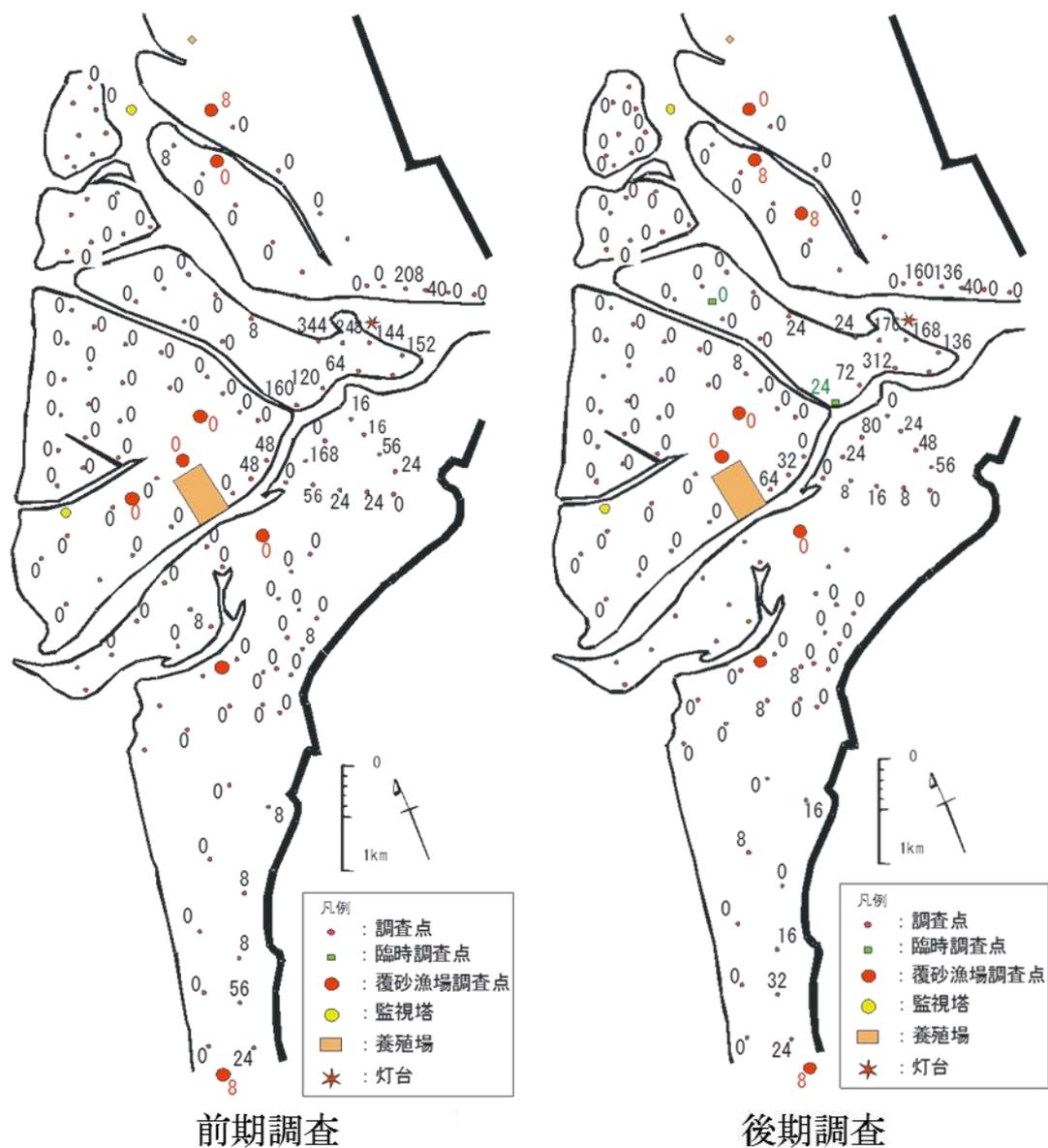


図2 平成26年緑川河口域ハマグリ生息状況（単位：個/m²）

3 結果および考察

(1) 緑川河口域ハマグリ生息状況調査

図2にハマグリが生息状況、図3に殻長組成、表1に平成18年からの生息状況調査結果を示した。

前期の調査では、向洲の河口側と住吉地先で生息がみられ、河口域の沖側ではほとんど確認されなかった。カチ洲、住吉、カメ洲、長浜や向洲と丙の場の滞筋といった経年調査定点の平均生息密度は平成25年の73個/m²に対して37個/m²と低く、平成25年夏以降発生した群であるとみられる殻長10mm未満の稚貝の平均生息密度は、平成25年の61個/m²に対し17個/m²と低くなった。主要地区のうち生息密度が100個/m²を越えた調査点は、平成25年の8定点に対し7定点と減少し、前期の調査結果から生息状況は平成25年より悪くなっていると考えられた。

後期の調査でも同様に、向洲の河口側とその周辺の本ダオ筋や住吉地先を中心に生息がみられた。主要生息地区の平均生息密度は、平成25年の37個/m²に対して34個/m²と減少し、10mm未満の稚貝の平均生息密

度も、平成 25 年の 21 個/m²に対し 10 個/m²と減少した。しかし、生息密度 100 個/m²を超えた調査点は平成 25 年と同じ 6 点であった。

本海域におけるハマグリ生息数が非常に少ない状況は、依然継続していると考えられる。

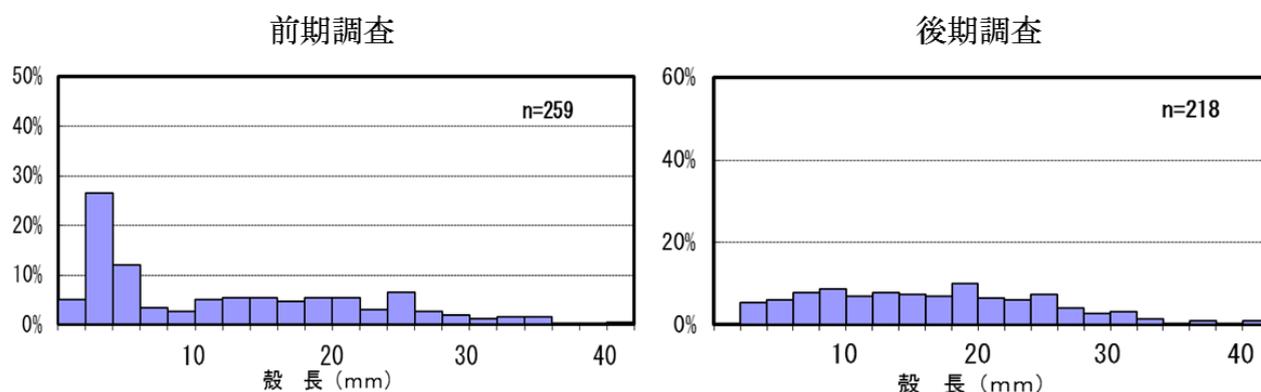


図 3 平成 26 年緑川河口域ハマグリ殻長組成 (全定点)

表 1 緑川河口域の経年調査定点におけるハマグリ平均生息密度の推移 (平成 18 年～)

(単位 生息密度:個/m²)

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
第1回調査(毎年6月頃)	152 (139)	62 (38)	291 (275)	207 (151)	147 (115)	52 (25)	30 (8)	73 (61)	37 (17)
第2回調査(毎年8月頃)	91 (44)	30 (13)	322 (268)	72 (39)	83 (52)	32 (11)	60 (54)	37 (21)	34 (10)
緑川主要漁協のハマグリ漁獲量(t)	58	152	164	65	152	108	55	55	62

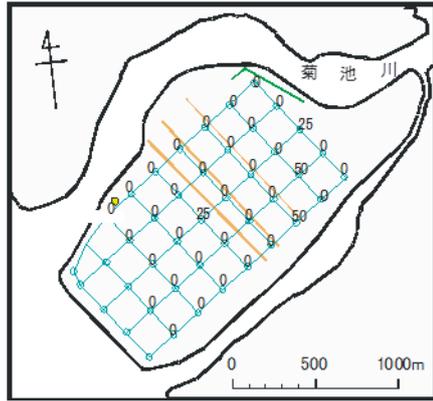
【注】()内の数値は殻長10mm未満のハマグリ平均生息密度

(2) 菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

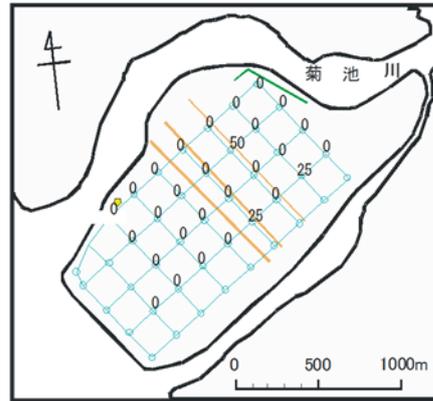
図 4 にハマグリの生息状況および殻長組成を、表 2 に平成 18 年からの生息状況調査結果を示した。

前期の調査では 4 定点で生息が確認され、平成 25 年の 1 点と比較して増加した。平均生息密度は平成 25 年の 1 個/m²に対して、4 個/m²とわずかに増加したが、平成 21 年夏以降、稚貝の加入量が少なかった状況は継続しており、厳しい状況は継続していると推察され、資源状況のさらなる悪化が危惧された。

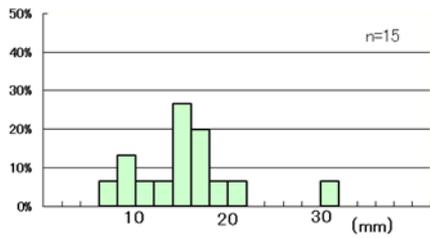
後期の調査では、3 定点で生息が確認された。最も南側の調査ラインは欠測した。ハマグリの平均生息密度は平成 25 年の 83 個/m²から 3 個/m²に大幅に減少し、平成 25 年夏発生群とみられる殻長 10~20 mm前後の稚貝の生息密度がその大半を占めていた。平成 18 年以降同時期の調査結果と比較すると最も低い生息密度となっており、一層の資源管理が必要であると示唆された。



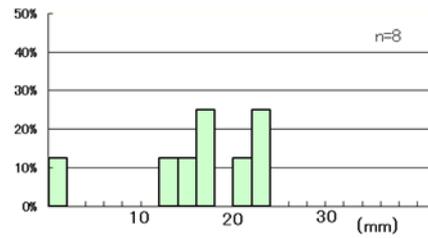
前期調査 ハマグリ平均生息密度 単位：個/m²



後期調査 ハマグリ平均生息密度 単位：個/m²



前期調査 ハマグリ殻長組成



後期調査 ハマグリ殻長組成

図4 平成26年度菊池川河口域ハマグリ生息状況および殻長組成

表2 菊池川河口域におけるハマグリ平均生息密度の推移 (平成18年～26年)

	(単位:個/m ²)								
	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26
第1回調査(毎年6月頃)	71 (66)	34 (1)	87 (69)	38 (4)	20 (15)	29 (3)	13 (2)	1 (0)	4 (1)
第2回調査(毎年9月頃)	37 (5)	521 (508)	94 (32)	24 (16)	15 (1)	18 (0)	6 (2)	83 (81)	3 (1)

※注 ()内の数値は殻長10mm未満の稚貝の生息密度

重要貝類資源回復事業 V (県 単)

平成 25～27 年度

(球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査)

1 緒 言

本調査では、ハマグリの資源管理手法確立の基礎資料とするため、本県海域のハマグリ主要漁場の一つである球磨川河口域において、ハマグリの生息状況調査を実施した。

2 方 法

- (1) 担当者 諸熊孝典、内川純一、栃原正久、川崎信司
- (2) 調査項目および内容
 - ア 調査場所 球磨川河口域の図1に示す4点
 - イ 調査時期 平成26年5月から平成27年3月までの各月1回
 - ウ 方法
 - (ア) ハマグリ分布調査



図1 球磨川河口域調査定点

干潟上の各調査定点において50 cm方形枠による枠取りを3回実施し、1 mmメッシュのふるいで選別して試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数の計数および殻長を測定し、1 m²あたりの生息密度を算出した。

(イ) 酸揮発性硫化物 (AVS)

各定点で内径44 mmの円筒を用いて底土を深さ約10 cm採取し、酸揮発性硫化物を検知管法により測定した。

3 結果および考察

(1) ハマグリ分布調査結果

6月、9月および1月の調査は天候不良のため中止した。

各定点のハマグリ分布密度の推移を図2に示した。5月の調査から8月にかけて、0～19 個/m²の低密度で推移した。10月調査では全定点で分布密度の増加が確認された。

分布調査で得られたハマグリの各月の殻長組成を図3～4に示した。5月及び7月の定期調査では、殻長2～4 mmをピークとする殻長10 mm以下の稚貝を主体とした群が確認されたが、8月には全地点において計2個体しか確認されなかったことから、夏期の減耗が示唆された。10月には全地点で殻長3 mm以下をピークとする群が確認され、これらは翌3月の調査時まで確認された。この群は平成26年度の夏季以降に加入した稚貝であると示唆された。

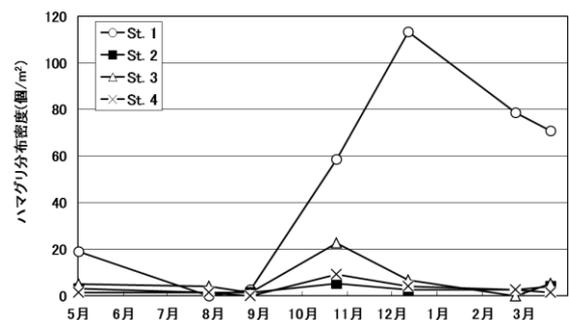


図2 各定点におけるハマグリ分布密度の推移

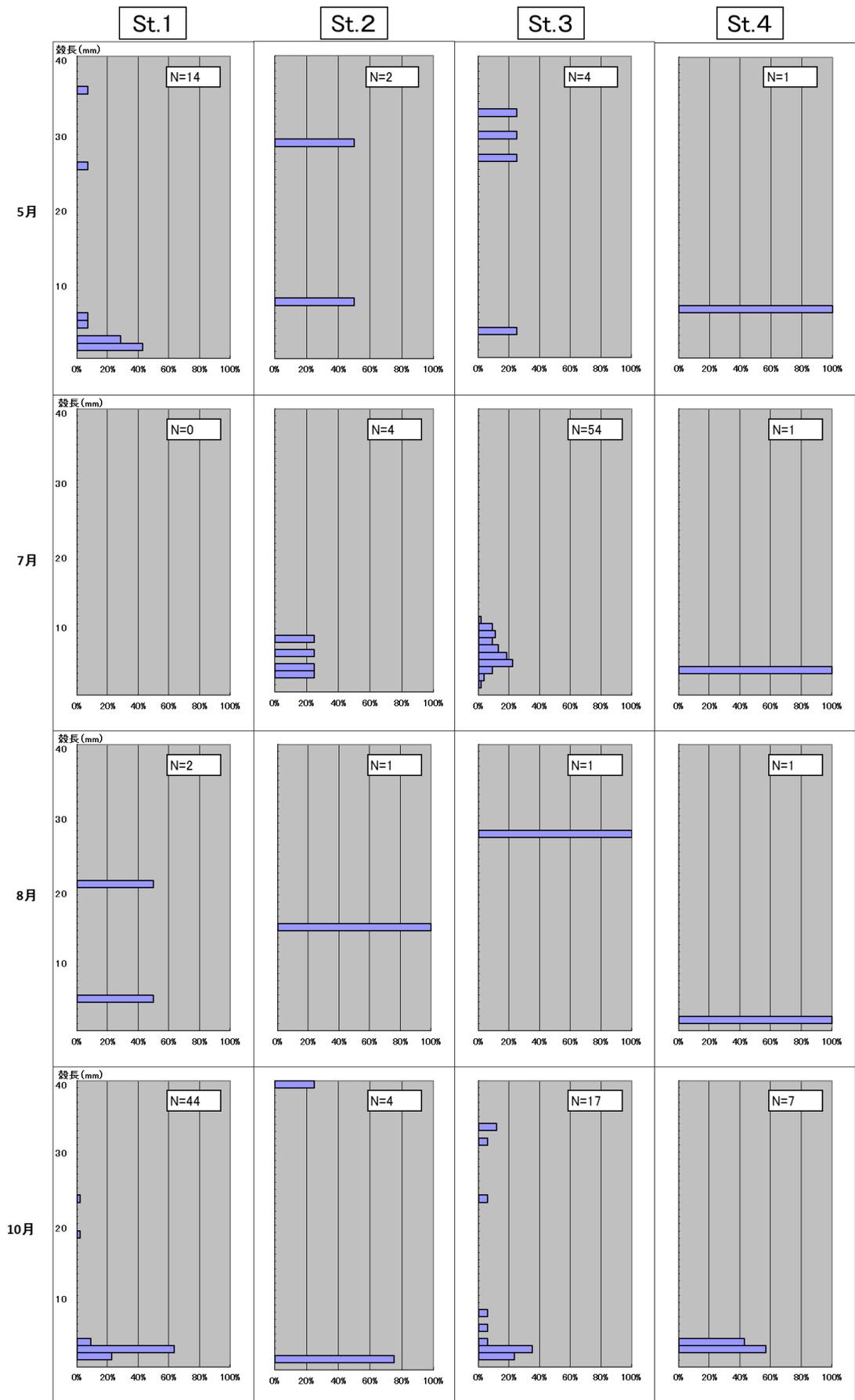


図3 ハマグリ分布調査の結果（平成26年5月から10月）

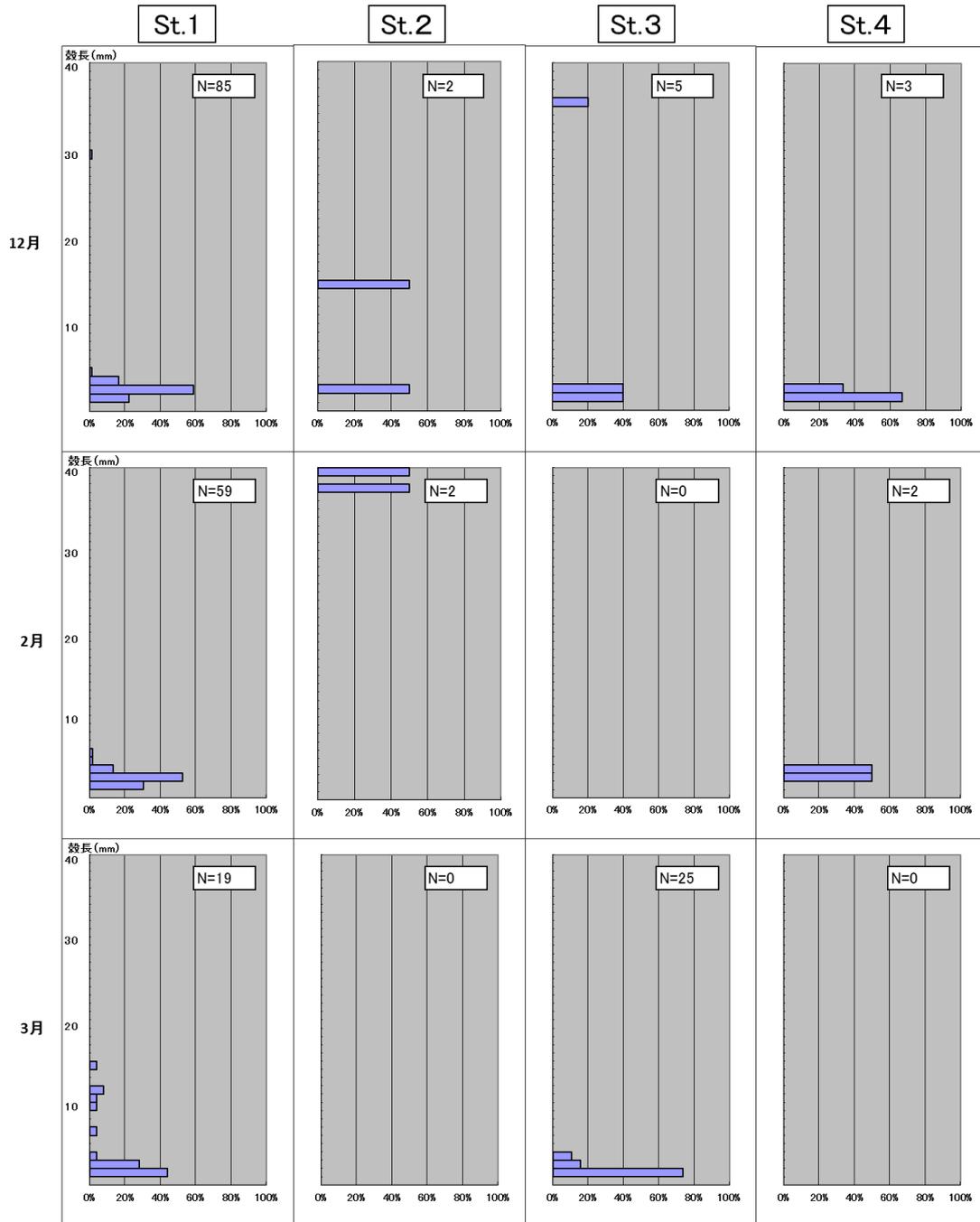


図4 ハマグリ分布調査の結果(平成26年12月から平成27年3月)

(2) 酸揮発性硫化物 (AVS)

各定点の底泥中の酸揮発性硫化物 (AVS) の推移を図5に示した。

全地点において、AVS濃度は0.2 mg/g未満で推移し、水産用基準 (0.2 mg/g) を満たしていた。

St.1及びSt.2においては調査期間を通して検出限界 (0.001mg/g) 以下の濃度で推移した。

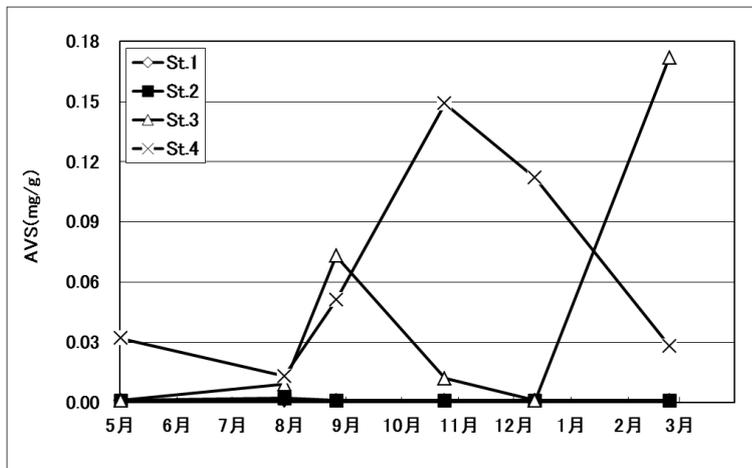


図5 各定点の底泥中のAVSの推移

重要貝類資源回復事業 VI (県 単) 平成 25～27 年度

(ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査)

1 緒 言

本調査では、ハマグリの資源管理手法の確立の基礎資料とするため、ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査を実施した。

2 方 法

(1) 担当者 諸熊孝典、内川純一、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目および内容

ア 浮遊幼生調査

(ア) 調査場所

緑川河口域 4 点、白川河口域 3 点(図 1)及び球磨川河口域 2 点(図 2)

(イ) 調査時期

平成 26 年 7 月から 8 月までの小潮時

(ウ) 調査方法

図 1 及び図 2 の各定点において、海底上 1m から海水を 200L 採水し、100 μ m メッシュのネットで濾過した試料中の浮遊幼生の計数及び水温・塩分の測定を行った。ハマグリの浮遊幼生の同定は、外部形態により判別した。

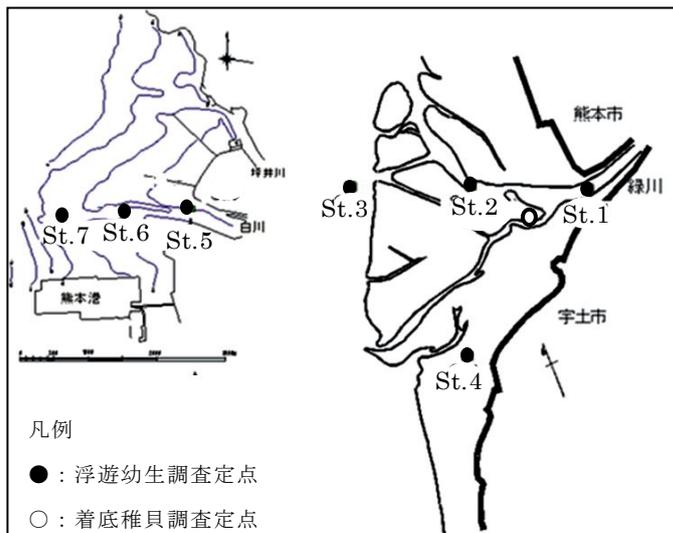


図 1 調査定点 (白川及び緑川河口)

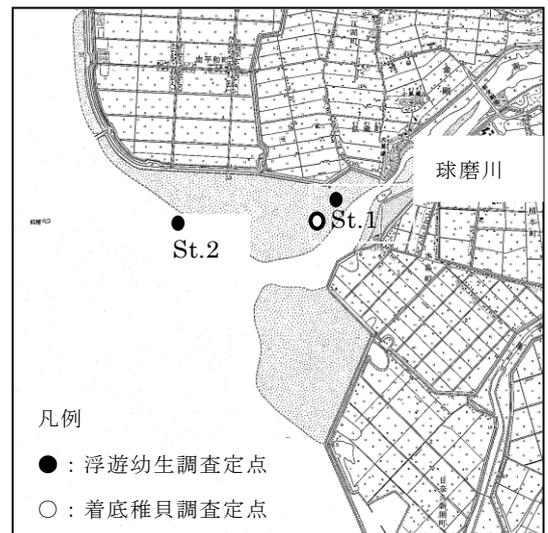


図 2 調査定点 (球磨川河口)

イ 着底稚貝調査

(ア) 調査場所

緑川河口域 1 点及び球磨川河口域 1 点

(イ) 調査時期

平成 26 年 6 月から平成 26 年 11 月まで (各月 1 回)

(ウ) 調査方法

各定点において、内径 29mm のプラスチックチューブを用いて表層 2cm の泥を 3 回採取し、試料中の着底稚貝の計数および殻長の計測を行った。ハマグリの着底稚貝の同定は、外部形態により判別した。

3 結果および考察

(1) ハマグリ浮遊幼生調査

緑川における調査結果を図3及び4に、白川における調査結果を図5及び6に、球磨川における調査結果を図7及び図8に示した。

緑川河口域及び河口域において、7月23日と8月20日の計2回調査を実施した。緑川河口域においては、8月20日に浮遊幼生が確認され、最大密度はSt.2及びSt.3における15個/m³であった。この密度は、昨年度の最大100個/m³と比較して少なかった。

底層水温は、7月23日に4地点の平均水温が29.3℃となり、昨年度の最高平均水温である29.3℃と同程度の水温となった。

白川河口域において、緑川河口域と同様に8月20日に浮遊幼生が確認され、最大密度はSt.7における10個/m³であった。この密度は、昨年度の15個/m³と比較して少なかった。

球磨川河口域では、7月4日、7月22日及び8月4日の計3回調査を行ったが、浮遊幼生は確認されなかった。

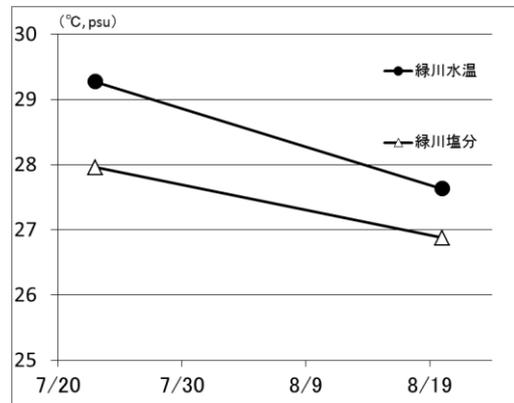
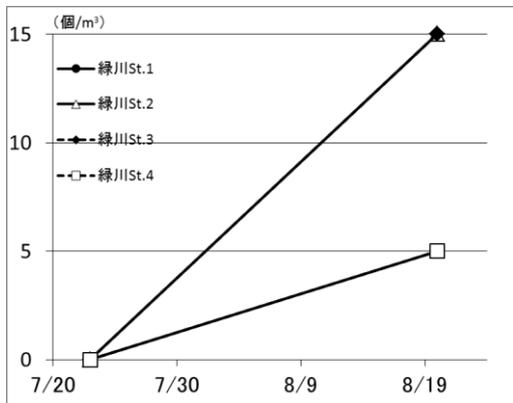


図3 緑川河口における浮遊幼生数 (個/m³) 図4 緑川河口における平均底層水温の推移

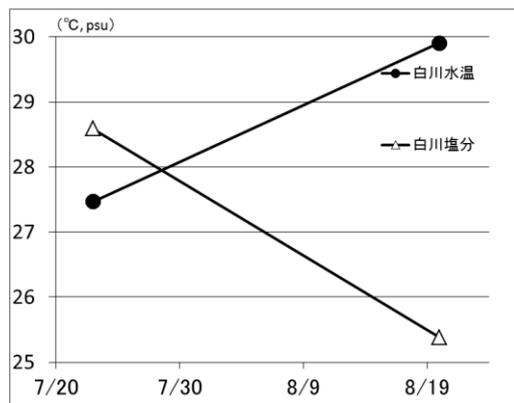
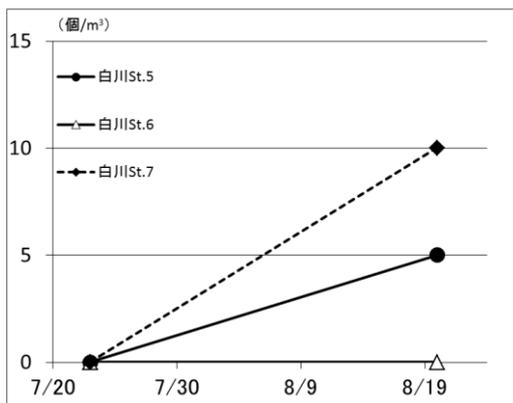


図5 白川河口における浮遊幼生数 (個/m³) 図6 白川河口における平均底層水温の推移

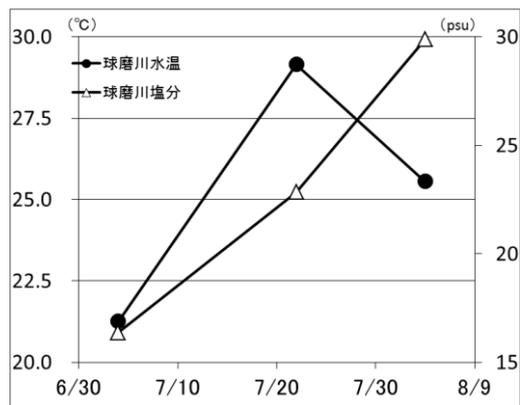
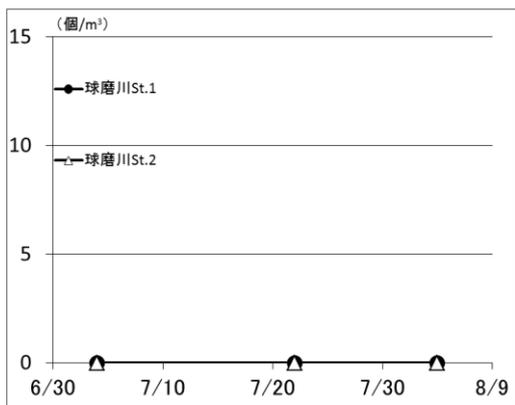


図7 球磨川河口における浮遊幼生数 (個/m³) 図8 球磨川河口における平均底層水温の推移

(2) ハマグリ着底稚貝調査

緑川及び球磨川におけるハマグリ着底稚貝の調査結果を図9に示す。緑川河口域では、8月27日に平成26年度発生群と思われる着底稚貝を5個体確認した。確認された個体の殻長は、それぞれ0.9、1.0、1.0、1.1、1.6 mmであった。

球磨川河口域では、7、8及び10月に調査を実施したが、着底稚貝は確認されなかった。この理由として、産卵可能な母貝の生息が少ないことが原因として考えられた。

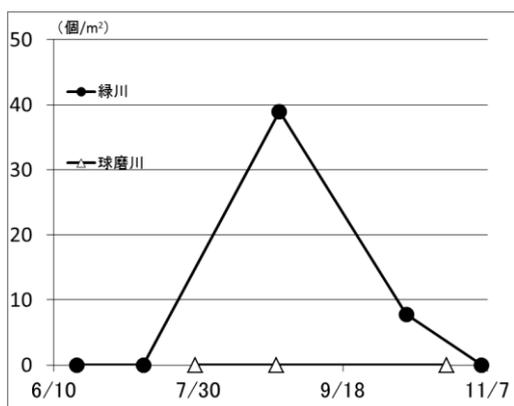


図9 緑川及び球磨川における着底稚貝数 (個/m²)

有明海再生調査・技術開発事業（^{令 達}平成25年度～27年度） （アサリ天然種苗採苗試験）

1 緒 言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年には65,732トンであったが、平成9年には1,009トンまで減少した。平成15年から平成19年にかけて数千トン程度と回復の兆しが見えたが、その後再び減少に転じ、約1,000トン程度の漁獲量で推移している。

そこでアサリ資源の回復をはかるため、網袋を用いた採苗技術を開発することを目的として、本県のアサリ主要産地である緑川河口域及び白川河口域において、アサリ天然種苗採苗試験を実施した。なお、本試験は、有明海特産魚介類の新たな種苗生産技術の開発や放流手法の改善など、特産魚介類資源の回復を図るための事業として平成21年度から開始した有明海漁業振興技術開発事業（現：有明海再生調査技術開発事業）の一環として実施しており、平成25年7月から調査結果をまとめて報告する。

2 方 法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝則、柄原正久、川崎信司

(2) 調査項目及び内容

ア 調査日 平成25年7月から平成27年2月まで。

イ 調査点 緑川河口域（図1）

①川口地先（潮間帯）、②川口地先（潮下帯）、③住吉地先、④網田地先

ウ 調査方法

網袋（縦60cm×30cm、目合い：約4mm）に砂利等の基質（表1）を入れ、各調査点へそれぞれ30袋ずつ設置した後、3～4月おきに網袋を開いて、10cm方形枠を用いて1袋について1回枠取りし、1mm目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたアサリについては、個体を計数した。なお、基質を入れていない網袋Cについては、流れ等による流出を防ぐため、袋の四隅をメガネ杭で固定した。

各試験区の対照区は、網袋を設置した周辺の一般漁場から方形枠を用いて網袋と同様にサンプルを採取した。

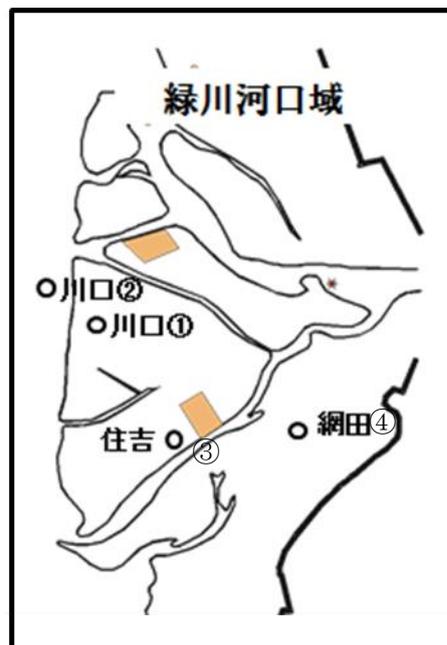


図1 網袋設置場所

表1 網袋に入れた基質

	基質名
網袋A	砂利 5kg
網袋B	砂利 4kg+カキ殻加工固形物 1kg
網袋C	なし

3 結果及び考察

(1) アサリ天然採苗試験

網袋は、平成25年6月から10月にかけて設置し（表2）、平成26年度も継続して調査を行った。川口地

先については、アサリの一般漁場である潮間帯と非アサリ漁場で干出することのない潮下帯の2ヶ所に網袋を設置した。

表3に網袋設置後、平成27年2月までに網袋内で確認したあさりの平均個数と最大個数(個/m²)を示した。

試験区ごとの平均個数を比較すると、③住吉地先が網袋A(1,117個/m²)、B(1,292個/m²)の両方について稚貝数が最も高かった。また、最大個数についても同様で、網袋A(2,967個/m²)、網袋B(3,167個/m²)と③住吉地先が最も高かった。次に高い値を示したのは、④網田地先で、①川口(潮間帯)、②川口(潮下帯)の順であった。②川口(潮下帯)については、調査期間を通じてあさりを確認することはできなかった。これらの差が見られた要因については、③住吉地先と④網田地先は、①川口(潮間帯)に比較して地盤高が高いことがあげられ、今後網袋の採苗効率を検討するための指標となることが示唆された。

また、②川口(潮下帯)を除いた3つの試験区において網袋内で確認したあさりの個数の方が、対照区で採取したあさりよりも多かったことから、網袋によるあさり天然種苗の採苗効果を、本試験において本県地先でも確認することができたと考えられる。

網袋AとBの採苗効果について、t検定(P<0.05)による検定を行った結果、両者間に有意差は見られなかったことから、網袋の中身の違いによる採苗効果に差はないことが明らかとなった。

表2 網袋の設置日及び計数日

	設置日	計数日
①川口(潮間帯)	平成25年6月	平成25年7月、平成26年3月、5月、10月 平成27年1月
②川口(潮下帯)	平成25年6月	平成25年9月、11月、平成26年1月、3月
③住吉地先	平成25年9月	平成25年12月、平成26年4月、11月 平成27年2月
④網田地先	平成25年10月	平成26年1月、3月、7月、11月、平成27年1月

表3 網袋内で確認したアサリの平均個数と最大個数(個/m²)

	網袋A		網袋B		網袋C		対照区	
	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値	平均値	最大値
①川口(潮間帯)	145	257	169	267	0	0	20	33
②川口(潮下帯)	0	0	0	0	0	0	0	0
③住吉地先	1,117	2,967	1,292	3,167	0	0	2	8
④網田地先	533	1,900	142	367	0	0	75	267

有明海再生調査・技術開発事業

(令 達 事 業)
平成 24～26 年度

(ハマグリ放流技術開発試験)

1 緒 言

本県は、国産ハマグリ類の中でも内湾性の日本在来種ハマグリ (*Meretrix lusoria*) の最大の生息域であり、地域漁業者にとってハマグリは、アサリと並ぶ産業上重要な二枚貝である。しかし、ハマグリの漁獲は昭和 49 年の 5,812 トン (農林水産統計調査) を最大として減少の一途をたどり、近年は 100 トン前後 (漁協聞き取り) の漁獲となっており、漁獲量の増大・安定を図ることが急務となっている。

そこで、ハマグリ資源の回復を図るため、ハマグリ人工種苗の放流技術を開発することを目的として、県内最大の生産地である緑川河口域において人工種苗の放流試験及び追跡調査などを実施した。

なお、本試験は、有明海特産魚介類の新たな種苗生産技術の開発や放流手法の改善など、特産魚介類資源の回復を図るための事業として平成 21 年度から開始した有明海漁業振興技術開発事業 (現：有明海再生調査技術開発事業) の一環として実施している。

2 方 法

(1) 担当者 諸熊孝典、内川純一、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目および内容

ア ハマグリ定期調査

ハマグリの成長を把握するため定期調査を緑川河口域において行った (調査点は図1参照)。定期調査は、1ヶ月に1回、大潮時に実施した。干潟上に設定した調査定点で50cm方形枠による枠取りを3回実施し、1mmメッシュのふるいで選別し試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数を計数し、1㎡あたりの生息密度を算出した。また、各個体の殻長を測定し、各月の殻長組成の推移を明らかにした。

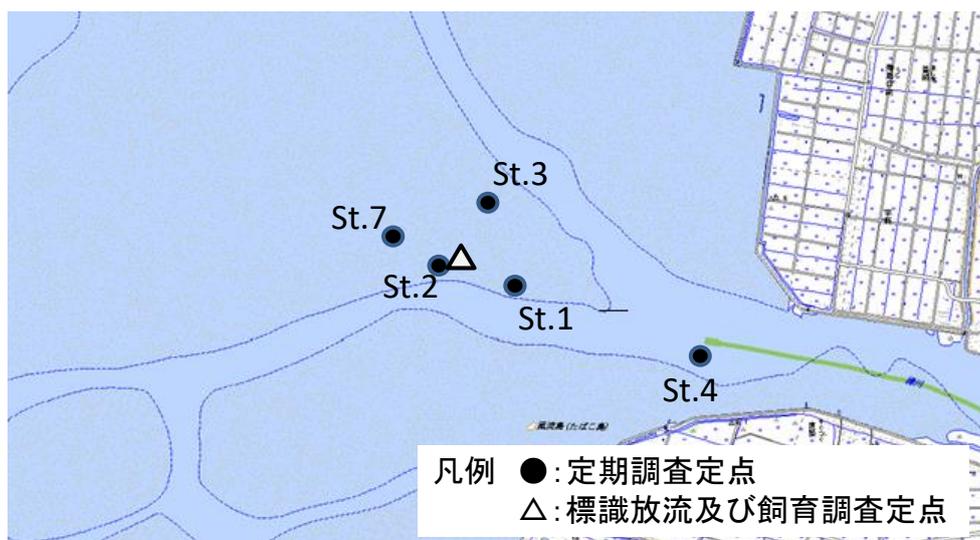


図1 調査定点図 (緑川河口域)

イ 標識放流ハマグリ の追跡調査

緑川河口域におけるハマグリ の移動生態を把握するとともに、放流した人工種苗の回収率を算定することを目的として、平成21年度から平成25年度までに標識放流を行ったハマグリ の追跡調査を行った。

標識放流を行うハマグリ は、ヤンマー株式会社マリンファームで種苗生産し、当センター養殖研究部において平均殻長10mm以上に中間育成された人工種苗を用いた。

(ア) 標識の種類・方法

茨城県において標識放流実績があった、「レーザーマーカ―」による刻印標識 (図2,3) を採用した。

レーザーマーカ―用の機器 (キーエンス社製 CO2レーザーマーカ― ML-G9300) はレンタルにて借り受けた。



図2 レーザーマーカ―

レーザーマーカ―による標識の方法は、マイクロチューブスタンドの穴の上に水分を拭き取ったハマグリを並べて、パソコンの操作により刻印標識を行った。



図3 刻印状況

(イ) 放流日及び追跡調査

今年度は人工種苗の標識放流を実施しなかった。平成23年3月以降に放流された人工種苗 (殻長10~20mm程度) は計36,257個となった。この結果、これまでの6か年で放流されたすべての標識個体の合計は、平成22年度までに放流された漁獲サイズ (天然種苗、殻長30mm以上) 計27,038個と合わせて、計63,295個となった。

これまでに放流された漁獲サイズ及び人工種苗の放流群の回収率を算定するため、緑川河口域において最もハマグリ の漁獲が多い川口漁協の荷揚げ場にて、追跡調査を行った。調査は、水揚げされるハマグリ をすべて目視で確認し、放流個体の水揚げが確認されるごとに、再捕個体の回収と再捕場所を確認した。この調査は、二枚貝の操業が行われる大潮の干潮時を中心に、計10回行った。

また、平成21年度から平成26年度にかけて実施されたすべての追跡調査について、再捕個数及び調査日ごとの水揚げ総数を集計し、放流群の混入率を算出した。このとき、水揚げ総数は、当日の総水揚げ量を1個あたり平均重量で除して算出した。

また、放流個体の混入が非調査日の水揚げ中にもあったと仮定し、上で算出した混入率を調査期間中の総水揚げ量に乗ずることで、各放流群の推定回収個数及び回収率を算出した。

ウ 小型人工種苗放流試験

ハマグリ の人工種苗を、着底稚貝から殻長10mmまでの稚貝に育成するには1年近くを要し、かつ、安定的に放流用種苗を中間育成する技術が確立されていない。このことから、中間育成に係る期間を短縮し、より多くの種苗を放流できるように、殻長10mm未満の小型人工種苗 (平均殻長4.3mm) を用いて放流試験を行った。

(ア) 放流手法

a 網袋試験

縦 60cm×横 30cm、目合い約 4mm の網袋に、粒径 20mm 程度の砂利を 5 kg と、ハマグリ
の小型人工種苗を入れたものを St.2 に設置した。なお、1 袋当たりのハマグリ投入個数は
100 個、500 個、1,000 個の 3 通りをそれぞれ 10 袋ずつ設置した。

b 囲い網試験

ネトロンネットを用いて 2×2m の囲い網を図 1 の△に設置し、密度 800 個/m²になるよ
うにハマグリの小型人工種苗を放流した。また、食害による減耗を確認するために、覆い
網により被覆した試験区と覆い網無しの試験区をそれぞれ 1 区ずつ設けた。

c 直播き試験

放流密度が 1,000 個/m²になるように図 1 の△に小型人工種苗の直播き放流区を 2 ヲ所
設けた。また、直播き試験区から 50m ほど離れた地点に種苗放流を行っていない対照区を
設置した。

(イ) 追跡調査

それぞれの放流試験区において、試験区設置後、1 ヶ月に 1 回の頻度で追跡調査を行った。
網袋試験区については、10cm 方形枠を用いて 1 袋につき 1 回枠取りし、1mm 目合いのふるい
でふるい分けて試料とした。囲い網試験区、直播き試験区及び対照区では、25cm 方形枠を用
いて 2 回枠取りし、1mm 目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマ
グリについては、個体の計数及び殻長を計測した。

3 結果および考察

(1) ハマグリ定期調査

ア ハマグリ生息状況調査

平成26年4月～平成27年3月の調査で得られたハマグリの生息密度の推移を図4に、各月の殻
長組成を図5、図6及び図7に示した。今年度の本調査における最大の生息密度は、5月のSt.2に
おいておける784個/m²であった。平成24年度の調査では、9月に各定点で殻長1～2mm程度の新
規加入群が確認されていたが、平成26年度の調査においては、顕著な新規加入は確認されな
かった。

地点別の生息密度は、St.1～3において高く、St.4及び7において低い傾向が見られた。
平成25年4月から平成26年2月にかけて、St.1～3においてはおよそ20～300個/m²、St.4及び7
においてはおよそ10～100個/m²の生息密度で推移していたが、平成27年2月の調査において、
いずれの定点も生息密度の低下が見られ、うちSt.4及び7においては、生息がほとんど確認さ
れなかった。

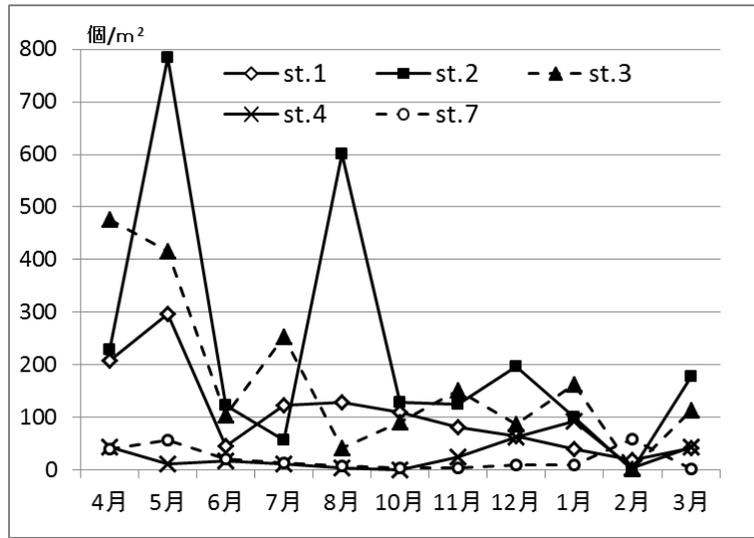


図4 ハマグリの生息密度 (個/m²) の推移

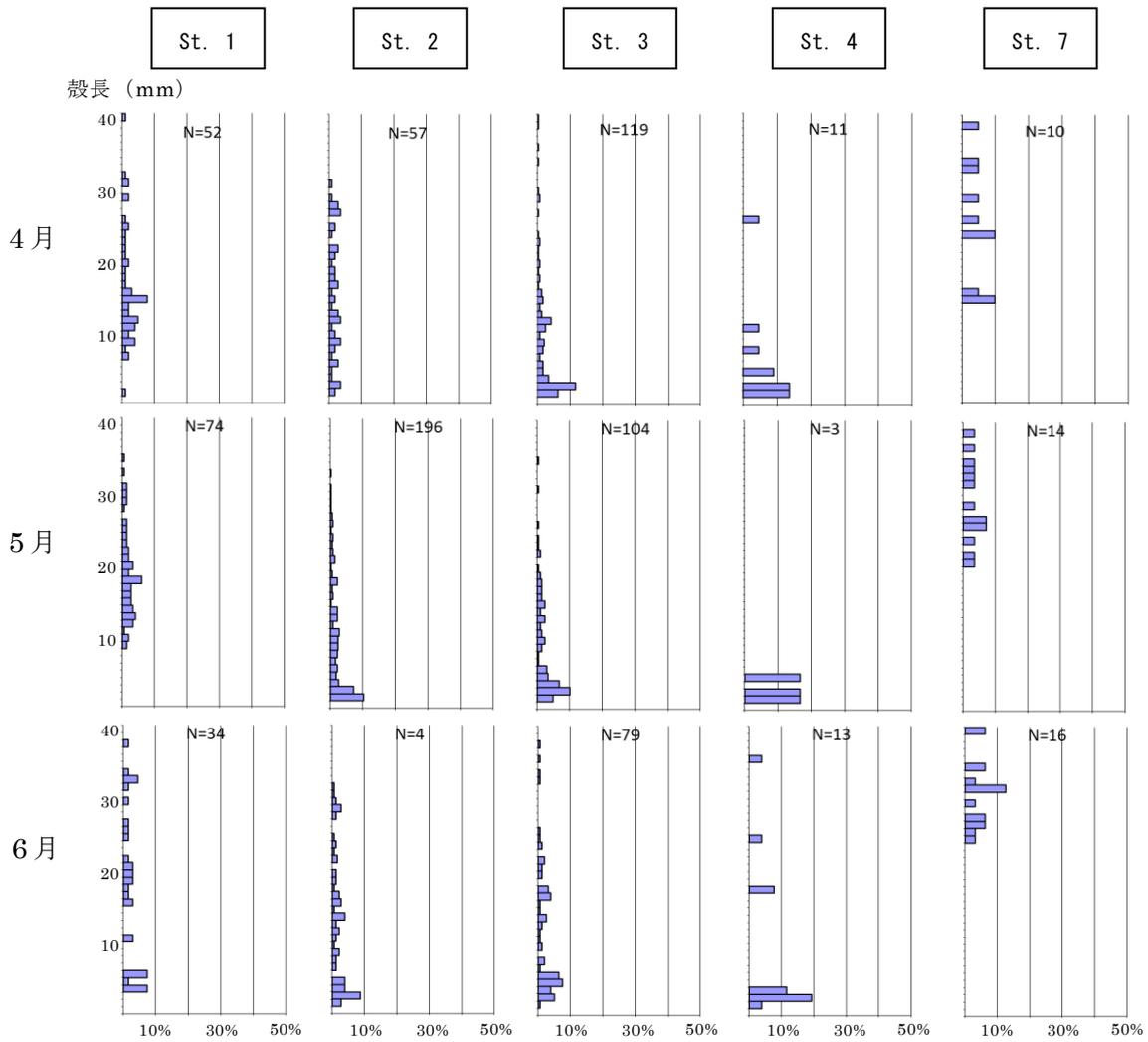


図5 各月の各定点における殻長組成 (4月～6月)

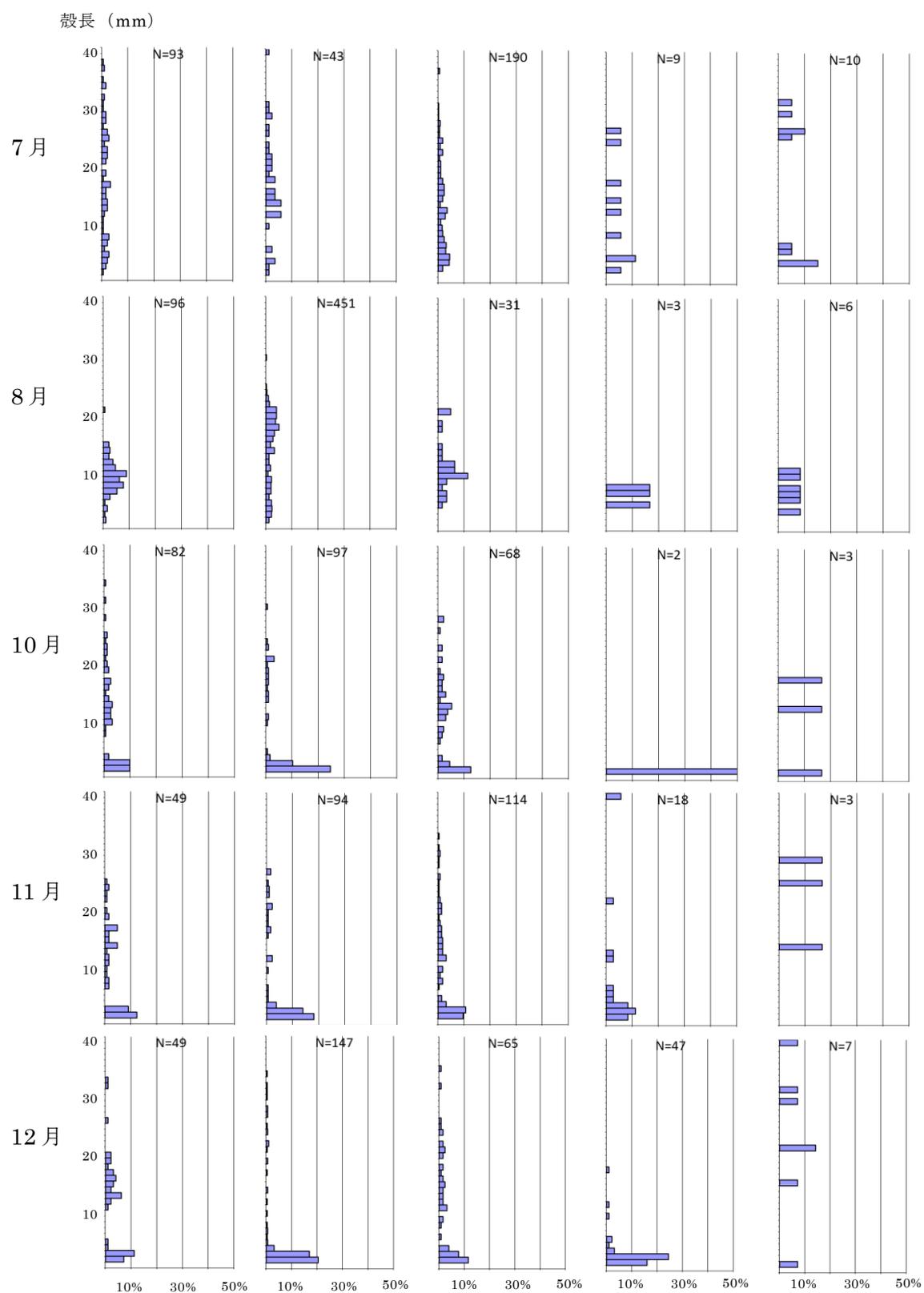


図6 各月の各定点における殻長組成 (7月~12月)

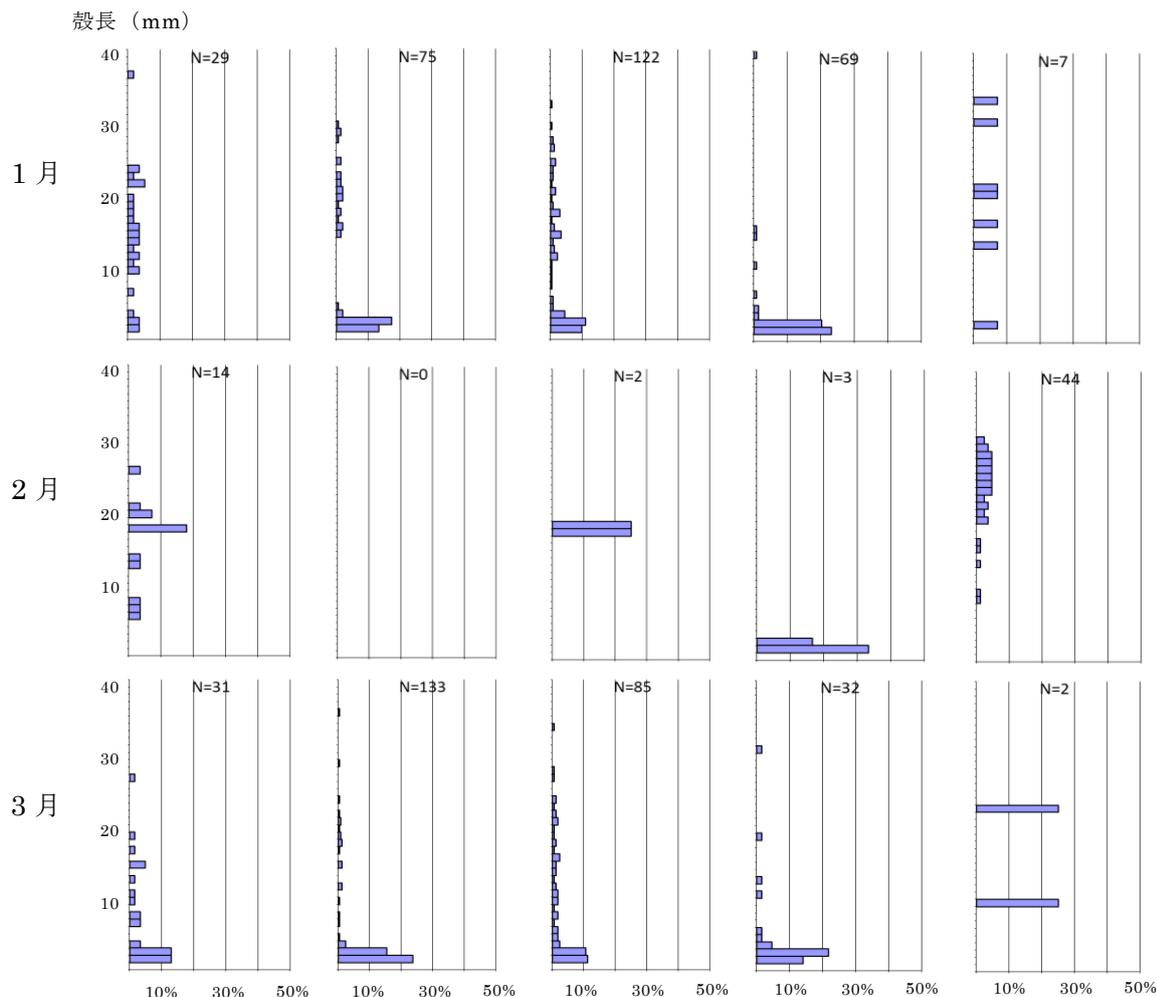


図7 各月の各定点における殻長組成（1月～3月）

イ 標識ハマグリ追跡調査

本年度中に、これまでに放流された標識個体に対する追跡調査をのべ10日実施した結果、標識個体は再捕されなかった。この結果、これまでの再捕結果の合計は、漁獲サイズの放流群（平成22年度までの放流群）は27,038個の放流に対して1,463個の再捕、人工種苗の放流群（平成23年度以降の放流群）は36,257個の放流に対して12個の再捕となった（表1、2）。このとき、各荷揚げ場調査において標識の有無を確認した水揚げ総数は、漁獲サイズで総計約16,917千個、人工種苗で総計約1,213千個であり、これらの結果から混入率を計算したところ、それぞれ約0.009%、約0.001%であった。さらに、放流個体の混入が非調査日の水揚げ中にもあったと仮定し、上の混入率を調査期間中の総水揚げ量に乗じて回収率を算出したところ、それぞれ約10.8%、約0.14%であった。

漁獲サイズにおける放流時期別の回収率は、平成21年8月の放流群で6.6%、平成22年6月の放流群で3.2%であったのに対し、平成21年11月の放流群で15.9%、平成22年1月の放流群で12.0%であり、夏季の放流群よりも秋季や冬期の放流群の回収率が高い傾向がみられた。

人工種苗の再捕は、平成23年3月及び平成24年5月の放流群のみであった。これらの放流群の再捕が、漁獲サイズの放流群と比較して少ない原因として、漁獲サイズまでに成長す

る過程で減耗又は逸散が考えられた。また、平成 25 年度放流群は漁獲サイズにまで達していないため、再捕がないことが考えられた。

表1 漁獲サイズの天然ハマグリ放流と再捕状況

放流時期	放流個数	放流サイズ (mm)	再捕個数				荷揚げ場調査からの混入率算定			回収率算定		
			H23年度迄	H24年度	H25年度	再捕数合計	水揚げ量 (kg)	水揚げ個数 (千個)	混入率 (%) 【= 再捕数/水揚げ個数(千個) × 100】	期間中の総水揚げ量 (kg)	推定回収個数 (個)	回収率 (%) 【= 総回収個数 / 放流個数 × 100】
H21.8	4,932	40.6	162	0	0	162	189,470	16,917	0.0010	381,114	326	6.6
H21.11	6,258	37.8	488	15	0	503	184,327	16,458	0.0031	364,460	995	15.9
H22.1	7,161	36.7	422	7	0	429	184,158	16,443	0.0026	370,203	862	12.0
H22.3	7,142	38.4	324	19	0	343	178,652	15,951	0.0022	356,174	684	9.6
H22.6	1,545	36.1	18	8	0	26	144,575	12,908	0.0002	270,840	49	3.2
総計	27,038		1,414	49	0	1,463	189,470	16,917	0.009	381,114	2,915	10.8

表2 人工種苗の放流と再捕状況

放流時期	放流個数	放流サイズ (mm)	再捕個数				荷揚げ場調査からの混入率算定			回収率算定			
			H23年度迄	H24年度	H25年度	再捕数合計	水揚げ量 (kg)	水揚げ個数 (千個)	混入率 (%) 【= 再捕数/水揚げ個数(千個) × 100】	期間中の総水揚げ量 (kg)	推定回収個数 (個)	回収率 (%) 【= 総回収個数 / 放流個数 × 100】	
H23.3	17,498	18.5	0	11	0	11	13,589	1,213	0.00091	53,321	43	0.25	
H24.1	7,354	16.4	/	0	0	0	再捕なしのため算定不可						
H24.3	2,004	12.2		0	0	0	再捕なしのため算定不可						
H24.5	844	10~20		1	0	1	1,100	98	0.00102	6,433	6	0.69	
H24.12	3,907	15.0		0	0	0	再捕なしのため算定不可						
H25.3	2,933	14.3		0	0	0	再捕なしのため算定不可						
H25.6	1,644	11.2		0	0	0	再捕なしのため算定不可						
H25.9	73	10.6		0	0	0	再捕なしのため算定不可						
総計	36,257			0	12	0	12	13,589	1,213	0.0010	255,078	49	0.14

ウ 小型人工種苗放流試験

(ア) 網袋試験及び囲い網試験

網袋試験及び囲い網試験の生残率の推移を図 8 に、網袋試験における平均殻長の推移を図 9 に示した。網袋試験の 1,000 個/袋試験区において、放流後 2 ヶ月で殻長が 10mm 以上成長したが (図 9)、ハマグリの中間育成においては、殻長を 10mm 成長させるには 1 年程度を要する。これらのことから、小型人工種苗の放流により中間育成に係る時間・労力を軽減できることが示唆された。しかしながら、網袋・囲い網の両試験区ともに夏季にへい死がみられ、ほとんどの試験区で 11 月には生残率が 0% となった (図 8)。

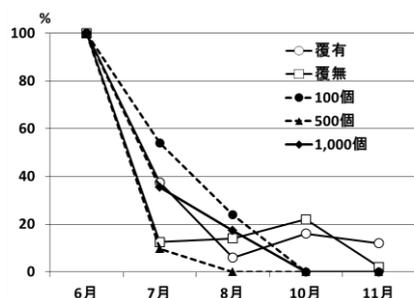


図 8 網袋及び囲い網試験の生残率の推移

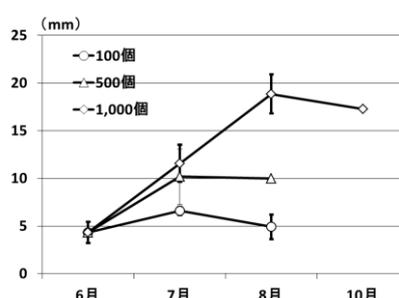


図 9 網袋試験区における平均殻長の推移

(イ) 直播き試験

直播き試験及び対照区におけるハマグリが生息密度の推移を図 10 に示した。両試験区ともに放流翌月の 7 月には生息密度が 400 個/m² 以上あったが、8 月には 100 個/m² 未満に減少し、その後同年 11 月まで低密度で推移した。この結果は、網袋及び囲い網試験の生残率の推移と類似していることから、8 月の環境変化（高水温、降雨による低塩分等）により半閉鎖的な試験区ではへい死が生じ、直播き試験区及び対照区ではハマグリが環境変化により移動したことが示唆された。

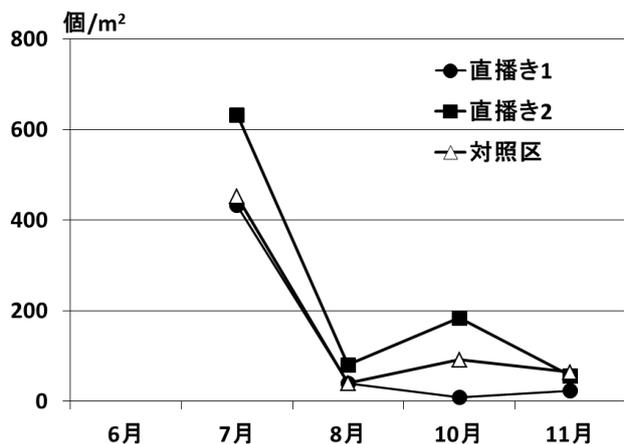


図 10 直播き試験及び対照区が生息密度の推移

沿岸漁場整備(補助)事務費 (令 達)

(平成26年度)

(覆砂漁場一斉調査)

1 緒 言

本県地先に造成された覆砂漁場の事業効果を評価する目的で、アサリの生息状況を調査した。

2 方 法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、栃原正久、川崎信司

(2) 調査項目および内容

ア 調査日

表1に記載。

イ 調査点

表1及び図1に記載。

表1 調査日及び調査場所

No.	調査場所	覆砂施工年	調査日
(1)	荒尾	H19、H23	5月14日、8月25日
(2)	牛水	H24	6月23日
(3)	高道	H24	5月14日、9月8日
(3)	鍋	H24	5月14日、9月8日
(3)	滑石	H23、H24	7月28日、9月11日
(3)	大浜	H24	5月16日、9月10日
(3)	横島	H24	5月16日、9月9日
(4)	河内	H24	5月28日、9月10日
(5)	松尾	H22	5月29日、8月25日
(6)	丙の場	H25	6月13日、8月12日
(6)	中洲	H23、H24	6月16日、8月12日
(6)	畠口	H24	6月12日
(6)	下八枚	H25	6月13日
(6)	網田	H21	11月7日
(7)	郡浦	H21	8月8日、3月3日
(8)	鏡	H24	5月30日、3月6日
(9)	塩屋	H23	8月8日、11月6日
(10)	千反	H21	調査未実施



図1 調査地点

ウ 調査項目

① アサリ生息密度、殻長組成

平成26年5月から平成27年3月までの大潮時に各調査定点(覆砂区・対照区)において、アサリ稚貝および成貝の生息密度について調査を実施した。10cm方形枠による採泥を1定点あたり8回行い、1mm目のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについて、個体数の計数及び

殻長の計測を行った。

3 結果および考察

① アサリ生息密度、殻長組成

各調査地点で確認したアサリ生息密度を表2に、アサリの殻長組成を図3～19に示した。

各調査点におけるアサリ生息密度は、荒尾(H23年)の4,413個/m²が最も多く、ほとんどの調査点が対照区とした一般漁場よりも、生息密度は多い結果であった。

殻長組成については、各調査点において、殻長1～10mmを中心とした稚貝の発生が見られており、アサリの着底基質としての覆砂漁場の有効性を裏付ける結果であった。

表2 (1) 荒尾地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月14日	8月25日
(1)	荒尾	H19年	38	4,213
		H23年	150	4,413
		対照区	75	575

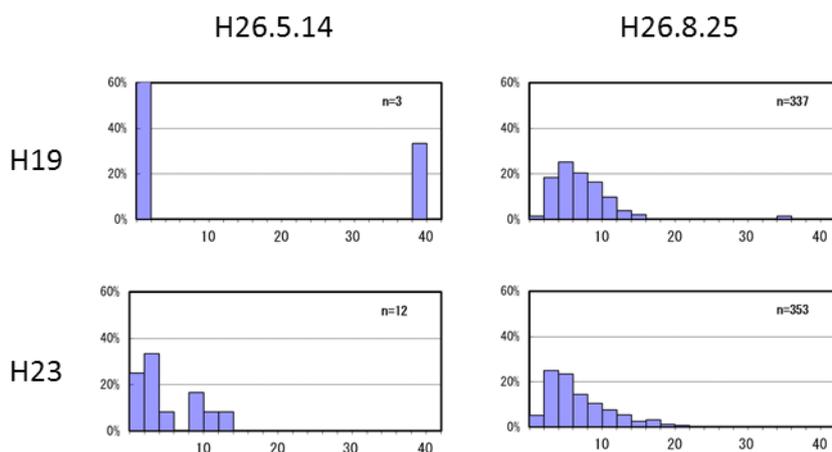


図3 (1) 荒尾地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表3 (2) 牛水地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	6月23日
(2)	牛水	H24年	1,563
		対照区	0

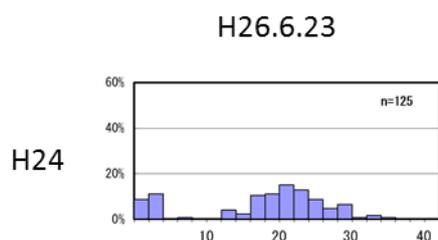


図4 (2) 牛水地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表4 (3)高道、鍋地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月14日	9月8日
(3)	高道	H24年	38	2,625
		対照区	225	75
	鍋	H24年	625	325
		対照区	0	150

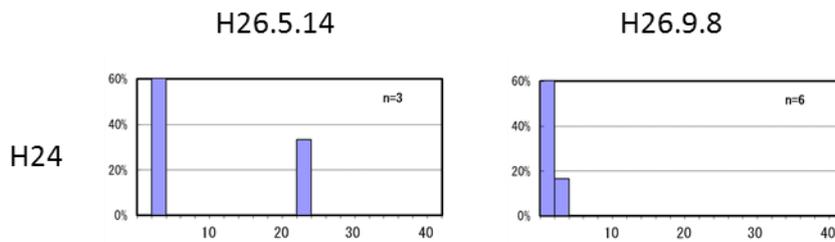


図5 (3)高道地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

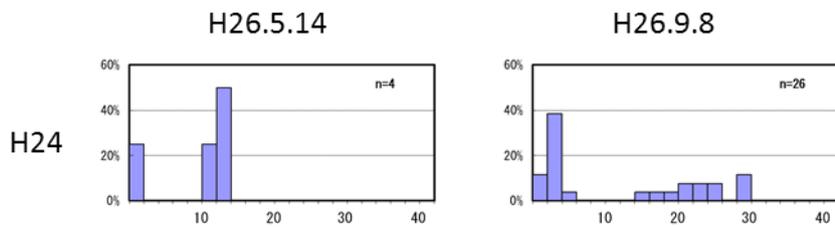


図6 (3)鍋地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

表5 (3)滑石地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	7月28日	9月11日
(3)	滑石	H23年	6,450	6,800
		H24年	1,900	未実施
		対照区	809	549

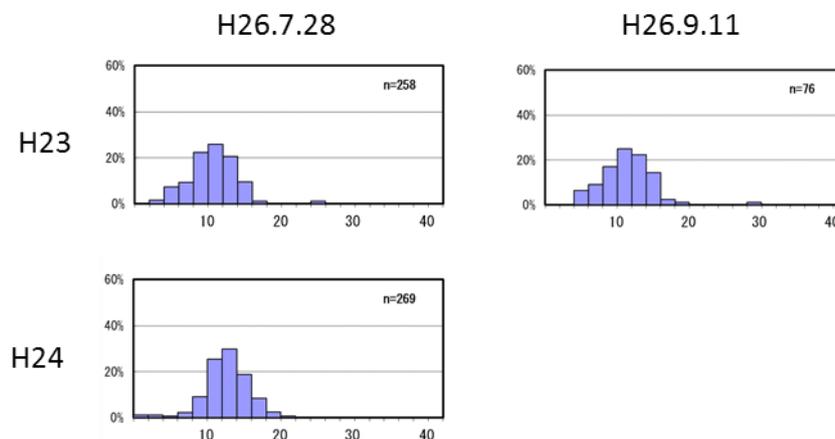


図7 (3)滑石地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

表6 (3)大浜地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月16日	9月10日
(3)	大浜	H24年	13	50
		対照区	50	25

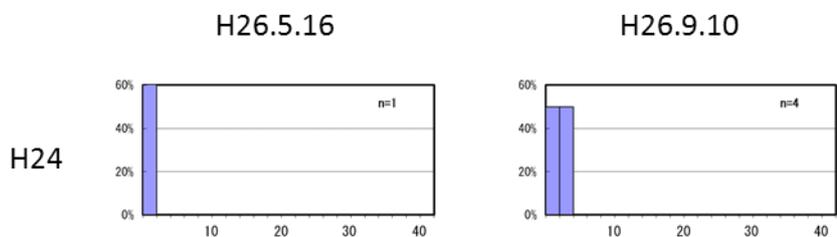


図8 (3)大浜地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表7 (3)横島地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月16日	9月9日
(3)	横島	H24年	375	5,363
		対照区	25	0

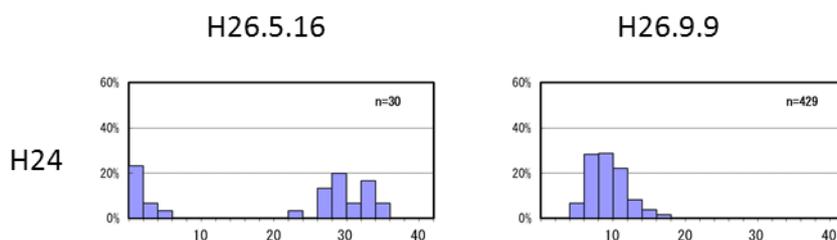


図9 (3)横島地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表8 (4)河内地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月28日	9月10日
(4)	河内	H24年	25	0
		対照区	50	0

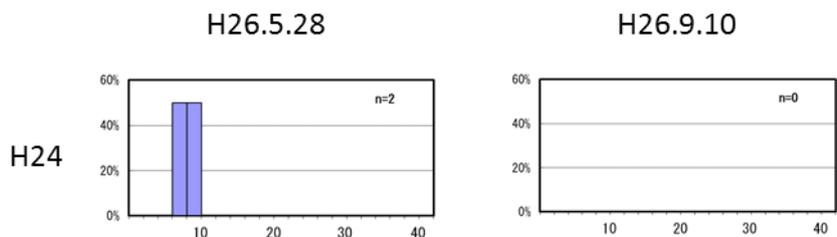


図10 (4)河内地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表9 (5)松尾地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月29日	8月25日
(5)	松尾	H22年	1,025	1,688
		対照区	100	125

H26.5.29

H26.8.25

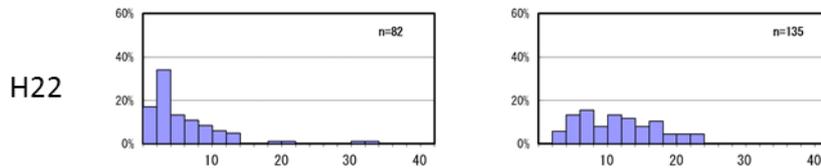


図11 (5)松尾地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表10 (6)丙の場地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	6月13日	8月12日
(6)	丙の場	H25年	2,128	2,888
		対照区	210	33

H26.6.13

H26.8.12

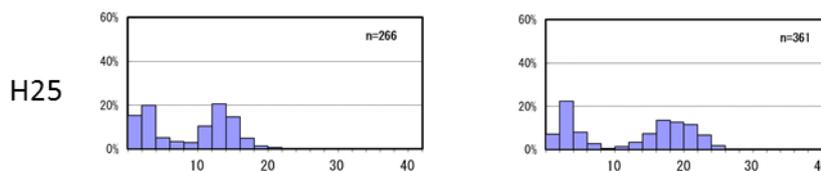


図12 (6)丙の場地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表11 (6)中洲地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	6月16日	8月12日
(6)	中洲	H23年	368	272
		H24年	856	632
		対照区	992	7

H26.6.16

H26.8.12

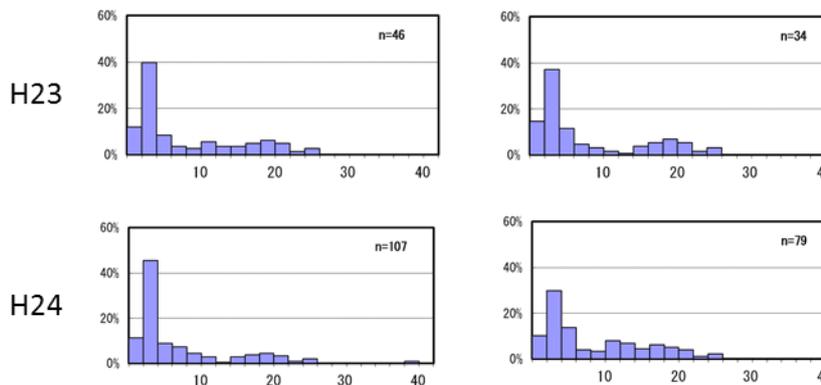


図13 (6)中洲地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表 12 (6) 畠口地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	6月12日
(6)	畠口	H24年	2,640
		対照区	6

H26.6.12

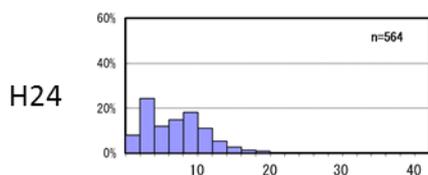


図 14 (6) 畠口地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

表 13 (6) 下八枚地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	6月13日
(6)	下八枚	?	96
		対照区	5

H26.6.13

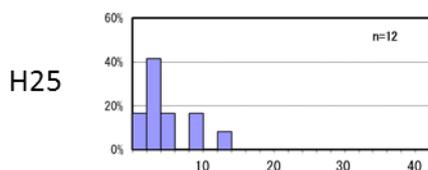


図 15 (6) 下八枚地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

表 13 (6) 網田地先におけるアサリ生息密度 (単位: 個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	11月7日
(6)	網田	H21年	0
		対照区	0

H26.11.7

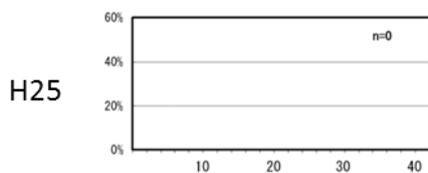


図 16 (6) 網田地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %, 横軸: mm)

表 14 (7)郡浦地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	8月8日	3月3日
(7)	郡浦	H21年	50	25
		対照区	8	75

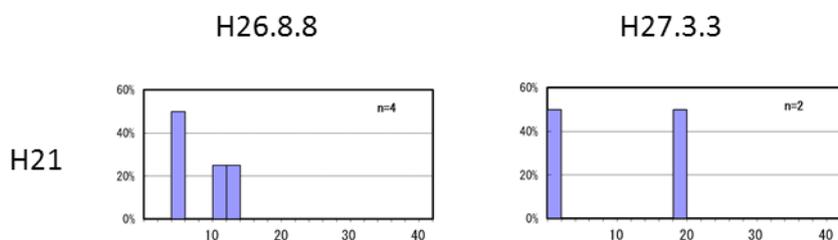


図 17 (7)郡浦地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表 15 (8)鏡地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	5月30日	3月6日
(8)	鏡	H24年	38	13
		対照区	0	50

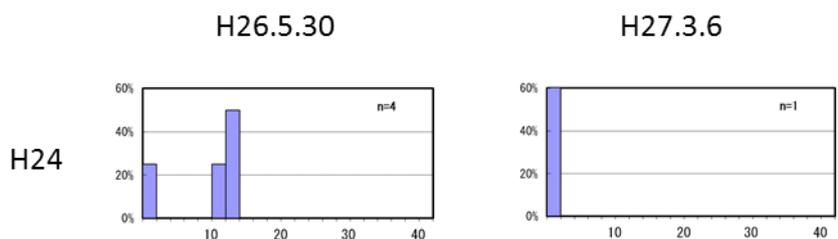


図 18 (8)鏡地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

表 16 (9)塩屋地先におけるアサリ生息密度 (単位:個/m²)

No.	調査場所	覆砂施工年	8月8日	11月6日
(9)	塩屋	?	950	25
		対照区	1,375	25

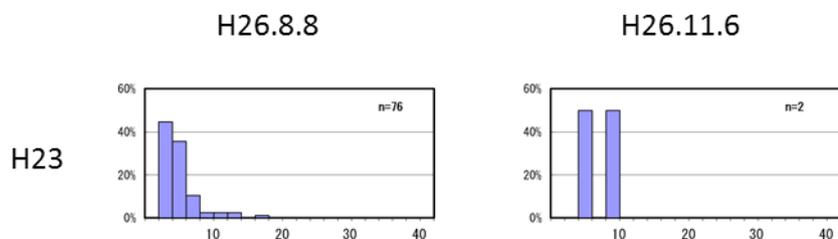


図 19 (9)塩屋地先で確認したアサリの殻長組成 (縦軸: %、横軸: mm)

藻場回復モニタリング事業Ⅰ（^{県 単}平成 26～28 年度）

（アマモ場造成技術開発）

1 緒 言

アマモ場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持ち、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしているが、近年は、本県沿岸域では減少が見られている。そこで、漁業者・関係機関等へ技術移転を前提とした、アマモ場造成のための移植法の技術開発を行った。

本年度は、新たなアマモ移植法を検討するため、天草漁業協同組合牛深総合支所の青壮年部及び天草広域本部水産課と共同で、牛深市白瀬地先のアマモ場から花枝を採取し、牛深湾口部の東側においてロープ式下種更新法による移植を行った。

2 方 法

(1) 担当者 諸熊孝典、内川純一、栃原正久、川崎信司

(2) 内容

ア 実施日 平成 26 年 6 月 28 日及び平成 27 年 2 月 6 日

イ 実施場所 天草市牛深町（図 1）

ウ 実施手法

（ア）花枝採取

平成 26 年 6 月 28 日にアマモ場が分布する牛深町の白瀬地先からスクーバ潜水でアマモの花枝を採取した。採取した花枝の内、一部を当センターに持ち帰り、次年度に移植するための苗の育成を行った。

（イ）ロープ式下種更新法

採取したアマモの花枝を約 50m のロープに 2 m の間隔で 10 本ずつ結束バンドを用いて固定した。花枝を束ねたロープは波浪による影響が小さい牛深湾口部東側の海底に設置した。

（ウ）追跡調査

平成 27 年 2 月 6 日にスクーバ潜水によりロープ式下種更新法の追跡調査を実施した。



図 1 アマモ移植実施場所

3 結果及び考察

1 花枝採取

牛深町白瀬地先において、スクーバ潜水によりアマモの種子約 11,000 粒相当の花枝を採取した（図 2）。採取した花枝の内、種子 1,000 粒相当の花枝を当センターに持ち帰った。持ち帰った種子については、次年度に移植する苗を育成するために種子の成熟・選別・保管を行った。



図 2 花枝採取の様子

2 ロープ式下種更新法

牛深湾口部東岸において、アマモの種子約 10,000 粒相当の花枝をロープ式下種更新法により移植した（図 3）。

平成 27 年 2 月 6 日に砂月地先においてロープ式下種更新法の追跡調査を行ったところ、ロープ周辺に葉体 10 cm 程度のアマモが確認された（図 4）。この場所には以前はアマモ場が広がっていたが、最近ではアマモは確認されておらず、本試験場所のように波浪による影響の小さい静穏な場所では、ロープ式下種更新法が有効であることが示唆された。



図 3 ロープ式下種更新法の作業風景



図 4 ロープ式下種更新法の確認調査

藻場回復モニタリング事業Ⅱ（熊 単 県 平成 26～28 年度）

（天草西海モニタリング調査）

1 緒 言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では藻場の減少が見られていることから、本事業では、藻場の現状を把握することを目的として、天草西海に位置する天草市牛深町地先の黒島保護水面及び天草郡苓北町地先の富岡保護水面において、海藻の生息状況を調査した。

2 方 法

(1) 担当者 内川純一、諸熊孝典、栃原正久、川崎信司

(2) 調査内容

ア 調査場所及び調査日

- ①天草市牛深町黒島保護水面（平成 26 年 5 月 7 日）
- ②天草郡苓北町富岡保護水面（平成 26 年 5 月 16 日）

イ 調査方法：保護水面内に調査ライン（50m）を 3 本設定し（図 1）、1 ラインあたり 5 地点、合計 15 地点において、50×50 cm の方形枠で海藻を刈りした。これらのサンプルは持ち帰った後、種を同定し、湿重量を測定した。併せて、食害生物の分布を調べるため、各ライン 2m 幅の範囲内に生息するムラサキウニを計数した。

3 結果及び考察

①黒島保護水面

調査した 3 ラインすべてで海藻種を確認した。藻類出現種総数は、緑藻類 1 種、褐藻類 9 種、紅藻類 5 種の合計 15 種であった。表 1 に今回の調査で出現した藻類と出現割合を示し、図 2 に平成 11 年から平成 26 年までの黒島保護水面における藻類出現種類数の推移を示した。

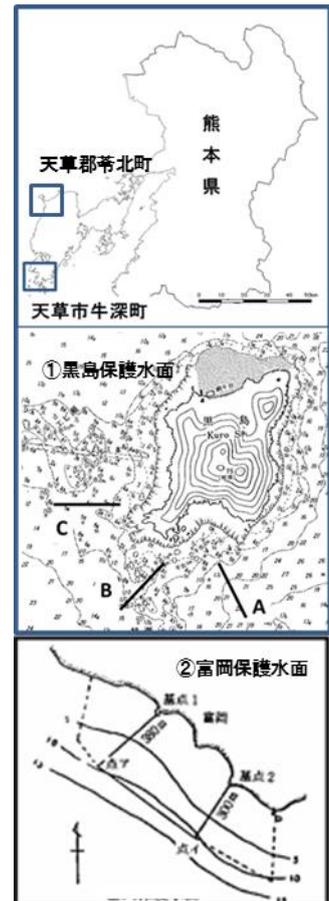


図 1 調査場所

表 1 黒島保護水面調査で出現した藻類（藻類名の後の数字は、湿重量全体に占める割合）

緑藻類	ミル(11.3%)
褐藻類	フクロノリ(25.4%)、アミジグサ(25.1%)、サナダグサ(4.3%)、シワヤハズ(1.3%)、ウミウチワ(0.5%)、マメタワラ(0.1%)、シマオオギ(0.1%)
紅藻類	ヒトツマツ(23.2%)、トサカノリ(6.1%)、マクサ(1.1%)、ソゾ(0.9%)、カキノテ(0.5%)、ガラガラ(0.1%)、ミリン(0.1%)

全地点の平均湿重量は 2110.6g/m² であり、優占種は褐藻類フクロノリ（25.4%）、アミジグサ（25.1%）、紅藻類ヒトツマツ（23.2%）で、これら 3 種で全体の 73.7% を占めていた。また、これらの優占種はすべてのラインで出現し、分布に大きな偏りは見られなかった。前回調査を行った平成 24 年 5

月の結果と比較すると湿重量比は約 1,065%と大きく増加し、藻類総出現数は 10 種から 15 種に増加した。また、前回の調査時に最優占種であったフクロノリの割合は 90.4%から 25.4%へ大幅に減少した。一方、食害生物であるムラサキウニの生息密度について、3 ラインの平均は、0.09~3.78 個体/m²であった。

②富岡保護水面

海況が悪化したため 2 ラインを調査した。藻類出現種総数は、緑藻類 2 種、褐藻類 6 種、紅藻類 5 種の合計 13 種であった。表 2 に今回の調査で出現した藻類と出現割合を示し、図 2 に平成 11 年から平成 26 年までの富岡保護水面における藻類出現種類数の推移を示した。

表 2 富岡保護水面調査で出現した藻類（藻類名の後の数字は、湿重量全体に占める割合）

緑藻類	ミル(0.8%)、ヘライワヅタ(0.1%)
褐藻類	フクロノリ(8.7%)、イソモク(4.1%)、シワヤハズ(3.1%)、ツノマタ(0.2%)
紅藻類	トサカノリ(56.7%)、カニノテ(17.7%)、マクサ(2.7%)、キントキ(2.1%)、ガラガラ(0.9%)、パピラソゾ(0.1%)

全地点の平均湿重量は 1,013.6g/m²であり、優占種は紅藻類トサカノリ(56.7%)、カニノテ(17.7%)、褐藻類フクロノリ(8.7%)で、これら 3 種で全体の 83.1%を占めていた。また、これらの優占種はすべてのラインで出現し、分布に大きな偏りは見られなかった。前回調査を行った平成 25 年 5 月の結果と比較すると湿重量比は約 22.2%と減少し、藻類総出現数は 14 種から 13 種に減少した。また、前回の調査時に最優占種であったヤツマタモクの割合は 88.7%であったが、今回の調査では確認できなかった。一方、食害生物であるムラサキウニの生息密度について 3 ラインの平均は、0.25~0.67 個体/m²であった。

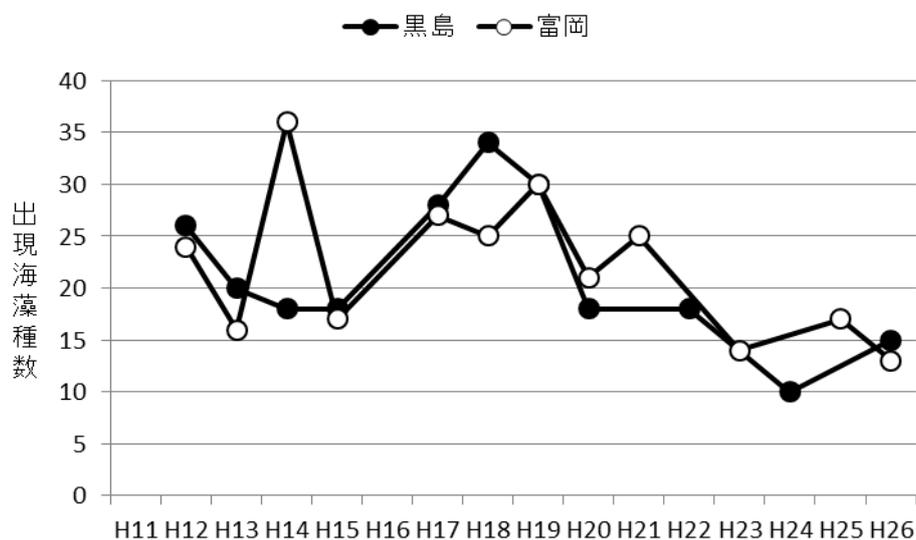


図 2 黒島・富岡保護水面における出現海藻種数の推移

水産研究イノベーション推進事業

(令 達)
平成 26 年度～

(八代海プランクトン発生種精密調査)

1 緒 言

八代海湾奥部において従来よりノリ養殖業が行われていたが、近年、本海域において早期（11月～12月）に珪藻類が大量発生し、それに伴い栄養塩類が減少することで、ノリの色落ち被害が拡大し、養殖期間の短期化に繋がっている。しかし、本海域において周年を通じた珪藻類と栄養塩動態との関係をみた研究例は少なく、本海域におけるノリの色落ち原因種およびその生活史は不明である。

また、本海域及び有明海の干潟域では、アサリ・ハマグリ等の採貝等が営まれ、干潟域特有の漁場を形成しているが、近年、アサリの資源量が減少し、漁業生産に深刻な打撃を与えている。

そこで、八代海湾奥部におけるノリの色落ちや本県海域のアサリの減少要因を究明し、漁業被害の防止を図るため、熊本県立大学環境共生学部と共同でプランクトン調査、アサリの餌料環境調査を実施した。

2 方 法

(1) 担当者 諸熊孝典、多治見誠亮、栃原正久、川崎信司
一宮睦雄（熊本県立大学）

(2) 調査項目および内容

ア 植物プランクトン精密調査

(ア) 調査期間

a 八代海湾奥部

St. 1～4：平成26年4月～翌3月（2回/月）

b 八代海南部

St. 5～7：平成26年5月～翌3月（1回/月）

(イ) 調査場所

a 八代海湾奥部4地点

b 八代海南部3地点

(ウ) 調査項目

a 環境調査

多項目水質計（JFEアドバンテック社製：AAQ1183型）を用いて、表層から底層までの水温、塩分、クロロフィル蛍光値、濁度、溶存酸素等の鉛直観測を行った。バンドーン採水器を用いて水深0 m、2 m及び海底直上1 m（B-1 m）から溶存態無機窒素（DIN）を測定するための採水を行った。

b 植物プランクトン調査

植物プランクトンの種組成及び細胞密度を測定するために、バンドーン採水器を用いて水深0 m、2 m及びB-1 mで採水を行い、ルゴール溶液で固定後（最終濃度5%）、ウタモールチャンバーを用いて100 mL濃縮後、検鏡した。また、St. 1において、柱状採泥器を用いて底土を深さ約1 cm採取し、終点希釈法により底土中の珪藻休眠期細胞数を推定した。なお、植物プランクトンの検鏡は熊本県立大学が実施した。

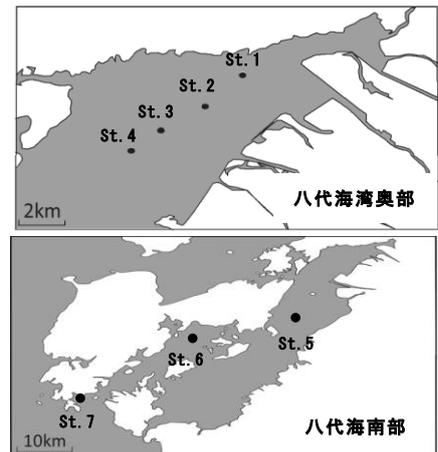


図1 調査定点図

イ アサリ餌料環境調査

(ア) 調査期間

平成26年12月及び平成27年2月

(イ) 調査場所

有明海緑川河口域 (図2)

(ウ) 調査項目

干潟におけるアサリの餌料源を推定するために、アサリと餌料源と考えられる海底直上10 cmの海水及び底土を採取し、元素分析計 (Thermo Fisher

Scientific社製: NC2500) 及び質量分析装置 (Thermo Fisher Scientific社製: DELTAPlus) を用いてそれぞれ

の炭素窒素安定同位体比を測定した。なお、採取した海底直上海水はアサリの餌料源と考えられる浮遊微細藻類を、底土サンプルは底生微細藻類を想定した。なお、炭素窒素安定同位体比の測定は熊本県立大学が実施した。

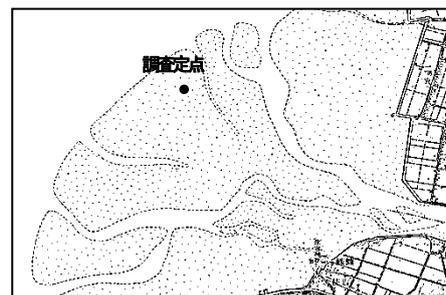


図2 調査定点図

3 結果および考察

(1) 植物プランクトン精密調査

ア 環境調査

周辺にノリ養殖漁場がある St.1 の水温、塩分、クロロフィル量及び溶存酸素濃度の推移を図3に示す。水温は調査期間中、8.9 °C~28.1 °Cの範囲で推移し、最低値は2月10日の底層、最高値は8月20日の水深2 mであった。7月上旬から中旬にかけて表層と底層との差が2 °C以上と大きくなり、水温成層の発達と考えられた。

塩分は調査期間中、19.8 psu~31.2 psuの範囲で推移し、最低値は7月16日の水深0 m、最高値は3月9日の底層であった。6月下旬から7月中旬にかけては、梅雨期の降雨により表層塩分が低下し、塩分成層が形成されたと考えられた。

クロロフィル量は調査期間中、1.1 µg/L~13.0 µg/Lの範囲で推移し、最低値は10月7日の底層、最高値は7月16日の水深2 mであった。

溶存無機態窒素 (DIN) 濃度は調査期間中、0.4 µg-at/L~15.8 µg-at/Lの範囲で推移し、最低値は11月4日の底層、最高値は6月19日の底層であった。8月上旬から10月上旬まで7 µg-at/L以上の高濃度で推移したが、10月上旬から下旬にかけて1.3 µg-at/Lまで減少した。その後3月9日に表層で8.5 µg-at/Lまで増加した。

イ 植物プランクトン調査

St.1における小型珪藻 *Skeletonema* spp. 及び *Chaetoceros debilis* の水柱中栄養細胞密度と底土中の休眠期細胞密度の季節変動を図4~5に示す。

Skeletonema spp. の栄養細胞は調査期間中、常に水柱中で確認された。DIN濃度が低下した10月下旬には本種栄養細胞密度も50 cells/mL以下にまで低下したが、1月中旬に200 cells/mL以上となり、3月上旬まで高密度で推移した。

C. debilis の栄養細胞は4月から10月まで検出限界以下 (<0.01 cells/mL) ~0.5 cells/mLの低密度で推移したが、11月中旬には24 cells/mLまで増加し、1月下旬の表層で最高値となった (39 cells/mL)。

Skeletonema spp. 及び *C. debilis* の休眠期細胞は周年を通して八代海湾奥部の底土中から検出されたことから、これら2種は湾奥部で再生産していることが示唆された。

八代海湾奥部 (St. 1) 及び八代海中南部 (St. 5~7) における *Eucampia zodiacus* の栄養細胞の季節変動を図6に示す。八代海湾奥部において、本種栄養細胞は4月から11月上旬までほとんど確認されなかったが (0.0 cells/mL~2.3 cells/mL)、11月中旬の底層で 70 cells/mLまで増加し、3月下旬まで確認された。また、St. 1の底土中からは本種の休眠期細胞は確認されなかった。

八代海中南部海域では、低密度ではあるが5月中旬から本種栄養細胞が確認され、翌年3月まで検出限界以下になることはなく、常に確認された。これらのことから、本種は八代海中南部又は外洋で越冬し、秋季に湾奥部に流入することが示唆された。

(2) アサリ餌料環境調査

12月の調査では荒天による調査中断のため、海底直上水は採取できなかった。

アサリ閉殻筋と底土及び海底直上水の窒素炭素安定同位体比マップを図7に示す。

12月と2月調査時におけるアサリ閉殻筋の $\delta^{13}\text{C}$ 値はそれぞれ $-17.0 \pm 0.3\text{‰}$ 及び $-18.1 \pm 3.8\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値はそれぞれ $8.3 \pm 0.6\text{‰}$ 、 $8.1 \pm 0.5\text{‰}$ となり、調査間での差はみられなかった。

底生微細藻類を含む底土サンプルの $\delta^{13}\text{C}$ 値は12月に $-22.0 \pm 0.2\text{‰}$ 、2月に $-22.4 \pm 0.5\text{‰}$ となった。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は12月に $-2.9 \pm 2.0\text{‰}$ 、2月に $-1.7 \pm 1.7\text{‰}$ となり、既報値 ($\delta^{13}\text{C}$ 値: -20‰ ~ -10‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値: 約 8‰) よりも $\delta^{15}\text{N}$ 値が著しく低い値となった。このことは、陸域由来の $\delta^{15}\text{N}$ 値が低い物質 (枯葉等) の影響を強く受けたことが考えられる。

浮遊微細藻類を含む海底直上水の $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-20.5 \pm 0.7\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値は $4.3 \pm 1.7\text{‰}$ となり、既報値 ($\delta^{13}\text{C}$ 値: -24‰ ~ -18‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値: 約 5.2‰) と概ね一致した。

炭素窒素安定同位体比を用いた餌資源の推定では、栄養段階が1段階上がると $\delta^{13}\text{C}$ 値が 0.6‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値が平均 3.4‰ 上昇することから、海底直上水の炭素窒素安定同位体比の値とアサリの値とが同じ食物連鎖系列に相当する、つまり浮遊微細藻類等の植物プランクトンを含む粒状有機物を餌料として利用することが示唆された。

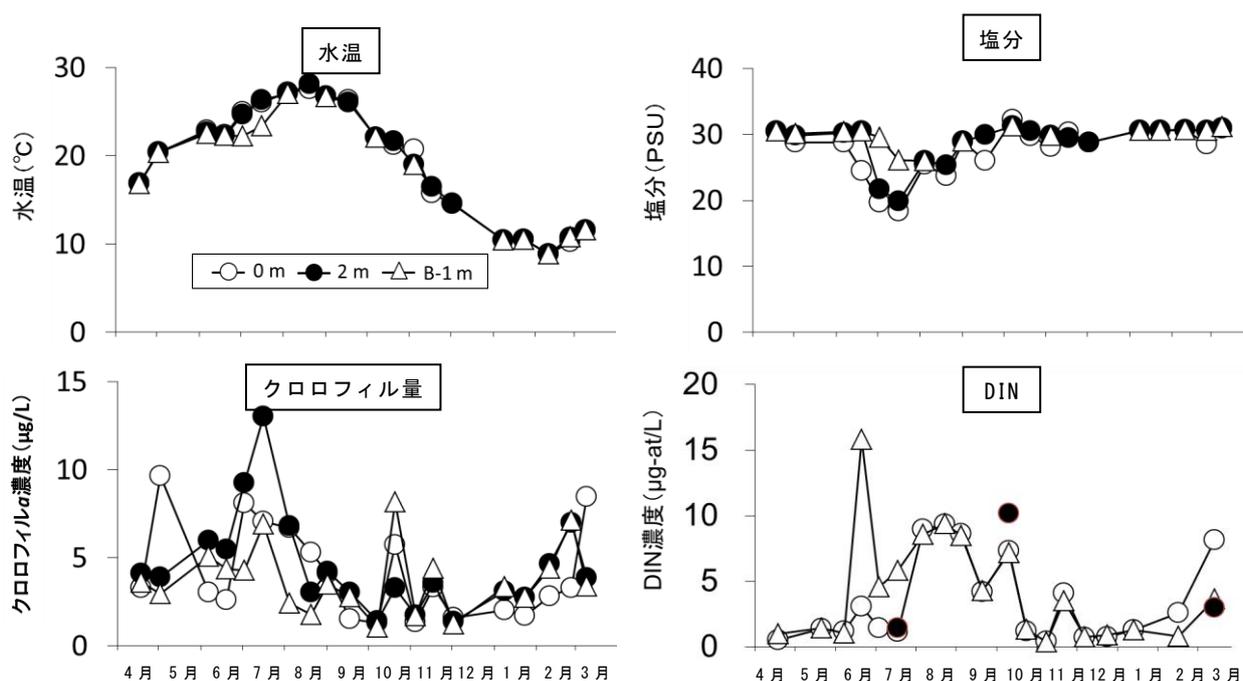


図3 St. 1における水温・塩分・クロロフィル量・溶存無機態窒素濃度の推移

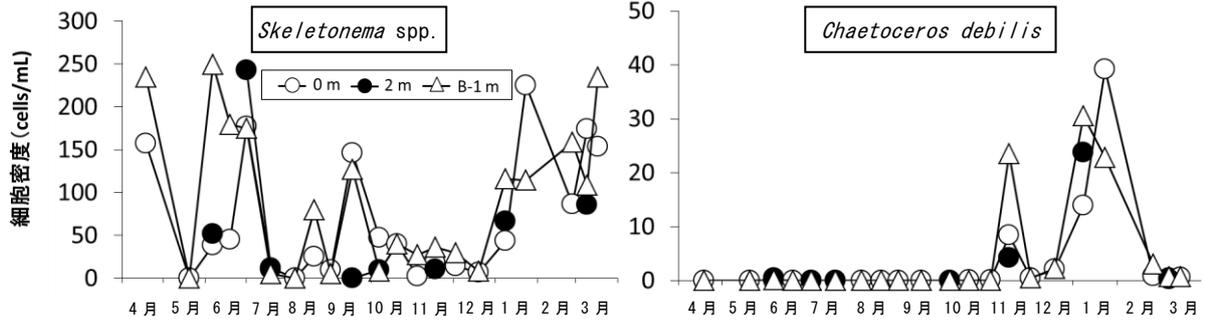


図4 St. 1における珪藻栄養細胞密度の推移

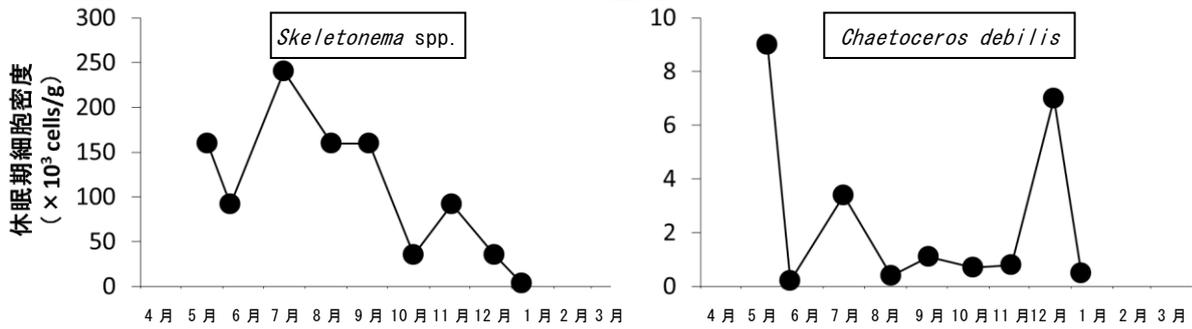


図5 St. 1における底土中の珪藻休眠期細胞密度の推移

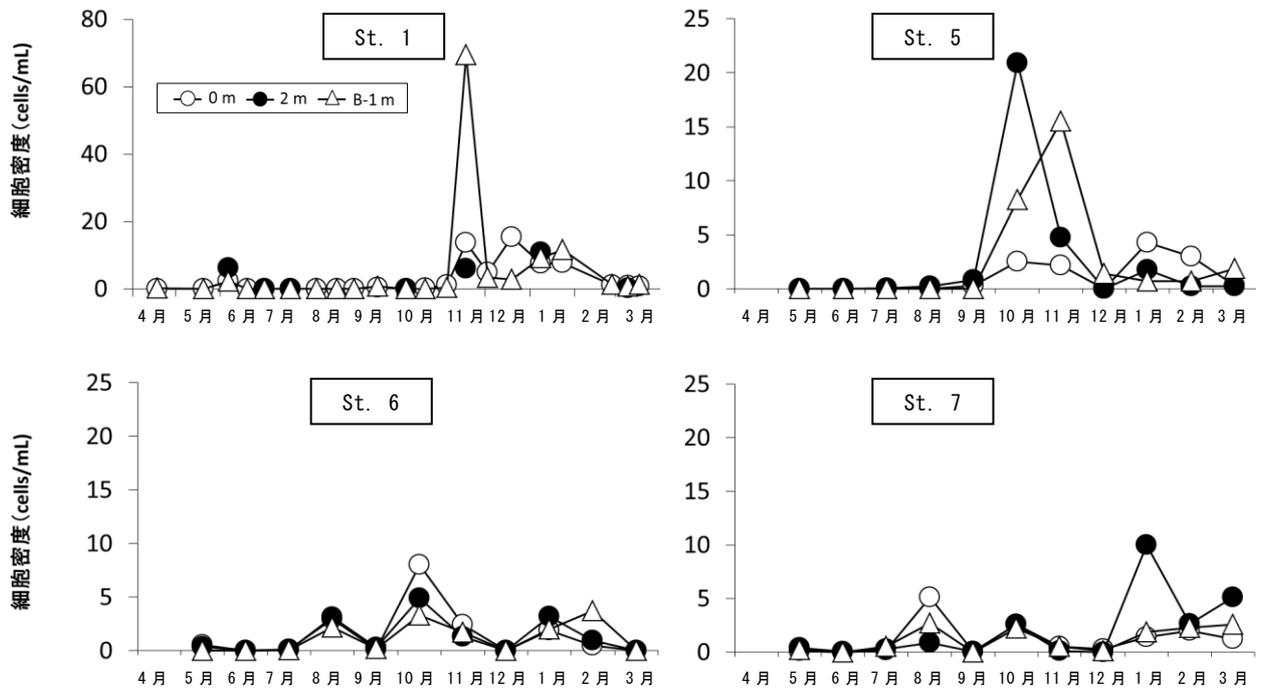


図6 八代海における *Eucampia zodiacus* の推移

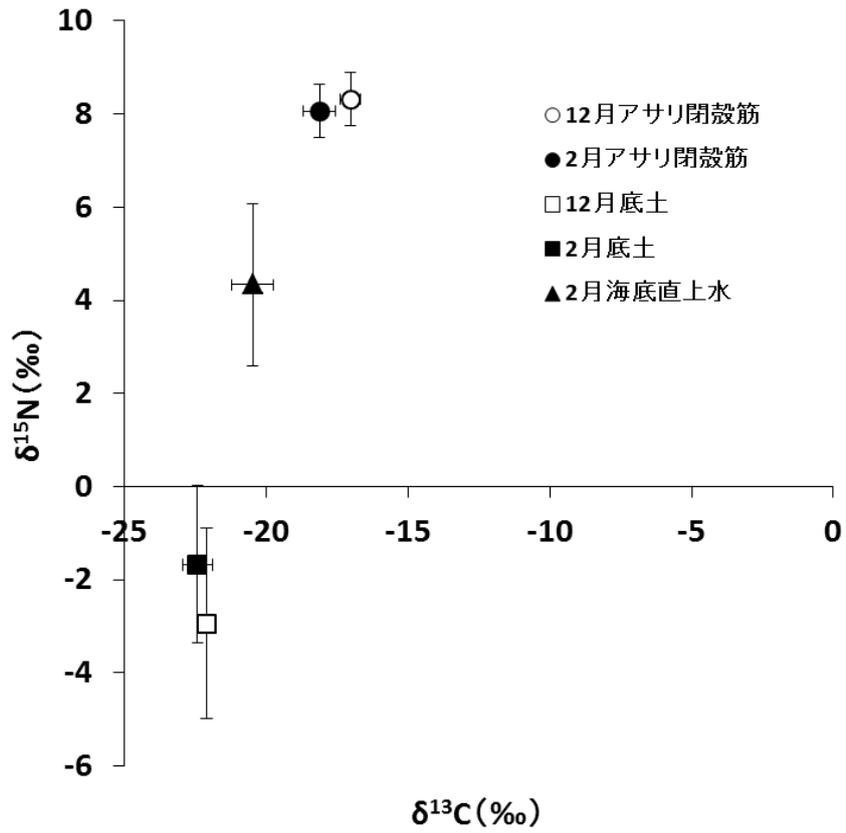


図7 緑川河口域におけるアサリ閉殻筋と底土及び海底直上水の炭素窒素安定同位体比マップ

食品科学研究部

水産物安全確保対策事業Ⅰ（県単・交付金） （平成21年度～）

（エライザ法による麻痺性貝毒定期モニタリング調査）

1 緒言

本県では、平成19年度からエライザ（ELISA；enzyme-linked immunosorbent assay）法による麻痺性貝毒モニタリング調査を実施している。本法は、公定法として用いられているマウス毒性試験に比べ感度が高く、低毒時における毒力の推移を把握できることから、公定法のスクリーニングとしての有効性が立証されている¹⁾⁻²⁾。

本調査では、本県で生産する二枚貝の食品としての安全性を確保し、食中毒を未然に防止するため、エライザ法及び公定法による麻痺性貝毒のモニタリングを実施した。

2 方法

（1）担当者 郡司掛博昭、山下幸寿

（2）材料及び方法

ア 調査項目：麻痺性貝毒（出荷自主規制値：可食部1g当たり4MU^{注1)}）。

イ 調査期間、調査地点、二枚貝の種類、調査頻度：図1のとおり実施した。ただし、資源管理等により二枚貝を採捕しない場合は欠測とした。

ウ 試験方法：検査用試料の調製は、食品衛生検査指針（理化学編2005）に準じて実施した³⁾。

エライザ法に用いるキットは、大阪府立公衆衛生研究所が開発したPSP-ELISAを使用し⁴⁾、標準液には公定法値により4MU/gを示す毒化したカキを用いて測定した。また、公定法によるマウス毒性試験は、公益財団法人北九州生活科学センターに委託した。

注1) 1MU（1マウスユニット）とは、公定法で20gのddy系雄マウスが15分で死亡する毒力をいう。

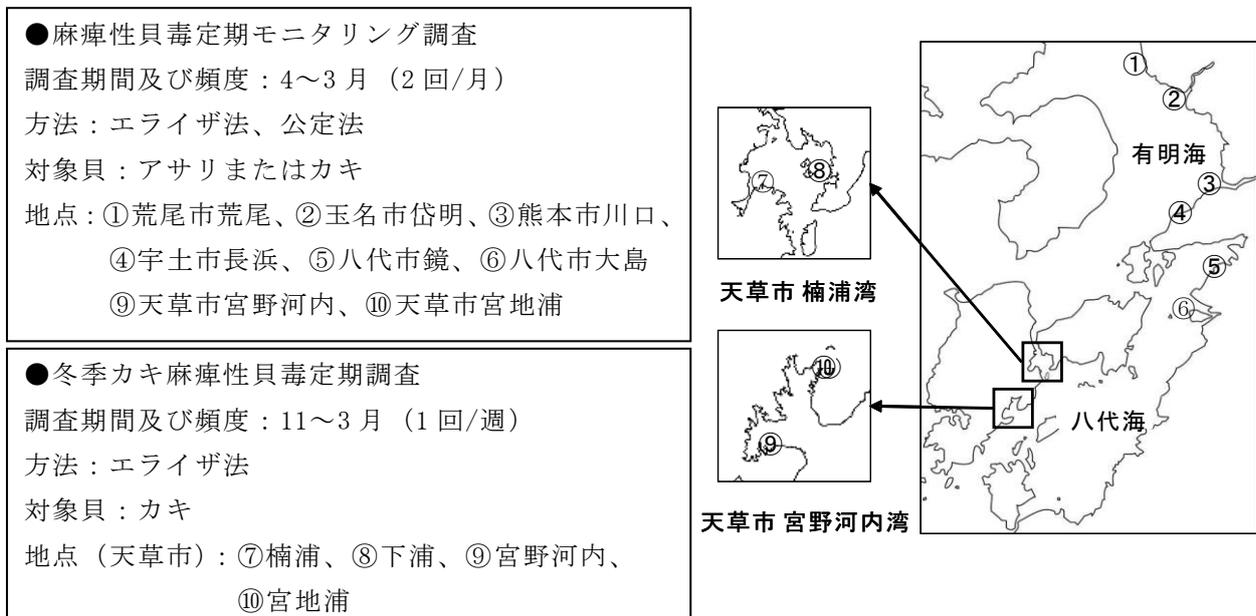


図1 麻痺性貝毒定期調査概要及び調査地点

3 結果及び考察

(1) 麻痺性貝毒定期モニタリング調査結果（表1参照）

有明海では、調査の結果、エライザ法のスクリーニング値である2 MU/g を超過するものはなく、公定法においても規制値を超過するものはなかった。

八代海では、アサリを検査対象としている八代市鏡及び天草市宮野河内ではアサリ資源減少のため調査ができなかったが、カキ及び八代市大島のアサリについて調査を実施した。調査の結果、天草市宮地浦においてエライザ法のスクリーニング値を超過する事例が12月24日以降に14件発生した。（図2参照）。

(2) 冬季カキ麻痺性貝毒定期調査（表1参照）

調査を予定していた天草市楠浦、下浦、宮野河内、宮地浦の調査を実施した。

その結果、天草市宮野河内及び宮地浦でエライザ法のスクリーニング値を超過する事例が発生し、公定法による検査を実施したところ規制値を超過した事例が以下の2件発生した。

①天草市宮野河内地先で平成27年1月12日に採捕されたカキからエライザ法で20.8 MU/g が検出されたため、公定法による検査を実施したところ規制値を超える24 MU/g が検出され、平成27年1月16日から天草漁業協同組合による出荷自主規制が実施された（表1の⑨に示す事例）。

②天草市宮地浦地先で平成26年12月24日に採捕されたカキからエライザ法で13.2 MU/g の貝毒が検出され、平成27年3月以降も規制値を超える貝毒が検出された（表1の⑩に示す事例）。また、麻痺性貝毒の原因プランクトンである *Gymnodinium catenatum* が平成27年2月3日に天草市宮地浦湾（水深：0 m）において450 cells/ml、同市中田湾（水深：8 m）において150 cells/ml 存在することが確認されたため、*Gymnodinium catenatum* が毒化原因と推察された⁵⁾。

今年度は定期調査で154検体の検査を行ったが、このうち26件についてエライザ法によるスクリーニング値を超過し、その内15検体において公定法による規制値を超過する事例が発生した。また、検査を行う中で偽陰性となった検体は無く、現行の調査体制の有効性と分析結果の正確さを担保する結果が得られた。

今後も本調査を継続するとともに、海域環境の変化等の要因により毒成分が大きく変化する可能性があることから、HPLC分析による毒組成の解析も合わせて実施することが必要と考えられるため、（独）水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所に協力を依頼し、毒組成の解析を進めていく予定である。

表 1 麻痺性貝毒分析結果（エライザ法及び公定法）

海域	調査地点	対象貝	検体数	陽性検体数		備 考
				ELISA法	公定法	
有明海	①荒尾市荒尾	アサリ	5	0	0	7月以降は資源減少のため、調査見合わせ
	②玉名市岱明	アサリ	21	0	0	
	③熊本市川口	アサリ	19	0	0	
	④宇土市長浜	アサリ	17	0	0	
八代海	⑤八代市鏡	アサリ	-	-	-	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
	⑥八代市大島	アサリ	10	0	0	10月後半以降はアサリ資源減少のため、調査見合わせ
	⑦天草市楠浦	カキ	11	0	0	
	⑧天草市下浦	カキ	20	0	0	
	⑨天草市宮野河内	アサリ	-	-	-	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
		カキ	16	12	3	出荷自主規制(H27.1.16～継続中)
⑩天草市宮地浦	カキ	35	14	12		
合 計			154	26	15	

※ エライザ法の分析値は 2 倍の分析誤差があることから、エライザ法によるスクリーニング値を 2MU/g とし、この数値を超過した場合、公定法による検査を実施した。

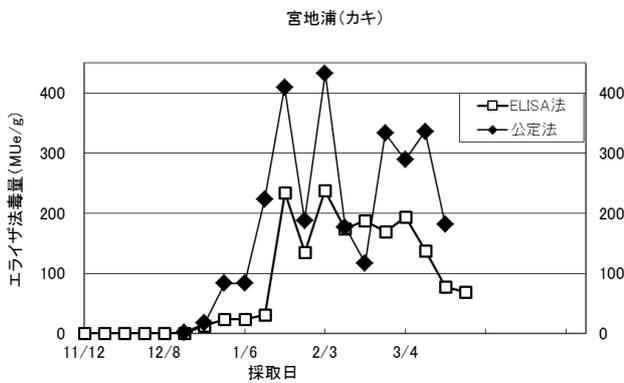


図 2 天草市宮地浦カキの毒力推移

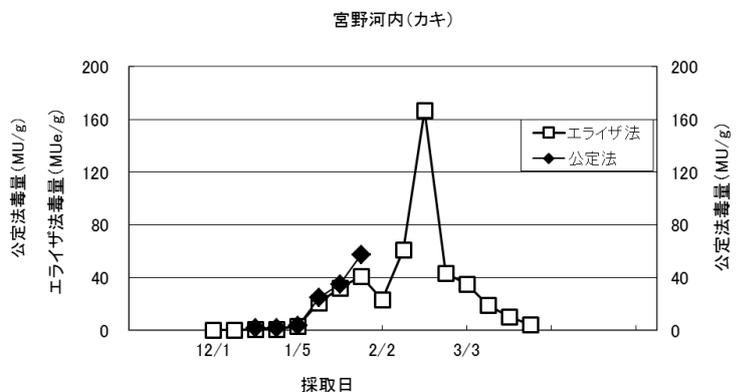


図 3 天草市宮野河内カキの毒力推移

4 謝 辞

本試験を実施するにあたり、大阪府立公衆衛生研究所から分析キットの提供及び分析方法等について御指導御助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

5 文 献

- 1) 篠崎貴史ら：麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 I ELISA の実証試験と公定法との相関性 平成 23 年度日本水産学会春季大会講演要旨集 2011; 104.
- 2) 渡邊龍一ら：麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 II HPLC 分析による毒組成解析と有効性検証. 平成 23 年度日本水産学会春季大会講演要旨集 2011; 104.
- 3) 社団法人日本食品衛生協会 3. 麻痺性貝毒(公定法). 食品衛生検査指針(理化学編), 2005; 673-680.
- 4) Kentaro Kawatu *et al*: Development and Application of an Enzyme Immunoassay Based on a Monoclonal Antibody against Gonyautoxin Components of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins. *Journal of Food Protection*. 2002; 65-8: 1304-1308.
- 5) 熊本県水産研究センター赤潮情報第 57 号, 2015

水産物安全確保対策事業Ⅱ（県単平成21年度～）

（養殖貝類品質向上試験Ⅰ クマモト・オイスター冷凍試験）

1 緒言

本県では、平成22年度以降、生食用カキとしてクマモト・オイスター（シカメガキ）を試験的に出荷しているが、出荷期間が3月～4月中旬までの約1ヶ月半に限られているため、新たな流通形態として生食用カキの冷凍品の生産を想定している。

これまでに実施した官能評価において、 -20°C 及び -45°C で2ヵ月間保存したカキが生食可能であるとの評価が得られた。冷凍品の品質を低下させる一因として解凍時のダメージがあげられる。一般的に冷凍品の解凍には緩慢解凍が良いとされているが、時間及び保管場所が必要となる。そこで -45°C で保存した冷凍カキの最適な解凍方法について検討するとともに、細菌検査を実施した。

2 方法

(1) 担当者 郡司掛博昭、山下幸寿

(2) 材料及び方法

ア 供試貝

平成26年12月に市販の生食用マガキを購入し試験に供した。

イ 供試貝の前処理（凍結保存）

上記のカキを -45°C で60分間急速凍結を行った後、氷水に10秒程度浸すことでグレーズ処理し、再び -45°C で30分間急速凍結を行った。その後、保存用の袋に8個程度ずつ封入し、 -45°C に温度設定した冷凍庫に収容して凍結保存した。

ウ 解凍方法別のドリップ量の比較

上記の冷凍3ヵ月後のカキを各8個体ずつ冷凍急速解凍（流水解凍）及び緩慢解凍（氷水中解凍）した。

解凍後、家庭用オイル・カットダウン・マシン（OCM株式会社製、OCM-T8F）を用いてドリップ量を測定した。カキの重量を測定後、100Gで2分間遠心し、再度カキの重量を測定し、遠心前後の重量差をドリップ量とした。

エ 細菌検査の実施

ドリップ量測定用と同様の方法で冷凍したカキを氷水中で緩慢解凍後、冷蔵保管した。解凍直後を目として、1～4日目のカキの一般生菌数について、ペトリフィルム（3Mジャパン（株）社製）を用いて測定した。

3 結果及び考察

(1) ドリップ量

解凍方法別のドリップ量を表1に示す。 -45°C で保存し緩慢解凍及び急速解凍したカキの遠心前重量は $13.6 \pm 1.5 \text{ g}$ 、 14.7 ± 1.7 であり、遠心後の重量は 10.2 ± 1.1 、 $11.4 \pm 1.3 \text{ g}$ となった。ドリップ量は緩慢解凍が $3.5 \pm 0.8 \text{ g}$ 、急速解凍が $3.4 \pm 0.5 \text{ g}$ であり、両者に明確な差は見られなかった。

表1 解凍方法別カキドリップ量

保存温度	解凍方法	遠心前重量 (g)	遠心後重量 (g)	平均ドリップ量 (g)
-45℃	緩慢解凍	13.6±1.5	10.2±1.1	3.5±0.8
	急速解凍	14.7±1.7	11.4±1.3	3.4±0.5

(2) 細菌検査

細菌検査の結果を表2に示す。解凍直後の一般生菌数は80/gであり、解凍4日後においても220/gと、冷蔵期間を通じて生食用カキの一般生菌数の基準である50,000/gを下回っていた。

表2 冷凍カキ解凍後の一般生菌数の変動

冷蔵日数	0	1	2	3	4
一般生菌数	80	100	80	130	220

4 考 察

齋藤は冷凍魚の緩慢解凍におけるドリップ量を決める要因は解凍温度であることを報告している¹⁾。今回、-45℃で3か月間保存したマガキを緩慢解凍した場合と流水解凍した場合のドリップ量は同等であった。マガキにおいては解凍温度がドリップ量を決める要因ではなく、加熱用に供する場合は必ずしも緩慢解凍である必要はないと考えられた。本実験においてはドリップに含まれる呈味成分については検討を行っていないためドリップに含まれる遊離アミノ酸量等の測定によるドリップの質の評価やカキの鮮度指標として用いられているトリフェニルホルマザン量の測定を実施するとともに、官能評価を併せて実施することで冷凍及び解凍方法について評価する必要があると考えられた。生食用かきは、食品衛生法で細菌数等について規格基準が定められている。今回、解凍後4日経過した段階でも食品衛生法の規格基準を満たしていたことから、官能評価によっておいしさの評価を行っていく必要があると考えられた。

5 文 献

- 1) 齋藤貴美子：冷凍魚の解凍について．日本調理科学会誌 Vol.29 (1996) No.1 P.67-72.

水産物安全確保対策事業Ⅲ (国庫委託 平成 26～28 年度)

(レギュラトリーサイエンス新技術開発事業)

1 緒 言

2015 年 1 月に EU において下痢性貝毒の公定法が機器分析法 (HPLC 法) へと移行することから、(独) 水産総合研究センター中央水産研究所を中心として、貝毒発生に関する科学的知見を踏まえつつ、新たな分析法を活用して貝毒発生のモニタリング方法を改善するといった貝毒のリスク管理措置の見直しに関する事業 (農林水産省 レギュラトリーサイエンス新技術開発事業) の立ち上げを行い、全国に先駆けて平成 19 年度からエライザ (ELISA ; enzyme-linked immunosorbent assay) 法による麻痺性貝毒モニタリング調査を実施している本県も参加した。

本調査では、毒化が確認された海域内における麻痺性貝毒のバラツキを調査し、これまでのモニタリング体制の妥当性を検討した。また、エライザ法、公定法、HPLC 法の 3 分析法による麻痺性貝毒の分析を行い、将来の麻痺性貝毒の機器分析への移行に向けたデータの蓄積を行った。

2 方 法

(1) 担当者 郡司掛博昭、山下幸寿

(2) 材料及び方法

ア 調査項目：麻痺性貝毒 (出荷自主規制値：可食部 1g 当たり 4 MU^{注1)})。

イ 調査期間、調査地点、二枚貝の種類、調査頻度：天草市新和町宮地浦湾に調査地点を 5 地点設定し (図 1：地点 A～E)、平成 27 年 1 月～3 月まで天然カキを月 2 回大潮毎にサンプリングし、エライザ法及びマウス毒性試験による分析を実施した。

ウ 試験方法：検査用試料の調製は、食品衛生検査指針 (理化学編 2005) に準じて実施した¹⁾。

エライザ法に用いるキットは、大阪府立公衆衛生研究所が開発した PSP-ELISA を使用し²⁾、標準液には公定法値により 4 MU/g を示す毒化したカキを用いて測定した。また、公定法によるマウス毒性試験は、公益財団法人北九州生活科学センターに委託した。

注 1) 1 MU (1 マウスユニット) とは、公定法で 20g の ddy 系雄マウスが 15 分で死亡する毒力をいう。

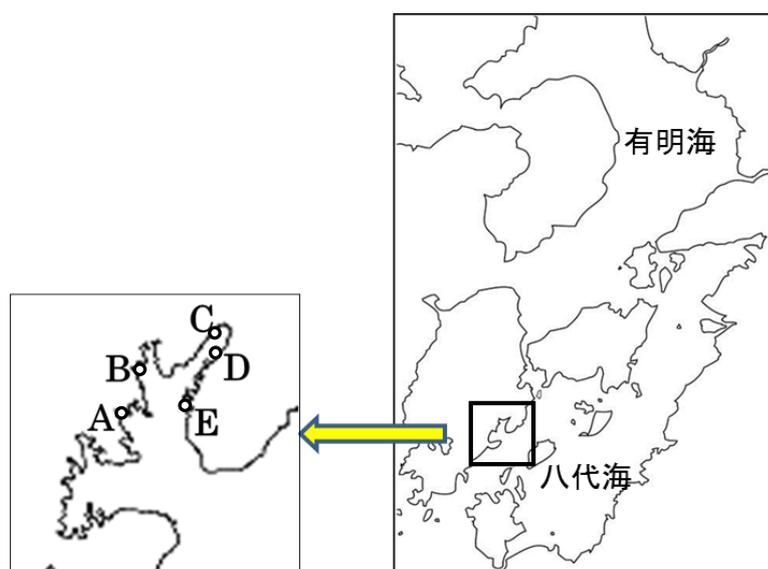


図 1 調査地点

3 結果及び考察

1月前半の大潮時に湾奥部（地点 B, C, D）において ELISA 法で 10 MU/g を超える毒化が確認された。その後、1月後半に湾口部の地点 E、2月前半に地点 A において ELISA 法で 10 MU/g を超える毒化が確認され、2月後半には、全 5 地点において 100 MU/g を超えた。調査対象とした宮地浦湾は、湾口の幅が約 1.4 km、地点 AC 間の直線距離が約 3 km という小規模な湾であるが、地点によって毒化のタイミングや毒力が異なることが確認された。また、湾奥部から毒化した後に湾口部に広がる傾向が確認され、地点 C において最も高毒化していることから、C>D>B の順に調査地点に適していると考えられた。

また、麻痺性貝毒の原因プランクトンである *Gymnodinium catenatum* が平成 27 年 2 月 3 日に天草市宮地浦湾（水深：0 m）で 450 cells/ml、同市中田湾（水深：8 m）で 150 cells/ml 存在することが確認されたため、*G. catenatum* が毒化原因プランクトンと推察された³⁾。*G. catenatum* 赤潮は平成 27 年 3 月 16 日まで継続して確認された⁴⁻⁶⁾。

平成 26 年 1 月にも調査海域において麻痺性貝毒の発生が確認されているが⁷⁾、平成 24 年度は公定法による規制値（4 MU/g）を超過するような毒化は報告されていない。このように、毒化には年度毎のバラツキがあり、モニタリング手法の妥当性をさらに確認するために、地点間のバラツキが年度毎にどのように変動するのかを把握する必要がある。

今後も本調査を継続するとともに、HPLC 分析による毒量の分析を（独）水産総合研究センター 瀬戸内海区水産研究所に協力を依頼し、進めていく予定である。

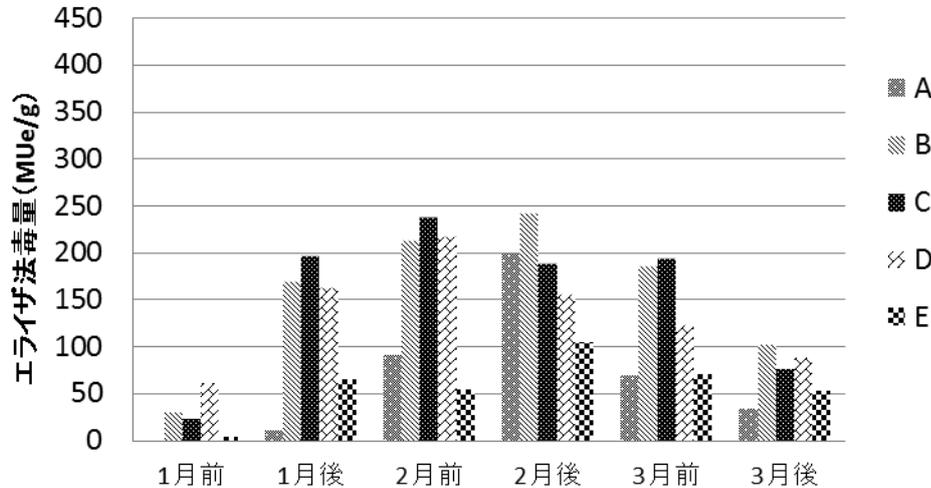


図2 モニタリング結果（エライザ法）

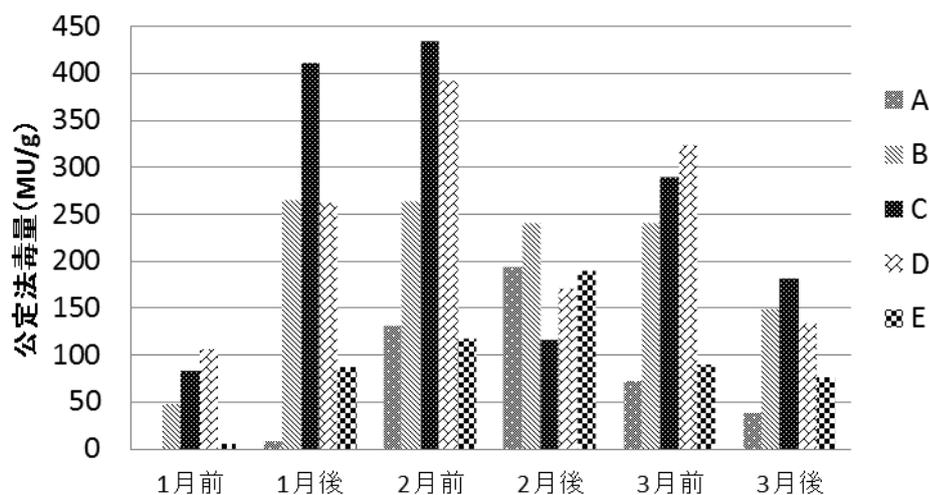


図3 モニタリング結果（公定法）

4 謝 辞

本試験を実施するにあたり、大阪府立公衆衛生研究所から分析キットの提供及び分析方法等について御指導御助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

5 文 献

- 1) 社団法人日本食品衛生協会 3. 麻痺性貝毒(公定法). *食品衛生検査指針(理化学編)*, 2005; 673-680.
- 2) Kentaro Kawatu *et al*: Development and Application of an Enzyme Immunoassay Based on a Monoclonal Antibody against Gonyautoxin Components of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins. *Journal of Food Protection*. 2002; 65-8: 1304-1308.
- 3) 熊本県水産研究センター赤潮情報第 57 号, 2015
- 4) 熊本県水産研究センター赤潮情報第 60 号, 2015
- 5) 熊本県水産研究センター赤潮情報第 62 号, 2015
- 6) 熊本県水産研究センター赤潮情報第 64 号, 2015
- 7) 平成 25 年度熊本県水産研究センター事業報告書, 2015; 270-273.
- 8) 平成 24 年度熊本県水産研究センター事業報告書, 2014; 265-267.

水産物付加価値向上事業Ⅰ（^{県 単}平成 26～30 年度）

（オープンラボ等による加工指導）

1 緒 言

本県水産物の付加価値を向上させるため、開放型実験施設（オープンラボ）の活用も行いながら、県内漁業関係者や水産加工業者等に対する水産加工品等の開発、改良、品質評価の技術指導に取り組んだ。

2 方 法

（1）担当者 長山公紀、郡司掛博昭、山下幸寿

（2）事業項目

ア オープンラボを活用した技術指導等

イ 現地加工場での技術指導、電話やメールによる技術指導や資料提供

3 結 果

（1）オープンラボを活用した技術指導等

オープンラボの利用は 55 件、延べ 92 名、延べ 82 品目であり、主な内容を表 1 に示した。なお、オープンラボで行われた試作等の後 12 品が商品化された。

（2）現地加工場での技術指導、電話やメール等による技術指導や資料提供

現地加工場での技術指導 9 件の他、電話やメール等により 21 件の技術指導や資料提供を実施した。

表 1 オープンラボを活用した技術指導（抜粋）

月	試験・試作内容	利用機関	備考
4 月	青のり佃煮の試作	漁協	
4 月	茎ワカメ加工品の細菌試験及び水分活性測定等	水産加工会社	商品化
4 月他	ヒジキ加工品、いりこ入り調味料の細菌試験	水産加工会社	商品化
5 月	ブリ、マダイの冷凍試験、ヒジキ加工品の試作	水産加工会社	
5 月	ナマコ加工品の細菌試験	市町村	
5 月他	クロダイ干物の試作	漁協組合員	
6 月他	ノリ佃煮の細菌試験	漁協女性部	商品化
6 月	ナマコのレトルト試験、ナマコ加工品の細菌試験	市町村	
6 月	コノシロ酢漬け等の細菌試験	漁協組合員	商品化
8 月	ヒジキ加工品の細菌試験	漁協	
8 月	スズキ一夜干し、ハモすりみの細菌試験	市町村	
8 月	アジ南蛮漬けの細菌試験	漁協組合員	
9 月	マダイ切り身の細断試験	水産加工会社	
10 月	いりこ及びちりめんの細菌試験	水産加工会社	
10 月	クルマエビ、シバエビのせんべい試作	漁協	

10月他	いりこ加工品等の細菌試験	漁協、市町村	商品化
10月他	シバエビ粉砕及び乾燥試験、ビゼンクラゲ細断及び乾燥試験	水産加工会社	
11月	マガキ加工品等の試作	漁協及び組合員	
12月	だしの素の塩分測定試験	市町村	
1月	コノシロ加工品の細菌試験	水産加工会社	
3月	ヒトエグサの乾燥試験	漁業者	

表2 現地加工場での技術指導（抜粋）

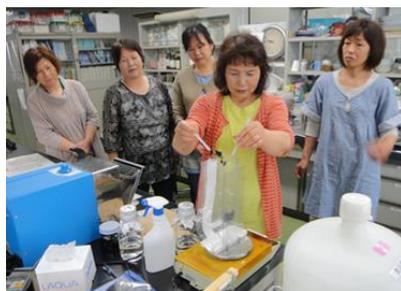
月	試験・試作内容	対象機関
4月	エビかりんとう試作	漁協婦人部
4月	ヒジキ加工品の試作品評価	水産加工会社、市町村
5月	ヒジキ加工品試作	漁協婦人部
5月	ノリ佃煮試作	漁協女性部
9月他	ヒジキ加工品製造指導	漁協
10月他	エビかりんとう等製造指導	漁協婦人部

表3 電話やメール等による技術指導や資料提供（抜粋）

月	内容	対象者
5月	佃煮の製造許可取得	漁協組合員
5月	水産加工技術の特許出願	水産加工会社
5月	魚の冷凍保存技術	水産加工会社
5月	魚の栄養成分分析と表示	漁協
5月	水産加工品製造での原価計算	水産加工会社
6月	すりみ製法	漁協組合員
6月	食品衛生法の微生物規格基準	市町村
6月	海藻の加工処理法	漁協
6月	水産加工機器の資料提供	漁協婦人部
6月	水産加工品の異物混入対策	漁協
8月	水産加工品製造における品質低下の原因と対策	水産加工会社
9月	魚肉から検出された寄生虫の同定と対策	漁協
11月	冷凍魚肉変色の原因と対策	漁協
1月	養殖魚の生食用出荷における注意	養殖業者
1月	水産物の成分分析	水産加工会社
3月	冷凍保存した海藻加工品の品質評価方法	漁協



水産加工会社
(ヒジキ加工品細菌試験)



漁協女性部
(ノリ佃煮細菌試験)



漁協婦人部
(エビかりんとう試作)



漁協
(マガキ加工品試作)



水産加工会社
(クラゲ細断)



水産加工会社
(エビ殻粉碎)

図1 オープンラボの活用や現地加工場で試作や試験を行う利用者

水産物付加価値向上事業Ⅱ（^{県 単}平成 26～30 年度）

（ヒジキ加工品の開発）

1 緒 言

国内で流通するヒジキのうち国産品の割合は約 2 割程度しかないといわれている。本県では乾燥重量で年間約 35～70 トンのヒジキが水揚げされているが、産地表示以外に外国産ヒジキと区別することは困難であり、外観や食感で差別化している例は見当たらない。

そこで、外国産ヒジキと差別化できる商品によって県産ヒジキの付加価値を向上し、漁業者および水産加工業者の所得増加に寄与すること、さらには地産地消の推進にも繋げることを目的として加工品の開発を実施した。

2 方 法

（1）担当者 長山公紀、山下幸寿

（2）材料及び方法

ア 材料

平成 26 年 3 月から 5 月にかけて県内で漁獲されたヒジキを材料とした。

イ 方法

漁獲後に乾燥せず加熱処理を行った一次加工品（サラダひじき）を試作した。試作品を漁協や水産加工業者に提案し、関心を持った事業者に対して製造指導や販売指導を行った。

3 結 果

（1）開発した加工品の特長

乾燥品を水戻ししたヒジキと比較して、歯ごたえのある食感を持つこと、輸入された乾燥品と異なる茶褐色をしていることから、外国産と外観や食感で差別化できると考えられた。食感を生かしたマリネやサラダなどでの食べ方が好評であり、洋風メニューにも取り入れて手軽にヒジキを食べることができると考えられた。

（2）事業者による商品化

漁協や水産加工業者など、4 事業者によって商品化が行われ、200g 入りの小売り品の他、飲食店向けに 500g または 1kg 入りが販売されている。商品は、県内の物産館やスーパーでの小売りや、事業者自らも催事などで販売している。また、自然食バイキングレストランでのサラダバーコーナーや、居酒屋や漁協直営レストランなどの飲食店でも提供されている。



図 1 試作を行う水産加工業者



図 2 商品化された加工品
（物産館での小売）

水産物付加価値向上事業Ⅲ（^{県 単}平成 26～30 年度）

（柑橘系養殖魚の作出）

1 緒 言

養殖魚においては野菜や果物のような品種による差別化は非常に困難である。そのような中で柑橘類による血合筋の褐変抑制効果や肉質の改善効果が明らかになってきている。本県のブランド柑橘類である不知火を使用して養殖魚の差別化を行うため、不知火（残さ）添加した餌料を使用したシマアジの試験養殖を実施し、血合筋の色及びメト化率の測定を行うとともに、官能評価を実施した。

2 方 法

（1）担当者 郡司掛博昭、山下幸寿

（2）材料及び方法

ア 材料

重量比約 8%の不知火が含まれるモイストペレット（以下 MP と記載）を平成 26 年 5 月中旬から 7 月中旬まで 1 日おきに投与したシマアジ 3 尾（投与区：平均体重 1.12 ± 0.10 kg、平均尾叉長 33.0 ± 1.5 cm）と、市販のエクストルーダーペレット（以下 EP と記載）で同じ期間飼育したシマアジ 3 尾（対照区：平均体重 1.02 ± 0.05 kg、平均尾叉長 35.7 ± 0.6 cm）を実験に使用した。供試魚は、養殖漁場において脊髄破壊により即殺後、鰓を切って失血させ、氷冷し約 1 時間運搬した。

イ 方法

①血合筋色彩測定

投与区 3 尾、対照区 2 尾のシマアジをロイン加工し、幅約 1 cm の切り身を 10 枚切り出し、色彩色差計（CM-700d、コニカミノルタ社製）を用いて、血合筋の色を測定した。ロイン加工した直後をスタートとし、0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 20, 23, 30, 52, 72 時間後（保存温度：5℃）に測定を実施した。

②メト化率測定

各区 3 尾の血合筋を用いて、血合筋変色の指標の 1 つとなるミオグロビンのメト化率の測定を実施した。ロイン加工した直後をスタートとし、0, 6, 20, 30, 72 時間後（保存温度：5℃）に血合筋 2 g を採取し、8 ml のりん酸塩緩衝液（pH6.8）を加え、-80℃で凍結保存し、後日分析を実施した。なお、72 時間後のサンプルは、色測定用の血合筋を使用した。

また、分析については、新・食品分析法 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編（1996）に依った。

③官能評価

各区、2 時間後のシマアジのロイン（背側）を刺身にし、20 人による食味試験を実施した。

3 結 果

①血合筋色彩測定

色測定の結果を図 1 に示す。

色の明るさを示している L*値は、投与区に比べ対照区の方が、全体的に数値が高く、明

るい色をしていた。

赤みが強いことを示す a^* 値は、投与区、対照区ともに同様の変化を示し、差はほとんどなかった。

黄みが強いことを示す b^* 値は、23 時間後以降、対照区に比べ投与区の方が低い数値で推移した。

褐色が強いことを示す b^*/a^* 値は、5 時間後以降、対照区に比べ投与区の方が低い数値で推移した。

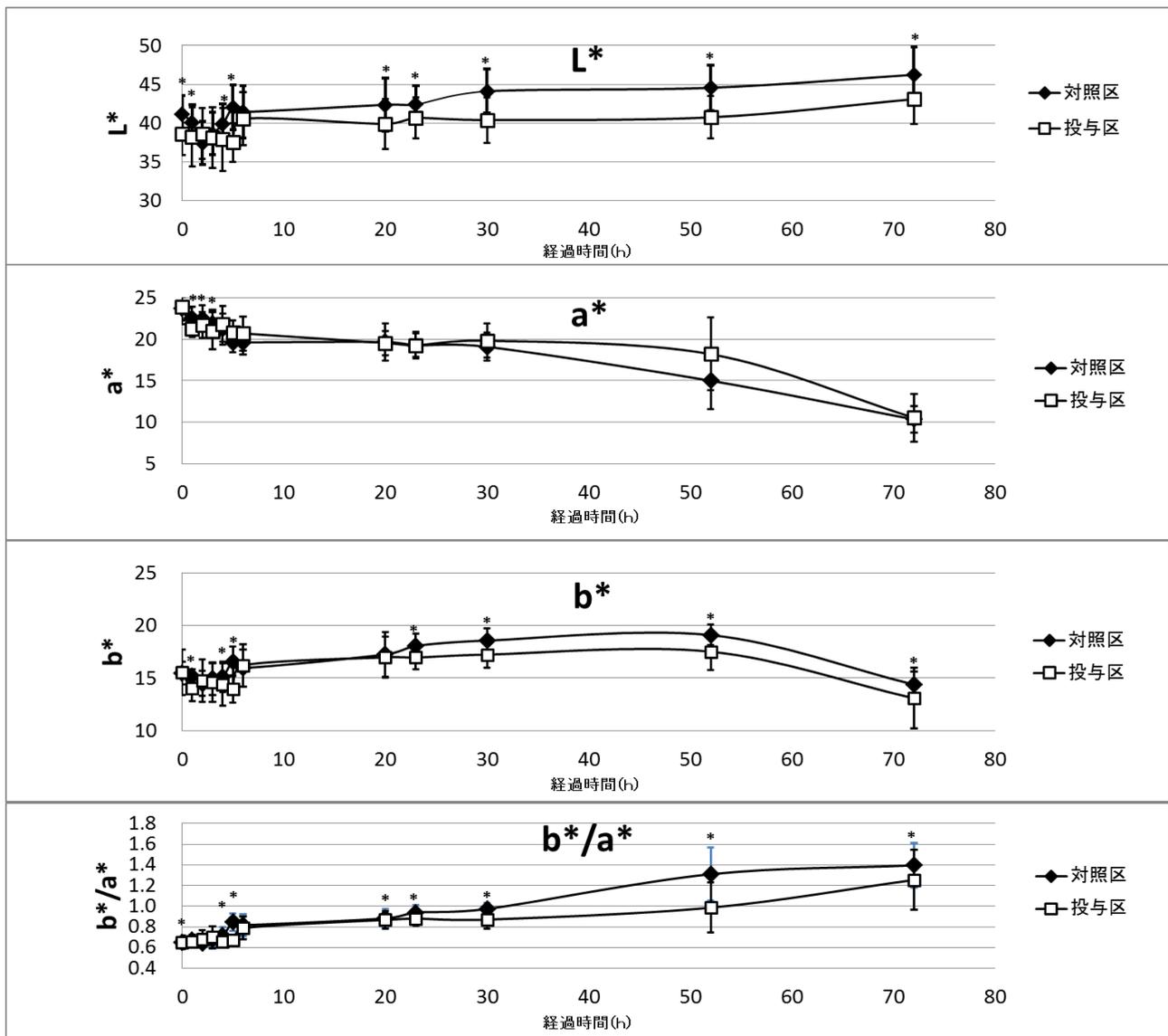


図 1 色の継時変化 * : $p < 0.05$ (マンホイットニーの U 検定)

※ L^* : 明るさ、 a^* : 赤み、 b^* : 黄み、 b^*/a^* : 褐色の強さを示す。

②メト化率測定

血合筋変色の指標の 1 つとなるミオグロビンのメト化率測定結果を図 2 に示す。メト化率は、投与区、対照区ともに同様の傾向を示した。

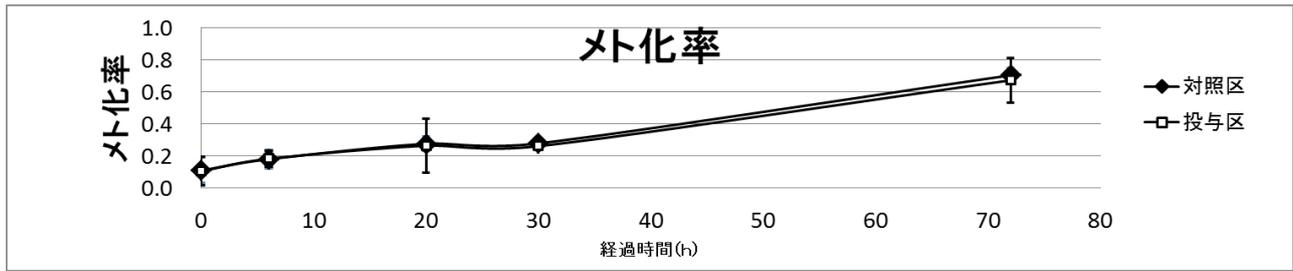


図 2 メト化率測定結果

③官能評価

官能評価の結果を表 1 に示す。評価者 20 人のうち、半数の 10 人が柑橘系の香りがすると評価した。投与区の方がさっぱりしていると評価したのは 9 人で、6 人が対照区の方がさっぱりしていると評価した。「どちらが生臭みが少ないか」という問に対しては、投与区が 5 人、対照区が 3 人で、どちらでもない（あまり差がない又はどちらも少ない）が 12 人であった。

表 1 官能評価結果

	投与区	どちらでもない	対照区
柑橘系の香りがする	10 人	10 人	0 人
さっぱり感がある	9 人	5 人	6 人
生臭み（魚臭さ）が少ない	5 人	12 人	3 人

4 考 察

①血合筋色彩測定

褐色の強さを示す b^*/a^* は、投与区の方が低く推移しており、投与区は対照区よりも変色が遅かった。今回、対照区のシマアジに給餌した EP には、グアバ葉粉末等が含まれているため、EP は高い抗酸化能を有していると考えられる。

今回使用した不知火 MP は、市販の EP と同程度の抗酸化能を有していると考えられる。

②メト化率測定

メト化率は、投与区と対照区の間で大きな差は認められなかった。色測定において、赤みを示す a^* 値も差がなく、メト化率の結果とよく一致していた。

③官能評価

評価者 20 人のうち、半数の 10 名が投与区では柑橘系の香りがすると評価した。香りの成分分析は専用の分析機器が必要なため成分は不明であるが、シマアジに不知火由来の香り成分が含まれているものと考えられる。不知火 MP は、柑橘系養殖魚の特徴の 1 つである「香り」の点においては、一定の効果があったと考えられる。

投与区の方がさっぱりしていると評価した評価者は 9 人であった。評価者からは、「柑橘系の香りがするためさっぱりしていると感じる。」という意見が複数あった。しかし、対照区がさっぱりしていると評価した評価者も 6 人おり、評価者からは、「対照区の方が、脂がのっていない。」という意見があった。不知火シマアジの特徴を「さっぱり感」で表現するには、脂肪量等を明らかにする必要があると考えられる。

生臭み（魚臭さ）が少ないと評価した評価者は、投与区が 5 人、対照区が 3 人であった。対照区の方が生臭みが少ないと評価した評価者の中には、脂がのっていることで魚臭さがするとした評価者がいた。

投与区、対照区のシマアジともに味に関して高評価を得たが、官能評価においては、投与区の方がより好評価が得られたと考えられる。

今後は、柑橘系の香りの分析を行って、香りの強さを数値化するとともに、不知火 MP の効果が現れる最適な投与期間を検討する必要性が考えられた。

水産物付加価値向上事業Ⅳ（^{県 単}平成 26～30 年度）

（グリコーゲン含有量モニタリング）

1 緒 言

シカメガキ（*Crassostrea shikamea*）は八代海などに分布している小型の二枚貝であり、本県でクマモト・オイスターとして商品化に取り組んでいる。4～6月は夏場の産卵期に向けてグリコーゲンが増加していくいわゆる旬の時期と考えられるが、クマモト・オイスターのグリコーゲン含有量に関する知見は少ない。

本試験では、クマモト・オイスターのグリコーゲン含有量からみた旬に関するデータを蓄積することを目的とした。

2 方 法

（1）担当者 郡司掛博昭、山下幸寿

（2）材料及び方法

ア 材料（サンプリング時期）

平成 26 年天草郡苓北町産クマモト・オイスター（4月下旬、5月下旬、6月下旬）

平成 26 年天草市御所浦町産クマモト・オイスター（5月下旬、6月下旬）

平成 25 年宇城市三角町産クマモト・オイスター（4月上旬）

平成 26 年産生食用マガキ（3月）

イ 方法

天草郡苓北町産クマモト・オイスターは当センターの栈橋で垂下し、4月下旬、5月下旬、6月下旬に各 10 個体をサンプリングした。サンプリングした検体は紫外線殺菌海水で約 24 時間浄化後、殻長、殻幅、殻高、全重量、軟体部重量を測定し、 -45°C で急速冷凍しグリコーゲンの分析まで -80°C で保存した。三角町産及び御所浦町産クマモト・オイスターは養殖業者から受け取り後、苓北町産と同様の処理を行った。生食用マガキは小売店から購入し、 -45°C で急速冷凍しグリコーゲンの分析まで -80°C で保存した。グリコーゲン含有量の測定には、アンスロン法を用いた。

3 結果及び考察

苓北町産クマモト・オイスターは、4月下旬に 27 mg/g のグリコーゲンを含有していたが、5月下旬は 24 mg/g、6月下旬は 19 mg/g となった。御所浦町産クマモト・オイスターは、5月下旬に今回試験に供した検体の中で最高値となる 57 mg/g であった。一方、6月下旬には 37 mg/g へと減少した。両産地とも 5月に比べ 6月のグリコーゲン含有量が少なく、クマモト・オイスターの産卵期とされている夏場に向けて 5月以降グリコーゲン含有量が低下していくことが確認されたことから、6月に比べ 5月の方が食用に供する時期として適当である可能性が考えられた。

クマモト・オイスターの出荷規格サイズまで成長した三角町産クマモト・オイスターは、4月に 54 mg/g のグリコーゲンを有していた。御所浦町産クマモト・オイスター（5月）と同程度のグリコーゲン含有量であるが、味認識装置を用いた旨味の分析においては三角町産クマモト・オイスターは御所浦町産に比べ旨味の数値が高かった（平成 26 年度水産研究イノベーション推進事業）。

以上の事から、年度毎や出荷時期における産地ごとのグリコーゲン等のモニタリングを行うことによって適正な出荷時期を把握し、出荷するクマモト・オイスターの品質を安定させることが必要と考えられた。

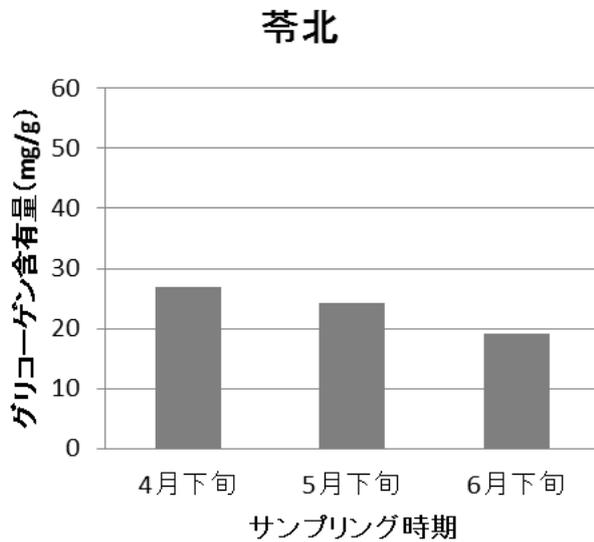


図1 苓北町産グリコーゲン含有量

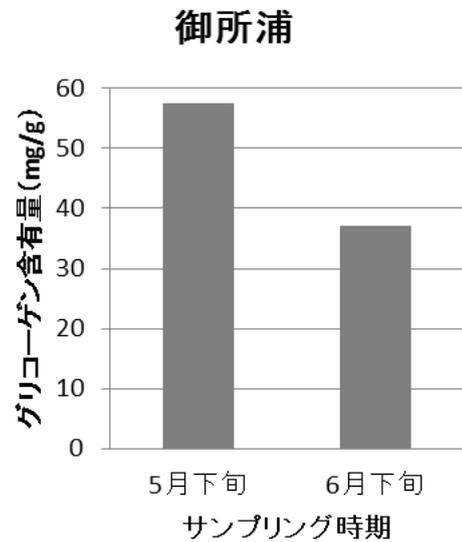


図2 御所浦町産グリコーゲン含有量

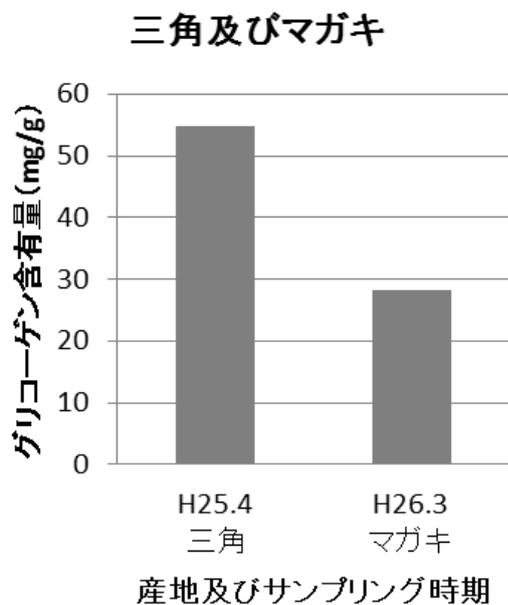


図3 三角町産及びマガキグリコーゲン含有量

食用藻類増養殖技術開発試験Ⅰ（^{県 単}平成 25～27 年度）

（ヒトエグサ養殖技術開発）

1 緒言

ヒトエグサ（通称あおさ）は磯の香り豊かな緑藻で、吸い物や味噌汁等で食され、本県では八代海西岸中南部の海岸を主漁場として支柱式の養殖が営まれている。

本県のヒトエグサ養殖は、9月末頃に「種場」と呼ばれる場所に網を張り込む天然採苗法で行われているが、天然採苗では、種付けの出来、不出来が自然環境に大きく左右される。そのため、陸上で実施する人工採苗技術の確立による安定生産、品種改良、また早期収穫による高値期の出荷を目指し試験を実施した。

2 方法

（1）担当者 長山公紀、山下幸寿、齋藤 剛（企画情報室）、三浦精悟（養殖研究部）

（2）材料及び方法

ア 接合子板の作成及び育成

（ア）材料：平成 26 年 4 月から 5 月に、天草郡苓北町及び天草市新和町の海岸より採取した天然のヒトエグサ、及び天草市宮野河内、水俣市で養殖されていた養殖ヒトエグサを母藻として、ピペット洗浄法（24 年度報告）により接合子板を作成した。

（イ）育成：接合子板の育成については、今後の展開を考慮し、概ね 1000lux に調整した室内で培養し、水温及び光周期は特に調整せず、自然状態とした。また、珪藻対策として定期的に淡水浴を行った。

なお、9月初旬から暗処理を行い、接合子の成熟を行った。

（ウ）育成条件試験：育成条件を把握するために、上記育成試験に合わせて、播種濃度、培養液濃度、雑藻（珪藻）抑制試験を実施した。

イ ノリ網への人工採苗と育苗試験

屋外あるいは屋内に設置した 500 l ポリカーボネイト製水槽、または木板とビニールシートで作成した自作の水槽内で、接合子板から得られた遊走子を 9 月 30 日から 12 月 3 日にかけてノリ網計 117 枚に付着させた。遊走子を付着させた。



図 1 木板とビニールシート水槽での採苗状況

ウ 海域における人工採苗網での養殖試験

イで作成した人工採苗網のうち 114 枚をヒトエグサ養殖漁場に張込み、海域での養殖試験

を行った。

試験場所及び試験網数は表2に示した。養殖試験中の管理は漁業者が行い、県南または天草広域本部水産課によっても現場での養殖指導やデータ収集が適宜行われた。

表1 試験場所及び試験網数

試験場所	海面への試験網張込日	試験網数
天草市河浦町宮野河内	10月23日	20枚
天草市新和町	10月15日、11月7日	28枚
天草市倉岳町	11月7日	3枚
上天草市龍ヶ岳町	11月20日、12月25日	31枚
芦北町三島	12月20日	4枚
水俣市恋路島	10月16日、11月6日、11月17日、12月12日	27枚

3 結果

(1) 接合子板の作成及び育成

ピペット洗浄法により、約1,400枚の接合子板を作成した。着床した接合子は、7月まで30~80 μ mまで成長し、その後成長は殆どしなかった。また、7月の梅雨期間に遊走子の放出が一部確認された。

播種密度については、密度が薄いほど接合子の生長は良く、顕微鏡400倍の視野あたり20~50個播種することが最も効率的であることが分かった。

培養液の濃度については、初期は定法よりやや薄い濃度で、中期以降は2倍程度で培養することが効率的であることが分かった。

(2) ノリ網への人工採苗及び育苗試験

接合子板を水槽内に投入すると、接合子板から放出された多数の遊走子が水槽内の海水中でも活発に遊泳する様子が確認された。遊走子が付着して発芽し、ヒトエグサの幼芽が確認されたノリ網をヒトエグサ養殖業者による海域での養殖試験に供した。ただし、網からの発芽数は昨年作成した網ほど確認できなかった。(※生長が遅いため顕微鏡で確認できなかっただけの可能性もある)。原因として、プール状水槽が止水のため気温の影響を受けやすく、大きな水温変動が網に定着後のヒトエグサ生長に悪影響を与えたことが疑われた。水槽内での網の育成期間は最短で9日間、最長で38日間であった。

表2 育苗期間中の水温

期間	最高水温(°C)	最低水温(°C)
9月30日~10月31日	32.6	14.4
11月1日~11月30日	26.3	13.0
12月1日~12月12日	16.3	7.1

(3) 海域における人工採苗網での養殖試験

7か所で実施した養殖試験のうち4か所について示す。

ア 上天草市龍ヶ岳町での試験結果

今回初めてヒトエグサ養殖試験に取り組む養殖業者に提供した試験網は2ヶ所に分けて漁場に張り込まれた。一部の網は雑藻に覆われてヒトエグサが確認されなくなったため撤去したが、残りの網では生長を続けたため4月に摘採することができた。摘採量は生重量で270kg、乾燥後は54kgであった。乾燥後の製品は試験場所によって緑色の濃さが異なり、県漁連に依頼して行った品質評価では、1ヶ所は最上級の「水優（イ）」、もう片方は2ランク下の「特級」に相当した。なお、製品は養殖業者自身によって小売販売された。

イ 天草市倉岳町での試験結果

この地区でも、今回初めてヒトエグサ養殖試験に取り組む養殖業者に試験網を提供した。漁場に張り込んだ試験網のヒトエグサは順調に生長し、3月に摘採することができた。摘採量は生重量で110kg、乾燥後は22kgであった。なお、乾燥した製品は地元卸売業者に販売された。

ウ 天草市河浦町宮野河内での試験結果

この地区では、数年の経験を持つヒトエグサ養殖業者に試験網を提供した。漁場に張り込んだ試験網のヒトエグサは順調に生長し、2月から4月にかけて複数回摘採することができた。摘採量の合計は乾燥で約96kgとなり、乾燥した製品は地元卸売業者や小売店に販売された。

エ 水俣市恋路島での試験結果

この地区でも、数年の経験を持つヒトエグサ養殖業者に試験網を提供した。漁場に張り込んだ試験網のヒトエグサは順調に生長し、2月から3月にかけて2回摘採することができた。摘採量は1回目が生重量60kg、乾燥後10kgであり、2回目が生重量128kg、乾燥後19kgであった。9月30日に人工採苗した試験網に生長したヒトエグサは、試験網と隣接して養殖した天然採苗網のものと比較して同等以上の生長で、緑色が濃く、天然採苗網と比べて雑藻の付着が少なかった。しかしながら、10月以降に人工採苗した試験網は生長、色ともに天然採苗網と同程度であり、優位性は確認できなかった。乾燥後の製品は入札に出品し、最上級の「水優（イ）」等級であった。



図2 人工採苗網のヒトエグサ摘採状況
(2月16日水俣市恋路島)

食用藻類増養殖技術開発試験Ⅱ（^{県 単}平成 25～27 年度）

（ヒジキ増殖技術開発）

1 緒 言

本県では乾燥重量で年間約 35～70 トンのヒジキが水揚げされているが、近年、食の安心安全、産地表示等の関連で国産ヒジキの需要が高まっており、国産ヒジキの価格は 10 年ほど前の約 2 倍に高騰している。

このため、最近ではヒジキ採藻や養殖に新規参入する漁業者が増えており、ヒジキ採藻業者数は 500 人を超過しているとみられる。

そこで、漁業者が実施できる低コストで簡便な増養殖技術を確立し、普及することで漁業者の収入安定、増大に寄与することを目的として試験を実施した。

2 方 法

- (1) 担当者 長山公紀、山下幸寿
- (2) 内容

ア 水研センターでの人工採苗と海岸への移植

(ア) 採苗

5 月～7 月に成熟したヒジキを海岸で採取し、陸上水槽内で精子と卵を放出させ、受精後の幼胚を水槽内でコンクリート等の基板 124 枚に付着させた。(図 1)

(イ) 移植

発芽した幼胚が基板に根を張るまで陸上水槽で育成後、基板ごと海岸の岩に移植してその後の生長を観察した(図 2)。採苗から移植までの日数は最短で 5 日、最長で 83 日であった。

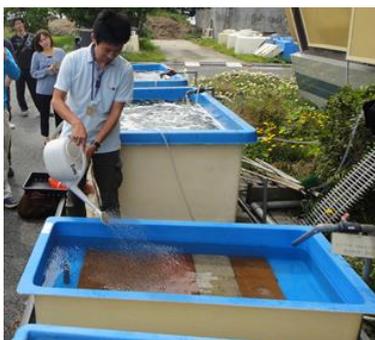


図 1 陸上水槽での採苗



図 2 海岸に移植した基板

3 結果及び考察

(1) 3 月 23 日の干潮前後に全ての基板をチェックし、生残と生長の状況を 3 段階に分けて評価したところ以下のとおりであった。生長した藻体のうち、長いものは約 70cm であった。

- | | |
|--------------|--------------|
| ○ 48 枚 (39%) | △ 42 枚 (34%) |
| × 33 枚 (27%) | 剥離 1 枚 (1%) |

- ： 基板表面の約 5 割以上にヒジキが繁茂しているか、5 割以下でも葉体が長く生長して根が広がっており、今後根からの発芽が見込まれる。(図 3)
- △：ヒジキの繁茂は基板表面の約半分以下であり、葉体は短めであるが、根の拡大で 2 年目以降の拡大繁茂が期待できる。
- ×：ヒジキの生残と生長がほとんど確認できない。

今回の試験に用いた基板は、表面構造や厚みの他、将来的に漁業者が自ら取り組むことができるようにコストも重視した。1 枚 150 円以下でコンクリート等を素材とする 3 種類の市販品を使用したのが、ヒジキの生残や生長に大きな差はなかった。しかしながら、そのうち 1 種は移植後 6 ヶ月程度経過した頃から全面にひび割れを生じたり、割れて消失する例が確認された。(図 4) ヒジキは多年生であり、仮根から数年間は発芽伸長を繰り返すことが期待できるため、この基板の使用は不適と思われた。

また、平成 25 年度に同じ手法で海岸に移植してヒジキを繁茂させることができた基板は、手を加えることなく経過を観察していたが、2 年目となる今年度は仮根から新芽が発芽して昨年同様にヒジキが繁茂した。(図 5)



図 3 全面にヒジキが繁茂した基板



図 4 ヒジキが繁茂したにもかかわらず割れていた基板



図 5 2 年目も基板上に繁茂したヒジキ

(2) 今回の試験では、陸上で人工採苗して海岸に移植した基板のうち 7 割以上でヒジキが繁茂し、ある程度は期待していた結果を得ることができた。今後は、基板の改善や陸上育成時の生長促進などにより、さらに生残生長を高めるとともに、作業性も向上させて漁業者が自ら取り組める安価で効果的な増殖手法の確立に繋げていきたい。