

赤潮防止対策事業*

—串本・古座地区浅海漁場環境調査—

上出 貴士・小川 満也・山内 信

目 的

串本・古座地区浅海漁場とその周辺海域で環境調査を実施し、赤潮多発期の海洋環境とプランクトン相を把握するとともに赤潮予察手法解明の基礎資料とする。

方 法

調査は図1に示す3定点で1998年5月から11月まで毎月1回行った。採水はバンドーン採水器を用い、表面、5 m、10 mと海底上1 mの4層で行った。調査項目と分析方法は以下に記す。なお、栄養塩類の測定に関してはトラックス 800 を使用した。

水温：棒状水銀温度計

塩分：オートラブ社製サリノメーター

透明度：セッキ板

溶存酸素：ウインクラーアジ化ナトリウム変法

クロロフィル a：吸光度法

$\text{NH}_4\text{-N}$ ：インドフェノール改良法

$\text{NO}_2\text{-N}$ ：ジアド化法

$\text{NO}_3\text{-N}$ ：Cdカラムにより $\text{NO}_2\text{-N}$ に還元

$\text{PO}_4\text{-P}$ ：ストリックランドパーソンズ法

プランクトンは採水した海水 0.05ml 中の全種類を2回計数した。

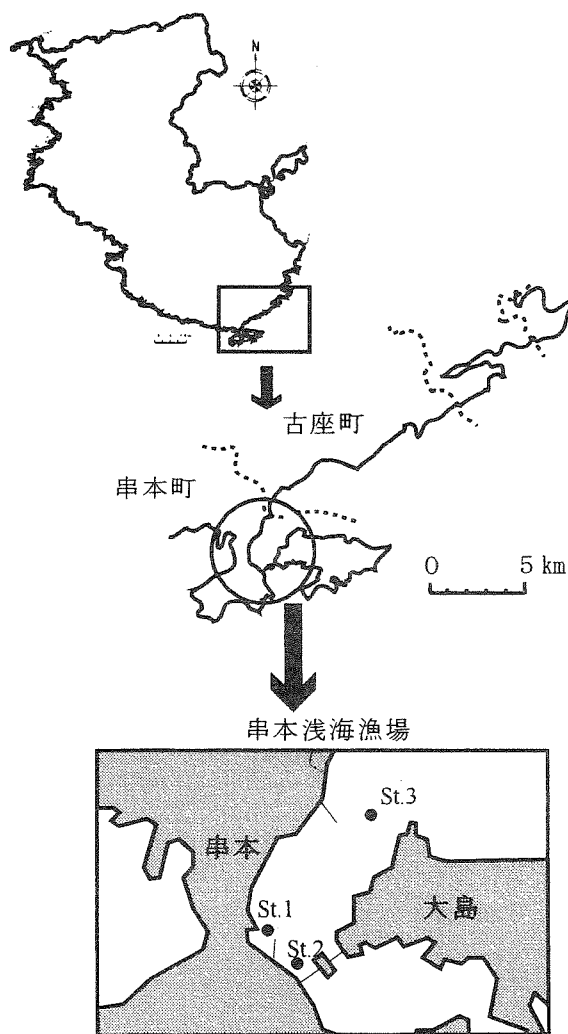


図1 調査水域と調査定点

結 果

環境調査

調査した観測項目のうち表面・海底上1 mの2層について、月別の3定点の平均値と1990～1997年の平均値を図2に示す。

水温は表・底層とも平均値より高めで推移し、特に6月は平均値よりも表層で2.7℃、底層で3.9℃と大幅に高くなった。塩分は表・底層ともに平年並みで推移した。酸素飽和度は総じて高く推移した。クロロフィル a は表層では概ね高めで推移した。

* 赤潮貝毒監視事業費による。

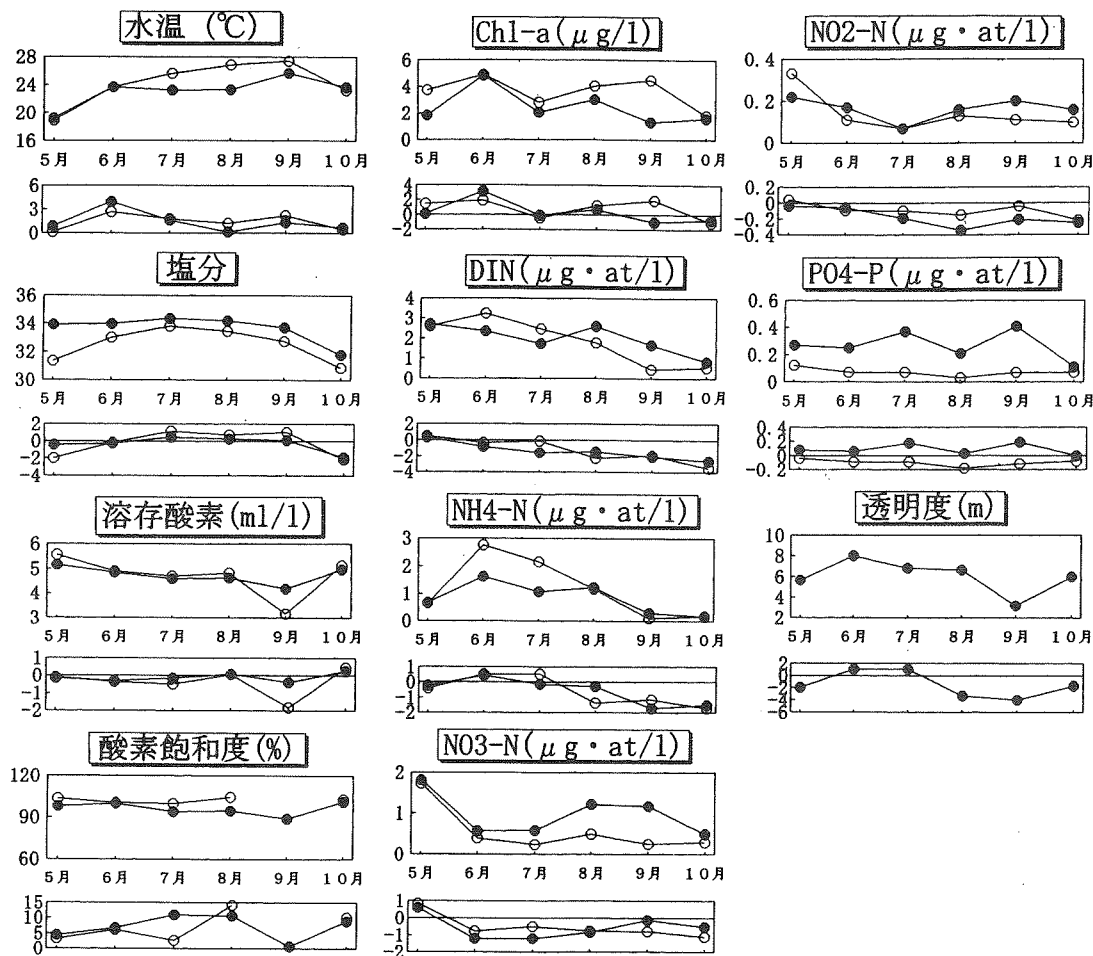


図2 串本浅海漁場とその周辺水域における観測項目の推移
表層 (○) と低層 (●) の1998年の値と'90～'97年の平均値との差を示す。

DINは総じて平均値より低めで推移したが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は6、7月に平均値よりも高くなった。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は総じて低めであった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は表層で低め、底層は高めで推移した。透明度は6、7月は平均値より若干高くなったが、他の月は低く推移した。

植物プランクトン相調査

St.1～3の全珪藻類の推移および表層のDIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移を図3に示した。

St.1は7、8月と他の2定点に比べ最も細胞密度が高かった。この定点はDIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ともに他の定点より際だって高くはないが、串本港内に位置し、海水の流動が少ないことが影響して珪藻類の増加を助長したと思われる。St.2は9月に最も細胞密度が高くなっている。この定点は養殖漁場の奥に位置し、海水の動きが少ない海域である。また、魚類養殖によって海水へ付加される栄養塩類も豊富で特に、DINは6、7月、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は6、7、9、10月に他の2点に比べて高い値を示した。St.3は珪藻類が他の2定点より総じて低い密度で推移した。特に、DINが $1.38 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は $0.05 \mu\text{g}\cdot\text{at}/\text{l}$ 以下と3定点中最も低く、これらのことが、珪藻類の低密度に影響していると思われる。

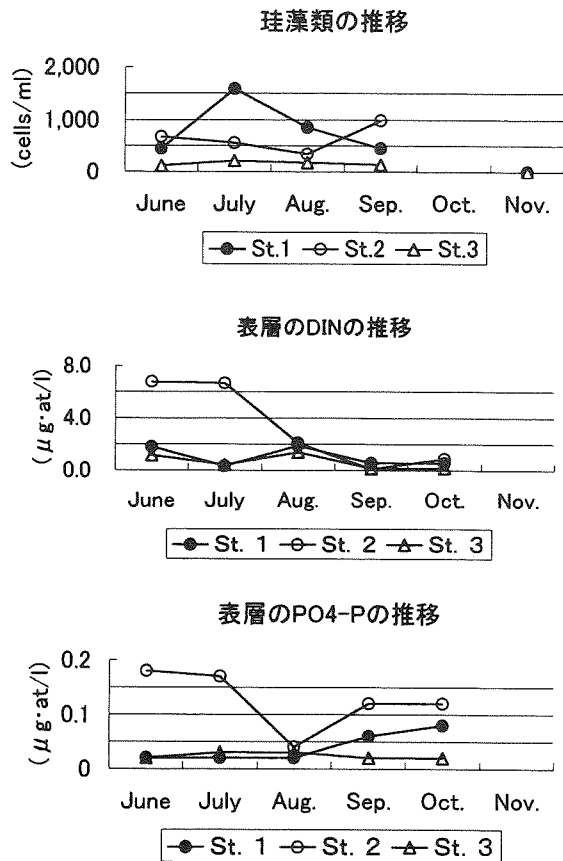


図3 表層のプランクトン（珪藻類）と主な栄養塩類の推移

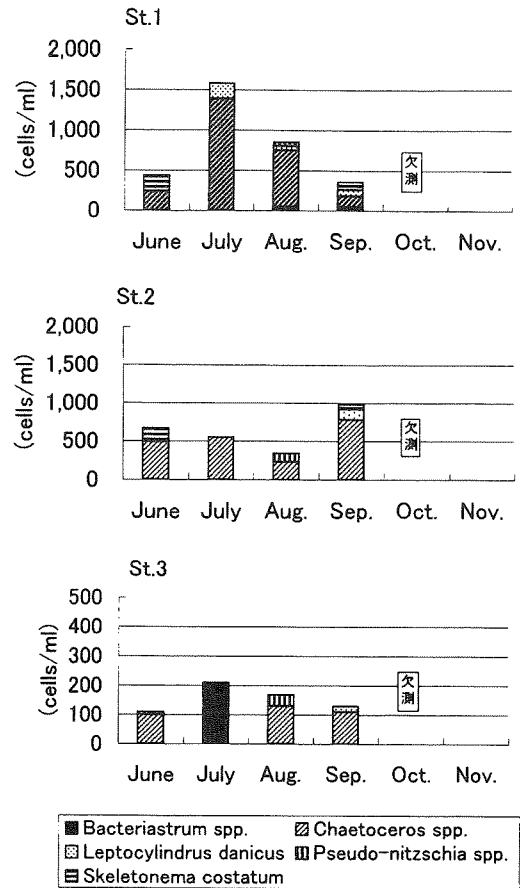


図4 主要珪藻類の推移
St.1～3の表層でみられた主要な5つの属または種について示す

次に、各定点での珪藻類の種組成について図4に示した。ここでは最も多く出現する5つの属について検討した。

各定点とも *Chaetoceros spp.* が優占していた。St.1では6月に *Skeletonema costatum*、7月に *Leptocylindrus danicus* が *Chaetoceros spp.* に次いで多くみられた。9月は *Chaetoceros spp.*、*S. costatum*、*L. danicus* がほぼ同密度みられた。St.2では6月に *S. costatum*、8月に *Pseudonitzschia spp.*、9月に *L. danicus* が *Chaetoceros spp.* に次いで多くみられた。St.3は250cells/ml以下で推移したが、7月は *Bacteriastrum spp.* が珪藻類中の全出現数を占めていた。

3定点とも *Chaetoceros spp.* が全調査期間を通じて優占傾向であったが、*Chaetoceros spp.* に次ぐ優占種についても各定点間で類似する傾向があった。例えばSt.1、2で6月に *S. costatum*、St.1～3で8月に *Pseudonitzschia spp.*、9月に *L. danicus* が多くみられるなど、珪藻類の分布に連続性がみられた。

和歌山県下の赤潮発生状況

1998年の和歌山県下における赤潮発生件数を図5に示す。発生件数は8件で昨年の22件を大きく下回った。

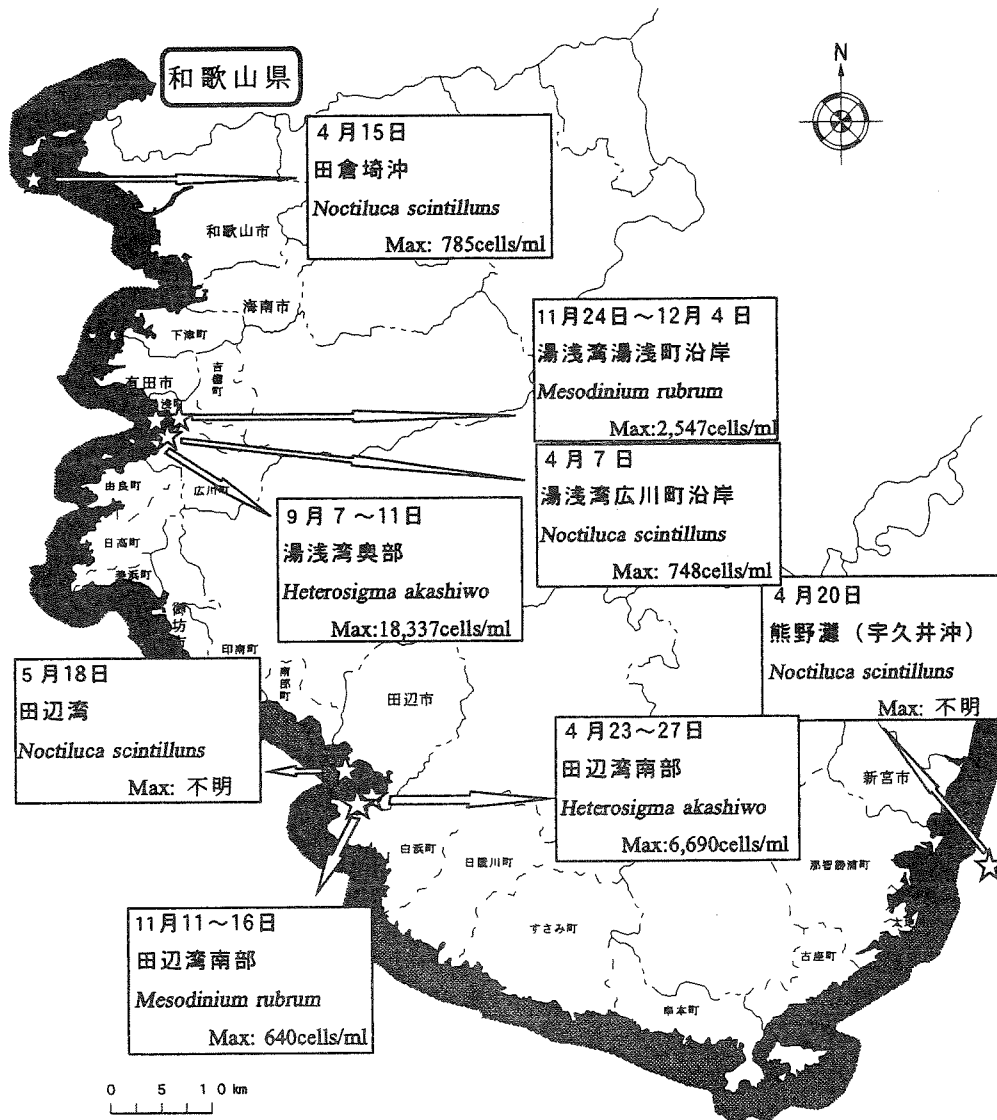


図5 和歌山県下の赤潮発生状況 (1998.1～12月)

4月に *Noctiluca scintillans* の赤潮が、北部の田倉崎沖や湯浅湾、熊野灘の宇久井沖など各地で見られた。しかし、着色は局所的であり、漁業被害はなかった。

田辺湾では4月23～27日に細野浦を中心とした湾南部で *Heterosigma akashiwo* が赤潮を形成し、最高6,690cells/mlに達した。水温は20.1～20.5℃(表層)で、*Prorocentrum triestinum* や *Chaetoceros spp.* が多く混在していた。また、湯浅湾奥でも9月7～11日にかけて *H.akashiwo* が赤潮になった。最高細胞密度は18,337cells/mlで、ハマチ・ヒラマサなど約200尾を斃死させる漁業被害を出した。

11月11～16日には細野浦を中心に田辺湾南部で *Mesodinium rubrum* (最高細胞密度640cells/ml) が赤潮を形成した。11月24日～12月4日には湯浅湾でも同種が赤潮になり、最高細胞密度は2,547cells/mlになった。

付表1 気象海象観測結果

10年 5月 6日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透明度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:50	c		E	3	15.0	5.0		0	18.7	31.818
			↓								5	18.7	31.912
			10:05								10	18.9	33.477
											B-1	18.9	34.031
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	10:10	c		E	3	20.0	6.0		0	18.8	31.826
			↓								5	18.7	32.385
			10:25								10	18.9	33.361
											B-1	19.0	34.062
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	11:00	c		E	4	20.0	6.0		0	19.2	30.333
			↓								5	19.3	32.919
			11:15								10	19.7	33.394
											B-1	19.6	33.656

10年 6月 2日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:25	r		E	2	16.0	5.0		0	23.7	33.098
			↓								5	24.1	33.655
			9:40								10	23.9	33.831
											B-1	23.9	34.008
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	9:50	r		E	2	21.0	6.0		0	23.7	33.363
			↓								5	23.7	33.465
			10:00								10	23.6	33.636
											B-1	23.3	33.798
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	10:25	r		E	1	22.0	13.0		0	23.6	32.572
			↓								5	24.4	34.072
			10:40								10	24.4	34.177
											B-1	23.7	34.146

10年 7月 8日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透明度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:40	bc		NW	3	15.0	4.7		0	26.2	33.576
			↓								5	25.1	33.934
			9:50								10	24.5	34.106
											B-1	23.9	34.263
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	9:55	bc		NW	3	18.0	5.5		0	25.5	33.816
			↓								5	24.8	34.025
			10:05								10	24.3	34.147
											B-1	23.4	34.352
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	10:40	bc		NW	3	20.0	10.3		0	25.1	34.035
			↓								5	24.9	34.034
			10:55								10	24.0	34.235
											B-1	22.4	34.506

10年 8月 7日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透明度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:30 ↓ 9:45	bc		NW	2	14.0	5.0		0	26.8	33.397
											5	26.0	33.648
											10	25.3	33.893
											B-1	24.5	34.096
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	9:50 ↓ 10:00	bc		NW	2	19.0	7.0		0	26.6	33.634
											5	25.9	33.628
											10	24.9	33.876
											B-1	23.5	34.143
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	10:30 ↓ 10:40	bc		NW	2	18.0	8.0		0	26.9	33.379
											5	26.2	33.639
											10	23.3	34.195
											B-1	21.8	34.420

10年 9月 2日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透明度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:30 ↓ 9:40	c		NE	1	15.0	3.5		0	27.4	33.021
											5	27.3	33.159
											10	26.8	33.366
											B-1	26.1	33.581
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	9:45 ↓ 10:00	c		NE	1	19.0	3.0		0	27.4	33.011
											5	27.3	33.165
											10	26.8	33.424
											B-1	25.6	33.703
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	10:35 ↓ 10:40	c		NE	1	18.0	3.0		0	27.3	32.260
											5	27.3	33.109
											10	26.8	33.470
											B-1	25.3	33.868

10年10月12日

St.	緯度	経度	観測時刻	天候	雲量	風向	風力	水深	透明度	水色	観測層 m	W.T.	Sal.
1	33° 27' 24"	135° 47' 25"	9:35 ↓ 9:45	c		E		16.0	6.0		0	23.1	30.891
											5	23.2	30.950
											10	23.4	31.213
											B-1	23.7	32.224
2	33° 27' 63"	135° 47' 54"	9:50 ↓ 10:05	c		E		20.0	6.0		0	23.2	30.880
											5	23.4	31.162
											10	23.4	31.218
											B-1	23.4	31.335
3	33° 29' 11"	135° 48' 45"	10:40 ↓ 10:51	c		E		20.0	6.0		0	23.3	30.795
											5	23.4	30.913
											10	23.6	31.464
											B-1	23.8	31.814

付表2 水質分析結果

10年 5月 6日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.50	102.0	1.04	0.32	2.42	3.78	0.12	5.49
	5	5.46	101.3	0.23	0.30	2.40	2.93	0.15	5.31
	10	5.13	96.4	0.73	0.26	2.25	3.24	0.24	2.47
	B-1	5.14	97.0	0.66	0.28	2.57	3.51	0.30	2.06
2	0	5.51	102.3	0.63	0.26	1.68	2.57	0.15	3.60
	5	5.25	97.6	1.32	0.27	2.11	3.70	0.23	3.90
	10	5.23	98.3	1.22	0.28	2.43	3.94	0.28	2.68
	B-1	4.99	94.2	1.03	0.27	2.36	3.66	0.42	1.77
3	0	5.70	105.8	0.28	0.12	1.05	1.46	0.08	2.11
	5	5.52	104.2	0.57	0.12	0.84	1.53	0.11	1.96
	10	5.46	104.0	-	-	-	-	-	1.27
	B-1	5.37	102.4	-	-	-	-	-	1.66

10年 6月 2日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.10	104.4	1.19	0.08	0.52	1.79	0.02	7.47
	5	4.70	97.1	1.14	0.07	0.46	1.67	0.19	4.79
	10	4.69	96.8	1.41	0.11	0.72	2.23	0.27	3.52
	B-1	4.46	92.1	2.63	0.16	0.91	3.70	0.56	2.52
2	0	4.39	89.9	6.23	0.13	0.40	6.77	0.18	4.59
	5	3.74	76.6	9.39	0.12	0.85	10.37	0.36	4.75
	10	4.27	87.5	6.59	0.09	0.33	7.01	0.34	3.35
	B-1	5.00	101.9	1.23	0.09	0.55	1.88	0.09	3.06
3	0	5.24	106.7	0.83	0.08	0.23	1.15	0.02	1.03
	5	5.09	106.1	0.76	0.11	0.11	0.98	0.03	0.68
	10	5.08	105.8	0.75	0.56	0.00	1.31	0.03	0.71
	B-1	5.10	105.0	1.00	0.25	0.21	1.45	0.05	1.60

10年 7月 8日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.06	108.3	0.13	0.08	0.10	0.31	0.02	4.36
	5	5.04	106.3	0.14	0.05	0.13	0.32	0.07	4.03
	10	4.89	102.0	0.40	0.04	0.30	0.74	0.11	3.94
	B-1	4.52	93.4	1.14	0.06	0.56	1.75	0.32	3.13
2	0	3.97	84.2	6.16	0.11	0.37	6.65	0.17	3.36
	5	4.46	93.5	2.20	0.05	0.20	2.46	0.23	3.11
	10	4.81	100.1	1.03	0.03	0.17	1.23	0.20	2.21
	B-1	4.19	85.9	1.93	0.13	0.97	3.03	0.70	1.11
3	0	5.06	106.6	0.18	0.01	0.23	0.42	0.03	0.70
	5	5.08	106.8	0.23	0.01	0.13	0.37	0.02	0.70
	10	5.16	106.8	0.20	0.01	0.14	0.35	0.05	0.74
	B-1	5.07	102.2	0.18	0.02	0.22	0.42	0.08	1.99

10年 8月 7日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	4.77	103.1	1.08	0.27	0.53	1.88	0.02	6.14
	5	4.64	99.1	1.44	0.15	0.48	2.07	0.08	5.92
	10	4.54	96.0	1.27	0.14	0.60	2.01	0.11	6.54
	B-1	4.44	92.7	1.61	0.17	1.40	3.18	0.22	4.08
2	0	4.70	101.4	1.69	0.08	0.33	2.09	0.04	3.92
	5	4.14	88.3	5.74	0.11	0.30	6.15	0.30	4.61
	10	4.58	96.1	2.92	0.10	0.48	3.50	0.21	4.56
	B-1	4.73	96.9	1.19	0.15	0.79	2.13	0.20	2.90
3	0	5.03	108.9	0.78	0.03	0.57	1.38	0.03	2.11
	5	5.07	108.6	0.54	0.03	0.09	0.66	0.02	2.27
	10	5.06	103.4	0.61	0.05	0.09	0.76	0.05	4.01
	B-1	4.72	94.0	0.91	0.15	1.44	2.50	0.17	2.09

10年 9月 2日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	-	-	-	0.16	0.39	0.56	0.07	6.40
	5	4.13	90.0	-	0.21	1.08	1.29	0.16	5.63
	10	3.99	86.2	0.14	0.25	1.57	1.96	0.31	4.03
	B-1	4.02	85.9	0.63	0.25	1.48	2.36	0.48	1.71
2	0	4.45	96.9	0.31	0.12	0.23	0.66	0.12	5.02
	5	3.90	85.0	2.66	0.21	0.78	3.64	0.21	4.95
	10	4.12	89.0	2.84	0.18	0.88	3.90	0.32	2.71
	B-1	4.07	86.3	0.27	0.20	1.46	1.93	0.59	1.32
3	0	5.06	109.7	-	0.04	0.09	0.14	0.02	1.99
	5	4.94	107.4	-	0.04	0.06	0.17	0.02	2.63
	10	4.66	100.8	-	0.06	0.24	0.30	0.06	2.84
	B-1	4.49	94.9	-	0.14	0.56	0.71	0.15	0.90

10年10月12日

St.	観測層 m	DO		NH ₄ -N μ g-at/l	NO ₂ -N μ g-at/l	NO ₃ -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO ₄ -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.14	102.8	0.08	0.11	0.40	0.59	0.07	2.03
	5	5.16	103.5	-	0.10	0.31	0.41	0.08	2.73
	10	5.03	101.4	-	0.11	0.41	0.53	0.09	2.23
	B-1	4.86	98.9	0.52	0.25	0.89	1.66	0.19	1.69
2	0	4.96	99.4	0.45	0.11	0.31	0.87	0.12	2.01
	5	4.70	94.7	0.93	0.12	0.34	1.39	0.11	1.93
	10	5.04	101.5	0.17	0.10	0.31	0.58	0.06	1.92
	B-1	4.91	99.0	0.25	0.13	0.39	0.77	0.10	1.63
3	0	5.31	106.5	-	0.07	0.12	0.19	0.02	1.52
	5	5.24	105.3	-	0.07	0.11	0.18	0.01	1.42
	10	5.29	107.0	-	0.07	0.13	0.21	0.03	1.20
	B-1	5.18	105.4	-	0.10	0.19	0.28	0.05	1.41

付表3 プランクトン調査結果（単位 cells/ml）

10年 6月 2日

種名	St.	1	2	3
<i>Skeletonema costatum</i>		200	150	
<i>Chaetoceros dydymum</i>		110		
<i>C. spp.</i>		130	490	100
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>			30	10
<i>Prorocentrum triestinum</i>		10		
<i>Gymnodinium sp.</i>		10	10	
<i>Gyrodinium sp.</i>		10		
<i>Katodinium glaucum</i>			10	
小型渦鞭毛藻		180	170	110
繊毛虫類		10	10	

10年 7月 8日

種名	St.	1	2	3
<i>Leptocylindrus danicus</i>		190		
<i>Chaetoceros sp.</i>		610	190	
<i>C. sp.</i>		10		
<i>C. sp.</i>		570	360	
<i>C. sp.</i>		30		
<i>C. sp.</i>		80		
<i>C. sp.</i>		90		
<i>Bacteriastrum sp.</i>				210
小型鞭毛藻類		20		10

10年 8月 7日

種名	St.	1	2	3
<i>Leptocylindrus danicus</i>		50		
<i>Chaetoceros compressum</i>		140		
<i>Chaetoceros holsaticum</i>			170	90
<i>C. affine</i>		160		
<i>C. atlanticum</i>		190		40
<i>C. sp.</i>		50		
<i>C. sp.</i>		60		
<i>C. sp.</i>		40		
<i>C. sp.</i>		60		
<i>C. sp.</i>			60	
<i>Bacteriastrum sp.</i>		50		
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>		50	110	40
<i>Gymnodinium simplex</i>			10	10
<i>Katodinium glaucum</i>		10		

10年 9月 2日

種名	St.	1	2	3
<i>Skeletonema costatum</i>		100	40	
<i>Leptocylindrus danicus</i>		80	140	20
<i>Thalassiosira sp.</i>		90		
<i>Chaetoceros compressum</i>			290	50
<i>C. spp.</i>		130	490	60
<i>Bacteriastrum sp.</i>		50		
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>			20	
<i>Prorocentrum micans</i>		10		
<i>Katodinium glaucum</i>			10	
小型渦鞭毛藻類		80	40	

10年11月 9日

種名	St.	1	2	3
ユーグレナ藻の1種		40		
<i>Trodinium sp.</i>				10
<i>Katodinium sp.</i>				10
<i>Gymnodinium sp.</i>				30
小型渦鞭毛藻類		10	20	30