

漁場保全総合対策事業

尾田 成幸・本田 一三・白石 日出人

有明海福岡県地先の水質保全のため、国の定めた漁場保全総合対策事業要項に従い、水質調査及び生物モニタリング調査を実施したのでここに平成6年度結果について報告する。

方 法

1. 水質調査

調査は図1に示した筑後川河口から三池港に至る10定点で毎月1回満潮時前後に各定点を巡回し、陸上から表層水を採取して行った。また巡回中は海岸の漂流物の堆積状況や河川等からの汚水などの流入についても監視を行った。

調査項目はDO（溶存酸素）、pH（水素イオン指数）、水温、Cl（塩素量）の4項目である。

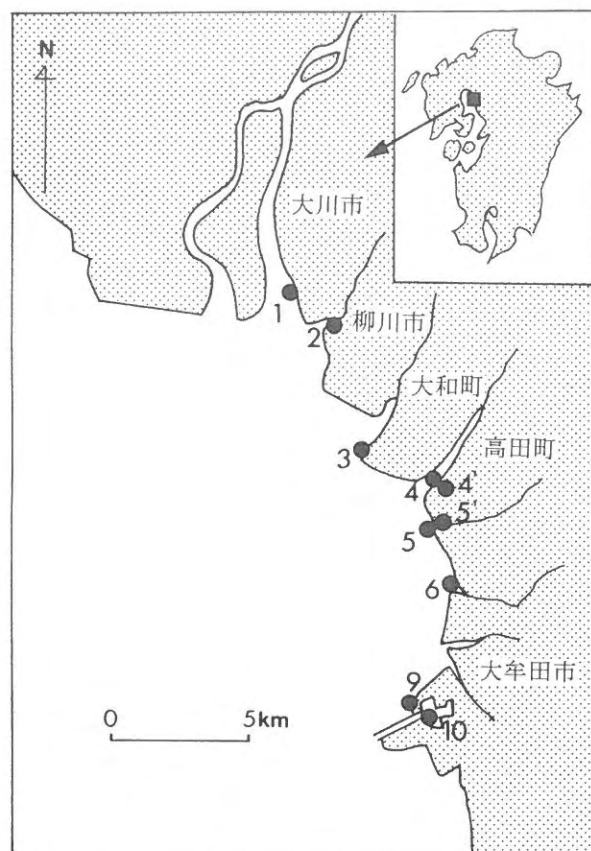


図1 水質調査地点

2. 生物モニタリング調査

調査地点は図2に示した3定点で底生生物を対象とした調査を実施した。調査はエクマンバージ採泥機（0.04 m²）を用い、各調査点で6回の採泥をくりかえし行った。採取した泥は現場で0.5mmメッシュのナイロン網を用いて泥分を洗い流し、残った生物を中性ホルマリンで固定し測定に供した。また調査時に海象、泥温、水温等も同時に測定した。

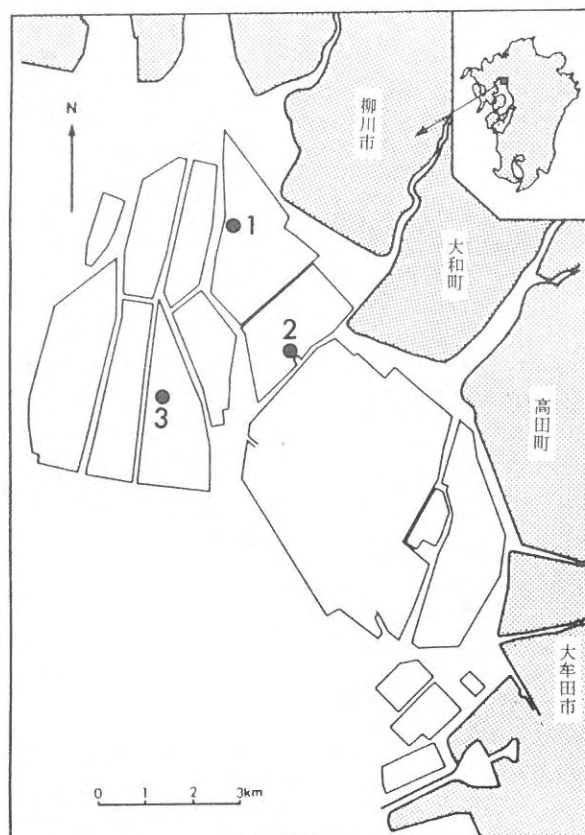


図2 生物モニタリング調査地点

結果および考察

1. 水質調査

表1に平成6年度の4半期ごとの要約値を示した。水温の最大値は7月のStn. 5'で34.4℃の高い値を測定したがこの地点は水門の内側で半ば閉ざされた水系で水深も浅く日照によって容易に暖められるためである。塩素

量は採水地点が陸に接しているため定点によってバラ付きが大きく、特に水門の内側に位置する定点では淡水の影響を大きく受けており年間を通して低い値であった。溶存酸素の最低値は7月のStn. 1で4.79mg/lであったが、水産上問題となる低酸素値は何れの調査でも見られなかった。また、最高値ではStn. 4'で7月に14.13mg/lの高い値を測定したが、これは水門内の閉鎖された水系で藻類等が繁殖していたためと考えられる。pH値は7.20から8.90の値で推移した。

本年度は、夏季から秋季にかけての高温、小雨の影響を受け高水温、高塩分の傾向が強かった。

2. 生物モニタリング調査

平成6年度のマクロベントスの調査結果を表2～表3

に示した。干潟域のStn. 1では平成2年度ではアサリの稚貝が多く出現したが3年度ではほとんど見られなくなりこの傾向は6年度まで継続している。一方、沖合域のStn. 3では平成3年度に比べ4年度ではサルボウが数多く出現し、この傾向も6年度まで継続している。アサリは近年急速に減少した資源であり、サルボウはここ数年増加を続けている資源である。本調査からもこの傾向が認められる。汚染指標種の出現状況は、陥没域のStn. 2ではシズクガイが平成2年度から毎年継続して出現している。Stn. 1では平成5年度に出現したシズクガイが6年度では見られなかった。平成6年度はStn. 2でシズクガイの出現が見られただけでその他の地点ではどの種も出現しなかった。

表1 平成6年度4半期別5数要約値

観測期	項目	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値
4～6月	水温(℃)	18.4	20.5	23.5	25.1	29.2
	塩素量(‰)	0.40	4.27	14.02	17.16	19.37
	D O (mg/l)	5.61	6.66	7.94	8.71	11.97
	p H	7.20	7.81	8.07	8.22	8.90
7～9月	水温(℃)	21.7	23.8	31.1	32.7	34.4
	塩素量(‰)	1.78	10.07	15.21	17.29	17.96
	D O (mg/l)	4.79	6.24	6.87	7.26	14.13
	p H	7.53	7.72	7.88	8.01	8.29
10～12月	水温(℃)	10.4	14.0	17.7	18.8	21.4
	塩素量(‰)	2.04	12.14	15.28	16.71	18.27
	D O (mg/l)	6.23	7.65	8.00	8.64	9.74
	p H	7.86	8.05	8.03	8.09	8.23
1～3月	水温(℃)	7.8	8.6	10.2	13.1	21.0
	塩素量(‰)	1.32	9.99	15.81	17.00	17.91
	D O (mg/l)	6.45	9.03	9.84	10.15	10.64
	p H	7.90	8.07	8.19	8.27	8.32

表2 海域マクロベントス調査原票

調査年月日 94. 9. 13

調査時刻 9:48~10:39

使用した採泥機器名と規格
エクマン・バーンツ 採泥器 0.04m²

特定地域名及び調査対象水域名 有明海

天気 快晴

風 N

気温 26.0℃

関連項目

項 目	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3
採 泥 回 数	6	6	4
水 深 (m)	2.5	2.6	5.2
表面水温 (°C)	27.4	26.6	27.2
泥 温 (°C)	27.7	27.3	27.3
底 質 : 粒 度	砂	泥	砂
臭 い	な	やや硫化臭あり	な
色	灰	黒	灰
	泥		泥
	し		し
	色		色

マクロベントス

類 型 区 分			Stn. 1		Stn. 2		Stn. 3		合 計	
			個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量
甲 殻 類	エビ類	1g以上 1g未満			16	0.26			16	0.26
	カニ類	1g以上 1g未満			8	0.25	1	0.00	9	0.25
	端脚類	1g以上 1g未満			22	0.00	19	0.00	41	0.00
	その他	1g以上 1g未満	1	0.00			1	0.00	2	0.00
	小 計		1	0.00	46	0.51	21	0.00	68	0.51
貝 類	二枚貝									
		1g以上 1g未満	1 2	8.24 0.20	1 4	1.42 0.00	4 55	5.99 4.03	6 61	15.65 4.23
	巻貝	1g以上 1g未満					1	0.14	1	0.14
	小 計		3	8.44	5	1.42	60	10.16	68	20.02
多 毛 類			57	0.05	134	0.17	104	2.29	295	2.51
そ の 他	クモヒトデ類	せん虫	2	0.00	3	0.00	3	0.00	8	0.00
	そ の 他		23	0.04	42	0.42	3	0.29	68	0.75
	イカリナマコ				6	7.25			6	7.25
小 計			25	0.04	51	7.67	6	0.29	82	8.00
合 計			86	8.53	236	9.77	191	12.74	513	31.04
1 m ² あたり現存量			358	35.54	983	40.71	1194	79.63	2535	155.88
指 標 種	シズクガイ チヨノハナガイ ヨツバネスピオ				1	0.00			1	0.00
備 考										
担 当 者 名			所属：福岡県水産海洋技術センター有明海研究所				氏名：尾田 成幸			

表3 海域マクロベントス調査原票

調査年月日 95. 2. 8 調査時刻 9:15~10:14 使用した採泥機器名と規格
 エクマンバース 採泥器 0.04m²

特定地域名及び調査対象水域名 有明海

天気 曇り 風 N 気温 8.0℃

関 連 項 目

項 目	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3
採 泥 回 数	6	6	6
水 深 (m)	3.0	2.6	2.6
表面水温 (°C)	7.6	8.1	7.9
泥 温 (°C)	8.4	8.9	8.7
底 質 : 粒 度	砂	泥	砂
臭 い	な	やや硫化臭あり	な
色	灰	黒	黒

マクロベントス

類 型 区 分		Stn. 1		Stn. 2		Stn. 3		合 計	
		個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量	個 体 数	湿 重 量
甲 殻 類	エビ類 1g以上 1g未満					1	0.00	1	0.00
	カニ類 1g以上 1g未満					1	0.00	1	0.00
	端脚類 1g以上 1g未満	2	0.00					2	0.00
	その他 1g以上 1g未満	4	0.00	1	0.00	5	0.00	10	0.00
	小 計	6	0.00	1	0.00	7	0.00	14	0.00
貝 類	二枚貝 1g以上 1g未満	3	0.00					3	0.00
	巻貝 1g以上 1g未満								
	小 計	3	0.00					3	0.00
多 毛 類		23	0.01	118	0.08	135	8.75	276	8.84
そ の 他	クモヒトデ類	せん 虫 17	0.00	せん 虫 2	0.00	せん 虫 2	0.00	21	0.00
	そ の 他 イカリナマコ			11 7	0.02 6.52	5	0.07	16 7	0.09 6.52
	小 計	17	0.00	20	6.54	7	0.07	44	6.61
合 計		49	0.01	139	6.62	149	8.82	337	15.45
1 m ² あたり現存量		204	0.04	579	27.58	621	36.75	1404	64.38
指 標 種	シズクガイ チヨノハナガイ ヨツバネスピオ								
備 考									
担 当 者 名		所属：福岡県水産海洋技術センター有明海研究所						氏名：尾田 成幸	

赤潮貝毒監視事業

(1) 赤潮情報伝達事業

白石 日出人・本田 一三・尾田 成幸

国の定めた赤潮情報伝達要項に基づき、有明海福岡県地先における赤潮の発生とその分布状況に関する情報の交換を関係各県の相互間において実施し、その結果を漁業者等に通報し、赤潮被害の軽減を図る。

方 法

赤潮情報は漁業者や関係各県の水産研究機関などから収集した。この様にして、赤潮情報を得ると、調査船を用いて現場での調査を実施した。

調査項目は赤潮発生の範囲、水温、水色、赤潮原因プランクトンの種類及び発生密度で、必要に応じて栄養塩類の分析も行った。

プランクトンの計数は、原則として生海水を直接計数することによって行い、動きの激しい渦鞭毛藻類等につ

いては、2%のオスミウム酸水溶液で固定して計数を行った。

結果および考察

平成6年度の赤潮発生件数は、前年度よりも4件少ない3件であった。原因種別の内訳は珪藻類によるものが2件、ラフィド藻類によるものが1件で、それぞれの赤潮発生状況及び発達状況を表1及び図1～図3に示した。

今年度は、例を見ない高温少雨の異常気象で海域は高水温、高塩分で推移し、日射量も平年以上にあった。また、少雨にも拘わらず栄養塩類は夏季を除いて充分量存在したため、例年以上の赤潮の発生が予想されたが、この予想に反して少ない結果に終わった。また、昨年同様にノリ育苗期における赤潮の発生は見られなかった。

表1 平成6年度赤潮発生状況

番 号	発生期間	赤潮構成種 (cells/ml)	発生状況及び発達状況
1	H 6 . 5 . 17 ～ H 6 . 5 . 23	<i>Heterosigma akashiwo</i> (39,000) <i>Gymnodinium sanguineum</i> (150) 計 39,150	5月初旬頃から <i>Heterosigma akashiwo</i> の増殖が柳川・大和地先で確認され、5月17日には赤潮状態に発達した。この赤潮は有明海福岡県地先全域に広がった。その後急速に衰退し、5月23日にはほぼ消滅した。漁業被害はなかった。
2	H 6 . 8 . 30 ～ H 6 . 9 . 2	<i>Skeletonema costatum</i> (2,210) <i>Chaetoceros curvisetum</i> (280) <i>C.spp.</i> (290) <i>Nitzschia pungens</i> (80) その他の珪藻類 (590) 計 3,450	8月30日に大牟田沖で <i>Skeletonema costatum</i> を優占種とする赤潮を確認し、9月2日には終息した。漁業被害はなかった。
3	H 7 . 1 . 26 ～ H 7 . 3 . 6	<i>Skeletonema costatum</i> (1,340) <i>Rhizosolenia spp.</i> (460) <i>Chaetoceros spp.</i> (400) その他の珪藻類 (140) 計 2,340	1月26日に有明海福岡県地先全域で <i>Skeletonema costatum</i> を優占種とする赤潮を確認した。その後、優占種は <i>Rhizosolenia spp.</i> になり、3月6日に消滅した。この赤潮によって、ノリの色落ちが発生し、終漁期を早める結果となった。

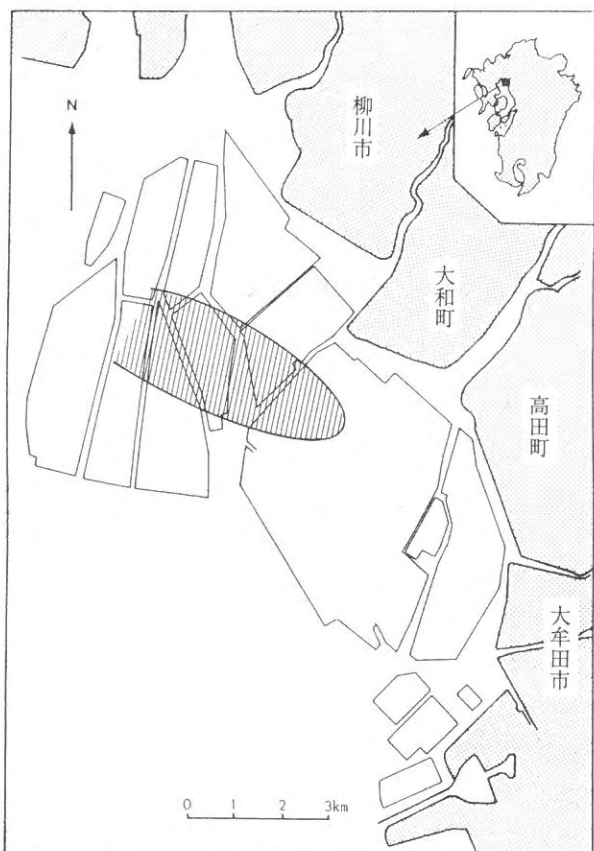


図1 *Skeletonema costatum*他 (5月17日～5月23日)

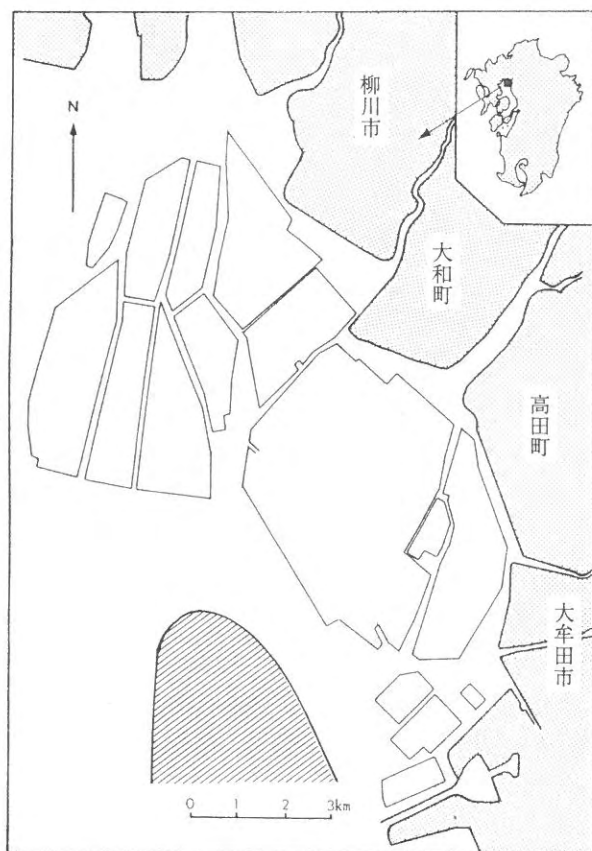


図2 *Heterosigma akashiwo*他 (8月30日～9月2日)

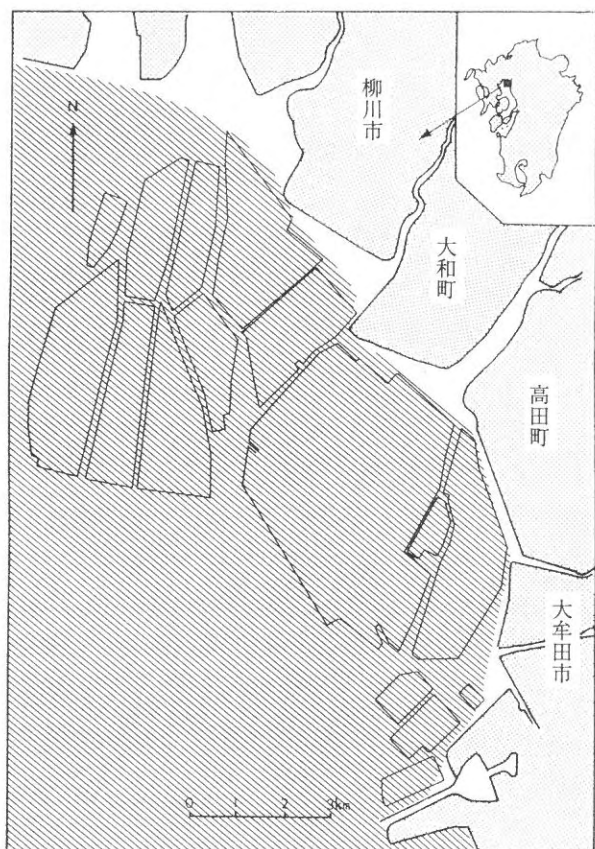


図3 *Skeletonema costatum*他 (1月26日～3月6日)

赤潮貝毒監視調査事業

(2) 貝毒調査事業

白石 日出人・本田 一三・尾田 成幸

有明海福岡地先における貝類の毒化状況を調査する。この調査は、貝類の毒化の有無、毒力、貝毒の出現時期などを把握し、貝毒原因プランクトンの出現動向や出現時期および漁場環境をあわせて調査することによって、貝毒の毒化現象と漁場環境の関連性を検討し、貝毒発生による漁業被害の防止を計ることを目的とする。

方 法

調査は、水温上昇期の5月から下降期の9月まで、毎月1回の計5回実施した。調査時期および検体数は表1に示した。調査対象貝類はアサリである。

アサリ *Tapes (Amygdala) philippinarum*
(A. ADAMS et REEVE)

(新日本動物図鑑 北隆館より)

表1 貝毒および毒化原因プランクトンの調査時期と検体数

水域	項 目	種類/月	5	6	7	8	9	合計
有 明 海	麻痺性貝毒 および 下痢性貝毒	アサリ	1	1	1	1	1	5
海	プランクトン	プランクトン	2	2	2	2	2	10

近年アサリの生産量は、極端に減少しており全国的にも減少傾向にあるが、アサリ漁業は有明海においてノリ養殖に次ぐ主幹漁業であり、漁獲量も他貝類に比べて多く、主要な漁獲生産物であるので調査対象貝類とした。有明海福岡県地先におけるアサリの漁獲量を表2に示した。

表2 福岡県有明海のアサリの漁獲量

年 次	63年	元年	2年	3年	4年	5年
漁獲量 福岡県 (有明海)	3,982	725	851	1,163	1,379	1,350
(トン) 全 国	88,151	80,732	71,199	65,353	59,038	57,356

*福岡農林水産統計年報より

調査地点を図1に示した。調査項目は、水質調査、プランクトン調査、貝毒調査を行った。

水質調査については、表層及び底層の水温、塩分、DO、COD及び栄養塩類を測定した。

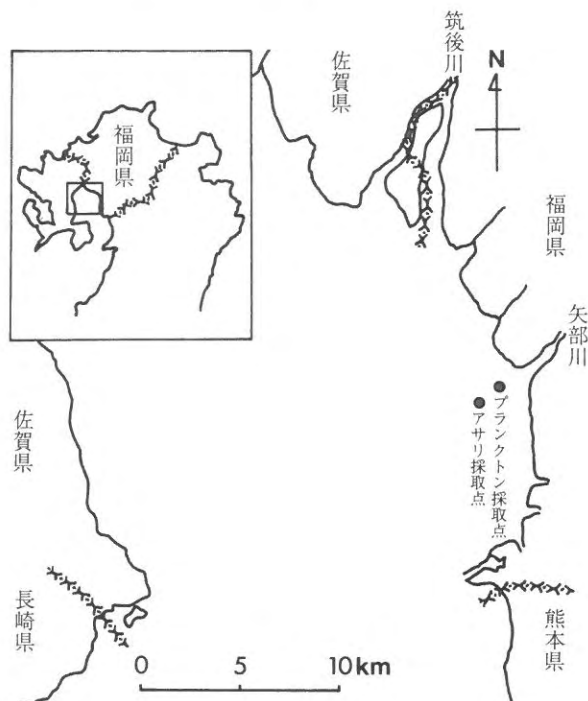


図1 調査地点

プランクトン調査については、表層及び底層の海水2lを採取して、ホルマリン100mlを加え静置沈殿濃縮を繰り返し10mlに濃縮し、プランクトンの同定・計数に用いた。同定・計数は、毒化原因プランクトン、毒化原因プランクトン近縁種及び優占種プランクトン(上位3種)について行い、環境テクノス(株)に委託した。

貝毒調査については、アサリを生剥き身にして凍結保存し速やかに検査機関に搬入し、麻痺性貝毒および下痢性貝毒の検査を行った。検査は、(財)日本缶詰検査協会福岡検査所に委託した。

調査結果

1. 水質調査

水質調査結果は、表3に示した。また、水温、塩分、

表3 水質調査結果(平成6年度)

観測	月	日	5月12日	6月10日	7月8日	8月9日	9月7日
観測	時	刻	8時40分	8時20分	7時20分	9時8分	8時50分
天候			くもり	雨	晴れ	くもり	くもり
気象	雲量		8	10	3	7	10
	風向		NE	N	W	NE	E
	風力		2	1	1	2	2
	気温(℃)		18.5	19.4	26.3	30.3	27.0
水深(m)			4.2	4.3	4.2	4.7	4.7
透明度(m)			1.0	1.3	1.1	1.0	1.0
波浪			2	—	1	1	2
水色			15	15	15	15	15
水温(℃)	表層		18.8	21.1	28.7	29.6	28.6
	底層		18.6	21.1	28.4	29.5	28.5
プランクトン沈殿量							
	(ml/100l)		0.40	欠測	1.25	0.50	0.30
実用塩分	表層		30.43	30.93	29.87	31.92	31.98
(無名数)	底層		30.50	31.54	29.87	31.90	31.97
pH	表層		8.12	7.94	8.12	7.98	7.93
(無名数)	底層		8.10	7.93	8.15	7.97	7.91
SiO ₂ - Si	表層		49.88	56.95	60.07	51.98	48.32
(μg·at/l)	底層		49.88	48.81	61.12	53.11	49.27
DIP	表層		0.26	0.27	0.33	0.76	1.41
(μg·at/l)	底層		0.26	0.20	0.26	1.08	1.48
NO ₃ - N	表層		3.89	2.03	0.57	0.71	3.22
(μg·at/l)	底層		3.47	1.17	0.46	1.23	4.05
NO ₂ - N	表層		0.42	0.69	0.13	0.71	3.66
(μg·at/l)	底層		0.40	0.58	0.15	0.71	3.72
NH ₄ - N	表層		4.19	6.70	0.68	6.61	8.34
(μg·at/l)	底層		3.75	3.35	1.03	8.69	8.49
DIN	表層		8.48	9.42	1.38	8.03	15.22
(μg·at/l)	底層		7.64	5.10	1.64	10.63	16.26
DO	表層		7.20	6.01	6.23	5.32	5.44
(ppm)	底層		7.17	5.62	6.02	5.05	5.34
COD	表層		1.13	1.19	1.39	1.70	1.64
(ppm)	底層		1.21	0.94	1.68	2.72	1.56

プランクトン沈殿量, DO, COD及び栄養塩類の変動を図2～図4に示した。

(1) 水温

本年度の水温は, 平年値と比べて5月は平年並み, 6月はやや低め, 高温少雨の影響で7～9月は高めで推移した。表層水と底層水を比較すると, 各月ともほとんど差が見られなかった。

(2) 塩分

本年度の塩分は, 少雨の影響で平年値と比較して5～9月は高めで推移した。表層水と底層水を比較すると,

各月ともほとんど差が見られなかった。

(3) プランクトン沈殿量

本年度のプランクトン沈殿量は, 平年値と比較すると5～9月は少なめで推移した。なお, 6月は欠測である。

(4) DO

本年度のDOは, 平年値と比較すると, 6月を除いてほぼ平年並みで推移した。表層水と底層水を比較すると, 6月を除いて各月とも表層水の方がやや高い値を示した。

(5) COD

本年度のCODは, 5～7月は低め, 8, 9月は高め

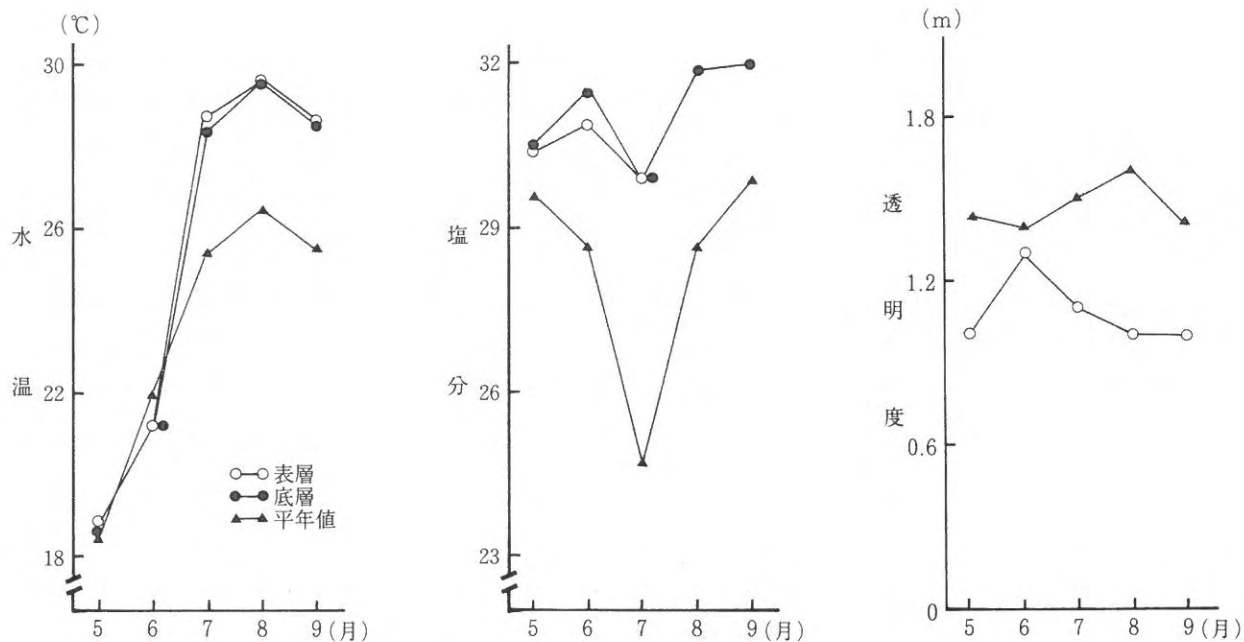


図2 平成6年度の海況変動-I

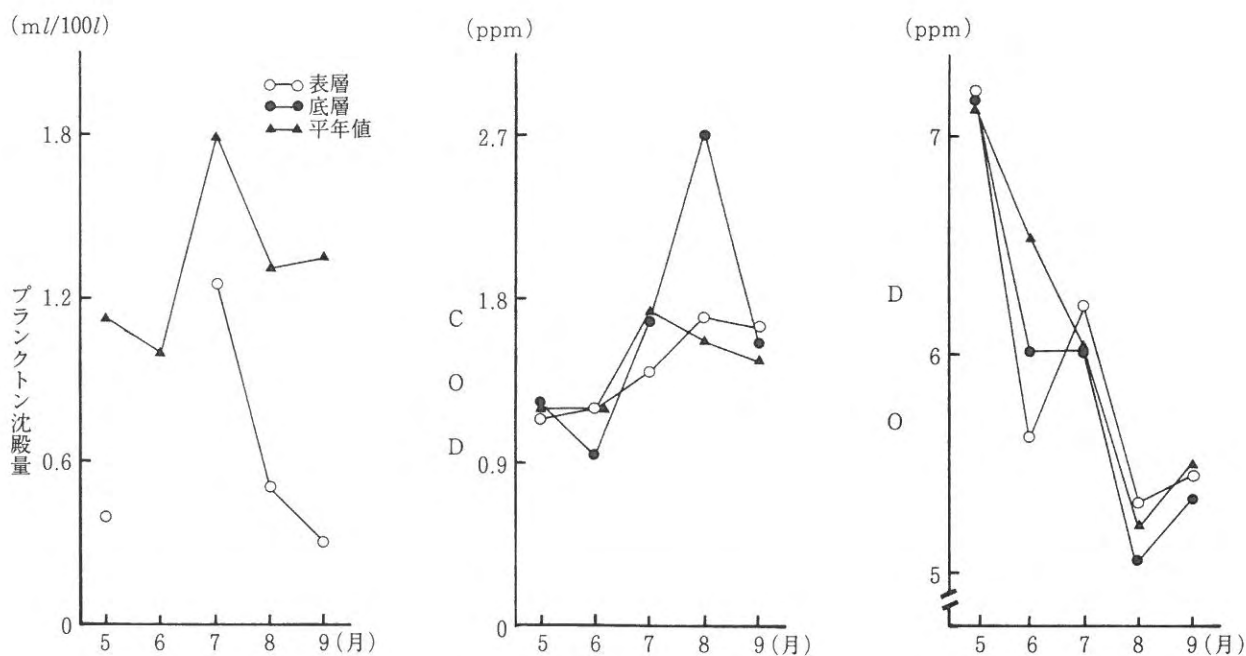


図3 平成6年度の海況変動-II

で推移した。表層水と底層水を比較すると、5、7、8月は底層が、4、9月は表層が高い値を示した。

(6) 珪酸塩 ($\text{SiO}_2 - \text{Si}$)

本年度の珪酸塩は、平年値と比較すると、5月を除いて各月とも低めで推移した。珪酸塩は河川による供給が主であり、本年度低めで経過したのは、少雨による河川流量の減少が原因であると考えられる。表層水と底層水を比較すると、5月は差がなく、6月は表層水が、7～9月は底層水が高い値を示した。

(7) 磷酸塩 ($\text{PO}_4 - \text{P}$)

本年度の磷酸塩は、平年値と比較すると、5～7月は低め、8、9月はやや高めで推移した。8月を除いて表層水と底層水の差はほとんど見られなかった。

(8) 無機三態窒素 (DIN)

本年度の無機三態窒素は、平年値と比べて、5～8月は低めまたは平年並み、9月は高めで推移した。特に、7月は著しく低い値を示しており、少雨のため河川水による補給が少なかったと考えられる。また、表層水と底

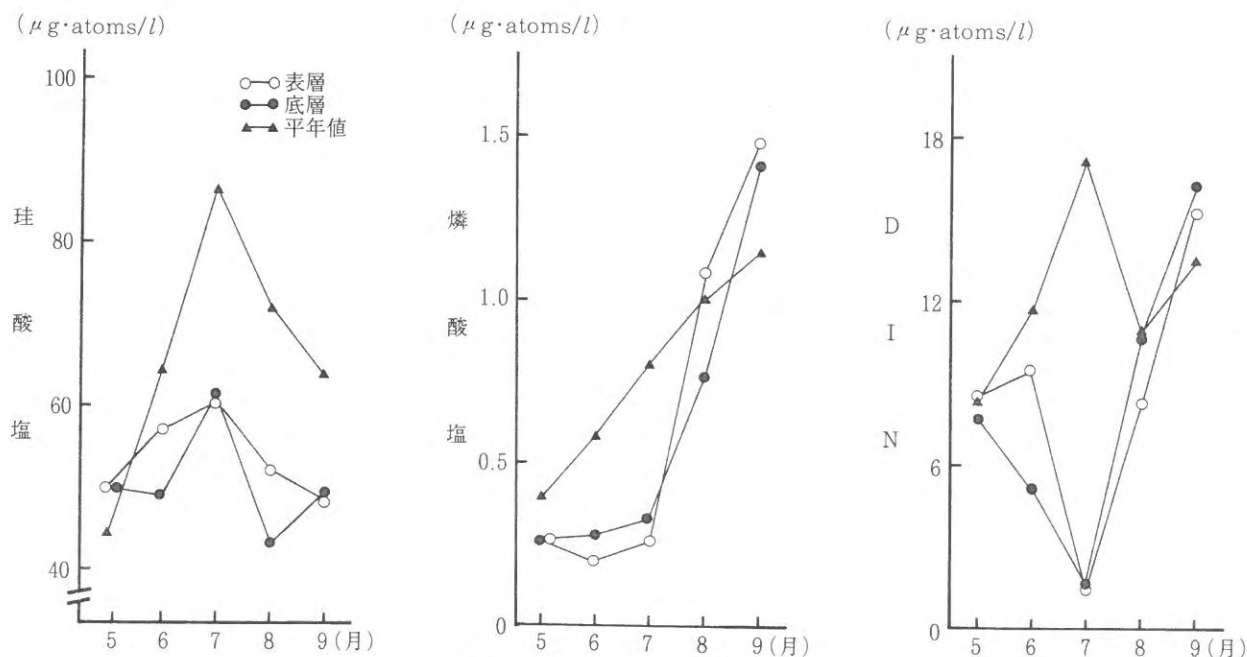


図4 平成6年度の海況変動－Ⅲ

層水を比較すると、5、6月は表層水が、7～9月は底層水が高い値を示した。

2. プランクトン調査

有明海（福岡県地先）に出現した毒化原因プランクトン、毒化原因プランクトン近縁種およびプランクトンの優占種（各月上位3種）の種類および細胞数は表4に示した。

(1) 毒化原因プランクトンの出現状況

平成5年度は *Alexandrium catenella* と *Dinophysis acuminata* が出現したが、本年度は *Dinophysis acuminata* が5月と6月の表層水で出現が確認され、*Alexandrium* 属の出現は認められなかった。

(2) 毒化原因プランクトン近縁種の出現状況

平成5年度同様に、本年度は毒化原因プランクトン近縁種の出現は認められなかった。

(3) 優占種プランクトンの出現状況

本年度は調査期間中に出現した優占種プランクトンは

前年同様に10種類であった。調査期間中を通して出現したプランクトンは、*Skeletonema costatum* で細胞数も多かった。

3. 貝毒調査

アサリの貝毒検査結果は表5に示した。平成5年度同様に、本年度はアサリの麻痺性および下痢性貝毒はすべての検体で検出されなかった。

考 察

本年度は調査期間を通して、毒化原因プランクトンによる麻痺性及び下痢性貝毒は発生しなかったが、5月と6月の表層水で *Dinophysis* 属が、細胞数は少ないが、確認されており、今後も安全なアサリ出荷体制を維持していく上で、貝毒原因プランクトンの出現状況および貝類の毒化状況を把握する必要がある。

表4 貝毒原因プランクトン測定結果(平成6年度)

(単位: cells/l)

	項目/月 日	層 別	5月12日	6月10日	7月8日	8月9日	9月7日
原因プランクトン	<i>Alexandrium</i>	表 層	0	0	0	0	0
	<i>catenella</i>	底 層	0	0	0	0	0
	<i>Alexandrium</i>	表 層	0	0	0	0	0
	<i>tamarense</i>	底 層	0	0	0	0	0
	<i>Dinophysis</i>	表 層	0	0	0	0	0
	<i>fortii</i>	底 層	0	0	0	0	0
	<i>Dinophysis</i>	表 層	100	50	0	0	0
	<i>acuminata</i>	底 層	0	0	0	0	0
	<i>Skeletonema</i>	表 層	34,300	35,800		306,500	55,250
	<i>costatum</i>	底 層	28,800	26,300	38,250	81,250	104,250
優占種プランクトン	<i>Melosira</i>	表 層	27,000				
	<i>sulcata</i>	底 層	42,800	11,300		22,750	
	<i>Leptocylindrus</i>	表 層			21,000		
	<i>minimus</i>	底 層					
	<i>Chaetoceros</i>	表 層					30,000
	<i>curvisetum</i>	底 層					15,750
	<i>Chaetoceros</i>	表 層				15,500	
	<i>sp. (小型)</i>	底 層					
	<i>Cerataulina</i>	表 層			26,750		
	<i>pelagica</i>	底 層			44,250		
	<i>Asterionella</i>	表 層	18,000	6,500			
	<i>kariana</i>	底 層	16,500	13,500			
	<i>Nitzschia</i>	表 層				54,000	21,000
	<i>dericatissima</i>	底 層				38,000	33,000
	<i>Nitzschia</i>	表 層			34,500		
	<i>pungens</i>	底 層			49,500		
	<i>Gonyaulax</i>	表 層		22,250			
	<i>spinifera</i>	底 層					

表5 貝毒調査結果表(平成6年度)

アサリ 採 取 地 点		水 質 調 査					ア サ リ 個 体 数	殻 長 (cm)		殻 高 (cm)		殻付重量 (g)		総重量 (g)	処 理 重 量 可食部 (g)	検 査 月 日	麻痺性 毒 力 可食部 (MU/g)	下痢性 毒 力 可食部 (MU/g)	
		採水月日	透明度 (m)	水深 (m)	水温 (℃)	実用 塩分		採取月日	最大	最小	最大	最小	最大						最小
有 明 海	ア	5月12日	1.0	0	18.8	30.43	5月8日	208	4.5	3.1	2.1	1.4	16.4	4.9	2,000	650	6月2日	ND	ND
				4.2	18.6	30.50													
				0	21.1	30.93													
		6月10日	1.3	4.3	21.1	31.54	6月8日	241	4.4	2.9	2.0	1.2	17.6	4.5	2,000	620	6月27日	ND	ND
				0	28.7	29.87											6月28日		
	サ	7月8日	1.1	4.2	28.4	29.87	7月5日	216	4.7	3.0	2.1	1.5	22.6	5.7	2,000	620	7月14日	ND	ND
				0	29.6	31.92													
				4.7	29.5	31.90											7月15日		
		8月9日	1.0	0	28.6	31.98	8月5日	216	5.1	3.0	2.4	1.2	31.0	4.4	2,000	810	9月30日	ND	ND
				4.7	28.7	31.97											10月1日		
リ	9月7日	1.0				9月2日	208	4.9	3.1	2.3	1.4	25.0	5.8	2,000	520	9月30日	ND	ND	
			4.7	28.7	31.97											10月1日			

※ 麻痺性毒力のNDとは: < 2MU/g (可食部)
下痢性毒力のNDとは: < 0.05MU/g (可食部)

バイオアッセイによる現場海水の珪藻増殖能力の測定

白石 日出人・山本 千裕・本田 一三・尾田 成幸

有明海奥部では、冬季のノリ養殖時期に*Eucampia zodiacus*などの大型の浮遊珪藻類を原因種とする赤潮がしばしば発生し、海水中の栄養塩類を大量に消費するため海域の栄養塩レベルは著しく低下する。その結果、本海区の主要産業であるノリ養殖では栄養塩不足による色落ちのため、ノリの商品価値が著しく低下し、経済的に大きな被害を引き起こしている。このため、赤潮の発生や終息を的確に予測して適切なノリ養殖管理を行うことにより、被害を最小限にとどめることは漁業経営上極めて重要である。本研究では、冬季有明海において現場海水の珪藻に対するAGP値を測定し、これを気象、海象、水質環境などの要因と総合的に解析することにより赤潮発生の予察手法を確立し、ノリ養殖管理に応用することを目的とした。

方 法

1. 海洋調査

海洋調査は図1に示した沖合と沿岸の2定点で実施した。調査項目は海況一般項目として水温、塩分、透明度、水色の4項目、栄養塩類として $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$ の三態窒素、リン酸塩及び珪酸塩の5項目、プランクトン関連項目として懸濁物質(SS)、クロロフィルa、プランクトン沈澱量、優占種プランクトンの種類及び細胞数の計数、また、珪藻赤潮発生時にはその発生範囲と原因プランクトンの種類と細胞数を測定した。個々の観測手法及び分析手法については海洋観測指針¹⁾に従った。また、全天日射量などの気象データは佐賀地方気象台の資料を使用した。

2. AGP試験

試験藻として国立環境研究所より譲渡を受けた*Skeletonema costatum*の無菌クローン株(NIES 324株)を用いた。試験藻は予めSWM-Ⅲ補強海水で培養し、対数増殖期に達したものをを用いた。現場海水は各定点の表層水を用い、接種藻自体や培地からの栄養塩の持ち込みを防ぐために白金耳を使用し微量の藻体を接種した。微量天秤を用いて測定した接種量は平均0.4mg、初期密度は2~10cellsで、培地等によって持ち込まれた栄養塩類

は約25,000倍に希釈されることになり、ほぼその影響を無視できると考えた。培養温度は20℃、光源は太陽光線に近い光質を有するTRUE-LITE™蛍光管を用い、照度 1.5×10^{16} quanta/cm²・S、明12時間暗12時間の条件下でAGP試験を行った。また、培養中は随時、0.4%の寒天を添加したSTP無菌検査培地²⁾及び市販のチオグリコール酸無菌検査培地I(日本製薬(株))の2種の無菌検査培地に少量のサンプルを接種して細菌の混入を監視した。培養中は、随時クリーンベンチ内で無菌的に少量のサンプルを取り出し、顕微鏡下で細胞数の計数を行った。計数は1サンプルについて5本行い各々の最大増殖量のうち最大値と最小値を除いた3本の平均値をAGP値とした。

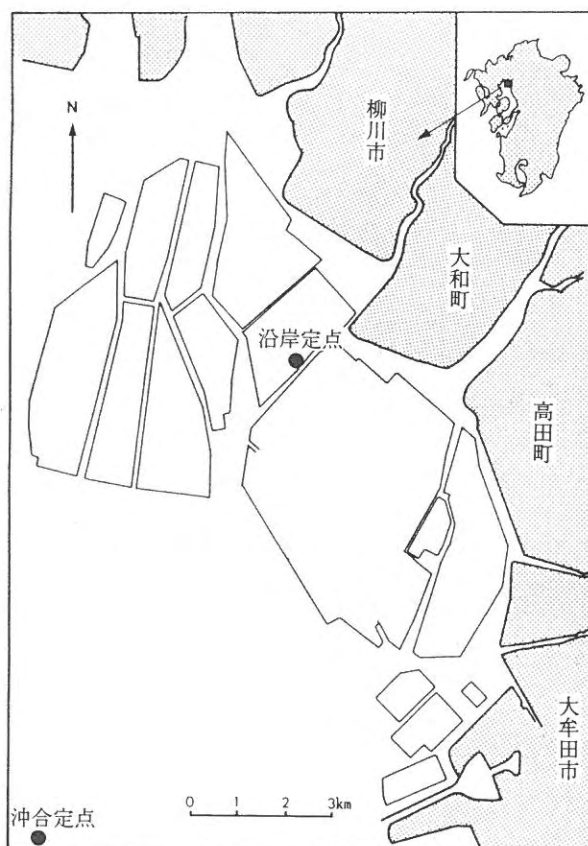


図1 調査地点

結 果

1. 調査期間中の珪藻赤潮発生状況

1月26日から3月6日にかけて、*Rhizosolenia* spp., *Chaetoceros* spp.を主な構成種とする珪藻赤潮が発生した。発生海域は有明海福岡県地先全域(図2)で、最大細胞密度は2,380cells/mlあった。

2. 栄養塩類の推移

赤潮発生前のDIN濃度は、沿岸定点、沖合定点とも $10\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以上で推移していたが、赤潮発生後、沿岸定点で $0.2\sim1.2\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、沖合定点で $0.1\sim1.5\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ で推移し(図3)、ノリ色落ちの限界値である $7\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下となり、本年度のノリ養殖の終了を早める結果となった。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は赤潮発生前は沿岸定点、沖合定点とも $0.8\sim0.9\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ のレベルで推移したが、赤潮発生後は沿岸定点で $0.0\sim0.1\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 、沖合定点で $0.0\sim0.3\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ と低いレベルになった。

3. プランクトン沈澱量の推移

赤潮発生前は $0.1\sim8.3\text{ml}/\text{m}^3$ で推移し、赤潮発生後には、 $47\sim347\text{ml}/\text{m}^3$ で推移した(図3)。今回の赤潮の主な構成種である*Rhizosolenia* spp.の細胞が大きかったため、これが沈澱量の大半を占めた。

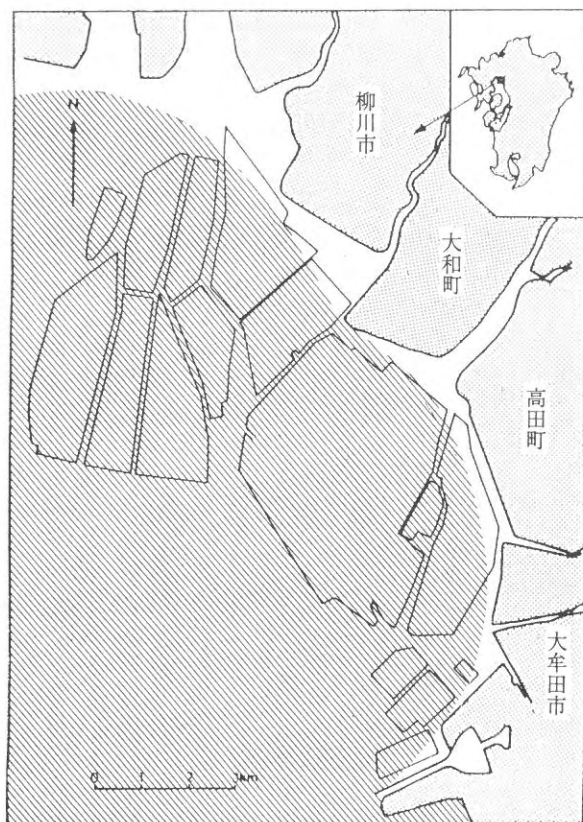


図2 赤潮発生範囲

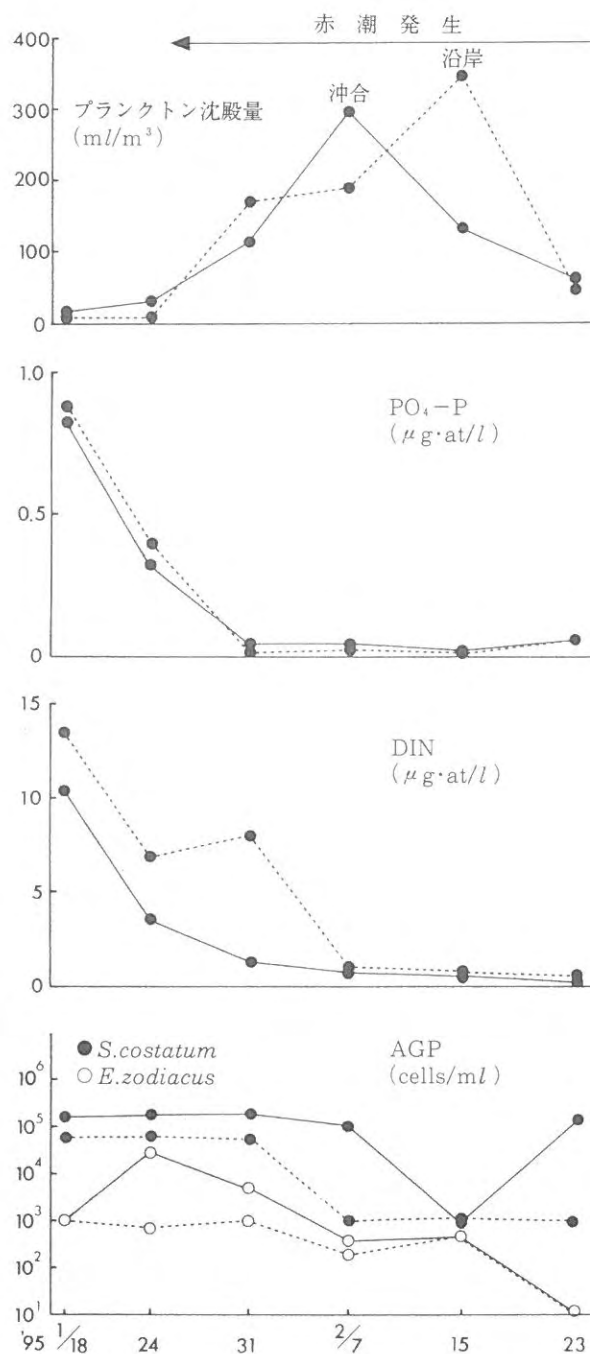


図3 平成6年度プランクトン沈澱量、栄養塩類およびAGP値の推移

4. 現場海水のAGP値の推移

現場海水のAGP値は赤潮が発生して約1週間でピークとなり、その後、*E. zodiacus*は急激に、*S. costatum*は徐々に低下した。また、*E. zodiacus*, *S. costatum*とも沿岸定点より沖合定点の方が高い値を示し、沖合定点の*E. zodiacus*, *S. costatum*の最大のAGP値はそれぞれ3,000cells/ml, 19,200cells/mlであった(図3)。調査期間を通して海域でも*E. zodiacus*より*S. costatum*の方が多く確認された。

5. 全日射量の推移

有明海において、冬季の珧藻赤潮の発生は日射量が最大の制限要因となっており、 $8.5\text{MJ/day}\cdot\text{m}^2$ （以後、基準値と呼ぶ）以上の日射量が赤潮発生の条件であることがこれまでに報告されている³⁾。図4に示すように、本年度は10月～11月上旬にかけて基準値以上の日が続いた。その後基準値を超えたり、超えなかったりの日が続き、全体的に日射量は減少した。しかし、1月7～23日にかけて再び基準値を超える日が続き、1月26日には赤潮が発生した。

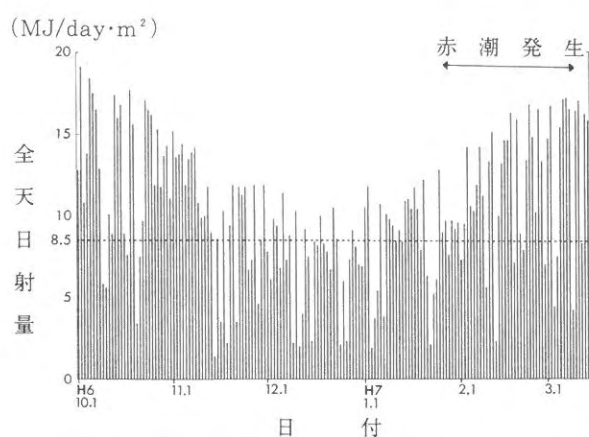


図4 全日射量の推移（佐賀地方気象台資料）

考 察

栄養塩類濃度の低下によって*S.costatum*のAGP値が低下する現象が3年間の試験で確認され、本種のAGP値は栄養塩類濃度に最も影響を受けると考えられる。しかし、平成4年度と平成6年度には、栄養塩類濃度が十分に回復していないにもかかわらず、AGP値の増加が確認され、制限因子が他にも存在すると思われる。また、*E.zodiacus*においても栄養塩類濃度の低下がAGP値に影響を与えていると思われるが、1年間のデータしかないため今後、調査が必要である。

平成5年度に*E.zodiacus*の単離・無菌培養に成功し、本種の生理・生態において、成長速度・耐高温性・増大胞子や精子の形成等の一部の知見を得ることができた。しかし、まだその他の知見に乏しく、今後、塩分・照度・栄養塩類濃度等の違いによる*E.zodiacus*のAGP値の変化や休眠胞子の有無、卵細胞の形成等の明らかにされていない問題を解明していく必要がある。

文 献

- 1) 気象庁編：海洋観測指針。第5号，日本海洋学会，東京，1985，pp. 145-187.
- 2) 岩崎英雄：微細藻類の分離と培養，日本水産資源保護協会，東京，1967，p. 45.
- 3) 本田清一郎：昭和62年度九州海域赤潮調査報告書，水産庁，東京，1988，p. 92.

海洋環境浄化再生事業

尾田 成幸・本田 一三・白石 日出人

福岡県有明海における一部の地先漁場において浮泥の堆積が進行し、海域の底質環境を悪化させている。この様な海域に覆砂を行い底質を改良して、底質環境を浄化再生することにより、漁場生産力の向上と市民が潮干狩等に親しむ場の増大を図ることを目的とする。

干潟域で、底質の悪化した漁場に覆砂を行い底質の改良造成工事を大牟田沖（平成4年6～7月、平成5年4～6月、平成6年5～6月）及び大和沖（平成5年6～7月、平成6年5～7月）で実施した。本年度も、各造成漁場の底質の経時変動調査と浄化再生効果を目的に、底質環境調査を行ったので、その結果を次の通り報告する。なお、この事業は平成4年度から平成8年度までの5年間の事業実施計画で、大牟田沖の底質改良造成工事は、本年度で終了した。大和沖については、来年度も底質改良造成工事は継続される。今後は当分の間、浄化効果調査と造成漁場の形状保持調査を継続する予定である。

調査方法

調査は、図1～図2に示す大牟田沖及び大和沖の調査地点で実施した。精密調査のうち経月変化調査は平成6年5月～6月にかけて造成した大牟田沖の（E-line）及び平成6年5月～7月にかけて造成した大和沖の（G-line及びH-line）について、底質改良工事直後、1ヶ月後、3ヶ月後、及び6ヶ月後の計4回実施した。精密調査のうち経年変化調査は平成4年6～7月にかけて行われた大牟田沖の（A-line及びC-line）、平成5年4～6月にかけて行われた大牟田沖の（B-line及びD-line）及び平成5年6～7月にかけて造成した大和沖の（F-line）について、年1回実施した。精密調査はCOD、IL、硫化物（ H_2S ）及び粒度組成（ $Md\phi$ ）の垂直分布、底生動物についてはベントスの枠取り調査を行った。採泥層は、底泥を直径4cmのアクリルパイプで柱

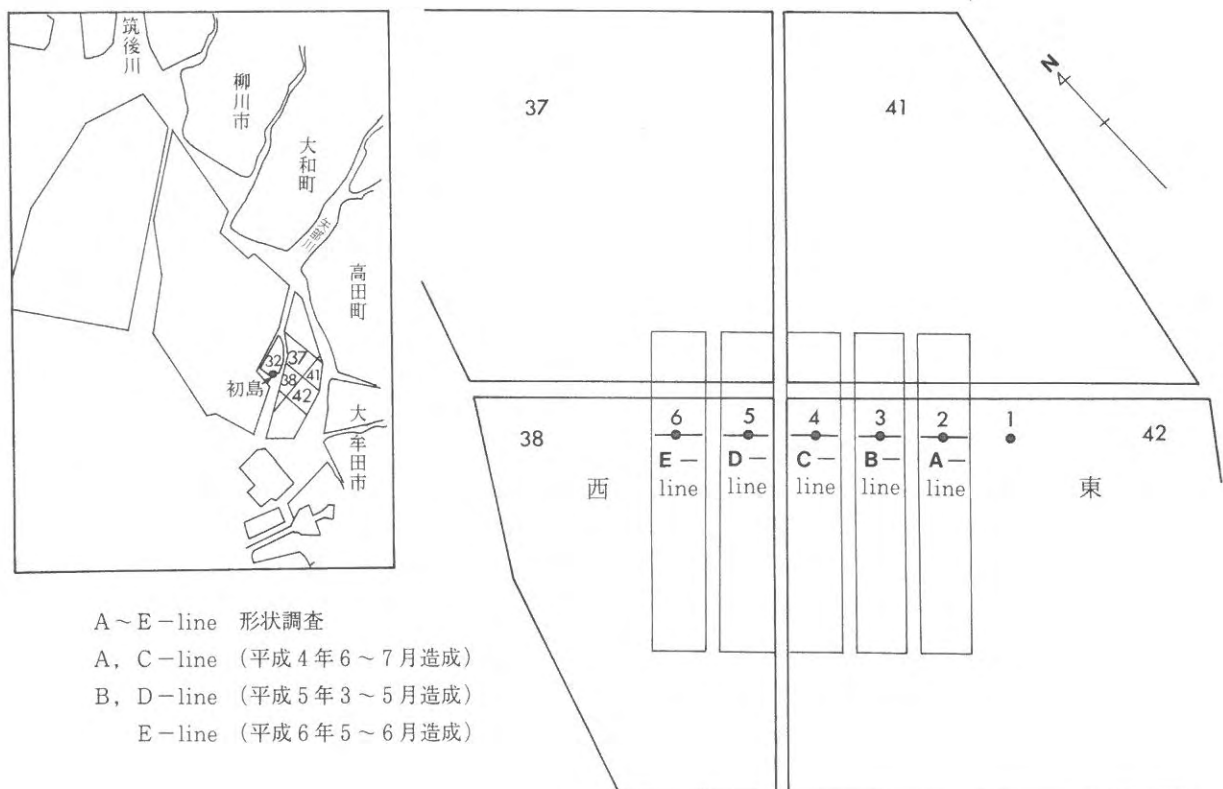


図1 大牟田沖調査地点



F～H-line 形状調査
 F-line (平成5年6～7月造成)
 G-line (平成6年5～6月造成)
 H-line (平成6年6～7月造成)

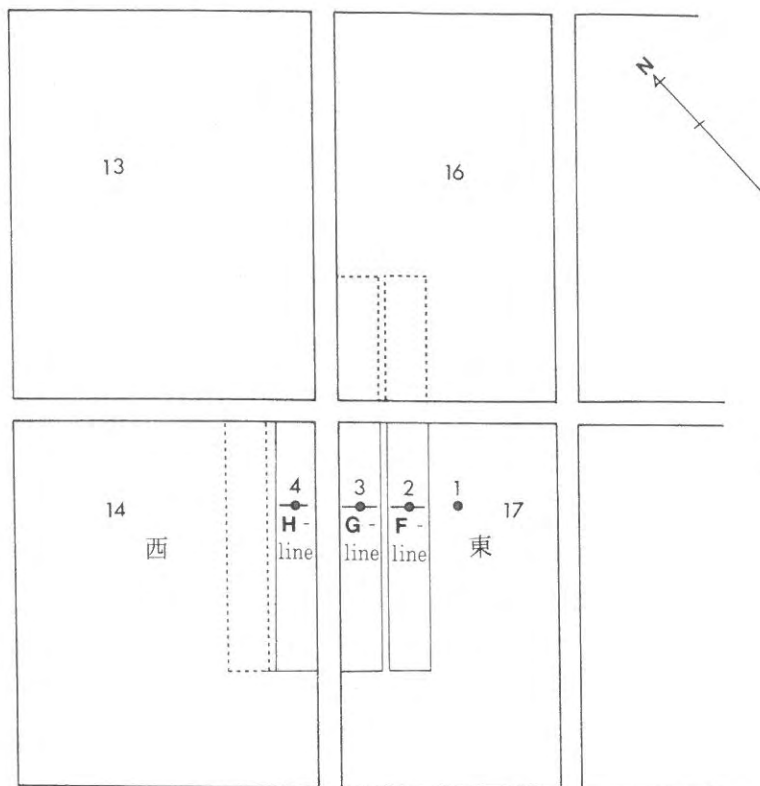


図2 大和沖調査地点

状採泥し、表層から10cm, 10cm～20cm, 20cm～30cm, 30cm～40cm, 40cm～50cmまでの5層に分割した試料について分析した。

生物相については、大牟田沖の分については25×25cm (0.0625m²) の枠取りをし、深さ15cmの底質の採泥をした。大和沖の分についてはエクマンバジ採泥器20×20cm (0.04m²) で深さ10cmの底質の採泥をした。採泥した底質は、持ち帰り、目あい0.5mmメッシュのナイロンネット地でふるい分けしナイロンネット地の上に残った動物の生物相を測定した。

結果および考察

1. 精密調査 (大牟田沖)

精密調査は、図1に示す6地点について行った。Stn. 1は対照区、Stn. 2～6は造成区とした。その結果の垂直分布を図3～10に示した。

(1) 平成4年度6～7月に造成した大牟田沖 (A-line 及びC-line) の底質改良工事2年後の変動について。2年後の調査結果の垂直分布を図3～6に示した。

1) CODの変動結果

CODの垂直分布については、昨年と同様に底泥の表面から深くなるにしたがってCOD値は低下し、30～40cm層で一時増加する傾向が認められた。昨年に比べる

と、対照区 (Stn. 1) では全層で減少が認められ、造成区 (Stn. 4) では0～10cm層で若干の増加が認められた。

2) H₂Sの変動結果

H₂Sの垂直分布については、昨年では造成区 (Stn. 2 及びStn. 4) の覆砂をした砂の厚さの部分で、極端に低く、それ以深は対照区 (Stn. 1) と同じ高い値を示したが、本年度は0～10cm層及び10～20cm層で昨年よりもやや増加が認められた。対照区では昨年に比べ、20cm以深で極端に低い値を示した。

3) ILの変動結果

ILの垂直分布については、昨年と同様CODの変動とまったく同じ傾向で変動し、底泥の表面から深くなるにしたがって低下し、30～40cm層で増加した減少する傾向が認められた。

造成区 (Stn. 2 及びStn. 4) は、昨年に比べ0～10cm層で若干の増加が認められた。対照区 (Stn. 1) についてはほとんど変化は認められなかった。

4) Mdφの変動結果

砂の粒径と呼称の関係については、表1のWENTWOKTHの粒径による堆積物の分類表によった。

Mdφの垂直分布については、CODの変動と同様な傾向を示し、底泥の表面から深くなるにしたがって低下

し20～50cm層で増加し、また減少する傾向が認められた。

造成区 (Stn. 2) では、昨年に比べ20～30cm層で減少し40～50cm層で増加した。調査地点 4 については、ほとんど変化は認められなかった。対照区 (Stn. 1) では昨年に比べ0～10cm層で減少した。

以上から、COD、H₂S及びIL、Mdφの垂直分布は、深くなるにしたがって値は小さくなり、ある深度で一時増加する傾向を示したが、底質改良工事1年後に比べると2年後では表層でCOD、H₂S、IL値の若干の増加が認められた。本年度調査では造成区の表面でやや浮泥の堆積が確認されており、このことが原因であろう。

(2) 平成5年度4～6月に造成した大牟田沖 (B-line及びD-line) の底質改良工事1年後の変動について。1年後の調査結果の垂直分布を図3～6に示した。

1) CODの変動結果

CODの垂直分布については、造成区 (Stn. 3及びStn. 5) では底泥の表面から深くなるにしたがってCOD値は低下し、30～40cm層で一時増加する傾向を示し、昨年に比べると、0～10cm層で若干の増加が認められた。

2) H₂Sの変動結果

H₂Sの垂直分布については、昨年では造成区 (Stn. 3及びStn. 5) は覆砂をした砂の厚さの部分が極端に低く、それ以深は対照区 (Stn. 1) と同じ高い値を示したが、本年度は0～10cm層で若干の増加が認められた。

3) ILの変動結果

ILの垂直分布については、造成区 (Stn. 3及びStn. 5) ではCODの変動とまったく同じ傾向で変動し、底泥の表面から深くなるにしたがって低下し、30～40cm層で増加しまた減少する傾向が認められた。H₂Sと

表1 粒径による堆積物の分類表

mm単位	2	1	0.5	0.25	0.125	0.062	0.032	0.016	0.008	0.004	
φ単位	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
呼 称	礫	砂					沈泥				粘土
		極細砂	粗 砂	中 砂	細 砂	極細砂	粗シルト	中シルト	細シルト	極細シルト	

(WENTWORTH の分類表)

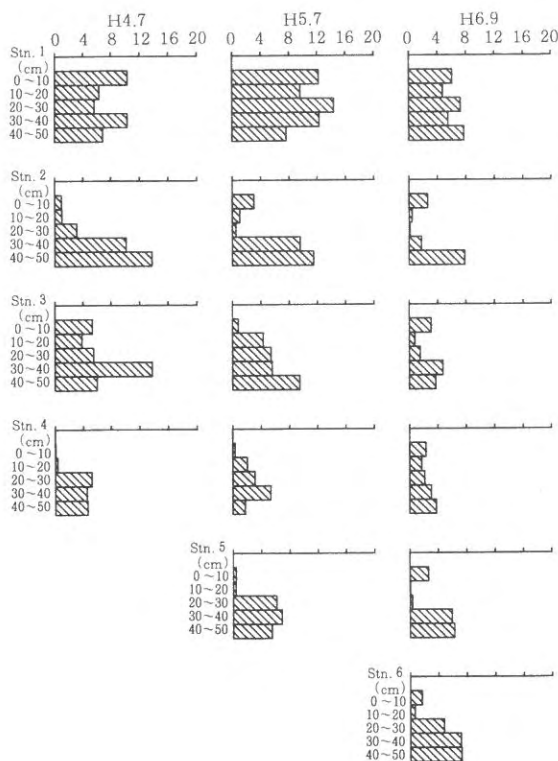


図3 大牟田沖のCODの経年変化 (単位: mg/g·d)

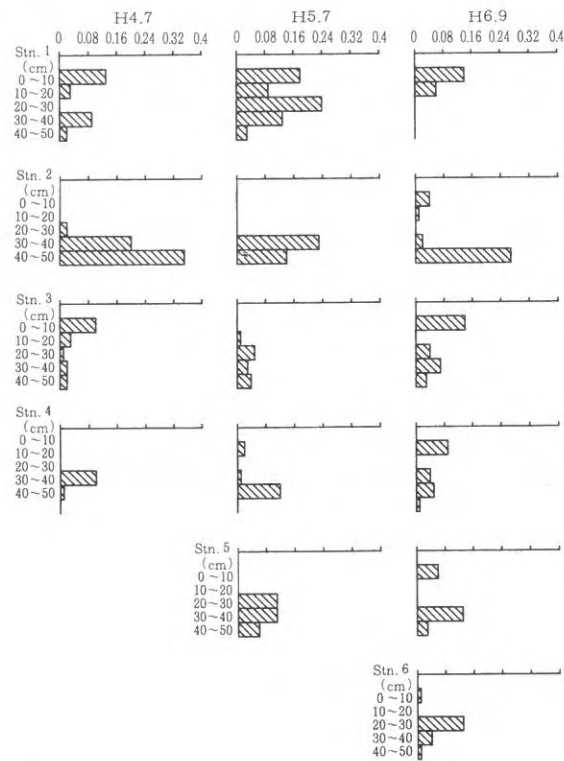


図4 大牟田沖のH₂Sの経年変化 (単位: mg/g·d)

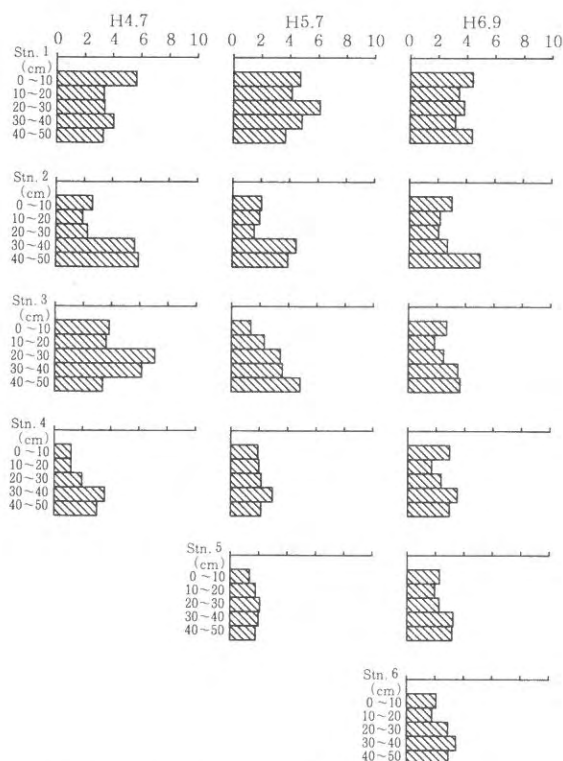


図5 大牟田沖のI Lの経年変化(単位: %)

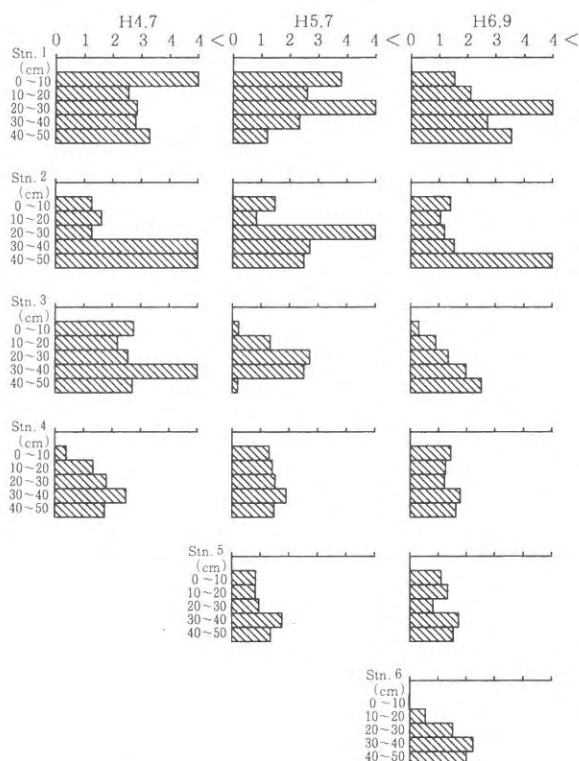


図6 大牟田沖のM d ϕの経年変化

様、昨年に比べ0～10cmで若干の増加が認められた。

4) M d ϕの変動結果

M d ϕの垂直分布については、造成区(Stn. 3)では底泥の表面から深くなるに従って増加する傾向を示し、造成区(Stn. 5)では底泥の表面から深くなるにしたがって増加し、20～30cm層で減少した増加する傾向を示した。また、造成区(Stn. 5)では0～20cm層で昨年よりも若干の増加が認められた。

以上からCOD, H₂S及びI Lの垂直分布は、深くなるにしたがって値は小さくなり、ある深度で一時増加する傾向を示した。平成4年度造成区と同様に、造成区の表面でCOD, H₂S, I L, M d ϕの値が昨年より

も高かった。これも浮泥の堆積が原因であろう。

(3) 平成6年度5～6月に実施した大牟田沖(E-line)の経時変動について。

精密調査結果の垂直分布を図7～10に示した。

1) CODの変動結果

昨年までのCODの垂直分布については、底泥の表面から深くなるに従ってCODは低下し、30～40cm層で一時増加し、深くなると減少する傾向が一部で認められたが、今回は対照区についてはこの傾向が、造成区(Stn. 6)については逆に増加の傾向が認められた。対照区については6月が高くその他の月はあまり変わらないが、造成区(Stn. 6)では6～9月は表層から深くな

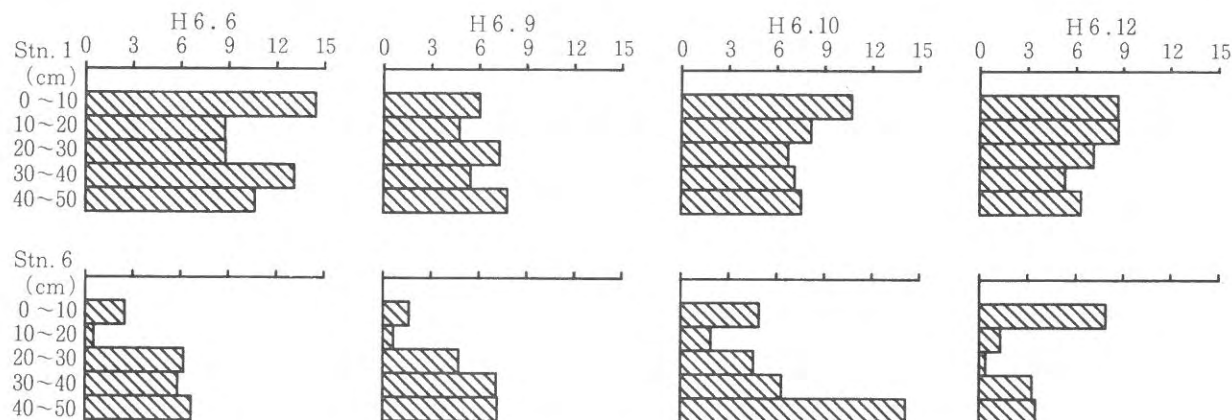


図7 大牟田沖のCODの経月変化(単位: mg/g·d)

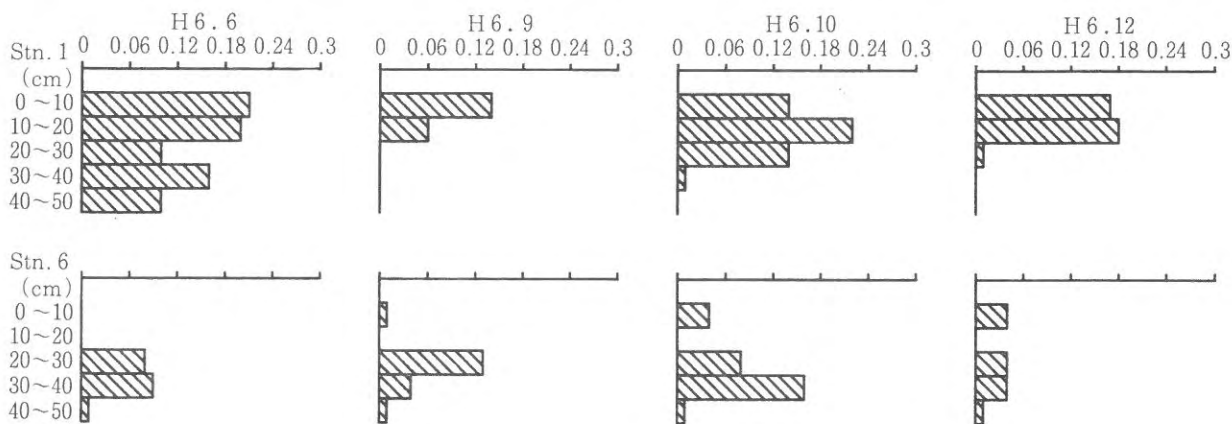


図8 大牟田沖の H_2S の経月変化 (単位: $mg/g \cdot d$)

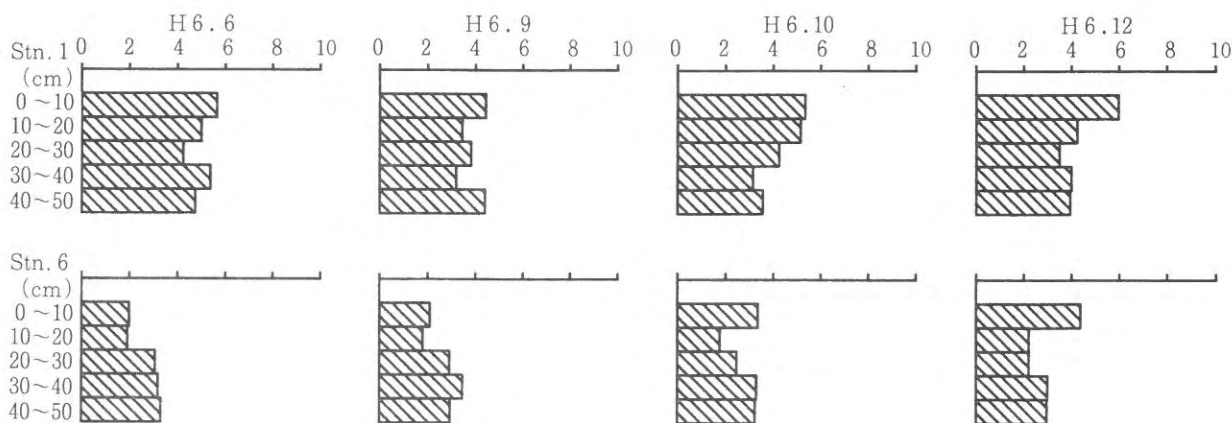


図9 大牟田沖のI Lの経月変化 (単位: %)

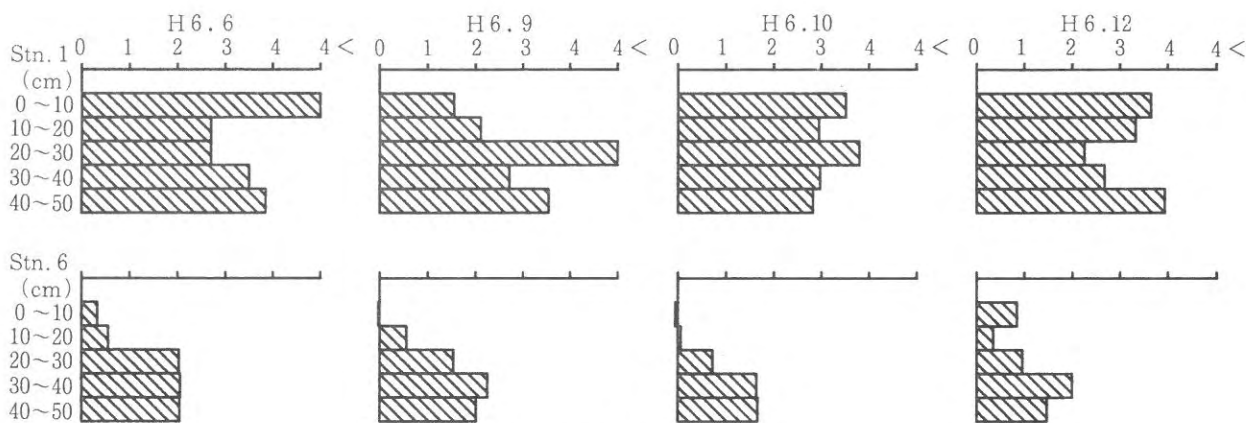


図10 大牟田沖のMd φの経月変化

るに従って、値は大きくなり10~12月にかけては表層の値が大きくなっていた。これは、10~12月にかけて造成区の表面に浮泥が0~10cm堆積しており、これが原因であろう。

2) H_2S の変動結果

昨年までの H_2S の垂直分布は、底泥の表面から深くなるに従って低下し、30~40cm層で一時増加した減少する傾向が一部で認められたが、今回はこの傾向がほ

とんど認められなかった。対照区 (Stn. 1) については、6月に表層から50cmまで検出されたが、9月以降30~50cm層ではほとんど検出されていない。造成区 (Stn. 6) では、経月変化はほとんど認められていないが、CODと同様に10月から12月にかけては表層の値が大きくなっていた。これは、表層に堆積した浮泥が原因であろう。

3) I Lの変動結果

I Lの垂直分布は、CODの変化と全く同じ傾向の変

化が一部で認められた。対照区 (Stn. 1) については経月変化はほとんど認められなかった。造成区 (Stn. 6) では経月変化はほとんど認められないが、CODと同様に10~12月にかけて表層の値が大きくなっていった。これは表層に堆積した浮泥が原因であろう。

4) Mdφの変動結果

Mdφの垂直分布は、対照区 (Stn. 1) については表層の値が大きく、深くなるにしたがって値は小さくなりまた増加し、造成区 (Stn. 6) は表層の値が小さく深くなるにしたがって値は大きくなる。対照区 (Stn. 1) については、経月変化はほとんど認められなかった。9月に表層の値が小さくなったが、その他の月は深部に比べて表層の値が大きかった。造成区では経月変化はほとんど認められなかった。

以上から、対照区についてはCOD, IL, H₂S及びMdφの垂直分布は深くなるにしたがって、値は小さくなり、造成区については深くなるにしたがって値は大きくなった。経時変化は、対照区、造成区ともほとんど変化は認められなかった。対照区と造成区を比較すると全ての項目で値が小さくなり、昨年までと同様に覆砂をすればその部分での底質の改善が計れることがわかった。

2. 精密調査 (大和沖)

調査地点は、図2に示す4地点で行った。Stn. 1を対照区、Stn. 2~4を造成区とした。その結果の垂直分布を図11~18に示した。

(1) 平成5年6~7月に実施した大和沖 (F-line) の底質改良工事1年後の変動について。

精密調査結果の垂直分布を図11~14に示した。

1) CODの変動結果

CODの垂直分布は、対照区 (Stn. 1)、造成区 (Stn. 2)とも昨年と同様の変動を示し、対照区では底泥の表面から深くなるにしたがってその値は低下し、20~30cm層で増加した減少する傾向が認められた。造成区では10~20cm層までは対照区と同様の变化を示し、それ以深は深くなるにしたがって増加する傾向が認められた。昨年に比べると、全層で増加が認められた。

2) H₂Sの変動結果

H₂Sの垂直分布は、対照区 (Stn. 1) では昨年は深くなるにしたがってその値は減少する傾向を示したが、本年度は0~10cm層で極端に高く10~20cm層で減少し、それ以深では増加する傾向が認められた。造成区 (Stn. 2) でも本年度は対照区と同様の变化を示した。昨年に比べると、対照区、造成区ともに0~10cm層で増加が

認められた。

3) ILの変動結果

ILの垂直分布は、対照区 (Stn. 1) ではCODと同じく昨年とほとんど同様の变化を示した。昨年に比べると、造成区の30cm以深での増加が認められた。

4) Mdφの変動結果

Mdφの垂直分布は、対照区 (Stn. 1) では昨年は底泥の表層から深くなるにしたがって増加し、30~40cmで減少する傾向を示したが、本年度は全層で4<以上であった。造成区では0~20cm層で減少が認められた。

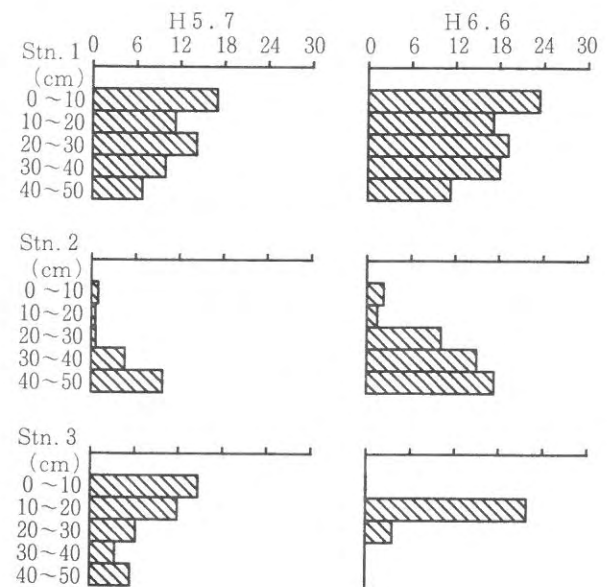


図11 大和沖のCODの経年変化 (単位: mg/g·d)

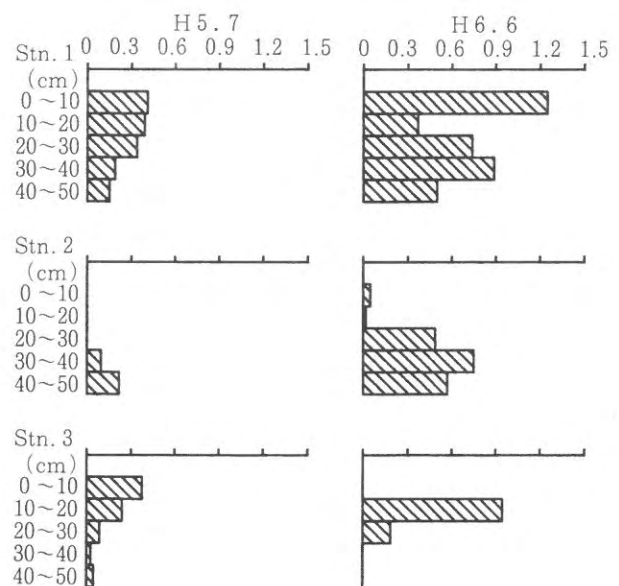


図12 大和沖のH₂Sの経年変化 (単位: mg/g·d)

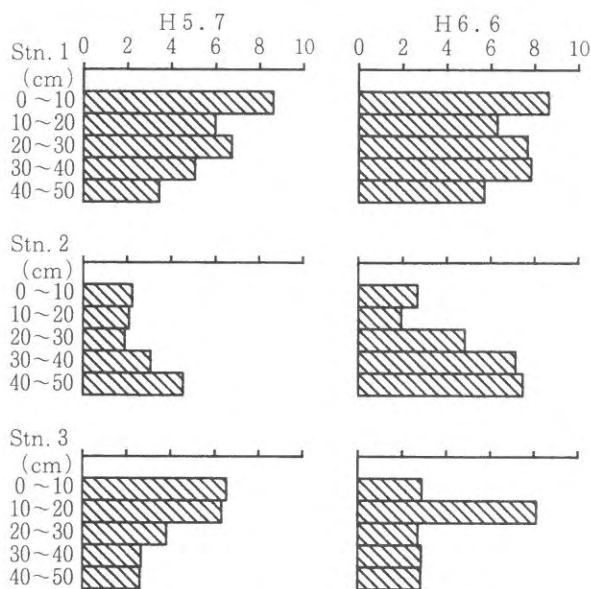


図13 大和沖の I L の経年変化 (単位: %)

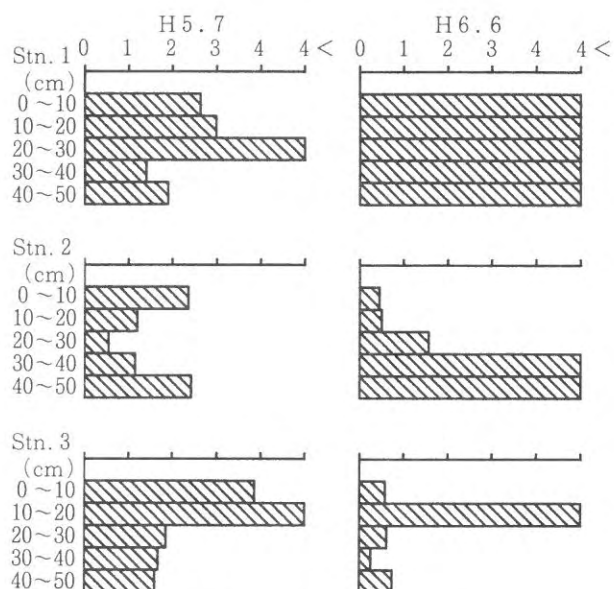


図14 大和沖の M d φ の経年変化

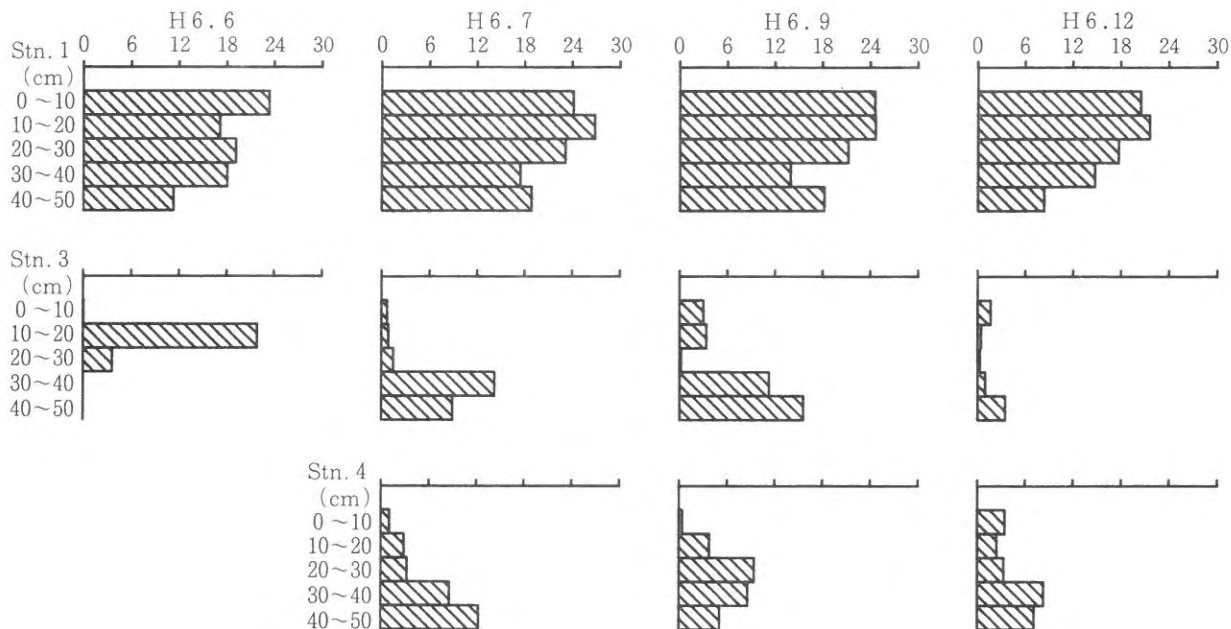


図15 大和沖の COD の経月変化 (単位: mg/g·d)

以上から、COD、I Lの垂直分布は昨年と同様に、対照区では、底泥の表面から深くなるにしたがってその値は低下し、20~30cm層で増加した減少する傾向が認められた。造成区では10~20cm層までは対照区と同様の变化を示し、それ以深は深くなるにしたがって増加する傾向が認められた。昨年に比べると、COD、H₂S、I L、M d φ 値全てで、30cm以深での増加が認められた。

(2) 平成6年5~7月に実施した大和沖 (G-lineおよびH-line) の経時変動について。

精密調査結果の垂直分布図を図15~18に示した。

1) CODの変動結果

昨年までのCODの垂直分布については、底泥の表面から深くなるにしたがって低下し、30~40cm層で一時増加、更に深くなると減少する傾向が一部で認められたが、今回もこの傾向が認められた。対照区 (Stn. 1) については経月変化は認められないが、造成区 (Stn. 3) では、7月及び9月は30~50cm層で値が大きくなり、秋季に高い値を示した。造成区 (Stn. 4) では経月変化はほとんど認められなかった。

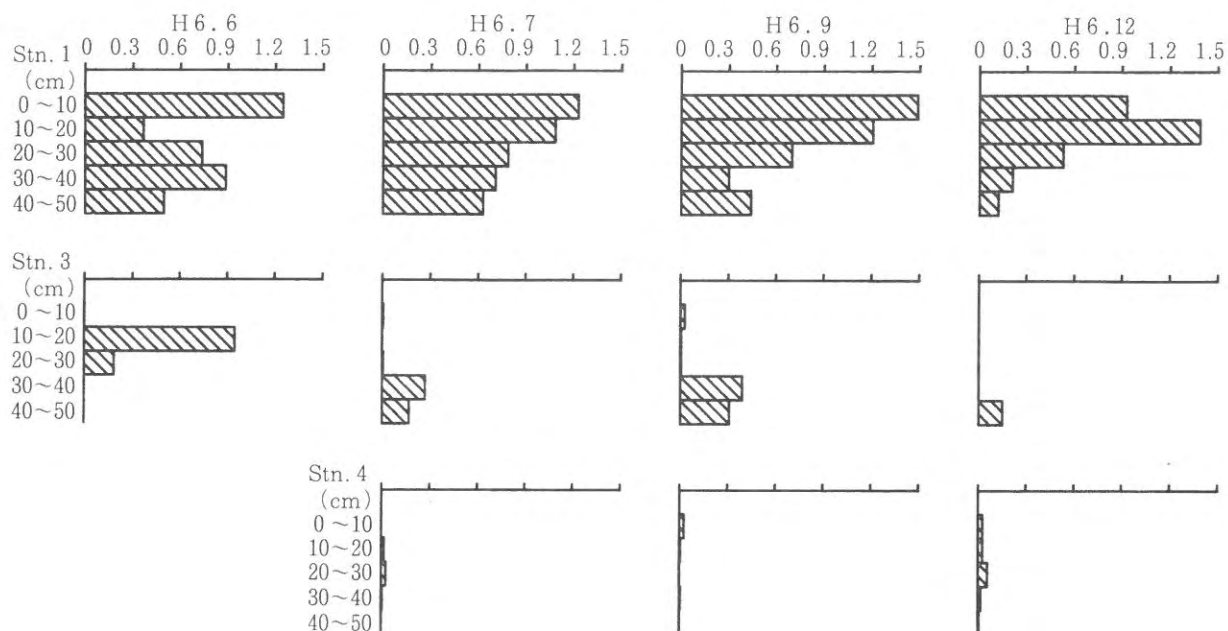


図16 大和沖の H_2S の経月変化 (単位: $mg/g \cdot d$)

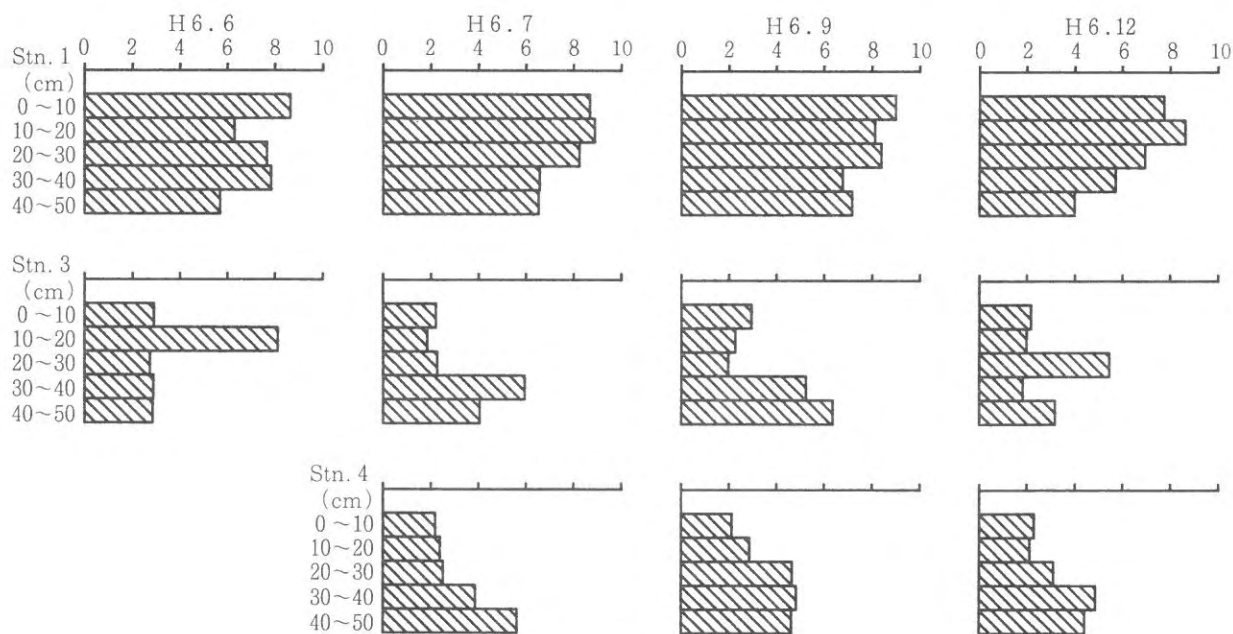


図17 大和沖のI Lの経月変化 (単位: %)

2) H_2S の変動結果

昨年までの H_2S の垂直分布については、対照区(Stn. 1)では底泥の表面から深くなるにしたがって低下し、造成区(Stn. 2)では底泥の表面から深くなるにしたがって増加した。今回は、対照区ではこの傾向が認められたが造成区(Stn. 3及びStn. 4)では、非常に低く特異な傾向は認められなかった。Stn. 3で覆砂部より深い層で高い値を示した。経月変化は、対照区についてはほとんど変化は認められなかった。

3) I Lの変動結果

昨年までのI Lの垂直分布については、CODと同様の傾向が一部で認められたが、今回もこの傾向が認められた。対照区(Stn. 1)については、経月変化はほとんど認められなかった。造成区(Stn. 3及びStn. 4)で、経月変化はほとんど認められなかった。

4) Md ϕ の変動結果

昨年までのMd ϕ の垂直分布については、対照区(Stn. 1)では、底泥の表面から深くなるにしたがって値は低下し、造成区(Stn. 2)では底泥の表面から深く

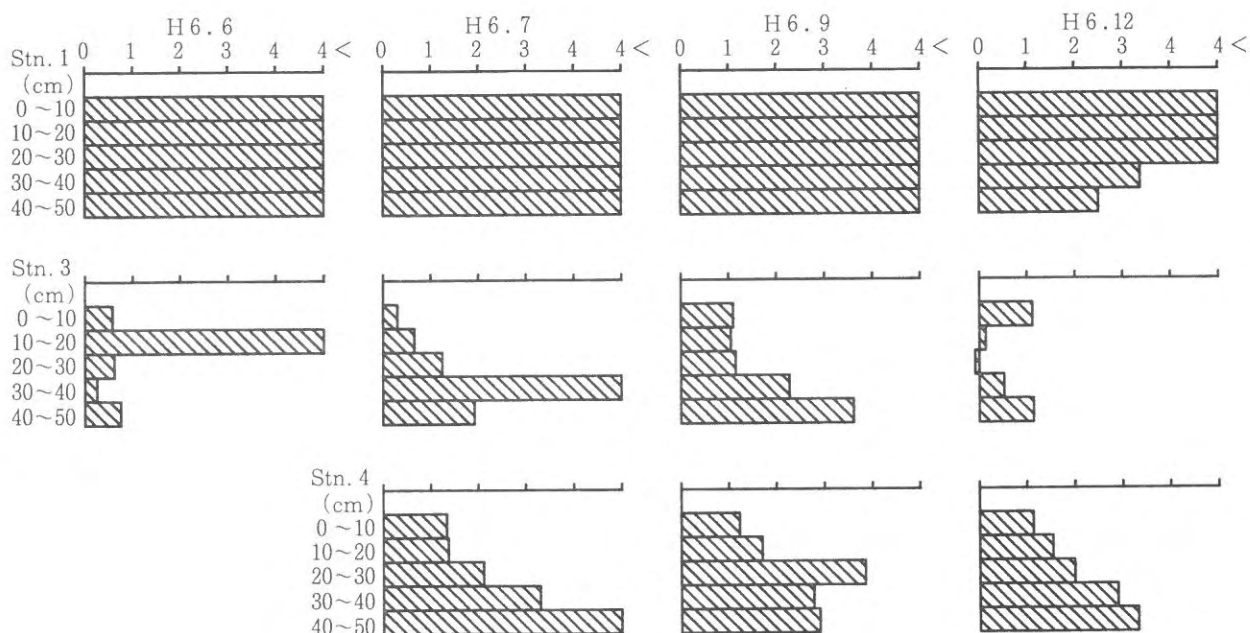


図18 大和沖のMdφの経月変化

なるにしたがって値は増加した。対照区 (Stn. 1) については、Mdφ値は0~30cm層で4<以上を示し、経月変化はほとんど認められなかった。造成区 (Stn. 3 及び Stn. 4) では、垂直分布を見ると深くなるにしたがってMdφは大きくなり粒径が小さくなることが窺えた。造成区 (Stn. 3) の7月及び9月の深部で高い値を示したほかは、経月変化はほとんど認められなかった。

以上から、対照区についてはCOD、IL及びH₂Sの垂直分布は深くなるにしたがって値は小さくなりMdφの値については4<以上を示した。造成区はCOD、IL及びMdφの垂直分布は、深くなるにしたがって値は大きくなり、H₂Sの垂直分布は覆砂部分ではほとんど検出されず覆砂の下層でやや検出された。経月変化は、対照区、造成区とも大きく変化は認められなかった。対照区と造成区を比較すると、本年度もこれまでと同様に、造成区の方が全ての項目で対照区より値が小さくなり、覆砂をすればその部分で底質の改善が認められた。

3. 造成漁場形状変化調査

大牟田沖の造成漁場 (A~E-line) の砂厚 (断面図) の経年変化を図19に、大和沖の造成漁場 (F~H-line) の砂厚 (断面図) の経年変化を図20に示した。

大牟田沖造成区 (A-line) の砂厚は西側が厚く東側でやや薄くなっている。

大牟田沖造成区 (B~E-line) の砂厚断面は、ほとんど平坦な形状をしている。

大和沖造成区 (F~H-line) の砂厚断面図は、砂厚

が20~50cmと変化が大きかった。造成区 (F-line) の平成5年度と6年度を比較すると、造成後のこぼこが両端に幾分ならされて平坦化しているのが分かる。

以上から、大牟田沖の漁場造成区では、部分的には砂の移動がみられるものの、大きな変化は認められなかった。大和沖の漁場造成区の方が砂厚の変化が大きかった。

4. ベントス調査

平成6年度調査分のベントスの種類及び現存量の季節的变化を図21~22に示した。

(1) 大牟田沖

大牟田沖 (F-line) のベントス調査結果について、対照区 (Stn. 1) では、平成6年9月にサルボウの二枚貝や甲殻類が出現した。12月には、シオフキやイガイの二枚貝や甲殻類が出現した。6月、9月、10月及び12月は、多毛類やせん虫類が多く見られた。造成区 (Stn. 6) で9月、10月及び12月には、アサリやサルボウの二枚貝や甲殻類が多く出現した。6月、9月、10月及び12月は、多毛類やせん虫類が多く見られた。汚染指標種は12月に対照区でシズクガイとヨツバネスピオが、9月に造成区 (Stn. 6) でシズクガイが見られた。対照区と造成区とを比較すると造成区の方が出現するベントスの種類も個体数も多く、特に9月と12月に甲殻類が、9月に貝類が多く見られた。いずれの種類のベントスも対照区及び造成区とも梅雨前は少なく、その後夏季に多くなり秋季まで継続し、冬季に減少して梅雨期まで続き、対照区及び造成区ともに種類及び個体数とも年を追う毎に増加の傾

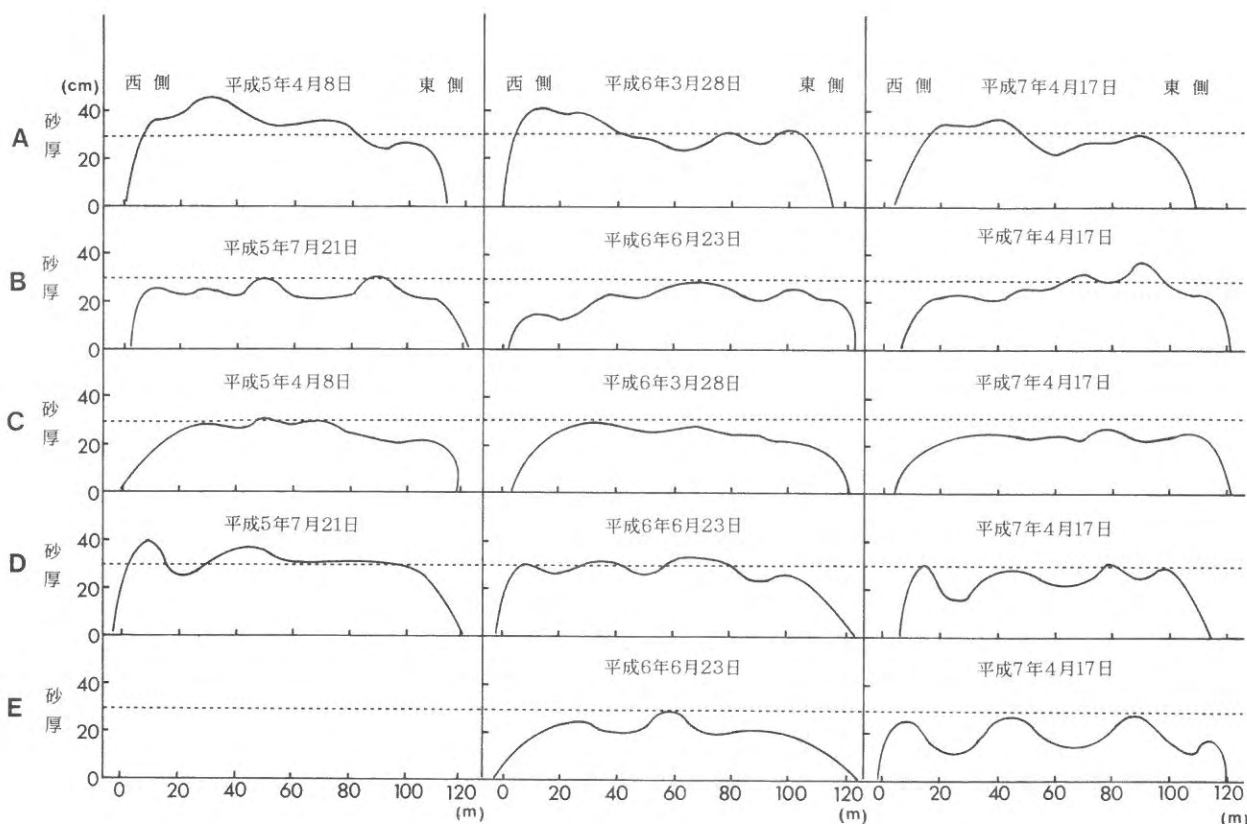


図19 大牟田沖の砂厚の経年変化

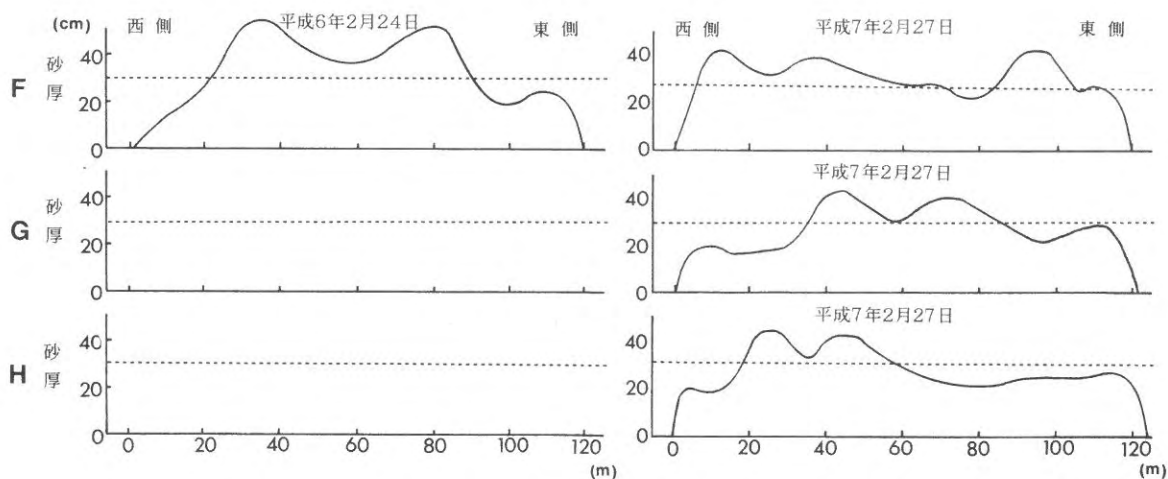


図20 大和沖の砂厚の経年変化

向が窺われた。

(2) 大和沖

大和沖（G-line及びH-line）のベントス調査結果について、対照区（Stn. 1）では平成6年7月及び9月にアサリ、サルボウガイの二枚貝や甲殻類が出現した。12月には、多毛類やエビ類が多く見られた。造成区（Stn. 3）では6月にイガイの二枚貝やせん虫類、7月、9月

及び12月にはアサリやサルボウガイの二枚貝や甲殻類が多く出現した。造成区（Stn. 4）で7月に二枚貝、甲殻類、多毛類及びその他のベントスが多く見られた。9月及び12月には、二枚貝、甲殻類、多毛類及びその他のベントスが多く見られた。汚染指標種は7月に対照区（Stn. 1）と造成区（Stn. 3）でいずれもシズクガイが見られた。いずれの種類のベントスも対照区及び造成区

とも梅雨前は少なく、その後夏季に多くなり秋季まで継続し、冬季に減少して梅雨期まで続く傾向を示した。対照区では、平成5年度から6年度にかけての経年変化は見られなかった。造成区（Stn. 3 及び Stn. 4）では平成5年度から6年度にかけて貝類が増加した。対照区及び造成区ともに、種類及び個体数とも年を追う毎に増加の傾向が窺われた。

以上から平成6年度の調査では大牟田沖及び大和沖とも対照区に比べ造成区ではベントスの種類や個体数が増加した。その中では貝類や甲殻類の個体数が増加してお

り、特に、各造成区でイガイ科の二枚貝が多数出現していたのが目立った。イガイ科の二枚貝は浮泥が堆積している箇所に密集して生息し、本年度の造成区での浮泥の堆積が、イガイ科の二枚貝が多数出現した原因ではないかと思われる。また本年度は大牟田沖の造成区（Stn. 6）で9月に汚染指標種のシズクガイが出現しており、若干の汚染の進行が示唆された。対照区に比べると造成区では覆砂による底質改善効果は認められるものの、今後も継続して各造成漁場における底質の浄化再生効果の耐久性を注意深く観察していく必要がある。

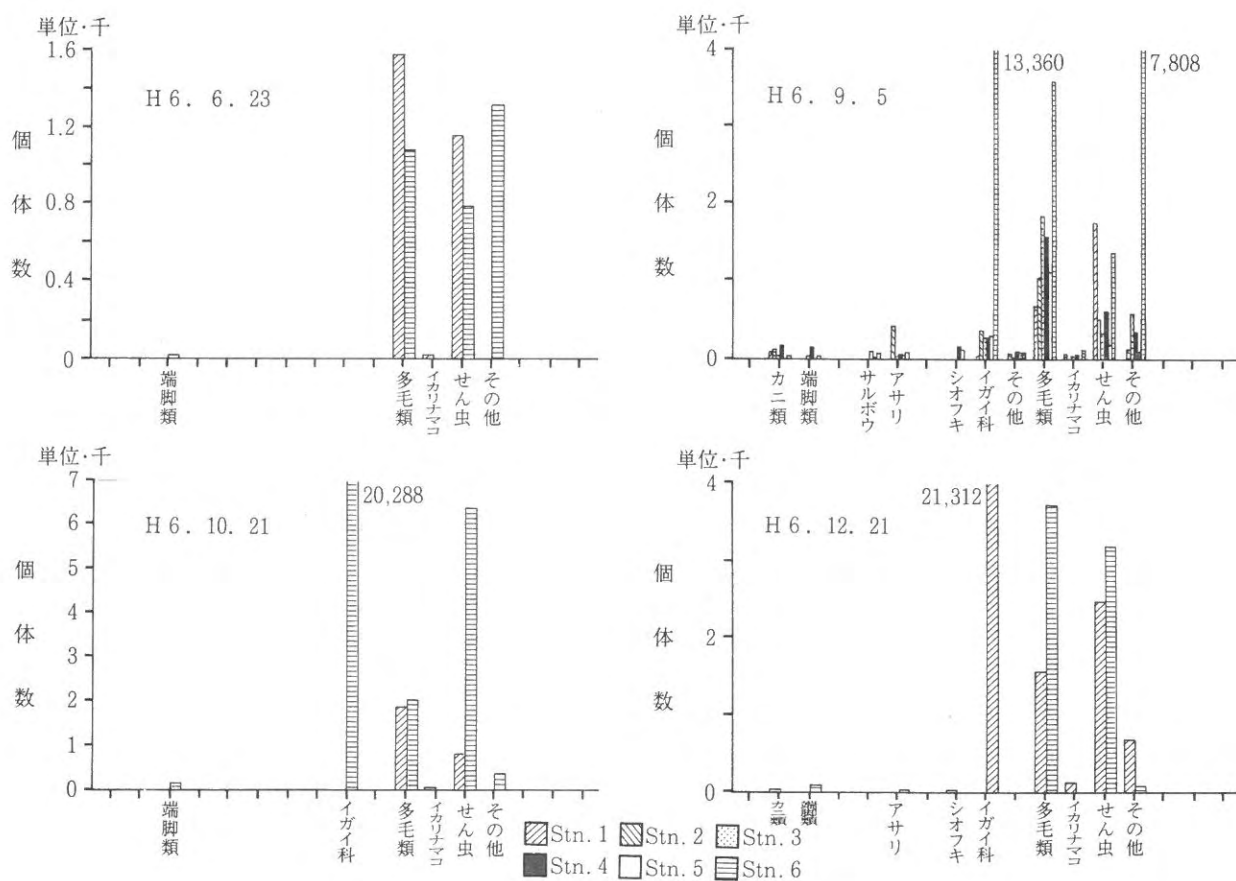


図21 大牟田沖における底生生物の現存量季節的变化

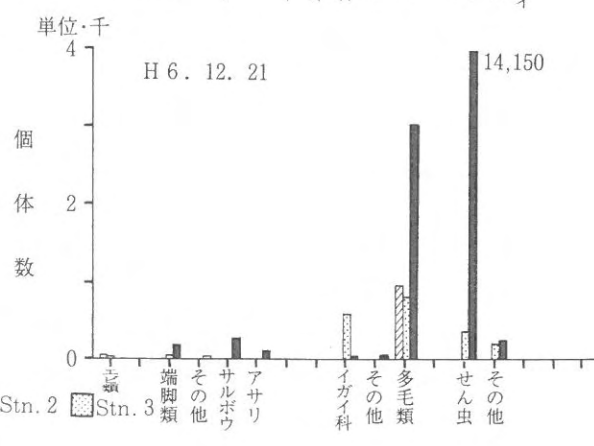
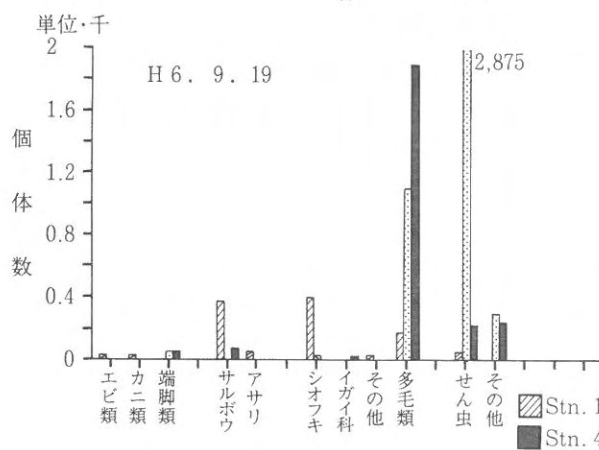
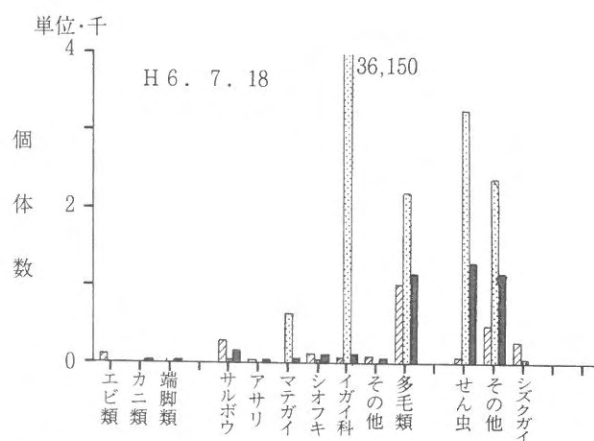
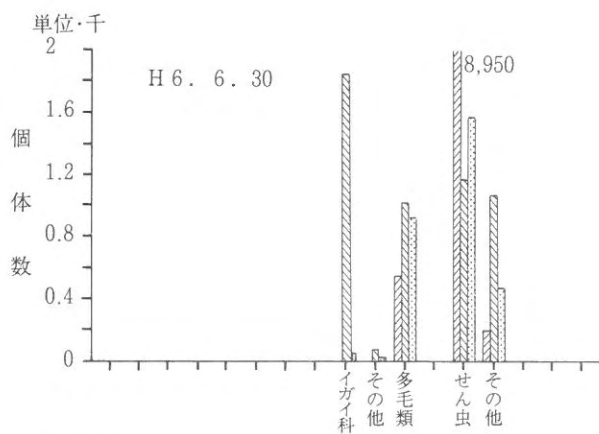


図22 大和沖における底生生物の現存量季節的变化

漁場環境調査指導事業

尾田 成幸・本田 一三・白石 日出人

I 大牟田地先漁場環境調査

大牟田川および諏訪川河口域のノリ漁場では、ノリ葉体の生理障害が発生したり、ノリ葉体が流失したり、ノリの製品に小穴があいたりする被害が発生している。この海域は、他海域に比べて流速が小さく河川水の拡散が行われにくく、低塩分濃度で高栄養塩濃度の水塊が形成されやすい海域である。そこで大牟田地先漁場を中心にした海況調査を行って、大牟田地先ノリ漁場の環境特性を把握し、ノリ養殖の管理並びにノリ製品の品質向上を図るための資料を得ることを目的とした調査を実施したので、以下にその概要を報告する。

方 法

平成6年度は図1に示す12地点で、満潮後2時間についての塩分分布を調査した。調査は、毎月1回奇数月は大潮時、偶数月は小潮時に測定した。

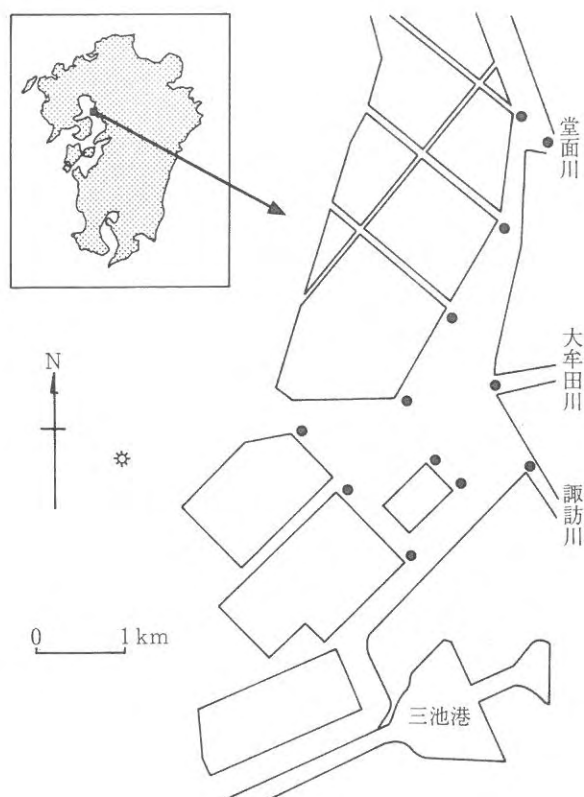


図1 調査地点

結果および考察

大牟田地先漁場は、大牟田川、堂面川及び諏訪川からの河川水の流入があるが、いずれもその河川自体からの流量は少ない。河川自体からの流量は少ないものの都市排水や工場排水及び炭坑排水等が加わり、この海域の形状特性から低塩分水塊が形成される。この漁場の北側には、一級河川の矢部川がありこの影響を大きく受ける海域でもある。

また、この海域の潮流は小さく、諏訪川河口域ではその傾向がさらに顕著である。したがって、この海域に流出される河川水の拡散及び混合は、他の海域に比べて小さく低塩分水塊が滞留するものと考えられる。

平成6年度の調査結果

調査結果については、7月、10月、12月および2月の塩分分布を図2～図3に示した。

本年度は夏場から秋にかけての高温、少雨の影響で、調査海域である大牟田地先の水温、塩分は例年よりもかなり高めであった。

7月の梅雨期は、表層水については高温、少雨の影響で沿岸域への沖合水の張り込みが強く、諏訪川河口域で23と低めであった以外は沿岸域近くまで29～31の高塩分濃度域が広がっていた。底層水については、諏訪川河口域も高塩分であった。表層水、底層水とも低塩分化傾向は認められず、全域的に29～31と高塩分であった。

10月、12月の表層水は7月と同じ様な傾向を示し、堂面川と諏訪川河口域で低めの塩分傾向を示したが、7月と同様に沿岸域近くまで29～32の高塩分濃度域が広がっていた。底層水については、30～32と全域的に高塩分であった。表層水、底層水とも低塩分化傾向は認められず、全域的に30～32と高塩分であった。

2月の表層水は、堂面川、大牟田川、諏訪川の各河口域で低めの傾向を示し、特に諏訪川河口域で塩分濃度が18と低かった。底層水については、31～32と高塩分であった。

河口域の垂直分布を見ると、表層水の低塩分化の見ら

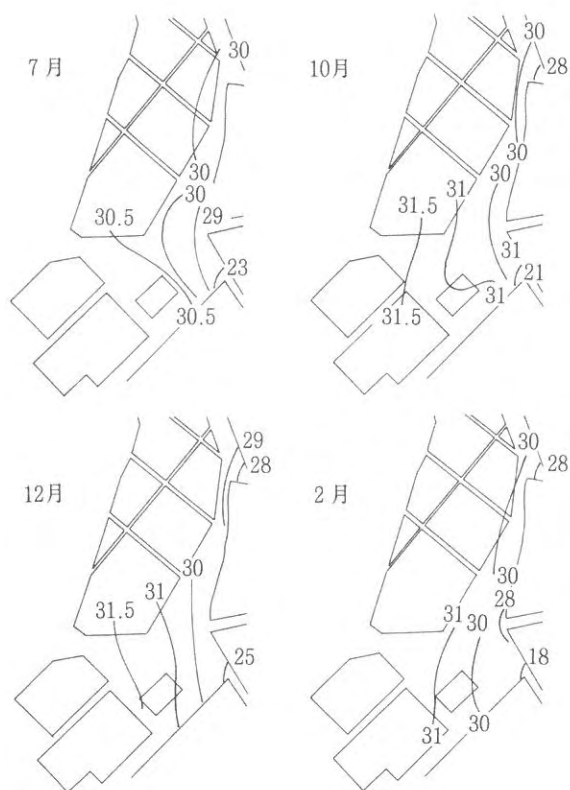


図2 大牟田地先塩分分布（表層）

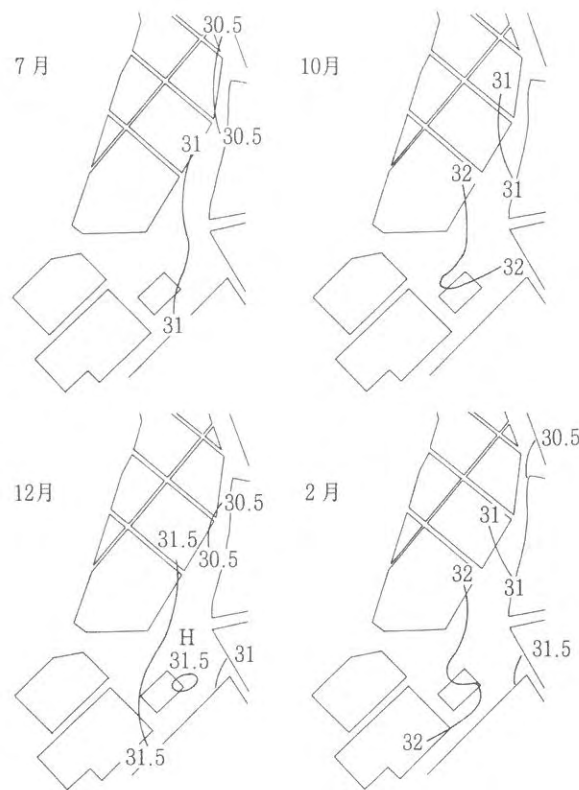


図3 大牟田地先塩分分布（底層）

れる河口域では、表層から1、2mまでは低塩分層であるが、2m以深は沖合い水と変わらない高い塩分濃度を示した。

要 約

1. 水温については、大牟田地先漁場への温排水の流入等による温度上昇は認められなかった。
2. 塩分については、諏訪川河口域の表層水の塩分濃度低下が著しかった。
3. 大牟田川の表層及び底層については、塩分濃度の低下が少ないので河川流量も少ないものと判断した。
4. 塩分濃度の河口域での垂直分布を見ると、表層水の塩分濃度低下が認められる諏訪川河口域に於いても、底層水の塩分は高い値を示した。したがって、表層水と底層水の攪はん混合を行うことによって、低塩分濃度の水塊の消滅を図ることも可能であろう。

II 筑後川河川調査

久留米市の筑後川に建設した筑後大堰は、昭和54年4月に着工し昭和59年10月に完工した。筑後大堰完工後の環境への影響調査として水質調査を実施したので、その結果を以下に報告する。

方 法

筑後大堰の上流から河口域までの間の図4に示す8地点について、セメント工事の影響指標としてpH、濁りの影響指標として懸濁物質（SS）、有機物質として化学的酸素要求量（COD）、海域への負荷量として栄養塩類を測定した。調査時刻は、河川水自体の水質を把握するため、海水の影響の少ない干潮時に調査を実施した。

結果および考察

調査結果の水質変動を、図5及び図6に示した。

1. 水 温

本年度は、夏季から秋季にかけての高温、少雨傾向が影響して河川水の水温も夏季は極めて高めで推移し、水温は7.7～33.5℃の範囲内にあった。地域別にみると各月とも上流域に比べ河口域に行くにしたがって水温が高くなる傾向が認められた。この傾向は夏季に強く見られた。上流域と河口域の温度差を比べると夏季に大きく冬季に小さかった。最大の温度差は6月及び7月の2.0℃であった。

2. 塩 分

塩分は、海域の影響の少ない干潮時に測定しているの、筑後大堰付近では真水に近い小数点以下一位の値で

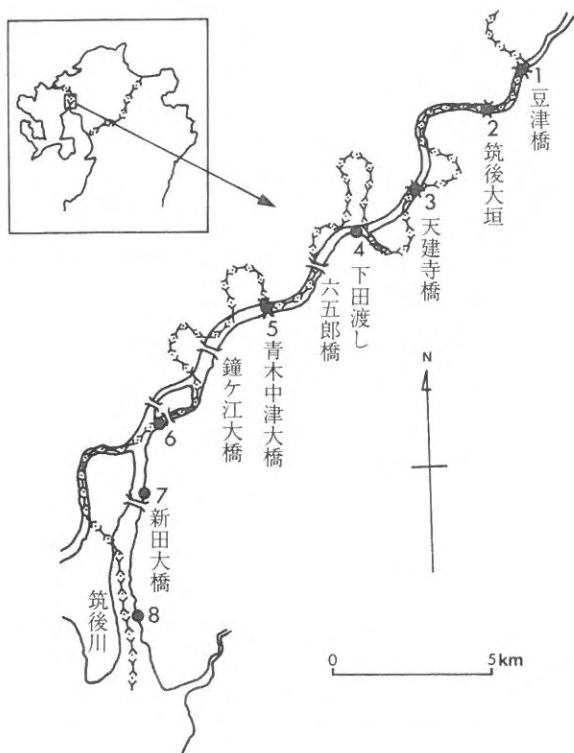


図4 調査地点

あった。塩分濃度は、上流域から河口域にかけて上昇するがその値は、0.07～20.43であった。筑後川河川の感潮域は、久留米市の瀬の下の上流域と言われているが、筑後大堰が建設されてからは筑後大堰付近と思われる。

3. pH

本年度は夏季に低く冬季に高い値を示す傾向が認められ、pHは7.16～8.68の範囲にあった。河川的生活環境保全に関する環境基準値¹⁾は、pHが6.5～8.5の範囲内となっており、本年度のpHは8月に筑後大堰内で8.68と、この値の範囲外であった。本年度は夏季における高温、少雨の影響で河川流量が極端に少なく、筑後大堰か

ら下流域への放水もほとんど行われていないために大堰内で河川水が滞留し、植物プランクトンが増加したのがこのpH上昇の原因だと推察される。pHは、河口域が海水の影響を受け高い値を示すこともあり、全般的にみて一定の傾向は窺えなかった。

4. 懸濁物質質量 (SS)

SSは、夏季から冬季にかけて高い値を、冬季から春季にかけて低い値を示す変動で推移し、本年度は2.2～704mg/lの範囲内にあった。筑後大堰でのSS値は、周辺部の値と比べると低い値を示す月も見られるが差は小さく、全般的に見ると周辺部とほとんど差が無いと言えるであろう。地点別にみると上流から河口域にかけてSS値は、増加傾向を示した。

5. 化学的酸素要求量 (COD)

CODは、夏季に高く冬季に低い値を示す変動で推移した。本年度は0.94～9.58mg/lの範囲内にあった。筑後大堰でのCOD値は、SSと同様にその周辺部と比べると低い値を示す月も見られるが差は小さく、全般的に見ると周辺部とほとんど差が見られなかった。地域別にみると上流域から河口域にかけてCOD値は、増加傾向を示した。

6. 栄養塩類

1) 磷酸塩 ($\text{PO}_4\text{-P}$)

磷酸塩は、海域では夏季に高く冬季に低い値を示す一峰型²⁾で推移するが、河川域では夏季と秋季にピークを示す二峰型で推移した。本年度は、0.19～7.25 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲内にあった。筑後大堰での磷酸塩の値は、周辺部と比べてほとんど差が認められなかった。地域別に見ると上流域から河口域にかけて増加傾向が認められた。

2) 珪酸塩 ($\text{SiO}_2\text{-Si}$)

珪酸塩は、海域では7月と12月にピークを持つ二峰型

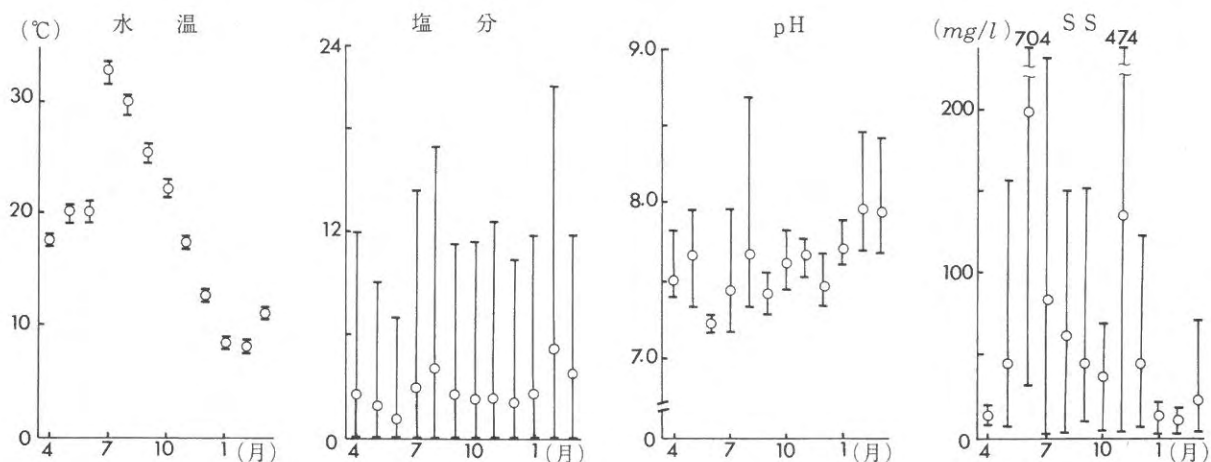


図5 筑後川河川水質変化

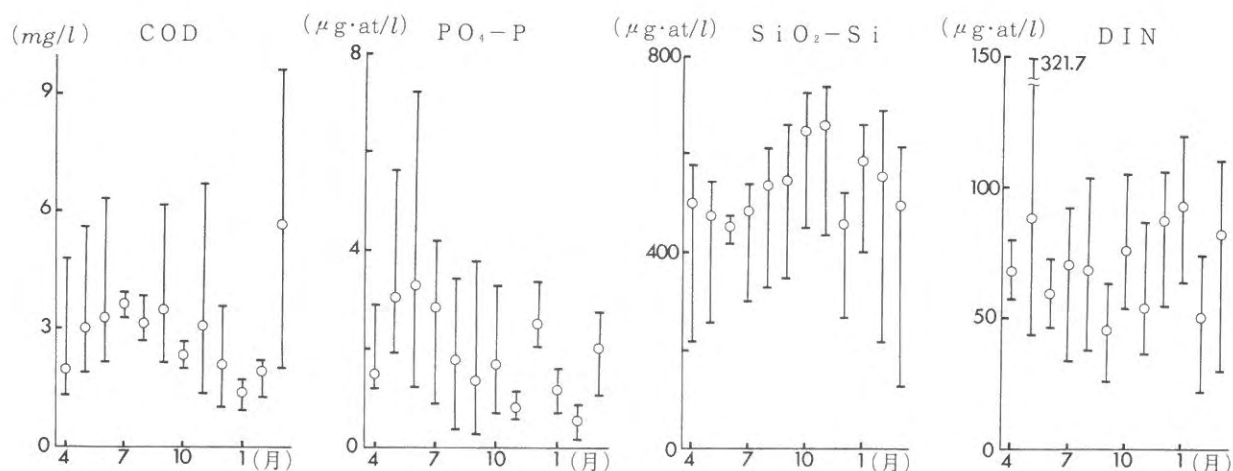


図6 筑後川河川水質変化

で推移するが、河川域では本年度については4月、11月及び1月にピークを持つ三峰型で推移した。本年度については130~738 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲内にあった。筑後大堰での珪酸塩の値は、周辺部と比べてほとんど差が認められなかった。地域別に見ると上流域から河口域にかけて減少傾向が認められた。

河川域の珪酸塩は、海域の値の数倍の値を示し海域への大きな補給源であることが分かる。

3) 溶溶性無機三態窒素 (DIN)

DINは、海域では珪酸塩と同様に7月と12月にピークを持つ二峰型で推移するが、河川域では本年度は5月、10月及び1月、3月にピークを持つ四峰型で推移した。本年度は22~322 $\mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ の範囲内にあった。筑後大堰でのDINの値は、秋季から春季にかけては周辺部と比べてほとんど差が認められなかった。地域別に見ると上流域から河口域にかけて春季から夏季に増加傾向を示しそれ以外は目立った傾向は窺えなかった。

7. 海域への負荷量

筑後川河川が海域へ及ぼす影響物質として有機物、磷酸塩及び無機三態窒素の負荷量を試算したので、その結果を表1に示した。

有機物量としてのCODの流入負荷量は、昭和62年度から平成6年度までの平均は0.19t/日で、年月日変動幅は小さかった。

磷酸塩の負荷量は、昭和62年度から平成6年度までの平均は0.34t/日で、特に降水量の多かった平成5年度が負荷量は多かった。

DINの負荷量は、昭和62年度から平成6年度までの平均は8.38t/日で、特に降水量の多かった平成5年度が負荷量は多かった。

海域への河川からの窒素の流入負荷は、筑後川水系関

連漁業調査報告書³⁾によると6.9t/日であり、負荷量はやや増加した。

要 約

1. 筑後大堰付近の感潮域の塩分濃度は、0.07~0.12と真水に近かった。
2. pHは、筑後大堰内で8月に8.68を示したが、それよりも下流域においては低い値を示し、環境基準値の6.5~8.5の範囲内にあり、筑後大堰による海域環境への影響は認められなかった。
3. 懸濁物質量は、筑後大堰付近においては低い値を示し河口域では極端に高い値を示した。
4. CODは、筑後大堰付近においては3mg/lと低い値を示し、河口域では極端に高い値を示した。河口域では、懸濁物質が多いのでCOD値が高くなったものである。
5. 栄養塩類は、海域に比べすべて高い値を示し海域への重要な補給源となっている。

表1 筑後川河川流入負荷量

項 目	流 入 負 荷 量		
	COD t/日	PO ₄ -P t/日	DIN t/日
昭和62年度	0.22	0.53	10.56
昭和63年度	0.20	0.13	6.32
平成元年度	0.12	0.20	6.96
平成2年度	0.16	0.28	8.13
平成3年度	0.24	0.41	13.06
平成4年度	0.18	0.31	8.15
平成5年度	0.31	0.70	10.56
平成6年度	0.10	0.14	3.28
平 均 値	0.19	0.34	8.38

を大幅に低下させることはないと考えられる。今後も海水のpHとクエン酸濃度のモニタリングを継続して行っていこうと考えている。

文 献

- 1) 日本水産資源保護協会：水産用水基準，改訂版，日本水産資源保護協会，東京都，1983，p. 19.
- 2) 白石日出人，本田一三，山本千裕：漁海況予報事業－浅海定線調査－，福岡水産海洋技術センター事業報告，平成4年度，245－263（1993）.
- 3) 筑後川水系関連漁業調査検討委員会：筑後川における取水計画に伴う海面漁業への影響調査．筑後川水系関連漁業調査報告書，昭和51年3月，1－72（1976）.
- 4) 本田清一郎，大津航，半田亮司：海水中におけるノリの酸処理液について（1）．福岡県有明水産試験場研究業務報告，昭和60年度，143－145（1987）.

水質監視測定調査事業

白石 日出人・本田 一三・尾田 成幸

有明海福岡県地先海域は水質汚濁防止法第16条の規定に基づき、環境基準監視調査水域に定められており、環境基準の類型別指定がなされている。このため本県ではこれらの水質維持達成状況を把握するため水質調査を実施している。当研究所ではこの調査で試料の採水及び水質分析の一部を担当したのでその結果を報告する。

方 法

調査定点及びその水域類型を図1に示した。試料の採取は満潮2時間前と満潮2時間後の2回、各調査点の0m、2m層で行った。調査は平成6年5月、8月、11月、平成7年2月の各月に実施した。当研究所担当の調査項目は一般気象、海象、生活環境項目、(pH、DO、COD、全リン、全窒素)及びその他の項目(塩素イオン、リン化合物、窒素化合物)である。なお生活環境項目の大腸菌及びn-ヘキサン抽出物、健康項目、特殊項目については保健環境研究センターが分析を担当した。

結果および考察

本年度の類型ごとの要約値を表1に示した。

pHの基準値はA、B類型で7.8~8.3、C類型では7.0~8.3であり、各類型の最大値は基準値を上回っているが、各類型とも75%値において基準値内であった。最大値が基準値を上回ったのは、珧藻赤潮の発生が原因であると推察される。

CODの基準値はA類型で2mg/l、B類型3mg/l、C類型8mg/l以下と定められており、A類型で11検体、B類型で3検体基準値を上回っていた。75%値においてB、C類型は基準値内であったが、A類型は基準値を上回っていた。植物プランクトンによる赤潮発生及びB、C類型と比較してA類型は検体数が少ないのが原因であると推察される。

DOの基準値はA類型で7.5mg/l、B類型で5mg/l、C類型で2mg/l以上であり、A類型で9検体(主に8月)、B類型で1検体基準値を上回っていたが、各類型とも75%値において基準値内であった。

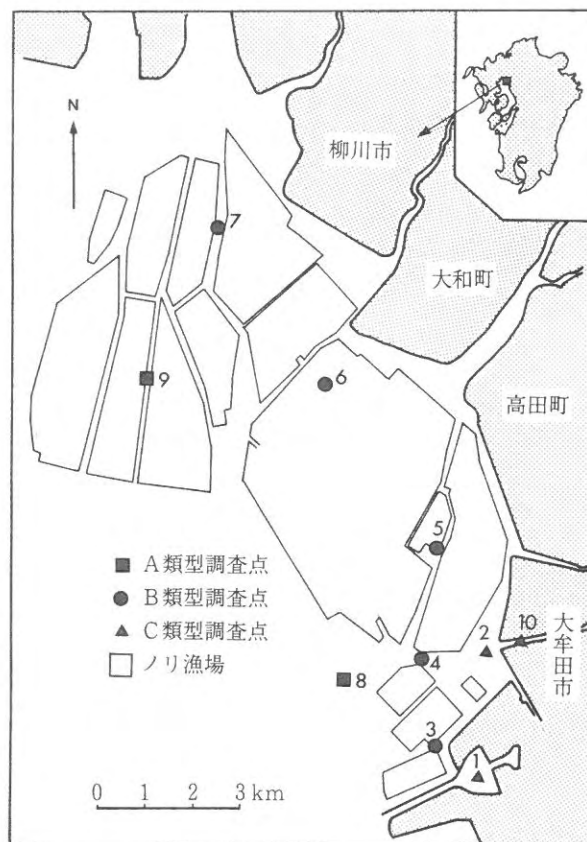


図1 類型別調査点位置図

表1 平成6年度水質類型別要約値

類型	項 目	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値
A	pH	7.83	7.94	8.12	8.26	8.49
	COD (mg/l)	0.97	1.42	1.74	2.23	4.54
	DO (mg/l)	5.11	5.88	8.60	10.28	10.97
B	pH	7.84	7.97	8.12	8.24	8.48
	COD (mg/l)	0.83	1.47	1.71	1.97	4.40
	DO (mg/l)	4.91	6.13	8.50	9.84	11.14
C	pH	7.84	8.01	8.12	8.26	8.46
	COD (mg/l)	0.71	1.48	1.82	2.07	4.16
	DO (mg/l)	4.97	7.11	8.40	9.48	11.03