

海況情報収集迅速化システム開発試験事業

佐藤 博之・神薗 真人・江藤 拓也

豊前海において周年にわたる水温観測を行い、内海の漁場環境の変動を予測するためのシステムを開発するための資料を得る。

方 法

図1に示す豊前市宇島地先(N33° 38' 04" E131° 08' 12")にメモリー式水温計(アレック電子, AT-32 K型)を設置した。設置点の水深は約7mであり、水温計は、上層(2m深)と下層(底上1m)にそれぞれ設置し、30分毎の水温を観測した。

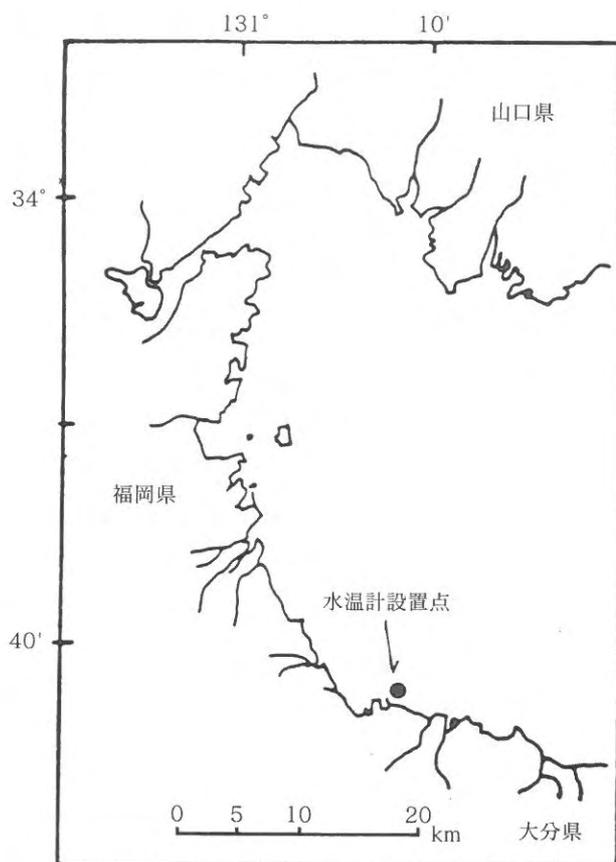


図1 調査点

結 果

図2に各観測層の日平均した水温変化を示す。

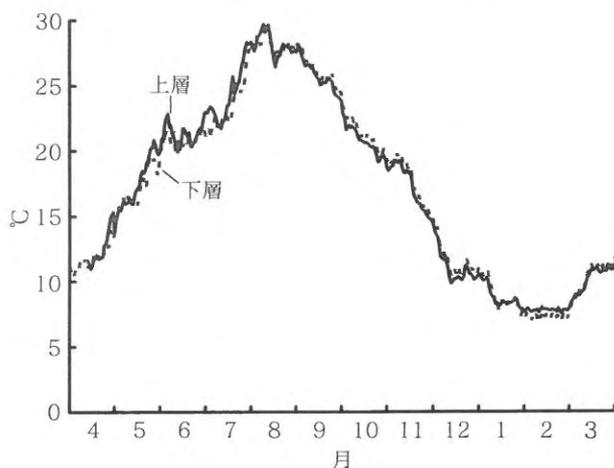


図2 水温変化

上層水温は、4月から徐々に上昇し、5月下旬に20℃に達した。7月中旬及び下旬に著しく上昇し、約1週間で3℃昇温、8月に入り28℃を越えた。最高水温は8月7日の29.7℃であった。9月下旬に約1週間で3℃低下した。その後、徐々に低下したが、11月中旬まで18℃以上で推移した。最低水温は2月20日の7.5℃であった。その後、緩やかな上昇傾向を示した。

下層水温は、4月から徐々に上昇し6月上旬に20℃に達した。7月下旬に、約1週間で3℃昇温した。最高水温は8月10日の29.8℃であった。その後、徐々に低下し、11月下旬に約1週間で3℃低下した。最低水温は2月5日の6.8℃であった。

本年度は上層と下層の水温変化は、1年を通してほぼ同様に变化した。

漁場保全対策推進事業

佐藤 博之・神菌 真人・江藤 拓也

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

1. 水質調査

方 法

調査は平成8年4月から平成9年3月の毎月1回、下旬に図1に示す12定点で行った。

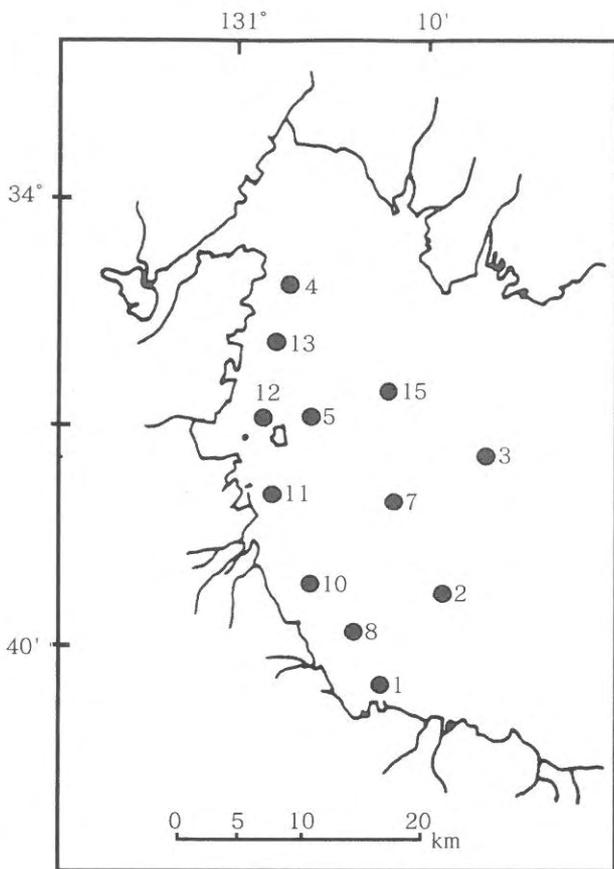


図1 調査点

観測層は表層、2.5m層、5m層、10m層、15m層、20m層及び底上1m層である。

調査項目は水温、塩分、DOである。

結 果

各調査定点の観測結果を図2～5に示す。

- (1) 透 明 度 3.5～6.6mの範囲で推移した。最大値は2月、最小値は10月であった。
- (2) 水 温 表層は7.8～28.1℃の範囲で推移した。最大値は7月、最小値1月であった。底層は7.8～26.3℃の範囲で推移した。最大値は8月、最小値1月であった。
- (3) 塩 分 表層は30.43～33.65の範囲で推移した。

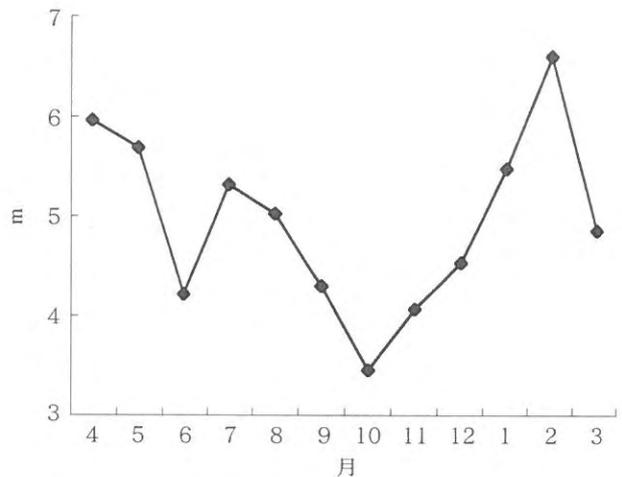


図2 透 明 度

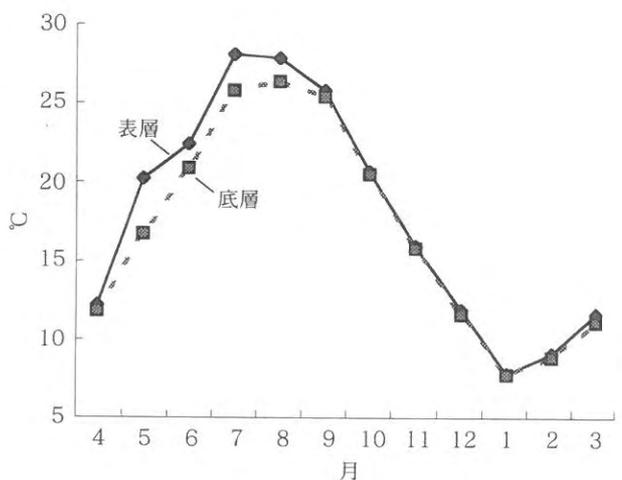


図3 水 温

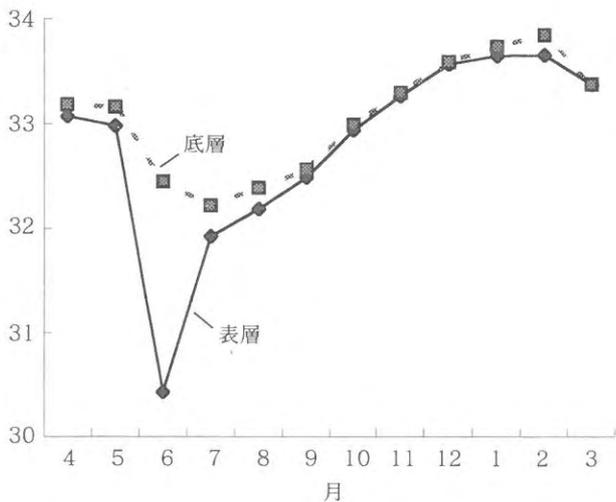


図4 塩分

最大値は1, 2月, 最小値は6月であった。

底層は32.22~33.84の範囲で推移した。最大値は2月, 最小値は7月であった。

(4) 溶存酸素 表層は6.41~9.34mg/lの範囲で推移した。最大値は12月, 最小値は8月であった。

底層は4.67~9.60mg/lの範囲で推移した。最大値は2月, 最小値は8月であった。

8月にSt. 2で酸素飽和度が30%台となった以外は, すべての調査定点で酸素飽和度が50%以上あり, 顕著な貧酸素水塊は形成されなかった。

2. 生物モニタリング調査

方 法

調査は平成8年5月7日及び8月8日の年2回, 10点において行った。調査点を図6に示す。

海域環境として底層水温, 泥温, 底層DO濃度を現場で測定した。

同時に採泥を行い, 冷蔵して実験室に持ち帰り, 含泥率, 全硫化物及びILを測定した。

底生動物の採集はスミスマッキンタイア型採泥器(22cm×22cm)を用いて, 1mm目のネットでふるい, 残留物を10%ホルマリンで固定し, 種の同定及び計測を行った。

なお, 1定点あたりの採集回数は2回とした。

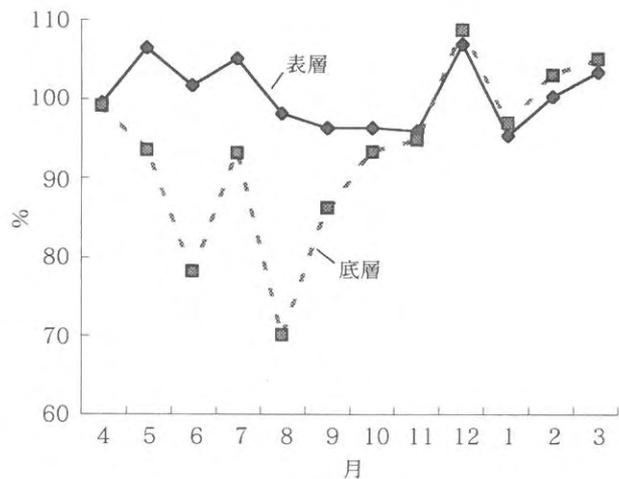


図5 酸素飽和度

結 果

(1) 海域環境

底層水温は, 5月は12.0~16.3℃, 8月は21.1~29.5℃の範囲にあった。

泥温は, 5月は12.6~16.1℃, 8月は20.4~28.5℃の範囲にあった。

底層DO濃度は, 5月は88.8~104.8%, 8月は51.3~88.3%の範囲にあった。

含泥率, 全硫化物及びILの結果を表1に示す。

含泥率は, St. 1を除いて90%以上であった。

全硫化物は, 5, 8月とも沖合域で低く, 沿岸域で高い傾向がみられた。最大値は, 8月のSt.12で1.58mg/g乾泥であった。

ILは, St. 1を除いて8%以上であった。

表1 底質調査結果

St	含泥率 (%)		全硫化物 (mg/g乾泥)		I L (%)	
	5月	8月	5月	8月	5月	8月
1	32.5	61.6	0.08	0.30	4.5	6.7
2	99.2	99.1	0.59	1.00	9.8	10.0
3	95.4	91.0	0.23	0.44	8.6	8.3
7	99.3	99.3	0.74	0.47	10.2	9.6
8	99.9	99.6	0.95	1.29	10.6	9.9
10	99.8	99.7	0.93	1.07	11.1	9.6
11	99.6	99.0	0.62	1.25	9.5	8.7
12	99.8	99.9	0.55	1.58	9.5	9.4
13	98.1	97.2	0.63	1.10	8.9	8.6
15	98.1	97.7	0.61	1.17	9.3	8.9

(2) 底生動物の出現状況

各月における調査点別の底生動物の個体数及び湿重量を表2及び表3に示す。

5月は、個体数は110~4,990個/m²の範囲で底生動物が出現した。豊前海北部沖合域で高く、中部沖合域で低い傾向がみられた。湿重量は4.9~38.8g/m²の範囲であった。北部及び南部沿岸域で高く、中部沖合域で低い傾向がみられた。

汚染指標種は、シズクガイが沿岸域で210~1,310個/m²の範囲で分布、沖合域では100個/m²以下であった。チヨノハナガイは北部及び南部海域で10~30個/m²みられた。

8月は、個体数は170~1,060個/m²の範囲で底生動物が出現した。北部沿岸域で高く、沖合域で低い傾向がみられた。湿重量は1.2~27.5g/m²の範囲であった。沿岸域で高く、沖合域で低い傾向がみられた。

汚染指標種は、シズクガイが沿岸域で50~910個/m²の範囲で分布、沖合域では30個/m²以下であった。チヨノハナガイは北部沿岸域で100個/m²をこえたが、その他の海域では20個/m²以下であった。

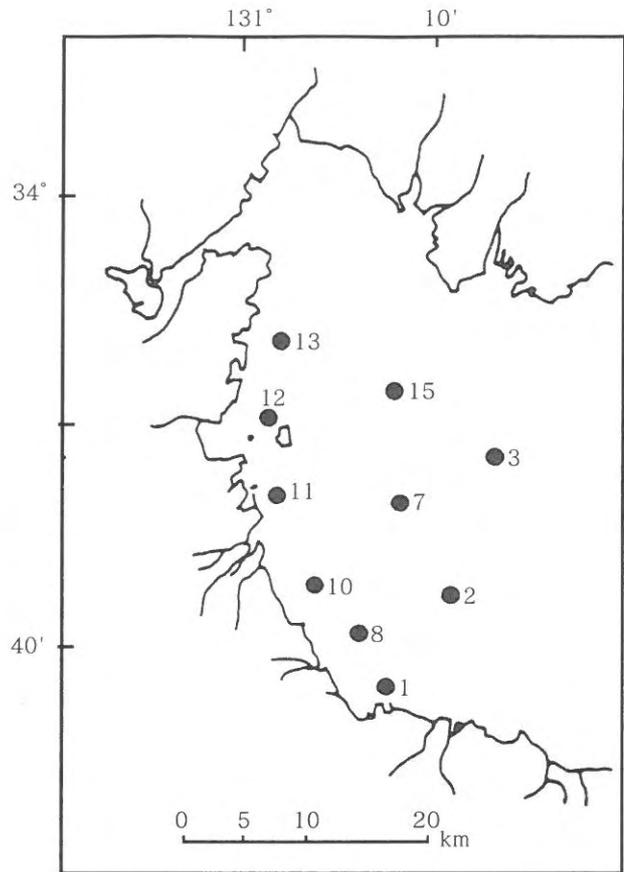


図6 調査点

表 2-1 底生動物調査結果 (5月分)

番号	門	綱	種名	測定		St. 1		St. 2		St. 3		St. 7		St. 8	
				個体数	重量	個体数	重量	個体数	重量	個体数	重量	個体数	重量	個体数	重量
1	へん形動物	バクシ	Polyclelida												
2	へん形動物	バクシ	Heteromertini												
3	へん形動物	バクシ	NEBERTINEA	9	0.27	5	0.01								
4	軟体動物	ナミ	Sinuscola aff. filiola	1	0.00	3	0.00	1	0.00			2	0.01	1	0.00
5			Zeuxis caelatus												
6			Ringicula doliteris			15	0.02								
7			Alvencus ojienu												
8			Lucinoma annulata												
9			Vermetopa micra												
10			Raeta rostralis	1	0.10	1	0.07								
11			Theora lubrica	10	0.14	11	0.05	5	0.04	2	0.02	1	0.08	3	0.12
12			Nitidostellina nitidula	1	0.00										
13			Macoma tokyoensis	1	0.02										
14	環形動物	ナミ	Harmothoe imbricata					1	0.01						
15			Sthenelais boa	1	0.08	1	0.02	2	0.14						
16			Sthenelais sp. (aff. areolata)												
17			Parurelythoe japonica												
18			Anatides sp.			3	0.02								
19			Gyptis sp.												
20			Sigambra tentaculata	9	0.02										
21			Leonates persica	1	0.00										
22			Nectonanthus latipoda	1	0.30	2	0.42	5	0.36	1	0.12				
23			Nephtys polybranchia	2	0.00	4	0.03	2	0.01	1	0.00	1	0.12	1	0.05
24			Glycera sp.	1	0.00										
25			Glycera sp.	1	0.01										
26			Lumbrineris longifolia	1	0.04	1	0.01								
27			Phylo nudus												
28			Paraprionospio sp. Type A												
29			Paraprionospio sp. Type B			3	0.02								
30			Paraprionospio sp. Type C1	1	0.05										
31			Prionospio membranacea			1	0.00	1	0.00						
32			Prionospio pulchra			1	0.00								
33			Prionospio sp.			1	0.00								
34			Spiochaetopterus costarum	1	0.00										
35			Tharyx sp.	2	0.05	1	0.02								
36			Mediomastus sp.	4	0.01										
37			Praxillella pacifica			1	0.00								
38			Galathea oculata												
39	節足動物	甲殻	Bodotria carinata	1	0.00										
40			Eocuma amakusensis												
41			Iphinoe saganensis	1	0.00	1	0.00								
42			Orchoanella nakatensis												
43			Ampelisca brevicornis												
44			Harpinopsis vaduculus												
45			Synchelidium sp. (aff. rostricapillum)	2	0.00	1	0.00								
46			Corophium lamellata												
47			Philyra pisum												
48			Caneer gibbosulus	1	0.12										
49	環形動物	ナミ	Amphipholis sp.	7	0.01										
50			Amphiprionidae			1	0.00								
51			Ophura kinbergi	1	0.05			1	0.05						
52			Protankyra bidentata	1	0.56	1	0.56								
合計				61	1.27	58	1.26	16	0.55	7	0.31	110	0.33	93	0.97
種類数				24		20		6		6		10		11	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				61	1.27	58	1.26	16	0.55	7	0.31	110	0.33	93	0.97
個体数				61		58		16		7		110		93	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20		6		6		10		11	
重量				1.27		1.26		0.55		0.31		0.33		0.97	
個体数				24		20									

表 2-2 底生動物調査結果 (5 月分)

番 号	門	綱	種 名	項目	S. T. 1.0		S. T. 1.1		S. T. 1.2		S. T. 1.3		S. T. 1.5		
					① 個体数	② 重量									
1	へん形動物	ポリクラダ	多環目目												
2	へん形動物	Heterometetini	ヒトリ目												
3	へん形動物	NEBERTINEA	ヒトリ目動物門												
4	軟体動物	Sinuicola aff. filiola	ナシシダ	2	0.00										
5	軟体動物	Zeuxis caelatus	ナシシダ	1	0.06										
6	軟体動物	Ringicula deliieris	ナシシダ	1	0.00										
7	軟体動物	Alvensius ojanus	ナシシダ	1	0.00										
8	軟体動物	Lucinoma annulata	ナシシダ	1	0.00										
9	軟体動物	Veremolpa micra	ナシシダ												
10	軟体動物	Raeta rostralis	ナシシダ												
11	軟体動物	Theca lubrica	ナシシダ	18	0.33	16	0.50	30	0.54	32	0.69	58	1.24	73	1.79
12	軟体動物	Nitidostellina nitidula	ナシシダ												
13	軟体動物	Macoma tokoyensis	ナシシダ												
14	環形動物	Harmothoe imbricata	ナシシダ	1	0.04	16	0.50	30	0.54	32	0.69	58	1.24	73	1.79
15	環形動物	Sibonellais boa	ナシシダ	1	0.04	2	0.10	4	0.06	1	0.05	1	0.05		
16	環形動物	Sibonellais sp. (aff. areolata)	ナシシダ												
17	環形動物	Parureuthoe japonica	ナシシダ												
18	環形動物	Anatides sp.	ナシシダ												
19	環形動物	Gryptis sp.	ナシシダ												
20	環形動物	Sigambra tentaculata	ナシシダ	2	0.00	2	0.00	5	0.02	1	0.00	2	0.00	2	0.00
21	環形動物	Leomonetes persica	ナシシダ												
22	環形動物	Nectonanthus latipoda	ナシシダ	2	0.34	6	1.78	1	0.00	2	0.34	1	0.24	1	0.10
23	環形動物	Nephtys polybranchia	ナシシダ												
24	環形動物	Glycera sp.	ナシシダ												
25	環形動物	Cyrcinde sp.	ナシシダ												
26	環形動物	Lumbrineris longifolia	ナシシダ												
27	環形動物	Phylo nudus	ナシシダ												
28	環形動物	Paraprionospio sp. Type A	ナシシダ												
29	環形動物	Paraprionospio sp. Type B	ナシシダ												
30	環形動物	Paraprionospio sp. Type C1	ナシシダ												
31	環形動物	Prionospio membranacea	ナシシダ	1	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	1	0.00	1	0.00
32	環形動物	Prionospio pulchra	ナシシダ												
33	環形動物	Prionospio sp.	ナシシダ												
34	環形動物	Spiochaetopterus costarum	ナシシダ												
35	環形動物	Tharyx sp.	ナシシダ												
36	環形動物	Mediomastus sp.	ナシシダ												
37	環形動物	Praxillella pacifica	ナシシダ												
38	環形動物	Galathea oculata	ナシシダ												
39	環形動物	Bodotria carinata	ナシシダ												
40	環形動物	Ecuma anakusensis	ナシシダ												
41	環形動物	Inihoce sagamensis	ナシシダ												
42	環形動物	Orchomene nakaiensis	ナシシダ												
43	環形動物	Ampelisca brevicornis	ナシシダ												
44	環形動物	Harpinopsis vadicolus	ナシシダ												
45	環形動物	Synchelidum sp. (aff. rostricollum)	ナシシダ												
46	環形動物	Cerophium lanceolata	ナシシダ												
47	環形動物	Philyra pilosum	ナシシダ												
48	環形動物	Concer gibbosulus	ナシシダ												
49	環形動物	Amphiphlois sp.	ナシシダ												
50	環形動物	Amphiridae	ナシシダ												
51	環形動物	Ophiura kinbergi	ナシシダ	1	0.17	1	0.04								
52	環形動物	Protankyra bidentata	ナシシダ												
合 計				23	0.84	26	2.36	39	0.70	66	1.14	79	1.66	94	2.22
獲 類 数				4		6		8		15		16		18	
獲 類 重															

注: 0.00は、0.01未満を示す。

人工護岸環境調査

佐藤 博之・神蘭 真人・江藤 拓也

近年、沿岸域開発等により、人工構築物の占める割合が高くなっている。しかし、護岸域では多くの海藻が生育し、場所によってはガラモ場が形成されている¹⁾。

本調査では、豊前海北部荻田沖約3km（水深8m）に位置する土砂処分場（人工島）の護岸域の海藻類植生を明らかにするとともに、護岸構造との関係についても検討した。

土砂処分場は、南北約1.7km、東西約0.9kmの長方形であり（図1）、昭和52年に着工、昭和56年に今の規模となった。なお、平成8年からは土砂処分場北側において延長工事が行われている。

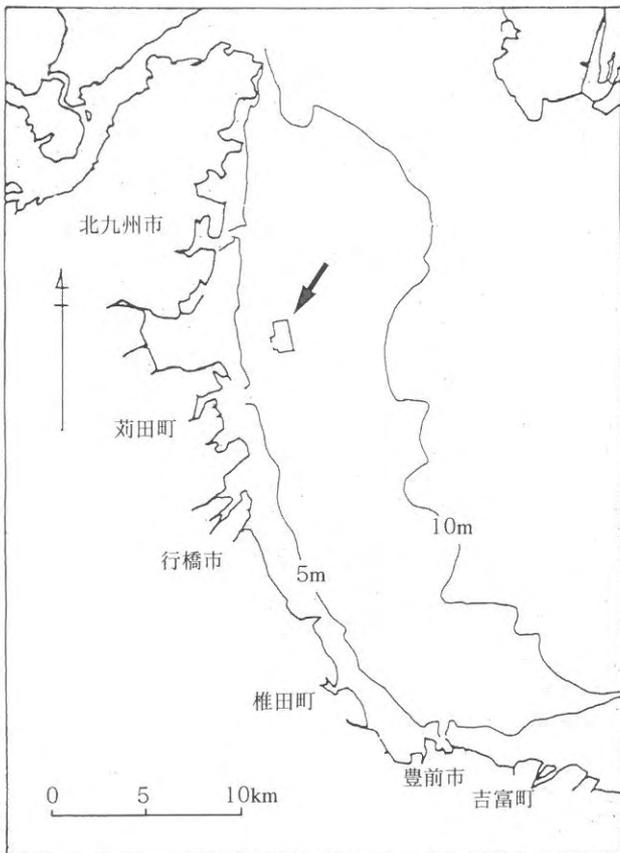


図1 土砂処理場位置

方 法

土砂処分場の護岸構造及び調査点を図2に示した。護岸構造は緩傾斜護岸と急傾斜護岸の2種類に分けら

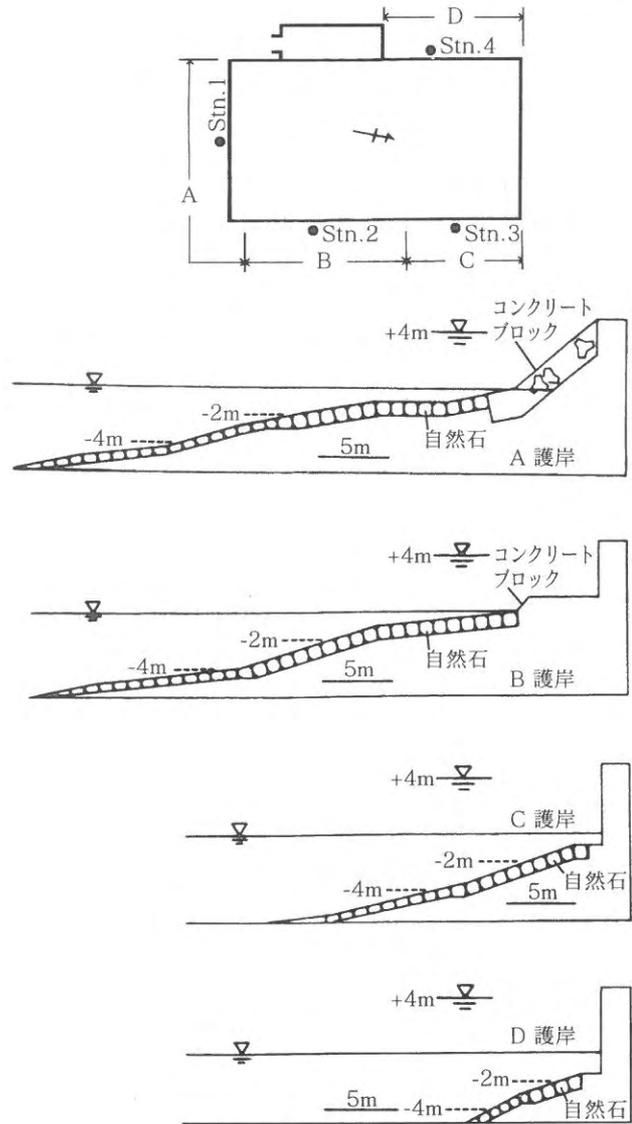


図2 調査点及び護岸構造

れる。A, B 護岸は緩傾斜護岸で、海底は捨て石を積み上げ、その表面を自然石で被覆している。接岸部にはコンクリートブロックが設置され、接岸部から沖に約15mまでは水深2m以浅である。C, D 護岸は急傾斜護岸で、海底は緩傾斜護岸と同様に自然石で被覆しているが、石積みされた範囲が狭く、水深約2m以浅の範囲は緩傾斜護岸の約1/3となっている。また、接岸部は水深2～3mまでコンクリートにより垂直に被覆されている。

藻類の分布調査は、図2に示すようにA~Dの各護岸で4調査点を設定し、平成8年5月、8月、12月及び2月にスキューバ潜水により実施した。海藻類の採集方法は枠取り法とし、各調査点の水深1m、3mおよび5mの3層で50×50cmの方形枠を置き、枠内の海藻をすべて採集した。採集した海藻は種類ごとに湿重量を測定した。

結果及び考察

出現した主な海藻類を表1に示す。5月には、緑藻類のアナアオサ、紅藻類のムカデノリ及びカバノリの出現頻度が高く、アナアオサ及びカバノリについては全調査点で観察された。その他に紅藻類のマクサ、シマダジア、ユカリ等の小型紅藻類が多く出現した。また、A護岸の3m以浅で褐藻類のツルアラメ、B護岸の2m以浅で褐藻類のアカモクが優占種となり藻場を形成していた。8月には、紅藻類のツノマタ、ムカデノリ及びオバクサの出現頻度が高く、次いで紅藻類のオゴノリ及びヒトツマツであった。5月同様小型紅藻類が多く出現した。12月には、ツノマタ、カバノリを中心に小型紅藻類が多く出現した。2月には、引き続き小型紅藻類が多く出現しムカデノリ、カバノリが優先した。緑藻類ではアナアオサが多く出現した。また、A護岸の潮間帯では褐藻類のヒ

表1 土砂処分場周辺域に出現した主な海藻類

〈Chlorophyta〉	〈緑藻〉
<i>Ulva pertuse</i>	オナアオサ
<i>Enteromorpha spp.</i>	アオノリ属
<i>Codium saccatum</i>	フクロミル
<i>Codium fragile</i>	ミル
〈Phaeophyta〉	〈褐藻〉
<i>Sargassum horneri</i>	アカモク
<i>Sargassum serratifolium</i>	ノコギリモク
<i>Hizikia fusiformis</i>	ヒジキ
<i>Ecklonia stolonifera</i>	ツルアラメ
<i>Undaria pinnatifida</i>	ワカメ
<i>Dictyota dichotoma</i>	アミジグサ
<i>Dilophus okamurai</i>	フクリンアミジ
<i>Dictyopteris undulate</i>	シワヤハズ
〈Rhodophyta〉	〈紅藻〉
<i>Gracilaria textorii</i>	カバノリ
<i>Pterocladia capillacea</i>	オバクサ
<i>Grateloupia spp.</i>	ムカデノリ
<i>Chondrus ocellatus</i>	ツノマタ
<i>Prionitis patens</i>	ヒラキントキ
<i>Gelidium amansii</i>	マクサ
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	オキツノリ
<i>Corallina pilulifera</i>	ピリヒバ
<i>Gigartina tenella</i>	スギノリ
<i>Symphyocladia marchantioides</i>	コザネモ
<i>Heterosiphonua pulchra</i>	シマダジア
<i>Gracilaria verrucosa</i>	オゴノリ
<i>Plocamium telfairiae</i>	ユカリ
<i>Plocamium oviforme</i>	ヒメユカリ
<i>Wrangelia tagoi</i>	タゴノリ
<i>Laurencia intermedia</i>	クロソヅ
<i>Carpopeltis divaricata</i>	ヒトツマツ

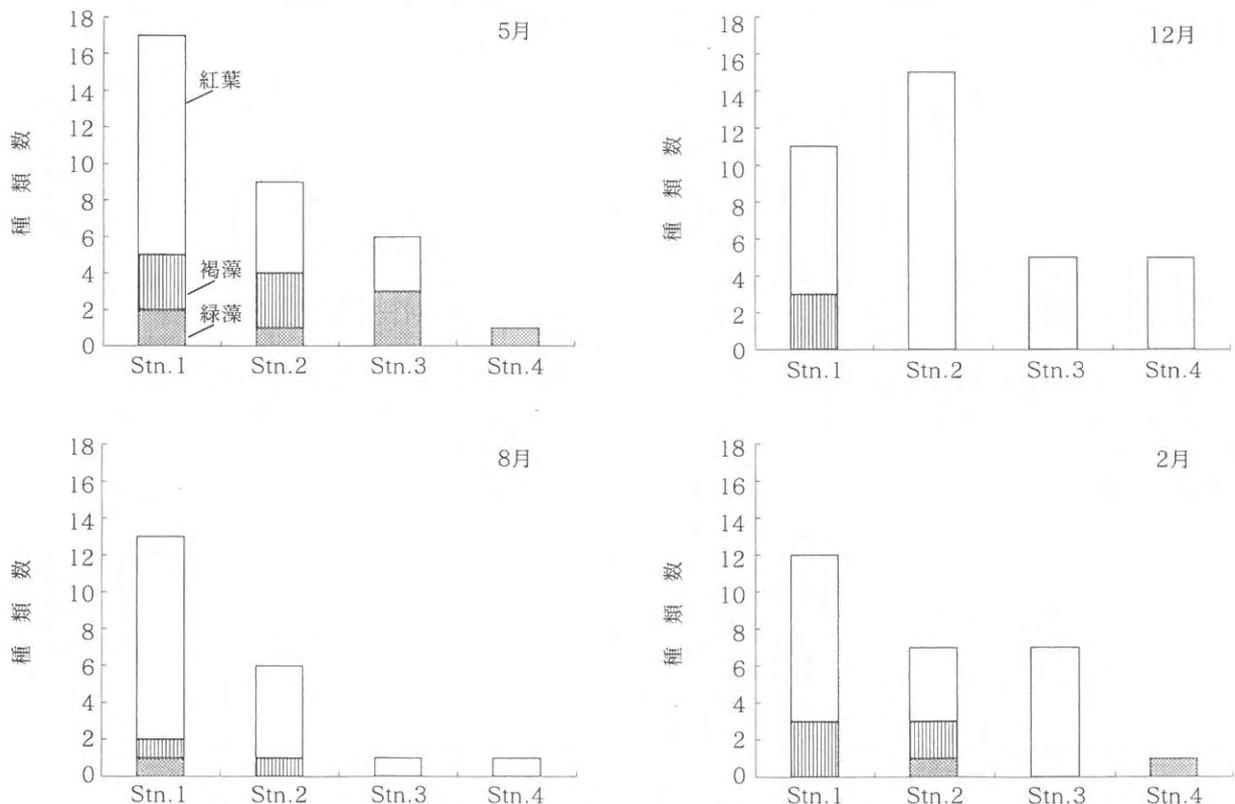


図3 水深1m層における調査点別湿重量

ジキが優先した。

調査層1mにおける調査点別出現種類数を図3に示した。

出現種類数を調査点別でみると、5月には、Stn. 1で17種類と最も多く、次いでStn. 2, Stn. 3, Stn. 4の順であった。種類組成をみると、各調査点とも紅藻類が最も多く出現した。緑藻類は各調査点でみられたが、褐藻類はStn. 1, 2でのみ出現した。8月には、5月同様種類数はStn. 1で13種類と最も多く、Stn. 3及びStn. 4ではわずかに1種類であった。12月には、Stn. 2で15種類と最も多く、次いでStn. 1, Stn. 3, Stn. 4の順であった。種類組成は紅藻類がほとんどであり、Stn. 1で3種類観察された。2月には、Stn. 1で12種類と最も多く、次いでStn. 2及びStn. 3, Stn. 4の順であった。

水深別にみると、水深が深くなるにつれ、紅藻類の占める割合が高くなり、出現種類数も減少した。

調査層1mにおける調査点別湿重量を図4に示した。

調査点別にみると、5月には、Stn. 2で最も多く、次いでStn. 1, Stn. 3, Stn. 4の順であった。

Stn. 3を除いた各調査点で、緑藻アナアオサの占める割合が大きかった。また、Stn. 2では、褐藻アカモクが2700g/m²以上を占め、全種類数を含めると約4000g/m²であった。8月には、Stn. 1で最も多く、次いでStn. 2,

Stn. 3, Stn. 4の順であった。Stn. 1では、5月と同様褐藻ツルアラメの群落が形成されており、湿重量に大きく反映した。また、8月は多くの海藻類が伸長する初期にあたり、5月に比べて湿重量は減少した。12月には、Stn. 1で最も多く、次いでStn. 2, Stn. 3, Stn. 4の順で、8月とほぼ同様の傾向であった。2月には、各調査点とも湿重量は12月の2倍以上であった。

水深別にみると、各月とも水深が浅いほど湿重量が増加する傾向を示した。

護岸構造別に出現した種類数及び湿重量を比較すると、種類数では、緩傾斜護岸で6~17種類、急傾斜護岸で1~7種類であり、湿重量では、緩傾斜護岸で平均で1665g/m²、垂直護岸で平均で299g/m²となり、急傾斜護岸に比べて緩傾斜護岸に植生する海藻は種類数、量ともにはるかに多いといえる。しかし、緩傾斜および急傾斜護岸ともに水深が深くなるにしたがい藻類の種類数、量ともに減少しており、水深5m以深では海藻被度が10%以下であった。このように海藻の分布水深が浅いことについては、海中の濁りによる光量不足や着生基盤への砂泥の堆積の可能性が指摘されている²⁾³⁾。

本調査の結果、処分場周辺における海藻の分布水深は非常に浅く、物理的環境要因に起因していることが考えられる。潜水目視では、転石や藻体上に堆積した浮泥量

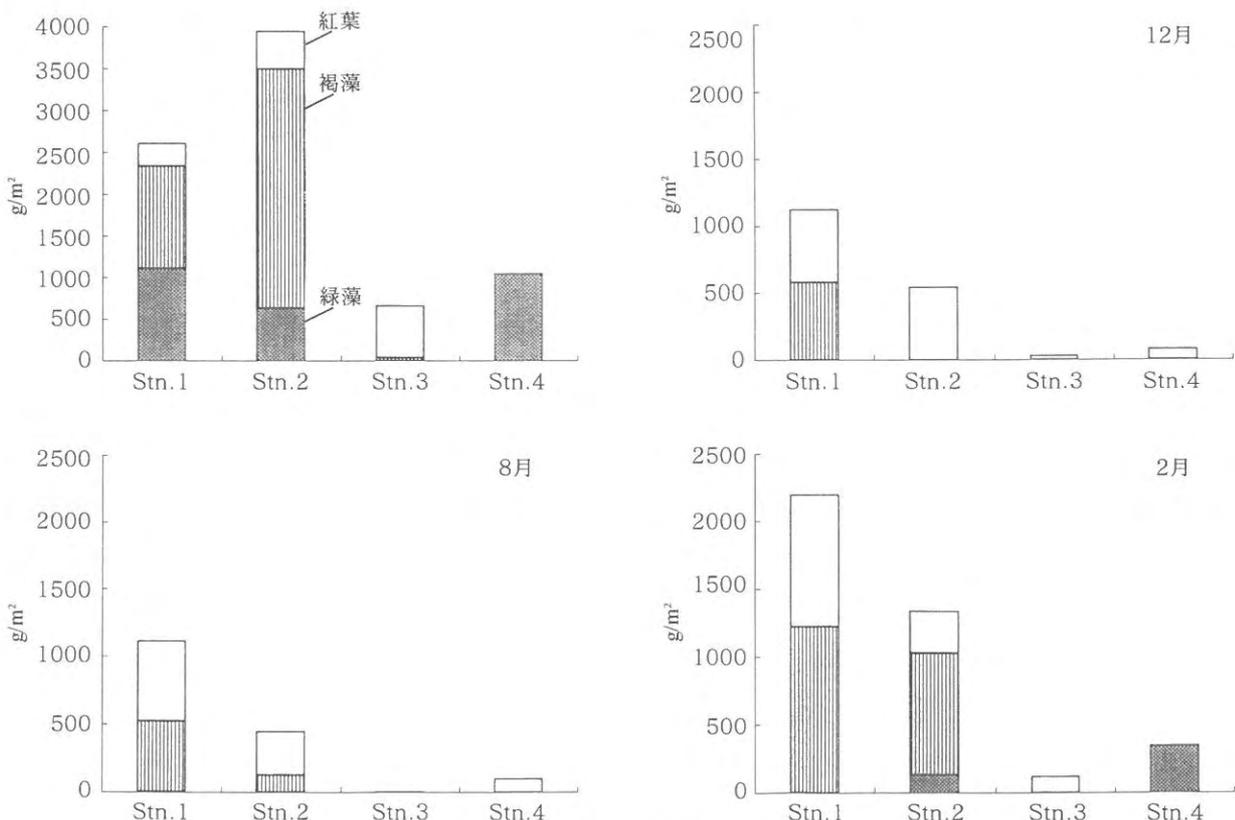


図4 水深1m層における調査点別湿重量

は水深に比例して増加しており、このことが海藻の生育を制限している一つの要因になっていることが示唆された。

植物現存量を海藻の単位面積あたりの湿重量に水深約6m以浅の護岸面積を乗じて算出すると、緩傾斜護岸では、護岸延長1kmあたり4.9~18.9トン、急傾斜護岸では0.6~4.7トンとなり、その比は4~8倍であった。護岸表面積は、緩傾斜護岸の方が急傾斜護岸よりも大きいものの、その差は約2倍程度であり、その点を考慮しても、緩傾斜護岸が急傾斜護岸よりも海藻の生育に適していることがわかる。

このような護岸構造による海藻植生の違いは、急傾斜護岸が緩傾斜護岸に比べて自然石で被覆した範囲が狭いことから、底泥域からまき上がった浮泥が護岸域の転石や藻体上に堆積しやすいためと考えられる。

沿岸開発では、大なり小なり藻場や干潟といった生物の増殖に必要な空間が消失される。荻田沖土砂処分場のように新たな生物空間が構築される事例がみられる一方

で、構造物の中には長年にわたり、生物がみられないようなものも報告されている⁴⁾。関西国際空港建設では、埋め立てによって失われた生物現存量を上回る量が空港島護岸で確認されており¹⁾、今後、魚介類の増殖を考慮した沿岸開発が望まれる。

文 献

- 1) 森 政次, 野田頭照美, 新井洋一: 人工護岸の造成とその生物的効果について。沿岸海洋研究ノート, 29 (1), 37-50 (1991).
- 2) 上妻智行, 瀧口克己, 藤本敏昭: ナマコ漁場の周辺域における環境特性について海藻植生。福岡県豊前水産試験場研究報告, 第3号, 67-71 (1990).
- 3) 成原淳一, 寺脇利信: 宮崎県川南漁港の沖防波堤におけるクロメの生育。水産増殖, 40 (2), 173-175 (1992).
- 4) 大野正夫: 海岸構造物と水産増殖。海洋科学, 216, 350-354 (1988).

瀬戸内海広域総合水質調査

江藤 拓也・神菌 真人・佐藤 博之

本調査は、環境庁が瀬戸内海の水質汚濁の実態を把握し、総合的な水質汚濁防止対策をはかるため、福岡県（環境保全課）に委託して行ったものであり、当研究所がその一部を担当したので、その結果について報告する。

方 法

調査定点は図1に示した4点である。調査は平成8年5月13日、7月22日、10月22日および平成9年1月14日に実施した。

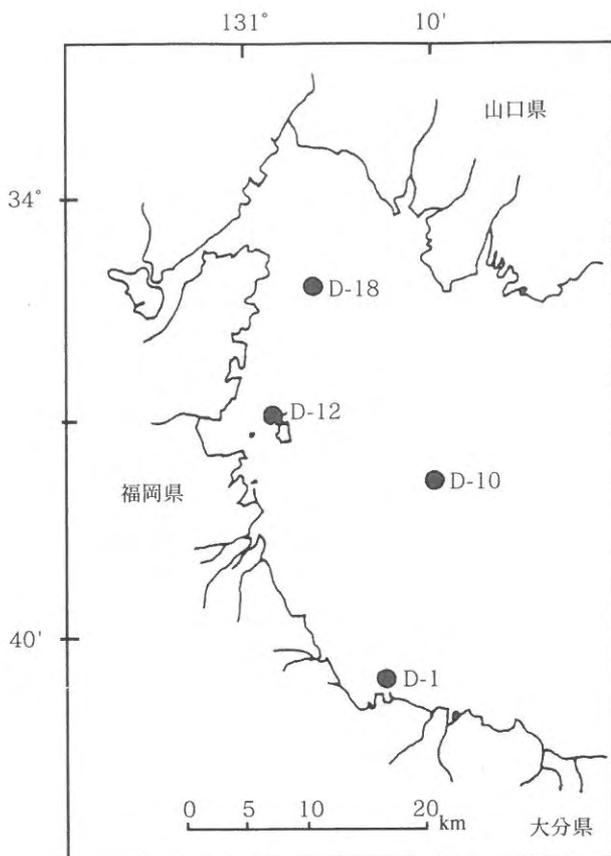


図1 調査点

測定用試料は、各調査点とも0 m、B-2 m層から採取した。

調査項目は、気象、海象、一般項目（水温、塩分、水色、透明度、pH、DO、COD、クロロフィルa）、栄養塩類（T-P、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、

PO₄-P）およびプランクトン調査である。

結 果

当研究所で担当した各定点における水質測定結果および各項目の最小値、最大値、平均値を表1に示した。

項目別にみると水温の年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：18.4℃、D-10：17.9℃、D-12：18.3℃、D-18：18.8℃）に比べ、0.2～0.7℃低めで推移した。

塩分の年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：31.62、D-10：32.13、D-12：32.02、D-18：32.37）に比べ、0.61～0.84高めで推移した。

pHの年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：8.26、D-10：8.27、D-12：8.29、D-18：8.27）並で推移した。

DOの年平均値は、D-10では平年（D-10：7.45mg/l）と比べ0.40mg/l高め、D-1、D-12、D-18では平年（D-1：7.66mg/l、D-12：7.72mg/l、D-18：7.48mg/l）と比べ0.05～0.31mg/l低めで推移した。

CODの年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：1.54mg/l、D-10：1.44mg/l、D-12：1.51mg/l、D-18：1.41mg/l）に比べ、0.29～0.39mg/l高めで推移した。

DINの年平均値は、D-1、D-10では平年（D-1：0.023mg/l、D-10：0.020mg/l）並み、D-12、D-18では平年（D-12：0.029mg/l、D-18：0.081mg/l）に比べ、0.063～0.065mg/l高めで推移した。

T-Nの年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：0.275mg/l、D-10：0.242mg/l、D-12：0.284mg/l、D-18：0.315mg/l）に比べ0.010～0.044mg/l高めで推移した。

PO₄-Pの年平均値は、D-12では平年（D-12：0.004mg/l）に比べ0.004mg/l低め、D-1、D-10、D-18では平年（D-1：0.004mg/l、D-10：0.012mg/l、D-18：0.005mg/l）に比べ0.001～0.006mg/l高めで推移した。

T-Pの年平均値は、各調査点ともに平年（D-1：0.021mg/l、D-10：0.020mg/l、D-12：0.022mg/l、

D-18 : 0.022mg/l) 並みで推移した。

クロロフィル a 量の年平均値は、各調査点ともに平均
(D-1 : 4.41mg/m³, D-10 : 3.56mg/m³, D-12 :

5.92mg/m³, D-18 : 5.62mg/m³) に比べ、0.07~1.69
mg/m³ 低めで推移した。

表1 各定点の測定値および各項目の最小、最大、平均値

調査点	調査日	採水層	水温 ℃	塩分	pH	DO mg/l	COD mg/l	DIN mg/l	T-N mg/l	PO ₄ -P mg/l	T-P mg/l	クロロフィルa mg/m ³	
D-1	H 8.5.13	0 m	16.8	32.59	8.26	7.92	1.91	0.014	0.264	0.004	0.024	3.42	
		B-2 m	15.8	32.91	8.27	7.58	1.91	0.012	0.284	0.005	0.026	3.24	
	7.22	0 m	26.9	30.37	8.30	7.54	1.97	0.022	0.287	0.004	0.020	4.62	
		B-2 m	24.6	31.86	8.28	6.23	1.81	0.015	0.275	0.007	0.020	2.85	
	10.22	0 m	20.5	32.53	8.08	6.53	1.56	0.070	0.379	0.006	0.035	2.47	
		B-2 m	20.4	32.86	8.10	6.29	1.62	0.105	0.397	0.008	0.037	2.28	
	H 9.1.14	0 m	8.2	33.22	8.25	9.30	1.84	0.009	0.180	0.005	0.018	2.13	
		B-2 m	8.5	33.36	8.25	9.45	2.00	0.011	0.212	0.003	0.015	4.81	
		最 小 値		8.2	30.37	8.08	6.23	1.56	0.009	0.180	0.015	0.015	2.13
		最 大 値		26.9	33.36	8.30	9.45	2.00	0.105	0.397	0.008	0.037	4.81
	平 均 値		17.7	32.46	8.22	7.61	1.83	0.032	0.285	0.005	0.024	3.23	
D-10	H 8.5.13	0 m	15.9	32.93	8.30	8.31	2.05	0.006	0.211	0.007	0.018	1.36	
		B-2 m	14.3	33.05	8.30	8.37	1.68	0.007	0.332	0.008	0.028	3.69	
	7.22	0 m	26.4	30.74	8.29	7.27	1.91	0.016	0.269	0.010	0.021	3.60	
		B-2 m	23.2	32.21	8.29	6.97	1.87	0.018	0.242	0.011	0.014	2.03	
	10.22	0 m	21.4	32.93	8.20	6.99	1.34	0.025	0.292	0.011	0.026	2.04	
		B-2 m	21.2	32.93	8.19	6.84	1.50	0.021	0.403	0.010	0.031	3.54	
	H 9.1.14	0 m	9.5	33.57	8.30	8.97	1.80	0.008	0.171	0.003	0.028	5.41	
		B-2 m	9.4	33.56	8.28	9.10	1.80	0.016	0.179	0.003	0.019	6.23	
		最 小 値		9.4	30.74	8.19	6.84	1.34	0.006	0.171	0.003	0.014	1.36
		最 大 値		26.4	33.57	8.30	9.10	2.05	0.025	0.403	0.011	0.031	6.23
	平 均 値		17.7	32.74	8.27	7.85	1.74	0.015	0.262	0.008	0.023	3.49	
D-12	H 8.5.13	0 m	16.4	32.75	8.32	8.10	2.14	0.006	0.336	0.004	0.026	4.97	
		B-2 m	15.8	32.83	8.33	7.84	1.87	0.009	0.296	0.004	0.030	5.58	
	7.22	0 m	26.7	31.18	8.28	7.76	2.11	0.020	0.275	0.012	0.018	3.42	
		B-2 m	25.1	31.66	8.30	6.73	1.91	0.009	0.263	0.007	0.018	3.34	
	10.22	0 m	20.3	33.09	8.13	7.14	1.60	0.153	0.441	0.005	0.029	5.49	
		B-2 m	20.0	33.13	8.13	7.45	1.64	0.126	0.373	0.005	0.032	10.56	
	H 9.1.14	0 m	10.0	33.97	8.32	7.86	1.68	0.235	0.223	0.006	0.015	3.12	
		B-2 m	10.0	33.97	8.29	7.94	1.42	0.196	0.240	0.005	0.016	3.04	
		最 小 値		10.0	31.18	8.13	6.73	1.42	0.006	0.223	0.004	0.015	3.04
		最 大 値		26.7	33.97	8.33	8.10	2.14	0.235	0.441	0.012	0.032	10.56
	平 均 値		18.0	32.82	8.26	7.60	1.80	0.094	0.306	0.006	0.023	4.94	
D-18	H 8.5.13	0 m	15.9	32.94	8.29	8.41	1.80	0.014	0.280	0.003	0.021	6.26	
		B-2 m	15.7	33.59	8.31	7.69	2.02	0.085	0.363	0.003	0.032	8.20	
	7.22	0 m	25.2	31.79	8.26	6.61	1.85	0.127	0.355	0.020	0.031	3.76	
		B-2 m	24.7	31.94	8.24	6.17	2.01	0.157	0.333	0.021	0.027	2.93	
	10.22	0 m	21.2	33.44	8.19	6.59	1.58	0.214	0.457	0.010	0.027	3.56	
		B-2 m	21.1	33.44	8.09	6.47	1.48	0.226	0.486	0.011	0.030	3.35	
	H 9.1.14	0 m	11.5	33.99	8.24	7.72	1.88	0.166	0.248	0.011	0.020	1.73	
		B-2 m	11.5	33.96	8.23	7.66	1.74	0.159	0.348	0.011	0.018	1.67	
		最 小 値		11.5	31.79	8.09	6.17	1.48	0.014	0.248	0.003	0.018	1.67
		最 大 値		25.2	33.99	8.31	8.41	2.02	0.226	0.486	0.021	0.032	8.20
	平 均 値		18.4	33.14	8.23	7.17	1.80	0.144	0.359	0.011	0.026	3.93	

周防灘水質監視測定調査

江藤 拓也・神菌 真人・佐藤 博之

公共用水域の水質汚濁防止を目的として、福岡県が行う豊前海の水質監視測定調査の一部を担し、調査を実施した。この調査は福岡県環境整備局の委託によって行ったものであり、その結果を報告する。

なお、当海域は公害対策基本法の第9条により水産1級を含むA類型の水質の達成維持が指定されている。

方 法

調査は、図1に示す3定点で、平成8年5月13日、7月22日、10月22日および平成9年1月14日に実施した。

試料の採取は、満潮時および干潮時に各調査点の0mと5m層で行った。

当研究所担当の調査項目は、気象、海象、生活環境項目(pH, DO, COD, 全窒素, 全リン)である。なお、生活環境項目の大腸菌とN-ヘキサン抽出物質、健康項

目、特殊項目については、福岡県保健環境研究所が分析を担当した。

結 果

当研究所で担当した各定点における水質測定結果および各項目の最小値, 最大値, 平均値を表1に示した。

項目別にみると、pHの年平均値は、各調査点ともに前年(平成7年度の年平均値S-2: 8.27, S-3: 8.28, S-4: 8.25)とほぼ同様の値で推移し、A類型の基準値7.80~8.30の範囲内であった。

DOの年平均値は、各調査点ともに前年(平成7年度の年平均値S-2: 8.28mg/l, S-3: 8.24mg/l, S-4: 7.96mg/l)と比較して0.22~0.35mg/l低めで推移し、A類型の基準値7.5mg/l以上を満たしていた。

CODの年平均値は、各調査点ともに前年(平成7年度の年平均値S-2: 1.63mg/l, S-3: 1.60mg/l, S-4: 1.88mg/l)と比較して0.05~0.19mg/l高めで推移し、A類型の基準値2mg/l以下を満たしていた。

SSの年平均値は、S-2は前年(平成7年度の年平均値S-2: 1.56mg/l)と比較して0.13mg/l高め、S-3, S-4は前年(平成7年度の年平均値S-3: 1.75mg/l, S-4: 3.69mg/l)と比較して0.25~1.63低めで推移した。

T-Nの年平均値は、S-2, S-3は前年(平成7年度の年平均値S-2: 0.282mg/l, S-3: 0.285mg/l)と比較して0.024~0.033mg/l高め、S-4は前年(平成7年度の年平均値S-4: 0.355mg/l)と比較して0.060mg/l低めで推移した。

T-Pの年平均値は、各調査点ともに前年(平成7年度の年平均値S-2: 0.016mg/l, S-3: 0.016mg/l, S-4: 0.024mg/l)と比較して0.001~0.009mg/l高めで推移した。

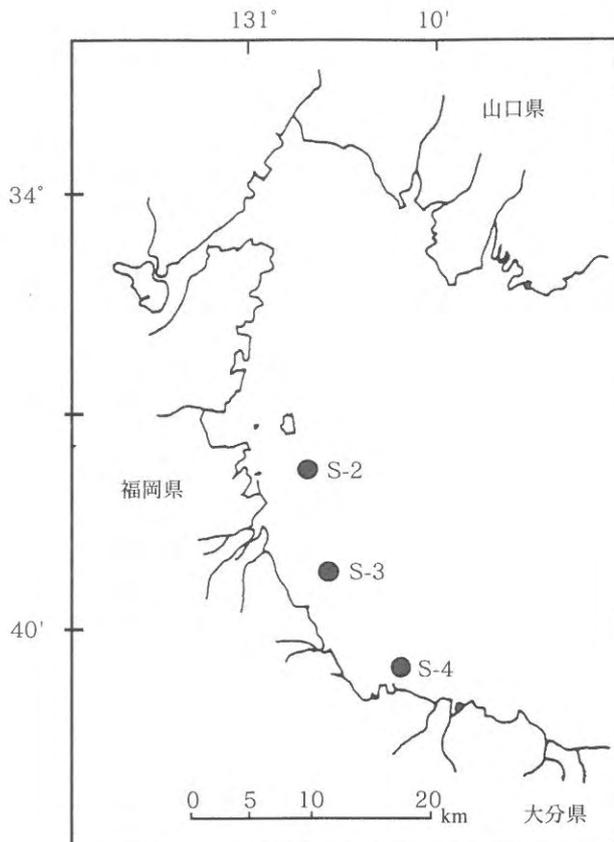


図1 調査点

表1 各定点の測定値および各項目の最小, 最大, 平均値

調査点	調査日	干満	採水層	pH	DO mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	T-P mg/l	
S-2	H 8.5.13	干潮	0 m	8.31	7.91	1.57	2.00	0.279	0.022	
			5 m	8.35	8.13	1.87	2.00	0.278	0.024	
		満潮	0 m	8.33	8.31	1.46	1.00	0.292	0.023	
			5 m	8.34	8.51	1.42	1.00	0.300	0.025	
		7.22	干潮	0 m	8.33	7.52	1.87	0.00	0.271	0.020
				5 m	8.33	7.63	1.79	1.00	0.271	0.016
	満潮		0 m	8.31	7.96	2.01	1.00	0.309	0.025	
	10.22	干潮	5 m	8.31	7.73	1.87	2.00	0.251	0.017	
			0 m	8.10	6.93	1.46	2.00	0.444	0.029	
		満潮	0 m	8.11	6.86	1.66	5.00	0.452	0.044	
	H 9.1.14	干潮	5 m	8.20	7.40	1.46	3.00	0.501	0.035	
			0 m	8.18	7.51	1.52	3.00	0.425	0.052	
		満潮	0 m	8.12	9.64	2.18	2.00	0.236	0.016	
			5 m	8.12	9.61	1.40	1.00	0.232	0.021	
		干潮	0 m	8.40	8.33	1.76	0.00	0.259	0.017	
			5 m	8.36	8.26	1.50	1.00	0.232	0.015	
	最小値				8.10	6.86	1.40	0.00	0.232	0.015
	最大値				8.40	9.64	2.18	5.00	0.501	0.052
	平均値				8.26	8.02	1.68	1.69	0.315	0.025
	S-3	H 8.5.13	干潮	0 m	8.35	7.84	1.82	1.00	0.294	0.024
5 m				8.35	8.10	1.67	1.00	0.263	0.028	
満潮			0 m	8.32	8.39	1.79	1.00	0.295	0.023	
			5 m	8.33	8.52	1.76	1.00	0.249	0.025	
7.22			干潮	0 m	8.35	7.76	1.85	2.00	0.268	0.017
				5 m	8.35	7.51	1.95	3.00	0.254	0.017
		満潮	0 m	8.32	7.52	1.87	1.00	0.262	0.016	
10.22		干潮	5 m	8.33	7.80	2.11	0.00	0.308	0.019	
			0 m	8.09	6.84	1.90	4.00	0.641	0.039	
		満潮	0 m	8.16	6.86	1.62	4.00	0.454	0.035	
H 9.1.14		干潮	5 m	8.16	7.06	1.70	3.00	0.455	0.025	
			0 m	8.14	7.10	1.58	3.00	0.397	0.030	
		満潮	0 m	8.16	9.41	1.54	0.00	0.203	0.010	
			5 m	8.17	9.73	1.66	0.00	0.184	0.011	
		干潮	0 m	8.50	8.91	1.84	0.00	0.186	0.014	
			5 m	8.45	9.04	2.00	0.00	0.224	0.012	
最小値				8.09	6.84	1.54	0.00	0.184	0.010	
最大値				8.50	9.73	2.11	4.00	0.641	0.039	
平均値				8.28	8.02	1.79	1.50	0.309	0.022	
S-4		H 8.5.13	干潮	0 m	8.26	7.67	1.87	1.00	0.270	0.030
	5 m			8.28	7.85	1.72	2.00	0.288	0.025	
	満潮		0 m	8.30	7.99	1.98	1.00	0.322	0.028	
			5 m	8.30	8.15	1.82	2.00	0.341	0.025	
	7.22		干潮	0 m	8.30	7.31	2.09	2.00	0.270	0.021
				5 m	8.27	5.54	2.07	2.00	0.297	0.025
		満潮	0 m	8.35	8.11	2.23	2.00	0.300	0.024	
	10.22	干潮	5 m	8.35	6.83	2.05	1.00	0.276	0.022	
			0 m	8.03	6.80	1.76	5.00	0.379	0.040	
		満潮	0 m	8.04	5.90	1.78	5.00	0.412	0.037	
	H 9.1.14	干潮	5 m	8.14	6.73	1.76	3.00	0.341	0.029	
			0 m	8.12	5.95	1.80	4.00	0.436	0.030	
		満潮	0 m	8.31	9.02	2.06	0.00	0.183	0.014	
			5 m	8.31	9.48	2.28	1.00	0.180	0.018	
		干潮	0 m	8.46	9.13	2.06	1.00	0.211	0.015	
			5 m	8.42	9.34	1.64	1.00	0.220	0.015	
	最小値				8.03	5.54	1.64	0.00	0.180	0.014
	最大値				8.46	9.48	2.28	5.00	0.436	0.040
	平均値				8.27	7.61	1.94	2.06	0.295	0.025

貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

江藤 拓也・神蘭 真人・佐藤 博之

1. 貝毒成分等モニタリング事業

A) 一般調査

福岡県豊前海における貝類の特殊プランクトンによる毒化を監視するとともに、毒化原因プランクトンの出現動向の把握を行い、漁業被害の軽減と消費者の不安を未然に防止する。

方 法

1) 調査期間および調査回数

平成8年5, 6, 7, 8, 9, 11, 12月および9年1月の計8回

2) 調査対象貝類

アサリ, カキ

3) 調査点

図1に示す2点で行った。

4) 調査項目および方法

(1) 麻痺性および下痢性毒の監視

アサリ, カキの麻痺性および下痢性毒の検査については、(財)日本冷凍食品検査協会福岡営業所に委託して行った。

(2) 原因プランクトンの出現状況

Alexandrium 属, *Dinophysis* 属, *Gymnodinium* 属を対象として、海水1lをホルマリンで固定後濃縮し、その全量を検鏡した。

結 果

1) 毒化状況 (表1)

本年度は、アサリ, カキともに麻痺性および下痢性の毒化は認められなかった。

2) 原因プランクトンの出現状況および水質環境 (表2)

(1) *Alexandrium* 属

麻痺性貝毒の原因プランクトンである *A. tamarense* は、4月の表層で4 cells/l, 5m層で1 cells/l出現がみ

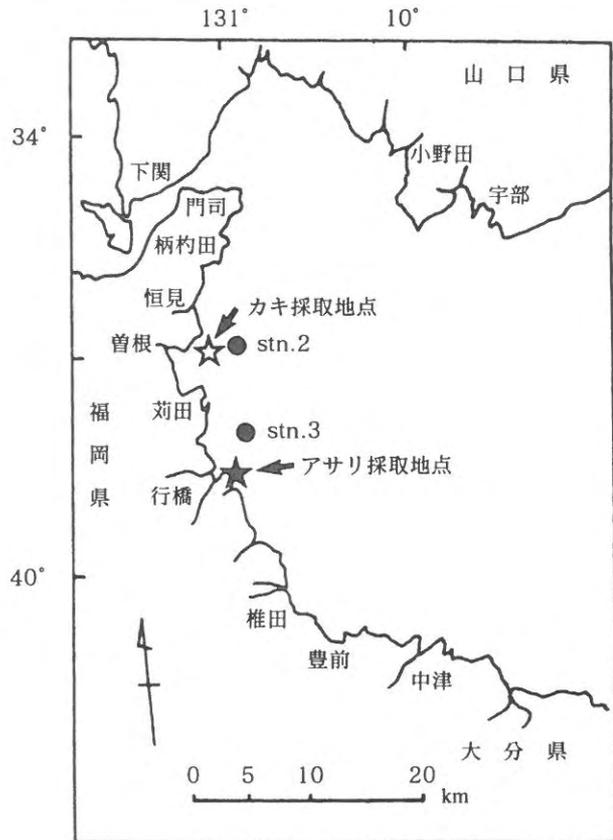


図1 調査水域およびプランクトン調査点

られた。5月以降の出現は認められなかった。また、*A. catenella* の出現は調査期間には認められなかった。

(2) *Gymnodinium* 属

Gymnodinium catenatum の出現は、調査期間を通じて認められなかった。

(3) *Dinophysis* 属

下痢性貝毒の原因プランクトンである *D. fortii* は2月に出現が認められたが、その他の月では認められなかった。出現細胞数は2月の表層で2 cells/l出現していた。

D. acuminata は8~10月を除いて観測を行ったすべての月で出現が認められた。出現細胞数は5月の表層と5m層で最も多くそれぞれ226, 474 cells/l出現していた。

(4) 水質環境

アサリ採取点に最も近い定点 (Stn. 3) における4~10月, カキ採取点に最も近い定点 (Stn. 2) における11

表1 アサリ、カキの毒化モニタリング結果

貝の種類			採取月日	検査月日	麻痺性毒力 (MU/g) 可食部	下痢性毒力 (MU/g) 可食部
アサリ	殻長平均	33.6mm	平成8年 4月15日	平成8年 4月17~22日	ND	ND
	殻高平均	24.2mm				
	重量平均	8.4g				
〃	殻長平均	33.9mm	5月13日	5月15~17日	ND	ND
	殻高平均	24.9mm				
	重量平均	9.0g				
〃	殻長平均	36.3mm	6月14日	6月14~18日	ND	ND
	殻高平均	26.5mm				
	重量平均	9.0g				
〃	殻長平均	35.6mm	7月16日	7月17~22日	ND	ND
	殻高平均	26.8mm				
	重量平均	11.4g				
〃	殻長平均	32.3mm	9月18日	9月20~25日	ND	ND
	殻高平均	23.7mm				
	重量平均	8.0g				
カキ	殻長平均	120.3mm	11月6日	11月8~11日	ND	ND
	殻高平均	51.1mm				
	重量平均	87.9g				
〃	殻長平均	116.7mm	12月9日	12月10~14日	ND	ND
	殻高平均	56.7mm				
	重量平均	95.6g				
〃	殻長平均	120.2mm	平成9年 1月16日	平成9年 1月17~20日	ND	ND
	殻高平均	64.1mm				
	重量平均	118.2g				

ND：検出限界値以下

表2 貝毒原因プランクトンの出現状況および水質環境

調査月日	調査点	観測層	麻痺性原因種		下痢性原因種		水温 (°C)	塩分
			<i>A. tamarense</i> (cells/l)	<i>A. catenella</i> (cells/l)	<i>A. fortii</i> (cells/l)	<i>D. acuminata</i> (cells/l)		
平成8年								
4月15日	St. 3	表層	4	—	—	9	12.6	32.82
		5m層	1	—	—	11	11.5	33.10
5月13日	〃	表層	—	—	—	226	16.1	32.80
		5m層	—	—	—	474	15.8	32.87
6月18日	〃	表層	—	—	—	60	21.1	32.79
		5m層	—	—	—	32	21.0	32.82
7月16日	〃	表層	—	—	—	2	26.0	31.75
		5m層	—	—	—	2	24.1	31.75
8月12日	〃	表層	—	—	—	—	29.5	32.31
		5m層	—	—	—	—	29.4	32.31
9月19日	〃	表層	—	—	—	—	26.3	32.28
		5m層	—	—	—	—	25.6	32.48
10月15日	〃	表層	—	—	—	—	21.8	32.56
		5m層	—	—	—	—	21.8	32.57
11月12日	St. 2	表層	—	—	—	2	18.9	33.09
		5m層	—	—	—	—	18.9	33.11
12月16日	〃	表層	—	—	—	6	12.9	33.72
		5m層	—	—	—	2	12.9	33.78
平成9年								
1月14日	〃	表層	—	—	—	10	10.0	33.97
		5m層	—	—	—	8	10.0	33.98
2月13日	〃	表層	—	—	2	2	7.8	34.01
		5m層	—	—	—	4	7.8	34.00
3月14日	〃	表層	—	—	—	4	10.8	33.51
		5m層	—	—	—	—	10.7	33.49

—：出現なし

～3月の表層、5m層でのそれぞれの水温、塩分の観測結果をみると、アサリ検体を採取した4月から10月までの水温は、11～29℃台であった。カキ検体を採取した11月から3月までの水温は7～18℃台であった。

4月から10月までの塩分は31.7～33.1の範囲であり、11月から3月までは33.1～34.0の範囲であった。

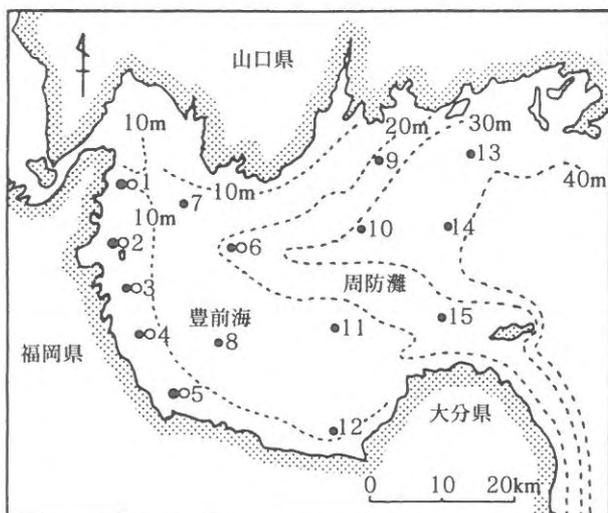
B) 精密調査

近年、我国では麻ひ性貝毒原因種である *Alexandrium* 属 (*A. tamarense* および *A. catenella*) の分布域が拡大しており、貝類に及ぼす影響が懸念される¹⁾。近隣の広島湾では平成4年以降 *A. tamarense* により、アサリおよびカキが毒化し、漁業に深刻な影響を及ぼした²⁾。

周防灘福岡県東先(豊前海)では、かき養殖や採貝漁業が活発に行われており、麻ひ性貝毒原因種の出現動向を詳細に把握する必要がある。当海域では昭和58年から麻ひ性原因プランクトンの調査を行っており³⁾、さらに平成7年には周防灘におけるシストの分布についても調査を行った。本種の栄養細胞は平成7年までその出現は確認されておらず⁴⁾、平成8年の春期に低密度ながら観察された。そこで豊前海における平成8年春期の *A. tamarense* の出現状況と周防灘における休眠孢子(シスト)の分布について報告する。

方 法

周防灘の調査点を図2に示した。貝毒原因プランクトンの調査は平成8年4～5月にかけて毎週1回、豊前海の6点において行った。表層(0.5m)、5m層、底層



○: プランクトン調査点
●: シスト調査点

図2 調査定点

(点線は等深線を示す)

(周防灘西部海域を豊前海と称する)

(底上1m)からバンドーン採水器を用いて採水し、各試水1lを2～5mlに濃縮した後、その全量を検鏡した。本種の査定はBalech⁵⁾に従った。また、STD(アレック電子AST1000M)を用いて、表層から底層まで0.5m深毎に水温を測定した。

シストの調査は、同年2月に周防灘の15定点(図2)で行った。各点においてKK式柱状採泥器を用いて採泥を行い、表面から3cm深まで分取し、実験室に持ち帰り、シストの同定および計数を行った⁶⁾。シストの計数は、試験泥をPrimulineで染色後、落射蛍光顕微鏡を用いて行った。

結果および考察

1. *A. tamarense* の栄養細胞の出現と水温の推移

栄養細胞の形態および大きさは北日本¹⁾のものと類似していた。

栄養細胞の出現状況と出現時の水温の推移を図3に示した。

(1) 栄養細胞の出現状況

栄養細胞は、4月15日に沿岸の全点で、表層と5m層を中心に確認された。その後分布域は拡大し、4月22日には全点で出現がみられた。5月7日には1～9 cells/lと減少し、5月13日には確認されなかった。

アサリが毒化する *A. tamarense* の密度は10 cells/ml以上とされており⁷⁾、この値と比べると、当海域の栄養細胞の出現密度ははるかに低い。

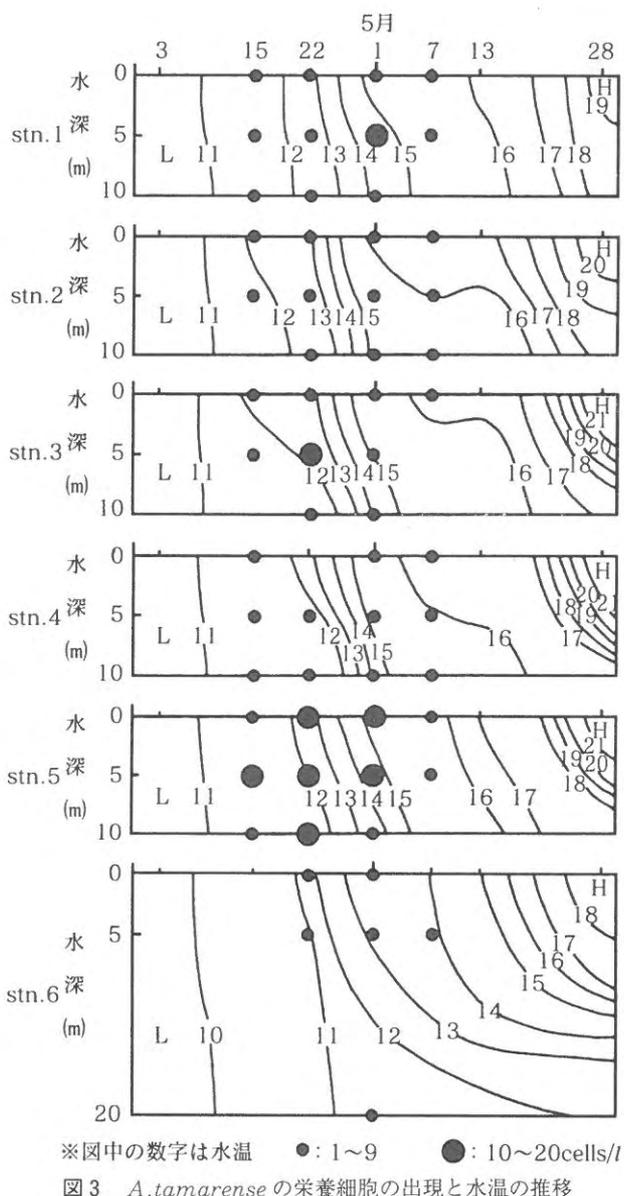
(2) 水温の推移

沿岸(Stn. 1～5)の表層水温は、各点とも4月上旬に10℃を示した。その後中旬に12℃に達した後、急激に上昇した。5月に入ると15～16℃、下旬には18～21℃を示した。底層水温は、各点とも4月上旬に10℃、下旬に12℃、5月上旬に15℃、下旬に16～18℃を示した。

沖合(Stn. 6)の表層水温は、4月上旬に9℃を示した。その後ゆるやかに上昇し、下旬に12℃、5月に入ると13～14℃を示し、下旬には18℃に達した。底層水温は、4月上旬に9℃、下旬に11℃、5月下旬に12℃を示した。

2. 栄養細胞の出現と水温の関係

栄養細胞の出現と水温の関係をみると、沿岸では11～13℃の範囲で出現がみられ、沖合でも約11℃で出現がみられ、栄養細胞の出現は水温とよく対応していた。その後、全域で12～14℃を示した時に増殖した。しかし、栄養細胞がみられなくなった時の水温は、沿岸域で約17℃、沖合域で約14℃であり、異なっていた。



今回、豊前海では10.9~16.8℃の水温範囲で栄養細胞が出現していた。他の海域での出現時の水温をみると、瀬戸内海の広島湾（広島県）では11.5~18.0℃²⁾、播磨灘（香川県）では9.0~16.0℃⁸⁾であり、北日本海の噴火湾（北海道）では8.0~15.0℃、大船渡湾（岩手県）では5.0~14.0℃¹⁾であった。今回観測された水温範囲は、北日本の海域よりもやや高く、瀬戸内海における他の出現海域でのそれとほぼ一致する。

3. 周防灘における*Alexandrium*属（*A. tamarense*および*A. catenella*）のシストの分布

*Alexandrium*属のシストの分布を図4に示した。

シストは0~11cysts/cm³の範囲で分布しており、山口県沿岸（Stn. 6, 7, 13）で8~11cysts/cm³と多かった。これは近隣の広島湾（山口県海域）で、近年、栄養

細胞が10³cells/lのオーダーで出現しており⁹⁾、その影響によるものと推察される。

周防灘におけるシストの平均密度は3cysts/cm³であり、貝毒の発生している広島湾でのシスト密度¹⁰⁾（平均442cysts/cm³）に比べるとはるかに低い。

今回、豊前海での栄養細胞密度は、貝類の毒化基準値からみるとはるかに低密度であった。近隣の広島湾では昭和58年から栄養細胞の出現が認められ、平成3年まで当海域と同程度の10¹~10²cells/lであった¹¹⁾。しかし、平成4年以降は10⁴~10⁵cells/lのレベルとなり、その後毎年貝類が毒化している²⁾。

したがって、今後豊前海でも*Alexandrium*属のプランクトンの細胞密度が増加する可能性があり、貝類の毒化が懸念されるので、モニタリングの強化が必要である。

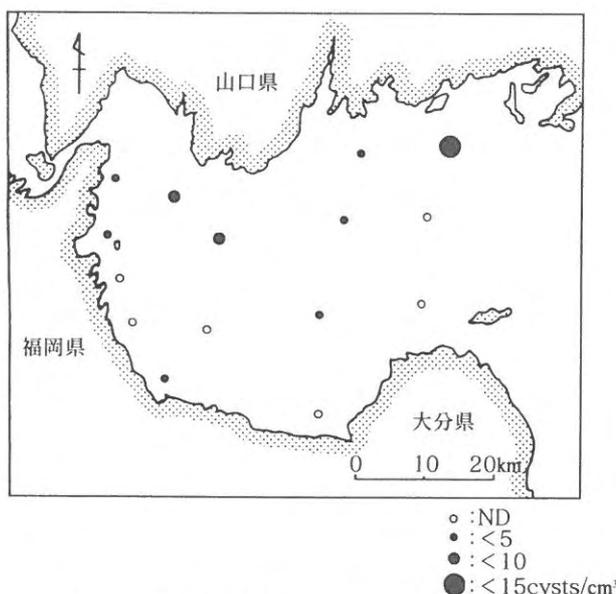


図4 周防灘における*Alexandrium*属のシスト分布

2. 有害プランクトン等モニタリング事業

赤潮に関する調査並びに情報の収集、交換を行うことにより、沿岸における漁場の保全および漁業被害の防止・軽減を図る。

方 法

調査は平成8年4月から9年3月まで月1回、図5に示す6定点で、海象、水質、プランクトン調査を実施した。赤潮の発生状況は、関係漁協からの通報、赤潮発見者からの情報に基づいてその都度確認するとともに、浅海定線調査、赤潮調査事業等による調査時、及び漁業取締船による情報をもとに発生状況の把握に努めた。

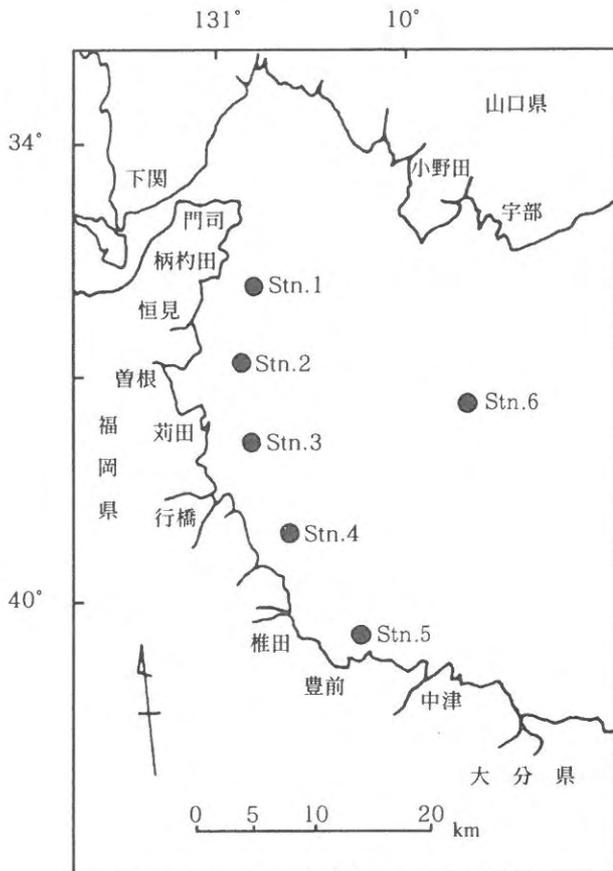


図5 *A. tamarense* の調査定点

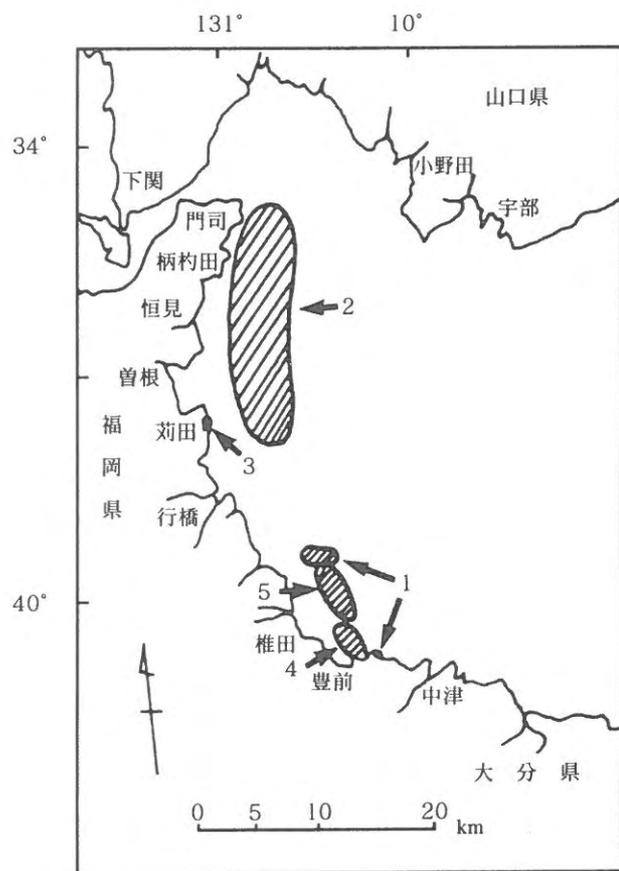


図6 平成8年度赤潮発生海域(表3と対応)

結果および考察

1) 赤潮発生状況

赤潮の発生状況を表3および図6に示す。発生件数は5件で前年と同件数であった。その内容は、築上郡椎田町沿岸域及び豊前市宇島漁港(6月21~24日)で *Heterosigma akashiwo* による赤潮、北九州市門司区田野浦~行橋市沿岸域(7月1~9日)で *Ceratium furca* による赤潮、京都郡苅田町苅田港内(7月30日~8月3日)で *Gymnodinium mikimotoi* による赤潮、豊前市沿岸

域(9月13~16日)と築上郡椎田町~豊前市沿岸域(10月5~9日)でそれぞれ *Noctiluca scintillans* による赤潮が発生した。漁業被害を伴うものは1件発生しており、7月30日~8月3日に京都郡苅田町苅田港内で発生した *Gymnodinium mikimotoi* による赤潮で、港内に蓄養していたコウイカがへい死したものである。

2) 水質環境

調査日別の水質測定結果をを表4に示す。

水温は表層平均7.9~29.0℃、底層平均7.9~27.8℃の

表3 赤潮発生状況

No.	発生時期	発生海域	構成プランクトン	最高細胞数 (cells/ml)	漁業被害
1	H 8. 6. 21~6. 24	築上郡椎田町沿岸域及び宇島漁港	<i>Heterosigma akashiwo</i>	100,000	なし
2	7. 1~7. 9	北九州市門司区田野浦~行橋市沿岸域	<i>Ceratium furca</i>	500	なし
3	7. 30~8. 3	京都郡苅田町苅田港内	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>	20,000	なし
4	9. 13~9. 16	豊前市沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	300	なし
5	10. 5~10. 9	築上郡椎田町~豊前市沿岸域	<i>Noctiluca scintillans</i>	500	なし

範囲で推移していた。

塩分は表層平均31.59~33.75, 底層平均32.27~33.83の範囲で推移していた。

酸素飽和度は表層平均91.7~111.2%, 底層平均81.8~107.5%の範囲で推移していた。

DIN は表層平均0.53~10.08 $\mu\text{g-at/l}$, 底層平均0.58~6.42 $\mu\text{g-at/l}$ で推移していた。一方, DIP は表層平均0.04~0.40 $\mu\text{g-at/l}$, 底層平均0.05~0.41 $\mu\text{g-at/l}$ で推移していた。

クロロフィル a は表層平均1.22~6.28 $\mu\text{g/l}$, 底層平均1.75~7.76 $\mu\text{g/l}$ の範囲で推移していた。

3) プランクトン

出現したプランクトンの類別割合は4月から10月は珪藻類と渦鞭毛藻類の占める割合が高く, 11月から3月は珪藻類の占める割合が高かった。珪藻類の主な出現種は *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Guinardia flaccida*, *Thalassiosira sp.*, *Coscinodiscus sp.*, *Plurosigma sp.*, *Chaetoceros sp.*, 渦鞭毛藻類では, *Ceratium fusus*, *Ceratium furca*, *Ceratium lineatum*, *Prorocentrum micans*, 黄色渦鞭毛藻類では *Dictyocha sp.*であった。

文 献

1) 福代康夫: 貝毒プランクトン—生物学と生態学。第1版, 厚星社厚生閣刊, 東京, 1985, pp.9-18.

- 2) 大内 晟・高山晴義: 平成6年度赤潮貝毒監視事業報告書。1-6 (1995).
- 3) 渡辺昭二・寺田和夫・神菌真人: 昭和58年度重要貝類毒化対策事業報告書。1-13 (1984).
- 4) 江藤拓也・神菌真人・佐藤博之: 平成7年度赤潮貝毒監視事業報告書。1-7 (1996).
- 5) Balech Enrique: The genus *Alexandrium* halium, Sherkin Island Marine Station, Ireland, 1995, pp. 38-41.
- 6) Mikio Yamaguchi, Ichiro Imai, Shigeru Itakura and Yuzaburo Ishida: A rapid and precise technique for enumeration of resting cysts of *Alexandrium* spp. in natural sediments. *Phycologia*, 34, 207-214 (1995).
- 7) 水産庁: 平成4年度瀬戸内海の赤潮。14-19 (1993).
- 8) 吉松定昭・小林武・松岡聡: 平成6年度赤潮貝毒監視事業報告書。1-13 (1995).
- 9) 馬場俊典・桃山和夫: 平成6年度赤潮貝毒監視事業報告書。1-6 (1995).
- 10) 山口峰生・板倉茂・今井一郎: 広島湾海底泥における有害渦鞭毛藻 *Alexandrium tamarense* 及び *Alexandrium catenella* シストの現存量と水平・鉛直分布。日水誌, 61(5), 700-706 (1995).
- 11) 大内 晟・高山晴義: 平成3年度赤潮貝毒監視事業報告書。1-6 (1992).

表4 調査日別水質測定結果

調査日	地点	水温 (°C)		塩分		酸素飽和度 (%)		DIN ($\mu\text{g-at/l}$)		PO ₄ -P ($\mu\text{g-at/l}$)		クロロフィルa ($\mu\text{g-at/l}$)	
		表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層	表層	底層
H 8 4.15	1	11.5	11.5	32.74	32.93	102.0	104.0	2.44	3.06	0.14	0.20	2.80	3.16
	3	10.9	10.3	33.18	33.28	98.0	96.0	0.91	0.28	0.29	0.21	0.69	1.18
	10	11.6	11.5	32.99	33.09	98.0	97.0	3.27	3.73	0.16	0.16	0.77	0.83
	11	12.6	11.5	32.82	33.14	100.0	98.0	2.70	3.43	0.17	0.16	2.86	1.68
	12	11.9	11.5	33.20	33.18	96.0	97.0	5.13	4.79	0.14	0.17	2.16	2.04
	13	11.6	11.7	33.14	33.44	99.0	99.0	3.23	5.48	0.12	0.12	0.73	1.61
	平均	11.7	11.3	33.01	33.18	98.8	98.5	2.95	3.46	0.17	0.17	1.67	1.75
5.13	1	16.8	15.8	32.59	32.91	100.0	94.0	0.97	0.85	0.12	0.17	3.42	3.24
	3	15.3	11.3	33.00	33.46	103.0	90.0	1.09	0.60	0.17	0.23	1.17	2.36
	10	16.4	14.9	32.76	32.90	98.0	86.0	0.36	0.32	0.10	0.08	3.32	4.91
	11	16.1	15.7	32.80	32.87	98.0	100.0	0.43	0.23	0.14	0.12	3.67	4.07
	12	16.4	15.8	32.75	32.83	101.0	97.0	0.40	0.62	0.14	0.14	4.97	5.58
	13	16.2	15.7	32.85	32.91	100.0	95.0	0.92	0.88	0.15	0.15	4.98	8.21
	平均	16.2	14.9	32.79	32.98	100.0	93.7	0.70	0.58	0.14	0.15	3.59	4.73
6.18	1	22.3	20.7	30.77	32.99	99.0	80.0	10.81	2.55	0.20	0.21	4.00	4.82
	3	21.1	15.1	32.78	33.55	101.0	94.0	1.54	2.13	0.14	0.25	2.37	1.93
	10	21.4	20.1	32.82	33.11	109.0	74.0	0.94	0.85	0.19	0.11	3.58	3.77
	11	21.1	20.7	32.79	32.87	96.0	93.0	0.80	0.69	0.13	0.14	4.74	4.38
	12	21.9	21.7	32.48	32.63	95.0	97.0	3.24	2.41	0.15	0.14	9.30	8.71
	13	21.9	21.9	32.99	32.99	98.0	100.0	7.80	7.90	0.14	0.49	5.99	5.87
	平均	21.6	20.0	32.44	33.02	99.7	89.7	4.19	2.76	0.16	0.22	5.00	4.91
7.16	1	27.2	22.6	30.39	31.82	122.0	81.0	1.61	0.66	0.09	0.14	3.32	1.95
	3	24.7	17.8	32.00	33.46	103.0	84.0	0.86	0.99	0.18	0.24	1.01	3.89
	10	25.5	22.5	31.89	32.21	108.0	103.0	0.54	0.52	0.24	0.12	0.34	0.28
	11	26.0	22.8	31.75	32.08	107.0	104.0	0.68	1.11	0.21	0.27	0.15	6.49
	12	25.5	23.2	31.65	31.87	118.0	111.0	0.41	0.51	0.13	0.19	1.67	1.64
	13	25.4	22.6	31.84	32.17	109.0	106.0	0.18	0.41	0.15	0.06	1.13	1.81
	平均	25.7	21.9	31.59	32.27	111.2	98.2	0.71	0.70	0.17	0.17	1.22	2.68
8.12	1	28.8	28.0	32.18	32.46	94.0	47.0	0.65	2.53	0.09	0.27	6.11	8.40
	3	27.8	21.5	32.50	32.96	104.0	62.0	1.15	2.53	0.11	0.28	0.94	2.59
	10	29.3	29.2	32.32	32.32	93.0	90.0	0.78	1.21	0.17	0.11	3.14	3.47
	11	29.5	29.4	32.31	32.32	95.0	93.0	0.91	0.74	0.18	0.17	4.35	4.64
	12	29.4	29.2	32.30	32.35	94.0	91.0	0.80	1.94	0.12	0.17	3.86	3.84
	13	29.3	29.3	32.48	32.48	96.0	96.0	0.77	1.21	0.15	0.11	4.65	4.86
	平均	29.0	27.8	32.35	32.48	96.0	79.8	0.84	1.69	0.14	0.19	3.84	4.63
9.19	1	26.3	25.9	32.13	32.32	94.0	68.0	1.07	2.24	0.07	0.13	2.69	4.47
	3	25.3	24.2	32.69	32.80	97.0	57.0	0.82	0.53	0.15	0.22	1.15	1.14
	10	26.2	25.7	32.57	32.62	99.0	94.0	0.12	0.25	0.10	0.10	2.22	3.19
	11	26.3	25.6	32.28	32.49	98.0	90.0	0.29	0.58	0.09	0.10	3.06	5.18
	12	25.9	25.5	32.40	32.41	93.0	88.0	0.32	0.50	0.07	0.10	4.87	5.96
	13	25.6	25.4	32.50	32.49	97.0	94.0	0.58	1.19	0.10	0.10	8.66	8.49
	平均	25.9	25.4	32.43	32.52	96.3	81.8	0.53	0.88	0.10	0.13	3.78	4.74
10.15	1	21.4	21.4	32.13	32.17	101.0	105.0	2.02	0.70	0.07	0.10	2.68	3.02
	3	22.6	22.5	32.85	32.85	85.0	87.0	3.63	3.58	0.51	0.54	0.65	0.75
	10	21.8	21.7	32.47	32.57	107.0	103.0	0.86	0.58	0.14	0.13	3.37	4.18
	11	21.8	21.7	32.56	32.59	102.0	102.0	0.71	0.90	0.17	0.17	3.74	3.05
	12	21.8	21.7	32.59	32.58	100.0	101.0	1.91	1.80	0.13	0.19	3.35	4.40
	13	22.1	22.0	32.91	32.90	88.0	88.0	11.07	4.95	0.40	0.35	1.72	2.12
	平均	21.9	21.8	32.59	32.61	97.2	97.7	3.37	2.09	0.24	0.25	2.59	2.92
11.12	1	19.1	19.1	32.83	32.83	92.0	92.0	5.58	6.55	0.24	0.25	3.88	3.73
	3	19.7	19.7	32.91	32.91	92.0	92.0	3.26	3.14	0.48	0.51	2.16	2.06
	10	19.1	19.1	33.08	33.08	92.0	91.0	7.87	7.56	0.36	0.37	2.15	2.23
	11	18.9	18.9	33.00	33.01	93.0	93.0	8.40	9.18	0.38	0.42	3.03	3.08
	12	18.9	18.9	33.09	33.11	91.0	90.0	16.27	9.99	0.36	0.37	3.32	3.43
	13	19.4	19.4	33.29	33.29	90.0	90.0	13.93	2.12	0.56	0.56	2.77	2.78
	平均	19.2	19.2	33.03	33.04	91.7	91.3	9.22	6.42	0.40	0.41	2.89	2.89
12.17	1	11.3	10.9	33.34	33.39	96.0	112.0	5.60	0.74	0.29	0.08	1.80	11.76
	3	14.1	13.8	33.25	33.26	91.0	91.0	7.25	0.07	0.41	0.46	2.65	2.48
	10	12.7	12.1	33.32	33.70	93.0	102.0	7.75	5.65	0.34	0.16	1.82	10.46
	11	12.7	12.6	33.56	33.75	103.0	103.0	14.53	1.09	0.22	0.24	3.78	5.91
	12	12.9	12.9	33.72	33.78	91.0	95.0	12.01	3.58	0.30	0.30	4.38	5.13
	13	13.4	13.6	33.67	33.78	94.0	93.0	13.35	2.76	0.40	0.39	2.49	3.45
	平均	12.9	12.7	33.48	33.61	94.7	99.3	10.08	2.32	0.33	0.27	2.82	6.53
H 9 1.14	1	8.2	8.5	33.22	33.36	98.0	100.0	0.65	0.75	0.15	0.08	2.13	4.81
	3	10.5	10.5	33.45	33.45	92.0	92.0	2.29	2.65	0.18	0.17	3.05	3.71
	10	8.3	8.6	33.41	33.54	99.0	103.0	2.26	1.88	0.07	0.07	1.69	5.33
	11	8.7	8.8	33.81	33.59	103.0	101.0	6.30	7.62	0.22	0.20	2.05	1.97
	12	10.0	10.0	33.97	33.97	87.0	87.0	16.78	4.00	0.18	0.17	3.13	3.04
	13	10.1	10.1	33.81	33.80	88.0	89.0	11.14	9.50	0.20	0.19	5.37	5.51
	平均	9.3	9.4	33.61	33.62	94.5	95.3	6.57	4.40	0.17	0.15	2.90	4.06
2.13	1	7.5	7.5	33.47	33.81	94.0	98.0	0.64	0.75	0.04	0.05	1.15	2.19
	3	9.0	8.8	33.64	33.60	96.0	96.0	1.23	1.37	0.07	0.09	6.15	8.27
	10	7.4	7.6	33.76	33.85	96.0	101.0	0.71	0.81	0.04	0.04	3.05	3.18
	11	7.4	7.4	33.93	33.90	97.0	99.0	1.28	1.70	0.03	0.04	6.42	6.80
	12	7.8	7.8	34.01	34.00	99.0	103.0	2.61	2.45	0.08	0.03	9.62	9.64
	13	8.3	8.3	33.66	33.80	98.0	103.0	3.51	3.54	0.03	0.03	11.26	16.48
	平均	7.9	7.9	33.75	33.83	96.7	100.0	1.66	1.77	0.05	0.05	6.28	7.76
3.14	1	11.3	11.0	33.18	33.44	102.0	106.0	1.11	0.75	0.05	0.04	2.87	2.91
	3	10.4	10.3	33.54	33.51	105.0	108.0	0.85	0.67	0.07	0.07	2.19	2.43
	10	10.7	10.6	33.59	33.58	103.0	108.0	0.78	0.78	0.03	0.04	1.88	2.13
	11	11.0	10.7	33.55	33.59	108.0	108.0	1.42	2.35	0.02	0.05	7.93	6.33
	12	10.8	10.7	33.51	33.49	105.0	107.0	1.25	1.69	0.04	0.04	8.51	8.97
	13	10.6	10.6	33.42	33.43	106.0	108.0	0.96	1.07	0.03	0.03	6.64	6.78
	平均	10.8	10.7	33.47	33.51	104.8	107.5	1.06	1.22	0.04	0.05	5.00	4.93

赤潮対策技術開発試験

— 海域特性による赤潮被害防止技術開発試験 —

江藤 拓也・神菌 真人・佐藤 博之

1. 瀬戸内海西部海域赤潮広域共同調査

瀬戸内海西部の広域一斉調査を行い、赤潮の発生前から消滅までの間、水塊構造とその流動、対象プランクトンの増殖、赤潮形成・消滅過程を把握し、赤潮発生機構の解明および発生予察技術を開発する。

調査等の方法

- 1) 調査水域：周防灘および伊予灘（34定点）。
- 2) 調査期間：平成8年5月28日～7月9日は毎週1回、9月3日まで毎週1回（合計12回）。
- 3) 調査項目：水温・塩分，溶存酸素濃度，*Gymnodinium mikimotoi*（以下 *G. mikimotoi*），*Chattonella antiqua&marina*（以下 *Chattonella spp.*），*Heterosigma akashiwo*（以下 *H. akashiwo*）の栄養細胞，栄養塩類，上記以外のプランクトン，AGP 試験，流向・流速。特に *G. mikimotoi* について詳細に解析。

増殖モデルについてはパスコ(株)に再委託して行われた。

結果および考察

1) 水塊構造およびその流動

西部瀬戸内海は水温，塩分等の物理・化学的環境特性により，概ね，福岡県および大分県沿いの浅海域（水塊Ⅰ），海域中央部（水塊Ⅱ），愛媛県沿岸部（水塊Ⅲ）に区分される（図1-1）。

水塊Ⅰに属する調査点11，水塊Ⅱに属する調査点23'における潮流観測結果からみた流況については次の通りである。

調査点11における残差流の最大流速は，上層で約15 cm/s，下層で約18 cm/sであった。残差流は上層，下層ともに，1～3日間隔で北向きに流れることもあったが，概ね南北方向に流れていた。調査点7'における残差流の最大流速は，上層で約20 cm/s，下層で約15 cm/sであった。残差流は上層では，数日間隔で南北方向の反転を繰り返したものの，調査期間を通じて，概ね東方向へ流れていた。下層では流速が小さく，8月から9月

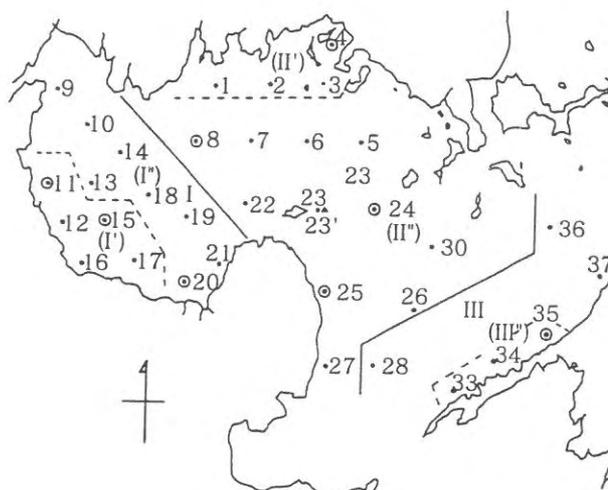


図1-1 調査点の位置および水塊区分

にかけて数日間，北東～北西方向に流れていたのを除き，概ね南方向に流れていた。

2) 海域環境特性

(1) 水温及び塩分

水温は，5月下旬に17℃前後であり，徐々に上昇して7月上旬に20℃に達した。その後，ほぼ直線的に急速に上昇し，8月上旬に25℃に達した後，9月上旬まで25℃前後で推移した。塩分は，5月下旬～6月上旬に33.5前後であったが，6月中旬から下旬にかけての降雨により32.5前後に低下した後，32.5～33.0の値を保ったまま9月上旬まで推移した。

周防灘・伊予灘における急速な水温上昇や塩分低下といった変化パターンは，*G. mikimotoi*の増殖中心域である水塊Ⅰで最も著しく反映されている。水塊ⅠからⅡ，Ⅲへと移るにつれて，水温は低下し塩分は上昇する。

(2) 鉛直安定度（成層の発達度）と下層の溶存酸素飽和度の関係

水塊Ⅰにおいて6月下旬～7月中旬に成層が発達（鉛直安定度が増加）したことにより，下層の溶存酸素飽和度は7月上旬に幾分低下したものの，調査期間を通じて70%以上であった。周防灘・伊予灘での成層の発達をめ

ぐる鉛直安定度及び下層の溶存酸素飽和度の変化は、水塊Ⅰでの様相を反映したものである。

(3) 栄養塩類

DIN 濃度は7月に幾分低下傾向にあったが、海域全体で調査期間を通じ $2 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 前後であった。調査点 11, 24, 25, 35 で時折、高い DIN 濃度が認められたが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を主体としており、陸域からの窒素 (N) の供給があったと推定される。

$\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、高くなる9月を除き調査期間を通じて、周防灘・伊予灘全域で概ね $0.2 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下であった。

3) 対象プランクトンの生物特性

平成8年の対象プランクトンの生物特性を図1-2に示す。

(1) *G. mikimotoi*

5月下旬の *G. mikimotoi* の初期密度が、例年に比べ10倍～数10倍高かった。水塊ごとにみても、水塊Ⅰのみならず水塊ⅡとⅢでも、5月下旬から6月上旬にかけて

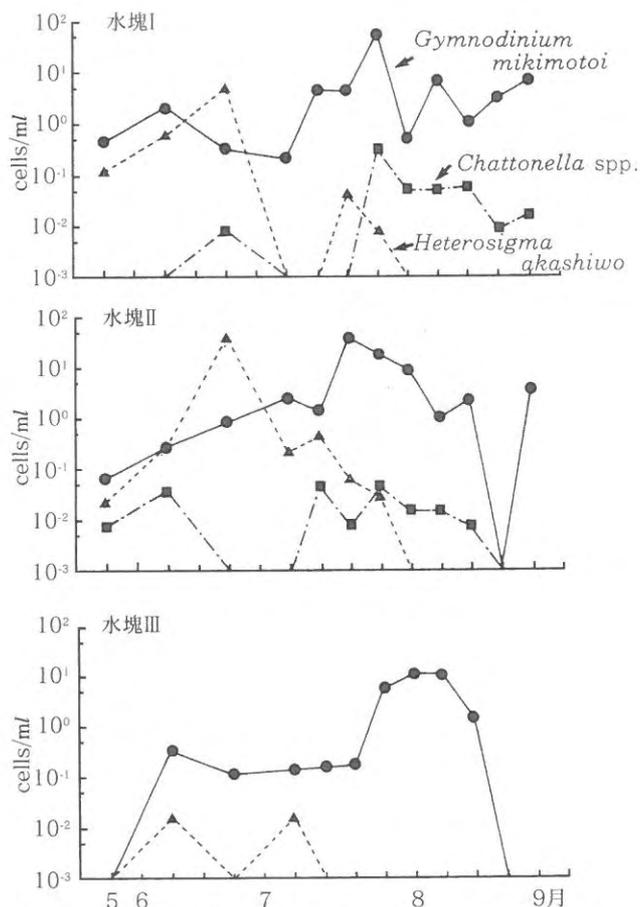


図1-2 各水塊における赤潮対象プランクトンの鉛直平均密度変化

の初期密度が高かった。7月中旬から下旬にかけて密度が増加して分布域も拡大し、大分沿岸浅海域等で局所的に赤潮が発生した。

(2) *Chattonella* spp.

Chattonella spp. の密度は低く、概ね $0.05 \text{ cells}/\text{ml}$ 以下であった。伊予灘の水塊Ⅲでは、出現が全く認められなかった。

(3) *H. akashiwo*

H. akashiwo の密度は、6月下旬に $10 \text{ cells}/\text{ml}$ を超えてピークに達した。水塊Ⅰよりも水塊Ⅱで、密度が幾分高い傾向にあった。分布域は、水塊ⅠとⅡで60～70%の範囲であり、周防灘・伊予灘全域では40%以下と低く、*G. mikimotoi* に比べて狭い範囲に限られた。

4) 他種プランクトンの生物特性

珪藻類は、調査点 8, 11, 24, 25, A6 で調査された。密度は、調査点11において、7月上旬～8月上旬に $100 \sim 500 \text{ cells}/\text{ml}$ 、8月下旬～9月上旬にほぼ $500 \text{ cells}/\text{ml}$ 、調査点24及びA6で9月上旬にほぼ $500 \text{ cells}/\text{ml}$ を示したのを除き、 $100 \text{ cells}/\text{ml}$ 以下であった。

5) *G. mikimotoi* の増殖モデル

昨年度の本事業で、ロジスチック型生長式に基づき、水塊Ⅰにおける *G. mikimotoi* の増殖モデルを以下に示すように作成した。

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= r \cdot N \cdot (1 - N/K) \cdots \cdots \text{ロジスチック型生長式} \\ &= \{ (rm - rd - \alpha) \cdot \log(2) \} \cdot N \cdot (1 - N/K) \end{aligned}$$

ここで

N : *G. mikimotoi* の密度 (cells/ml)

t : 時間 (日数)

K : 環境収容力 (無機態窒素及びリンから推定される *G. mikimotoi* の最高密度)

r : 内的自然増加率 (/日)

rm : 山口・本城の式から推定された水温・塩分による分裂速度 (回/日)

rd : 本事業結果から推定された分裂抑制率 (0.5～0.6回/日)

α : 成層の発達度合いに基づく分裂抑制付加率 (回/日)

である。

分裂抑制付加率 (α) は、溶存酸素飽和度示数 (X) (=成層の発達, 崩壊等といった水塊構造がある状態) におかれている期間の平均溶存酸素飽和度 ÷ 期間の日数) との関係式 $\alpha = 0.2347 - 0.0382 \cdot X$ ($r = -0.809$) か

ら得られる(図1-3)。

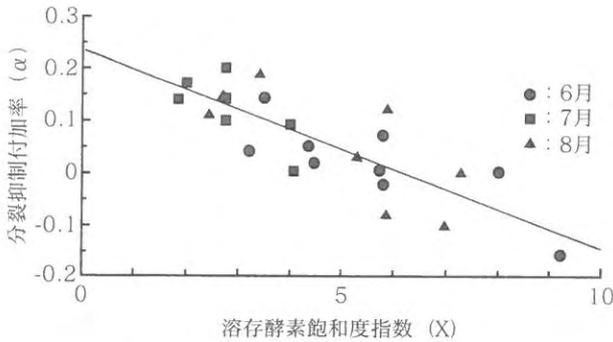


図1-3 分裂抑制付加率(回/日)と下層の酸素飽和度示数(%/日)の関係

ここで、各パラメータを求めるにあたり、①水温、②塩分、③栄養塩類(N, P)濃度の経時変化を明らかにし、さらに、④成層の発達・崩壊等の水塊構造変化及びそれに伴う下層の溶存酸素飽和度変化を把握しなければならない。これらの①~④の要因のうち、変化パターンの一般化が難しい④を除いた①~③について、水塊Iにおける平成元年~7年のデータを用い、年ごとに時間(日数)の3次式により各変化を表したところ、水温、塩分、栄養塩類濃度ともに、かなりあてはまり良く表現できた。

そこで、平成元年~7年の平均値の変化パターンの数式化を同様に図り、得られた各関係式から今年度の水温、塩分、栄養塩濃度変化を予測した。そして、水塊構造変化について今年度の実測データを用いて変化区分を行い、それに基づいて得られた下層の溶存酸素飽和度示数により分裂抑制付加率を求めて、*G. mikimotoi*の密度変化を予測したところ、かなり高い精度で予測できた(図1-4)。

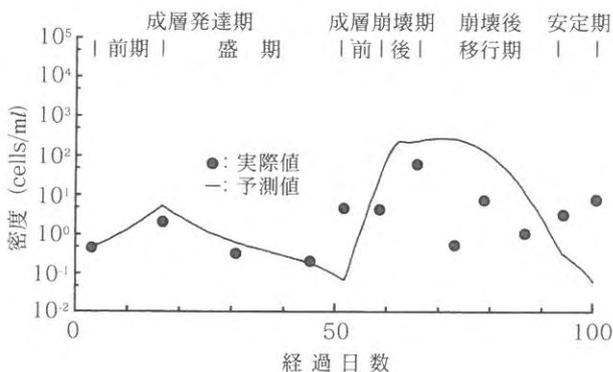


図1-4 平成元年~7年の環境(水温、塩分、栄養塩)データから予測された8年の水塊Iにおける *Gymnodinium mikimotoi* の密度変化

水塊構造変化及び下層の溶存酸素飽和度変化を如何に予測するか、ということが今後の課題として残されている。

2. 地域対象種調査

(周防灘海域における *Heterosigma akashiwo* の生活史を含めた発生機構の解明)

周防灘では、*Heterosigma akashiwo* (以下 *H. akashiwo*) 赤潮の発生が毎年のようにみられており、コチ等の魚類のへい死¹⁾という漁業被害をもたらしており、その発生機構の解明が急務である。本種は、生活史の一時期をシスト(休眠孢子)の形態で存在することが明らかにされている²⁾³⁾が、漁場において、本種のシストが赤潮形成にどのように関与しているのか不明な点が多い。そこで、*H. akashiwo*の出現状況を長期間にわたり、観察するため赤潮の多発する閉鎖的な小港の宇島港をモデルとして、栄養細胞、シスト及び環境要因についての調査を実施し、それらの相互関係を検討した。

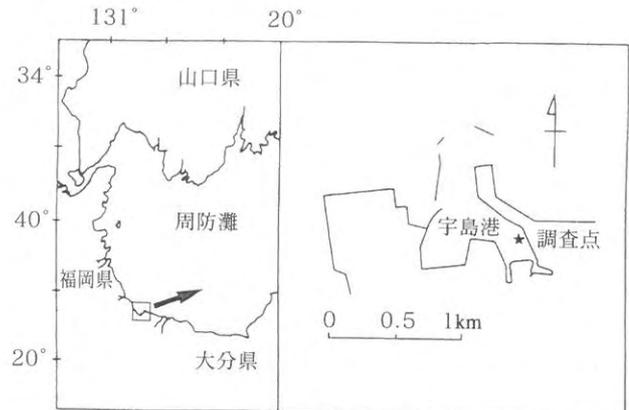


図2-1 地域対象種調査点図

方 法

調査を平成8年5月下旬から9月上旬にかけて、毎週1回行った。海水をバンドーン採水器を用いて表層、2m層及び底上1m層で採取し、*H. akashiwo*の栄養細胞の計数及び溶存態無機窒素(DIN)、溶存態無機リン酸塩(PO_4-P)、クロロフィルaの分析を行った。*H. akashiwo*の栄養細胞の計数では生海水1ml中の全細胞数を計数したが、栄養細胞がみられない時には、1lを濃縮し、全量を計数した。DIN、 PO_4-P 及びクロロフィルaの測定を海洋観測指針⁴⁾に準じて行った。水温、塩分についてはSTDを用いて、表層から底層にかけて0.5m深毎に測定した。また、底泥の採取をKK式柱状採泥器で行い、その泥の上層1cmを採取し、シスト密度の

計数に供した。シスト密度の計数については落射蛍光顕微鏡を用いて青色励起光下で行った。

結果及び考察

1. *H. akashiwo* の栄養細胞とシストの出現状況

夏季の *H. akashiwo* の栄養細胞とシストの出現状況を図2-2に示した。

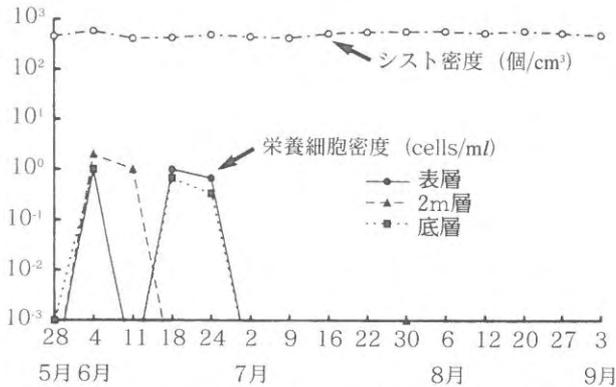


図2-2 *H. akashiwo* のシストと栄養細胞の出現状況(H8年)

(1) 栄養細胞の出現状況

栄養細胞は、5月下旬に 10^{-3} cells/mlの低密度で底層において観察された。6月初旬には細胞密度は徐々に増加し、 $10^0 \sim 10^1$ cells/mlで全層でみられた。しかし、7月以降、栄養細胞はほとんどみられなくなり、7月下旬の2m層で 10^{-3} cells/ml出現した。

(2) シストの出現状況

夏季のシスト密度は $2.6 \times 10^2 \sim 2.8 \times 10^2$ 個/cm³の範囲であった。

シスト密度は、5月下旬から6月までは $2.6 \times 10^2 \sim 2.7 \times 10^2$ 個/cm³であったが、7月以降わずかに増加し、7月から8月にかけて $2.7 \times 10^2 \sim 2.8 \times 10^2$ 個/cm³で推移した。

2. 環境の推移

夏季の環境の推移を図2-3に示す。

(1) クロロフィル a

表層のクロロフィル a量は $1.2 \sim 15.6 \mu\text{g/l}$ の範囲で変動しており、7月上旬に高い値を示した。底層のクロロフィル a量は $0.9 \sim 14.9 \mu\text{g/l}$ の範囲で変動した。

(2) 水温

表層水温は、5月下旬には22℃を、その後徐々に上昇し、7月上旬まで22~25℃を示した。また、7月中旬より急激に上昇し、7月下旬には31℃に達した。底層水温

は5月下旬に22℃、6月下旬に23℃、7月中旬に26℃となり、8月上旬に31℃に達した。

栄養細胞出現時の表層水温は23~24℃を示した。

(3) 塩分

表層の塩分は調査期間中21.4~32.2の範囲で変動し、低い値がみられたのは6月中旬であり、21.4の値であった。底層の塩分は30.2~32.9の範囲にあり、変動の幅は表層よりも小さかった。

(4) DIN

調査期間中のDIN濃度は、表層で $1.9 \sim 67.8 \mu\text{g-at/l}$ 、底層で $1.4 \sim 17.5 \mu\text{g-at/l}$ の範囲で変動した。DIN濃度は、6月中旬に高い値を示し、 $67.8 \mu\text{g-at/l}$ であった。

(5) PO₄-P

調査期間中のPO₄-P濃度は、表層で $0.1 \sim 2.2 \mu\text{g-at/l}$ 、底層で $0.1 \sim 0.8 \mu\text{g-at/l}$ の範囲で変動した。DIN濃度と同様に6月中旬に高い値を示し、 $2.2 \mu\text{g-at/l}$ であった。

(6) 降水量

月間降水量は、6月に326mm、7月に178mm、8月に81mmで、平年と比べて6月は多く、他の月は少なかった。旬別にみると、6月中旬に197mmのまとまった降水量を記録した。

3. シスト及び栄養細胞の関係

平成6年5月から8年8月までのシストと栄養細胞の出現状況を図2-4に示す。調査期間中、宇島港の底泥に、シストが周年存在することが確認できた。

シスト密度についてみると、6年5月から7年8月まで、シスト密度は赤潮形成時に急激に増加しているが、8年の夏季には栄養細胞が極めて低密度であったためにシストが形成少なく、シストの増加がみられなかったものと思われる。

以上のように、栄養細胞とシスト量は密接に関係しており、さらに翌年の赤潮の規模に関係するものと思われる。

文 献

- 1) 寺田和夫・神蘭真人・渡辺昭二：豊前海の赤潮の発生状況について（第XI号）。福岡豊前水試研報，昭和57年度，229-234（1984）。
- 2) Ichiro Imai, Shigeru Itakura and Katuhiko Itoh: Cysts of the Red Tide Flagellate *Heterosigma akashiwo*, Raphidophyceae, Found in Bottom Sediments of Northern Hiroshima Bay, Japan. Ni-

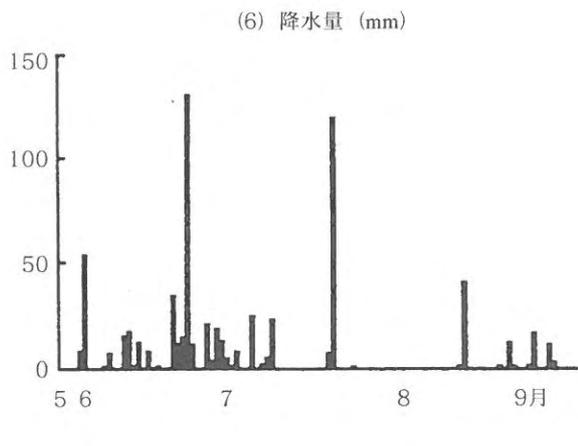
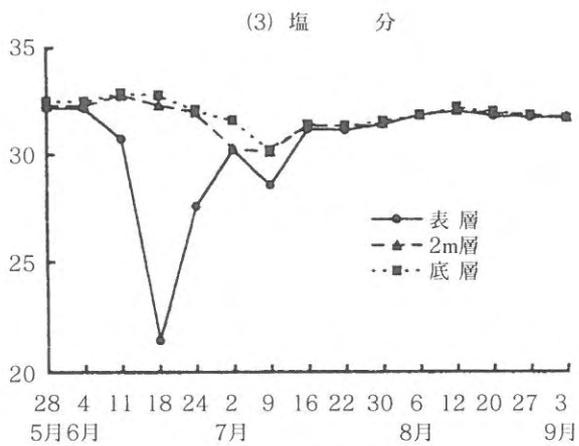
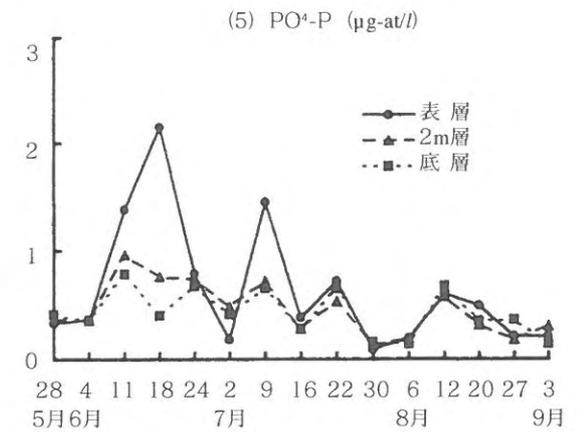
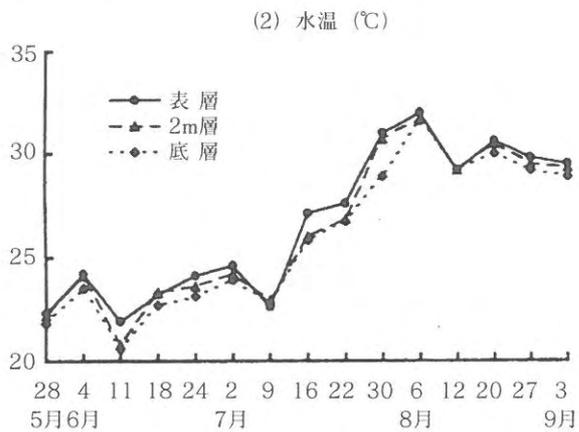
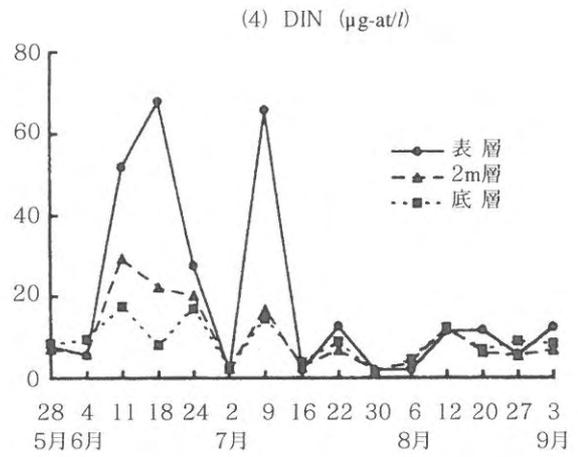
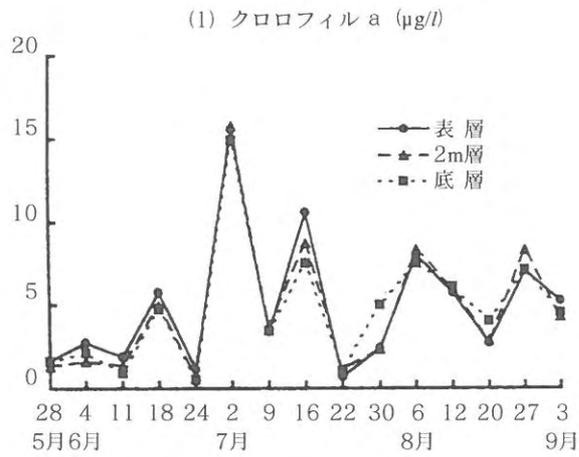


図2-3 環境の変化 (H8年)

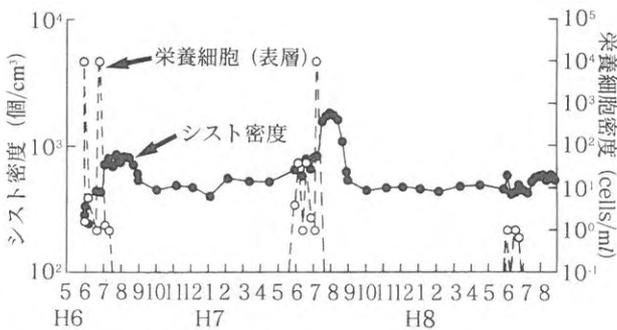


図2-4 *H. akashiwo* のシストと栄養細胞の出現状況

ppon Suisan Gakkaishi, 59, 16 69-1673 (1993).

3) 寺田和夫・神蘭真人: 周防灘における *Heterosigma akashiwo* 耐久細胞の分布。福岡豊前水試研報第2号, 247-252 (1989).

4) 気象庁: 海洋観測調査指針。日本海洋学会 (1990)
今井一郎: 有害赤潮ラフィド藻 *Chattonella* のシストに関する生理生態学的研究。南西海区水研報, 23, 68-92 (1990).

漁場富栄養化対策事業

—底質環境評価手法実用化調査—

神蘭 真人・江藤 拓也・佐藤 博之

半閉鎖的な海域である瀬戸内海周防灘において水質、底質及び底生動物の調査を行い、底質の総合的な評価手法を開発する。

方 法

平成8年9月9～10日に図1に示す20測点で、スミス・マッキンタイヤー型採泥器（採泥面積0.05m²）を用いて採泥を行った。採泥は調査点毎に3回行い、うち2回はそれぞれ1mm目の篩で大型底生動物を選別して採取した。残りの1回は、内径30mmのアクリルパイプを用いて採泥器の中の泥層を乱さないように柱状採泥を行った。この時、アクリルパイプは15本用い、表面から2cm深までを採取して分析用試料とした。採取した大型底生動物は2l容の広口ポリ瓶に入れ、直ちに中性ホルマリンを加えて固定した。分析用の泥は黒色の100ml容の広口ポリ瓶に入れ、冷蔵して実験室に持ち帰った。また、採泥時には、電気温度計（SHINKO, DFT-500R）を用いて泥温を測定するとともに、水温と塩分（アレック電子STD, AST1000M）の鉛直分布と底層（底上1m）の溶存酸素（DO）濃度（YSI溶存酸素計, M58）を測定した。実験室に持ち帰った底泥試料は、その日の

うちに全硫化物濃度（TS）¹⁾を測定し、残りの試料は冷蔵して保存し後日、COD²⁾、強熱減量（IL）³⁾及び泥分率（MC）⁴⁾の測定を行った。なお、測定は採泥後2日以内に行った。

結 果

(1) 水質調査

観測時の表層と底層の水温と塩分及び表層と底層の密度差の水平分布を図2に示す。表層水温は灘南西部沿岸から中央部にかけて26～27℃台を示し高く、東部の山口県沿岸域で25℃台と低い。底層水温の分布はほぼ水深と対応しており、水深の大きい中央部で低く（22～23℃）、沿岸域で25～26℃台と高い。塩分は、大分県沿岸域の表層で32以下を示す他は32.5前後の値を示している。分布の特徴として、表層では灘中央部で高く、底層では豊後

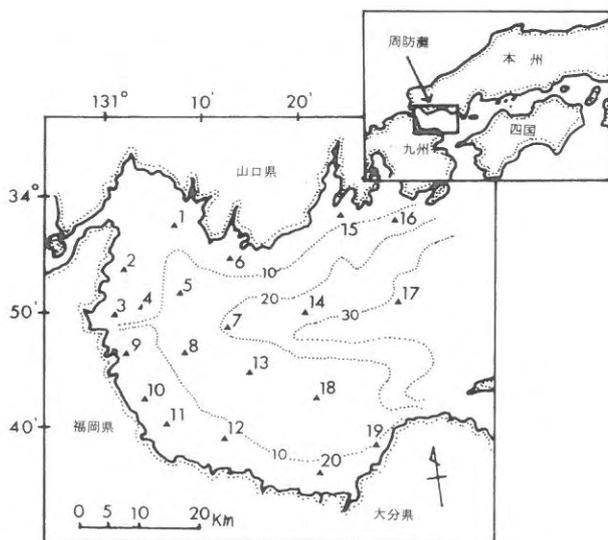


図1 調査海域（周防灘）と調査点
（図中の点線は水深（m）を示す）

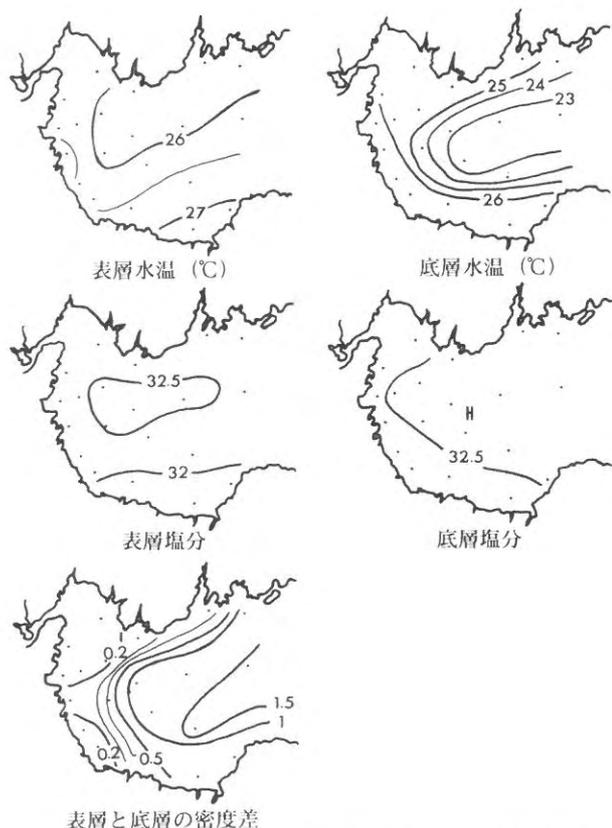


図2 観測時の水温、塩分および表層と底層の密度差の水平分布

水道から流入する外海水の影響を受ける灘東部で高い。密度差をみると、灘中央部で値が大きく、水深が小さくなるにしたがって密度差は小さくなっている。水深の大きな中央部で依然として成層しているものの、沿岸域では成層が崩壊しているのがわかる。図3には6月から9月の各月上旬に観測した底層のDO飽和度の水平分布を示す。6月には灘のほぼ全域で80%前後の値を示しており、7月の観測時に灘西部沿岸域でやや低い値がみられるものの、大部分の海域で70%以上の値であった。8月には大分県のやや沖合でDOの低下がみられ、9月の観測時には大分県沿岸域から灘中央部にかけて40%以下に低下している。

今年度の底層DOの分布の経時変化は昨年度の結果⁵⁾とはやや異なる。

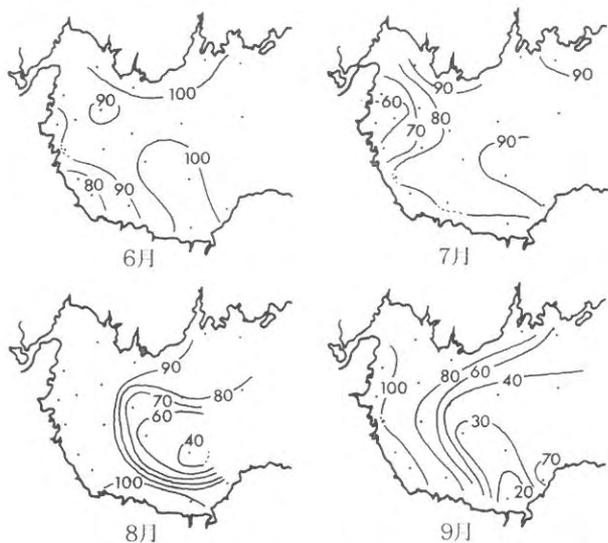


図3 各月上旬に観測した底層(海底上1m) DO濃度(%)

(2) 底質調査

底質(IL, COD, TS, MC)と測定時の泥温の水平分布を図4に示す。底質について分布の特徴をみると、いずれの項目においても灘南部・西部で高い値がみられ、これらの海域では分布域に多少の差異はみられるものの、泥分率では80%以上、強熱減量では8%以上、全硫化物濃度は0.5mgS/gdry以上、CODでは20mg/gdry以上の値を示している。このような分布の状況は昨年度の結果⁵⁾ともほぼ一致する。採泥時の泥温は、灘沿岸域で25℃以上、灘中央から東部にかけて23℃前後であった。

(3) 底生動物調査

マクロベントスの出現種は88種、平均密度は40.9個体

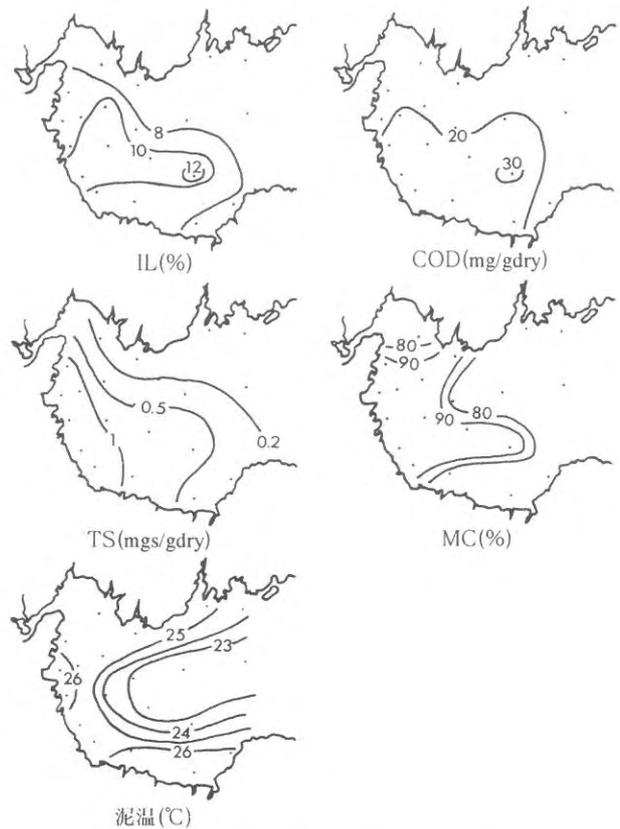


図4 底質の各測定値の水平分布

/0.1m²、湿重量で0.62g/0.1m²であり、これらの値は昨年度の調査結果⁵⁾とはほぼ同じである。主な出現種は、軟体類のシズクガイ(全出現個体数の11%)、多毛類の*Nephtys polybranchia*(8%)、*Paraprionospio* sp. Form B(8%)、紐形動物*NEMERTINEA* sp.(7%)であった。汚染指標種とされるシズクガイ、チヨノハナガイ及び*Paraprionospio* sp. Form Bの3種の個体数は全個体数の20%を占め、これは昨年(7%)⁵⁾より大きい。

底生動物の個体数、湿重量、多様度指数及びマクロベントス個体数に占める汚染指標種(シズクガイ、チヨノハナガイ、*Paraprionospio* sp. Form B)の個体数の割合の分布を図5に示す。個体数では外海水の影響を受ける灘北西部(関門海峡東口)と灘東部で50個体/0.1m²以上を示し、その他の海域では50個体/0.1m²以下で、特に灘西部の海域では10個体/0.1m²以下のところもみられた。湿重量の分布は個体数の分布とほぼ一致しており、個体数の多いところで湿重量も高い値を示していた。多様度指数の分布もほぼ個体数の分布と一致しており、灘北西部と東部で3以上であった。汚染指標種の占める割合は灘の西部・南部の沿岸域で大きかった。

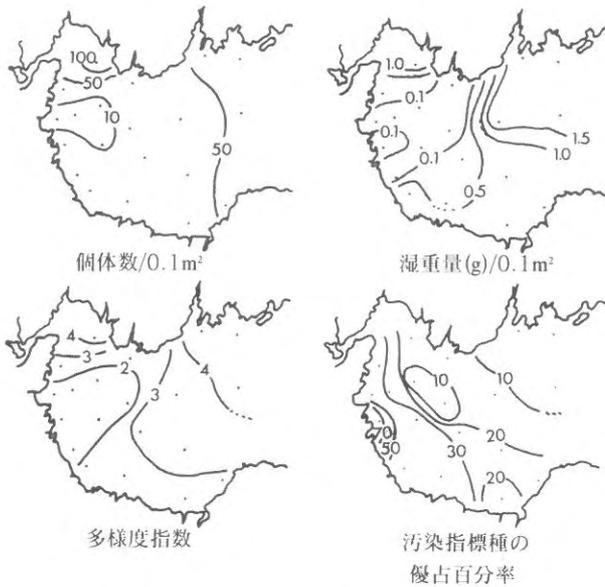


図5 マクロベントスの測定値の水平分布

考 察

表1に平成7年と8年の調査結果を示す。各測定項目の値は平均値と比較すると両年で大きな差は認められない。ただし、図6に示すように、平成7年には灘の南西部沿岸域でDOの低下がみられるのに対して、8年は灘南東部から東部の沖合で底層DOの低下がみられ、底層DOの分布に両年で大きな相違が見られた。表2には2ヶ年の測定結果を用いて計算した測定項目間の相関を示す。DOを除くと各項目間には相関が見られる。

DOと他の測定項目間には相関がみられなかった。図6に示したように、両年でDOの分布が大きく異なっていた。そこで、年毎に底層DO及びマクロベントスの多様度指数と底質との相関をみたのが表3である。両年も底質の各測定項目と多様度指数とは相関がみられるものの、DOとは相関はみられなかった。また、DOと多様度指数にも相関はみられなかった。このことから、周防灘では底層DOの酸素消費に果たす底泥の役割はかなり小さいものと考えられる。さらに、底生動物の生息と底層DOとは関係がみられず、周防灘での底生動物の分布は、底質と密接な関連をもっていると推察される。

参 考 文 献

- 1) 日本水産資源保護協会編(1980): 水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京, pp.256-257。
- 2) 日本水産資源保護協会編(1980): 水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京, pp.244-245。
- 3) 佐藤善徳・捧一夫・木全裕昭(1987): 浅海の底質の強熱減量測定法の改善, 東海区水研報, 123, 1-13。
- 4) 日本海洋学会編(1986): 沿岸環境調査マニュアル(底質・生物篇), 恒星社厚生閣, 東京, pp.31-32。
- 5) 日本水産資源保護協会(1996): 平成7年度漁場富栄養化対策事業底質環境評価実用化調査報告書, pp.5-13。

表1 平成7年度と8年度の測定結果

	ST	TS mg/gdry	泥分率 %	IL %	COD mg/gry	DO %	多様度	個体数 /0.1m ²	湿重量 g/0.1m ²
1995/09/5-6	1	0.20	68.2	8.99	13.3	54	2.55	83	2.07
	2	1.35	95.5	9.85	22.0	80	2.06	37	0.33
	3	1.32	96.6	10.38	25.9	34	2.48	52	1.95
	4	1.31	95.1	10.86	27.4	60	2.15	15	0.05
	5	0.78	94.4	11.12	26.2	45	2.77	25	1.00
	6	0.18	67.3	6.85	14.1	59	3.15	45	0.21
	7	0.69	88.6	10.47	28.1	59	3.23	59	0.42
	8	0.74	96.3	10.86	25.9	45	1.50	4	0.01
	9	1.81	98.7	12.09	32.3	63	0.65	12	0.01
	10	1.18	98.4	11.78	33.2	60	1.82	19	0.02
	11	1.01	98.0	11.48	33.4	63	1.30	33	0.04
	12	0.98	85.9	10.29	21.9	34	2.99	19	1.17
	13	0.42	92.8	9.95	22.4	54	2.89	51	0.32
	14	0.03	37.9	6.36	10.8	57	4.16	68	0.97
	15	0.00	13.4	1.85	4.0	63	3.51	41	0.62
	16	0.13	51.4	5.89	11.2	74	4.06	92	1.41
	17	0.10	42.1	5.83	10.8	62	3.63	72	1.14
	18	0.68	86.0	10.74	23.5	77	3.24	21	0.12
	19	0.34	64.1	9.33	17.3	60	3.19	46	0.14
	20	0.24	45.3	7.12	13.1	56	3.52	55	1.86
	AVG	0.67	75.7	9.10	20.8	57	2.74	42	0.69
	STD	0.52	24.9	2.56	8.3	11	0.91	23	0.69
	MIN	0.00	13.3	1.85	4.0	34	0.65	4	0.01
	MAX	1.81	98.6	12.09	33.4	80	4.16	92	2.07
1996/09/9-10	1	0.04	58.6	6.63	1.5	87	4.05	139	1.11
	2	1.13	98.8	9.97	18.0	68	2.95	47	0.30
	3	1.63	97.8	9.97	16.6	54	1.75	8	0.03
	4	1.18	99.4	9.92	20.1	51	1.91	8	0.03
	5	0.39	98.1	10.66	18.7	71	1.00	2	0.01
	6	0.07	90.8	7.04	12.3	86	2.31	16	0.06
	7	0.48	76.8	8.05	18.4	40	1.84	31	0.09
	8	0.87	97.1	11.11	23.0	71	1.92	5	0.04
	9	1.76	99.4	9.73	20.9	60	1.73	47	0.35
	10	1.17	98.9	11.23	24.2	82	1.68	16	0.06
	11	1.12	99.3	9.83	25.0	79	2.26	25	0.82
	12	0.98	70.1	9.10	21.8	92	2.37	38	0.28
	13	0.82	97.3	10.40	23.5	28	3.06	36	0.14
	14	0.27	65.9	7.75	21.4	34	3.44	28	1.58
	15	0.00	2.7	1.19	3.3	88	4.35	76	1.77
	16	0.00	12.0	2.76	2.9	54	4.33	96	1.71
	17	0.00	39.6	5.68	11.2	36	4.55	87	1.60
	18	0.75	98.6	12.13	31.0	24	3.51	33	0.85
	19	0.34	60.2	7.82	16.9	75	2.92	56	0.52
	20	0.28	55.2	7.84	21.3	14	2.84	24	0.99
	AVG	0.66	75.8	8.44	18.0	59	2.74	40	0.62
	STD	0.54	29.3	2.71	6.9	23	1.01	34	0.62
	MIN	0.00	2.66	1.19	2.9	14	1.00	2	0.01
	MAX	1.76	99.42	12.13	31.0	92	4.55	139	1.77

(DOは7, 8, 9月の各月測定値の最低値)

表2 2カ月の測定結果を用いて計算した相互相関係数

	TS	泥分率	IL	COD	DO	多様度指数	個体数
TS	—	0.760**	0.731**	0.710**	-0.049	-0.717**	-0.562**
泥分率	0.760**	—	0.935**	0.827**	0.014	-0.755**	-0.641**
IL	0.731**	0.935**	—	0.911**	-0.132	-0.698**	-0.609**
COD	0.710**	0.827**	0.911**	—	-0.279	-0.645**	-0.608**
DO	-0.004	-0.072	-0.164	-0.232	—	-0.090	0.147
多様度指数	-0.717**	-0.755**	-0.698**	-0.645**	-0.043	—	0.739**
個体数	-0.562**	-0.641**	-0.609**	-0.608**	0.191	0.739**	—

** : 1%水準で有意

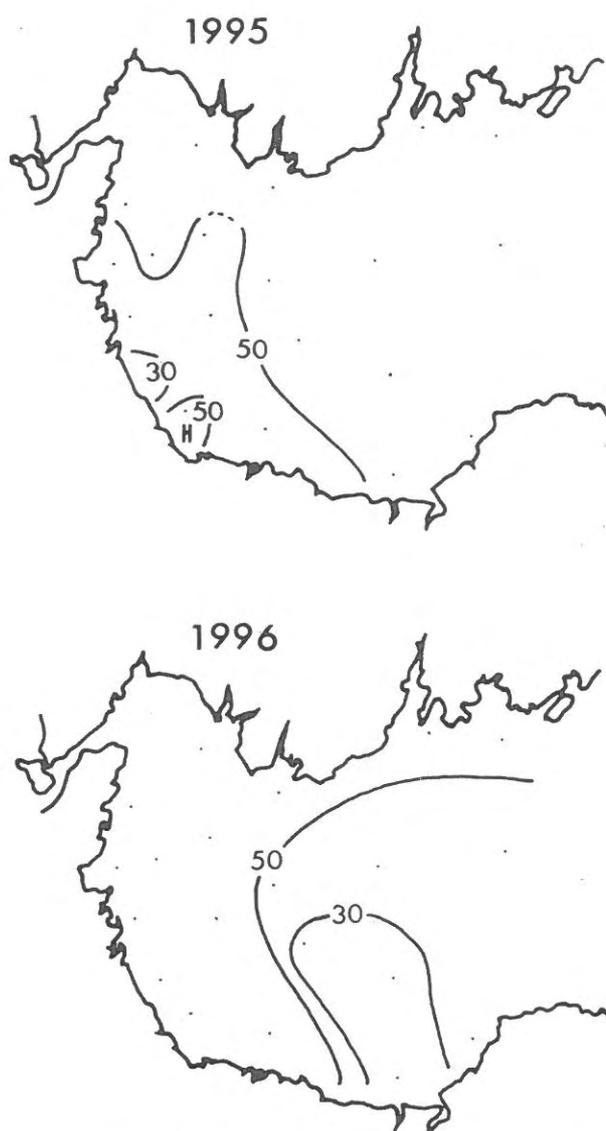


図6 平成7年と8年の夏季の底層DO(%)の比較

表3 年別の底層DO濃度及び多様度指数と底質の測定値との相関

	平成7年		平成8年	
	DO	多様度指数	DO	多様度指数
TS	-0.095	-0.810**	0.041	-0.637**
MC	-0.190	-0.740**	-0.024	-0.766**
IL	-0.204	-0.715**	-0.148	-0.695**
COD	-0.147	-0.782**	-0.308	-0.533**
DO		-0.081**		-0.173**

** : 1%水準で有意

* : 5%水準で有意