

# 赤潮防止対策事業\*

—串本・古座地区浅海漁場—

上出 貴士・小久保友義・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、赤潮多発期の環境構造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。また、県下での赤潮発状況についても記述し、今後の資料とする。

## 方 法

調査は図1に示す3定点で1999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、水深5m、10mと海底上1mの4層で行った。調査項目と分析方法は以下に記す。

水温：棒状水銀温度計

塩分：ヨーカル社製601MKⅢサリノメーター

透明度：セッキ板

溶存酸素：ウィンクラーアジ化ナトリウム変法

クロロフィルa：吸光法

NH<sub>4</sub>-N：インドフェノール改良法（トラック800）

NO<sub>2</sub>-N：チアド化法（同上）

NO<sub>3</sub>-N：CdカラムによりNO<sub>2</sub>-Nに還元（同上）

PO<sub>4</sub>-P：ストリックランドパーソンズ法（同上）

プランクトン相：採水した海水0.05ml中の全種類を2回計数

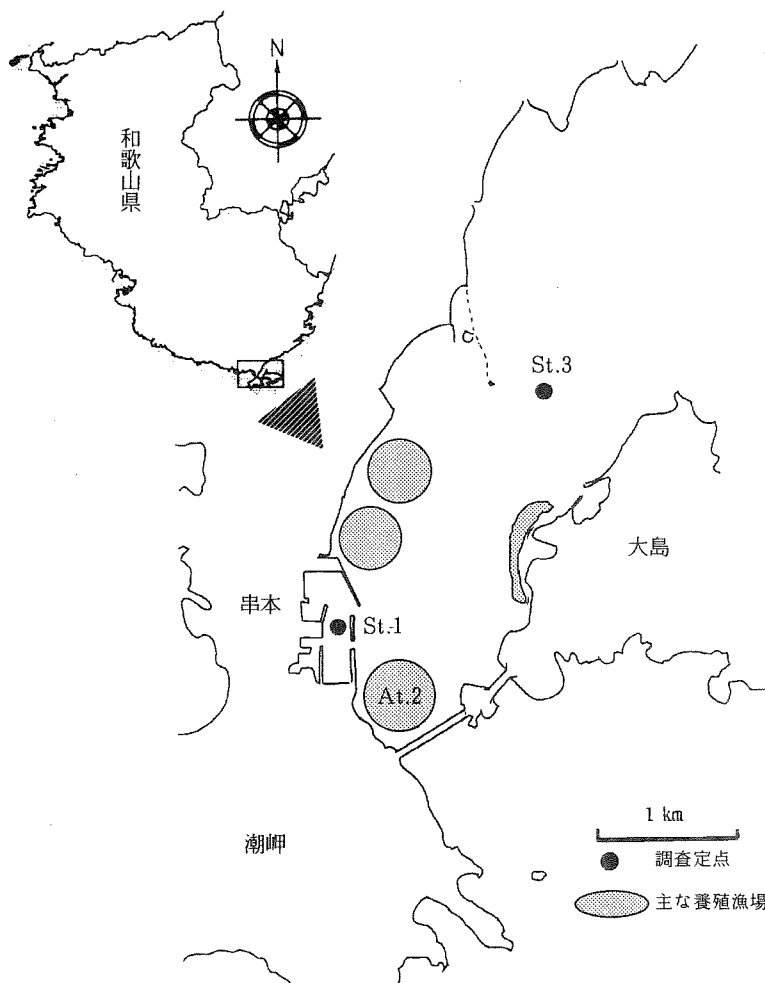


図1 調査定点

\* 赤潮貝毒監視事業費による。

## 結 果

### ・環境調査

調査した観測項目のSt. 2 および 3 の表層の値を1989~1998年の平均値との差を対比して図2に示した。

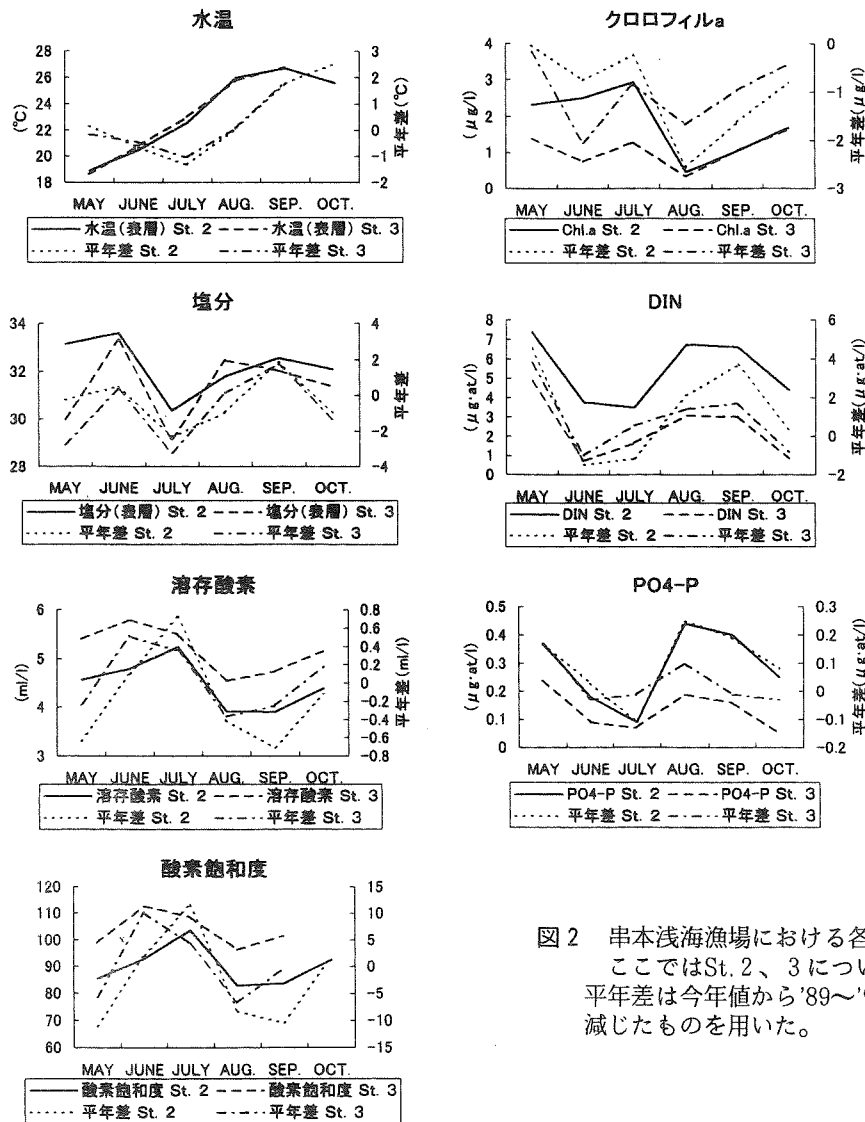


図2 串本浅海漁場における各観測項目の推移  
ここではSt. 2、3について示した。  
平年差は今年値から'89~'98年の平均値を  
減じたものを用いた。

水温は5~6月は低めで推移することが多く、特に7月はSt. 2で1.3℃、St. 3で1.1℃平均値よりも低くなった。一方で8月以降は高めで推移して9月はSt. 2、3とも平均値より1.8℃高くなった。特に10月はSt. 2で平均値よりも2.5℃と大幅に高くなった。

塩分濃度はSt. 2がSt. 3に比べ高く推移する傾向があった。7月は両定点ともに平均値よりも2.36、3.25と大幅に低下したが、これは降雨による影響が直接現れたものである。

溶存酸素はSt. 2が3.50~5.25ml/l、St. 3が4.50~5.80ml/lで推移し、外海のSt. 3が終始高い値となった。両定点ともに5月は低め、6~7月は高め、8~9月は低め、10月はSt. 2は低め、St. 3は高め

であった。酸素飽和度もSt. 2がSt. 3より低い傾向で推移した。

クロロフィルaはSt. 2がSt. 3より高い傾向で推移したが、両定点とも平均値よりもかなり低めであった。特に8月はSt. 2で2.56  $\mu\text{g}/\text{l}$ 、St. 3で1.67  $\mu\text{g}/\text{l}$ と平均値よりも大幅に低かった。

DIN ( $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の和)はSt. 2がSt. 3を大きく上回る値を示した。6月などに平均値を下回ることもあったが、例年より高い傾向で推移した。PO<sub>4</sub>-PもDIN同様にSt. 2がSt. 3より高い傾向で推移したが、St. 3は6~7、9~10月と平均値を下回ることが多かった。一方、St. 2は7月に平年差がマイナスになったが他は平均値よりも高く推移した。

外海側のSt. 3に比べてSt. 2の方がDOが低く、クロロフィルa、DIN、PO<sub>4</sub>-Pが高く推移したが、これは養殖漁場奥に位置することもあり、養殖筏とそこから垂下されている網などの存在から海水の流動が不活発であると考えられ、また、そのことが海上からの投餌などによる汚染負荷と相まって、この海域の富栄養化を助長しているものと考えられる。

・植物プランクトン相調査

St. 1~3までの全珪藻類の推移及び表層のDIN、PO<sub>4</sub>-Pの推移を図3に示した。

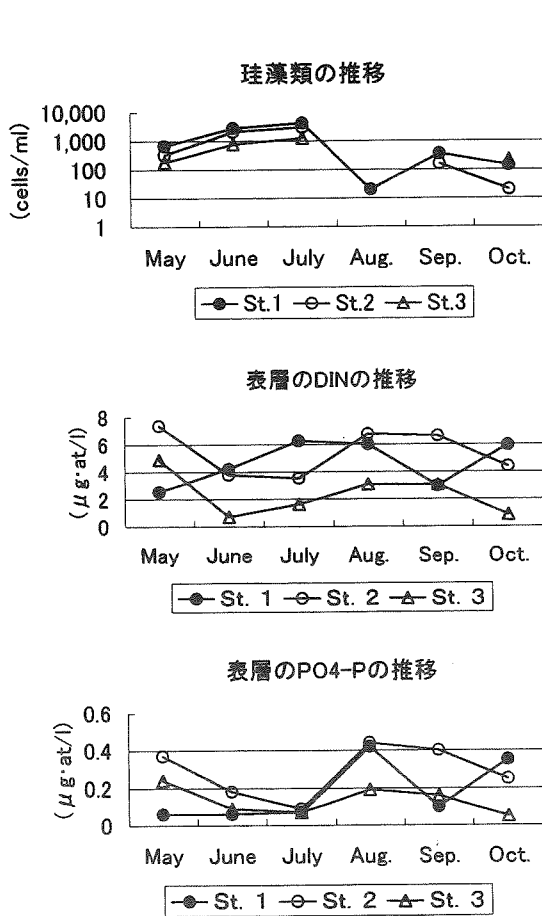


図3 珪藻類、表層のDIN及び表層のPO<sub>4</sub>-Pの推移

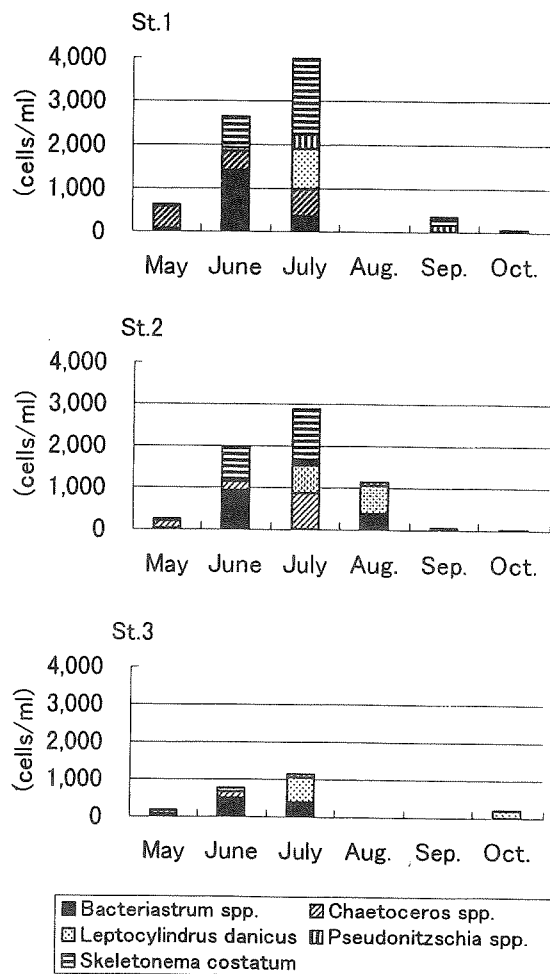


図4 各定点における主要珪藻類の推移

調査海域では全珪藻類の細胞密度は5~7月にかけて増加し、7月に全定点で $10^3$ cells/ml以上になった。その後急激に減少し、8~10月は $10^3$ cells/ml以下で推移した。定点別にみるとSt.1で最も多く、St.2、3の順に密度が低くなった。

DINはSt.3でSt.1、2に比べて低く推移することが多かった。St.1、2で8月以降高い値となるが、これは珪藻類が減少して、DINが珪藻類に取り込まれなくなったものと推察される。

$PO_4$ -Pは6、7月と各点で低レベルとなり、8、9、10月は多めで推移するという傾向を示し、珪藻類との関係が顕著に出ていた。すなわち、5~7月は珪藻の増殖に伴い $PO_4$ -Pが珪藻に消費されて減少し、8月以降は珪藻類の大幅な減少により、消費される量が減ったため増加したと考えられる。

次に、珪藻類の構成についてみる。図4に珪藻類を主要な5つの属に区分して、その組成を示した。終始*Chaetoceros spp.*が卓越していた昨年度<sup>1)</sup>とは異なり、多様性のある組成を示していた。5月は各定点で*Chaetoceros spp.*が最も多数を占めていたが、6月は*Bacteriastrum spp.*が優占し、次いで*Pseudonitzschia spp.*が占めた。7月は*Skeletonema costatum*が優占し、次いで*Leptocylindrus danicus*が占めた。ただし、St.3では6、7月とも*S. costatum*の割合が低くなっており、この時の*S. costatum*の分布は湾の内側を中心として分布していたと思われる。8月は急激に珪藻類が減少してSt.1、3では主要種の出現は認められなかったが、St.2では*L. danicus*が優占し、*Bacteriastrum spp.*がこれに次いだ。9、10月はSt.1、2で*Pseudonitzschia spp.*が多数を占め、St.3では10月に*L. danicus*が優占した。

このようにSt.1~3では種組成に類似性がみられ、これら海域の連続性が示唆された。しかし、St.3ではしばしば湾奥で優占している種がみられないこともあり、距離的に離れ、海水の流動が活発なこの海域は内側と異なるプランクトン組成を示すこともある。

#### ・和歌山県下の赤潮発生状況(図5)

1999年は県下全域で合計8件の赤潮形成があり、昨年と同年数であった。

海域別でみると西部海岸(和歌山市~串本町の潮岬以西)では4件、熊野灘で4件の発生となっている。

*Noctiluca scintillans*が和歌浦湾から湯浅湾(5月10~11日)、田辺湾沖合(4月21日)、太地漁港内(7月21日)と春から夏にかけて県下各地でみられた。秋には田辺湾南部の細野浦を中心として*Prorocentrum triestinum*の赤潮がみられた。

浦神湾では1月に*Gymnodinium sanguineum*赤潮が、7月19日には*Gymnodinium sp.*、*Chaetoceros spp.*、*Gonyaulax sp.*の複合赤潮がみられた。

また、6月9日に新宮市三輪崎湾内で緑藻綱単細胞生物の1種による赤潮形成があったが、原因種が微細であり、かつ半日程度の短期間で消滅したため、種名までの特定には至らなかった。

なお、赤潮発生による漁業被害はみられなかった。

1) 上出貴士・小川満也・山内 信、2000：赤潮防止対策事業-串本古座地区浅海漁場環境調査-。平成11年度和歌山水試事業報告、63-72。

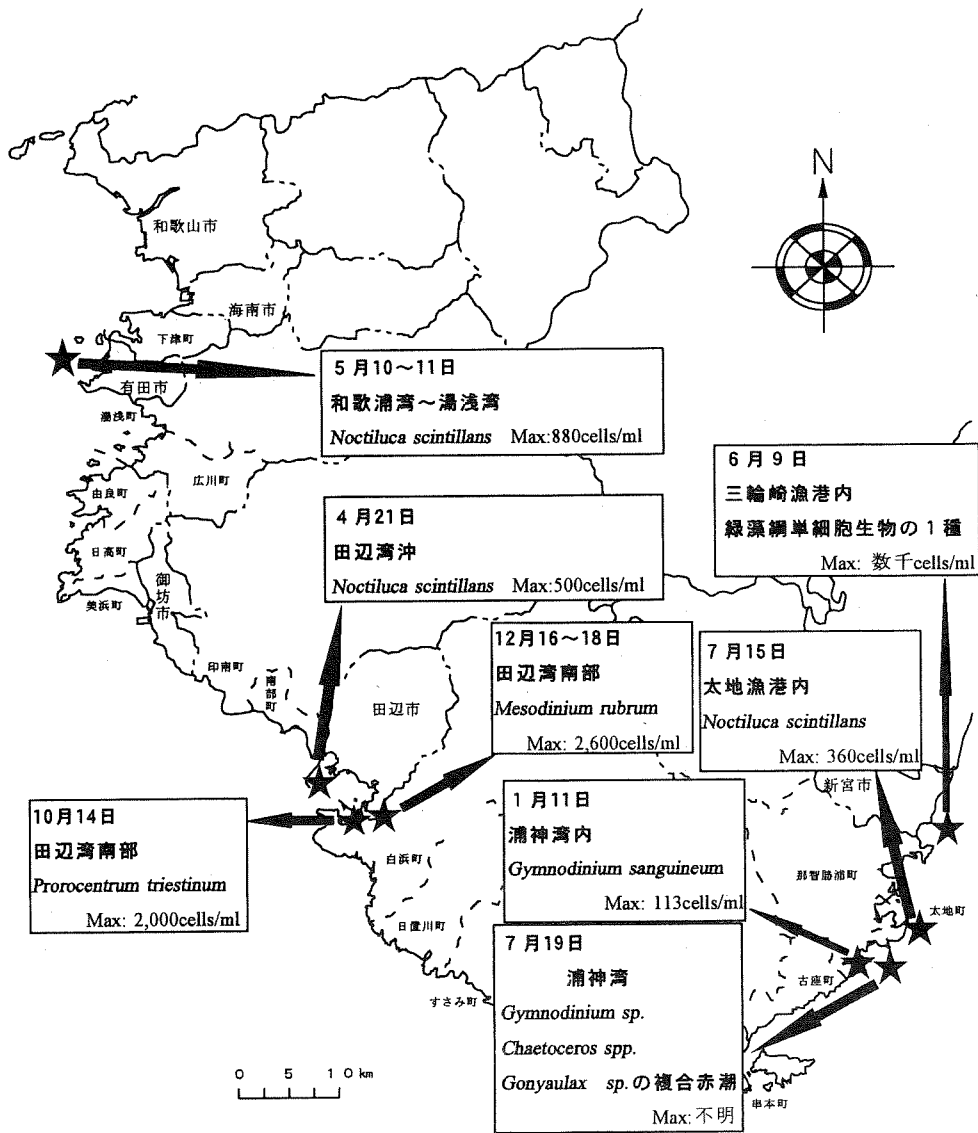


図5 1999年における赤潮発生状況

付表1 気象海象観測結果

99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	9:20 ↓ 9:28	b		W	3	14.0	3.5		0	18.9	32.668
											5	18.6	34.201
											10	18.2	34.487
											B-1	17.7	34.521
2	33.27.63	135.47.54	9:30 ↓ 9:41	b		W	3	21.0	4.5		0	18.9	33.153
											5	18.4	34.121
											10	18.2	34.453
											B-1	17.9	34.536
3	33.29.11	135.48.45	10:20 ↓ 10:35	b		W	3	23.0	2.5		0	18.6	29.981
											5	18.3	34.049
											10	17.8	34.455
											B-1	17.6	34.540

99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	9:35 ↓ 9:42	bc		W	1	18.0	4.5		0	20.7	32.787
											5	19.7	33.848
											10	19.4	34.129
											B-1	19.3	34.198
2	33.27.63	135.47.54	9:45 ↓ 10:00	bc		W	1	17.0	5.0		0	20.5	33.615
											5	19.8	33.905
											10	19.5	34.072
											B-1	19.4	34.150
3	33.29.11	135.48.45	10:25 ↓ 10:40	bc		W	1	24.0	7.0		0	20.8	33.315
											5	19.6	33.980
											10	18.6	34.305
											B-1	17.6	34.544

99年 7月 9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 ↓ 9:38	b		SE	1	15.0	4.0		0	22.6	30.198
											5	22.4	30.661
											10	22.0	32.233
											B-1	22.2	32.687
2	33.27.63	135.47.54	9:40 ↓ 9:52	b		SE	1	20.0	4.5		0	22.6	30.357
											5	22.3	30.594
											10	22.2	30.844
											B-1	21.7	32.584
3	33.29.11	135.48.45	10:25 ↓ 10:45	b		SE	2	20.0	5.0		0	23.0	29.141
											5	22.5	31.162
											10	22.3	31.404
											B-1	21.8	32.613

上出ほか：赤潮防止対策（串本・古座地区浅海漁場）

99年 8月11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	c		SE	4	15.0	6.0		0	26.3	31.021
			↓								5	26.5	32.135
			9:41								10	25.6	32.691
											B-1	25.5	32.773
2	33.27.63	135.47.54	9:43	c		SE	4	20.0	8.0		0	26.5	31.983
			↓								5	25.8	32.289
			9:52								10	25.6	32.584
											B-1	24.9	33.178
3	33.29.11	135.48.45	10:25	c		SE	5	28.0	6.0		0	25.8	32.479
			↓								5	25.4	32.986
			10:40								10	25.2	33.295
											B-1	24.8	33.655

99年 9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	9:19	bc		W	2	15.0	4.5		0	26.7	31.825
			↓								5	26.5	32.776
			9:30								10	25.6	32.214
											B-1	25.2	33.557
2	33.27.63	135.47.54	9:33	bc		W	2	22.0	8.0		0	26.7	32.566
			↓								5	26.4	33.005
			9:45								10	25.7	33.280
											B-1	23.4	33.900
3	33.29.11	135.48.45	10:21	bc		W	2	20.0	8.0		0	26.8	32.041
			↓								5	26.4	33.079
			10:40								10	25.2	33.592
											B-1	25.9	32.773

99年10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	9:30	c		-	0	15.0	6.0		0	25.8	32.406
			↓								5	25.9	32.795
			9:42								10	26.0	33.126
											B-1	25.9	33.258
2	33.27.63	135.47.54	9:45	c		-	0	20.0	7.0		0	25.6	32.088
			↓								5	26.0	33.062
			10:00								10	26.1	33.266
											B-1	26.1	33.310
3	33.29.11	135.48.45	10:30	c		-	0	20.0	8.0		0	-	31.351
			↓								5	26.0	32.970
			10:50								10	26.0	33.195
											B-1	26.1	33.311

付表2 水質分析結果

99年 5月 6日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.41	101.2	0.37	0.25	1.92	2.54	0.06	4.55
	5	5.05	94.7	0.00	0.23	1.55	1.79	0.16	5.11
	10	4.90	91.4	0.51	0.29	2.97	3.77	0.34	2.22
	B-1	4.94	91.3	0.81	0.31	4.02	5.13	0.43	1.00
2	0	4.56	85.5	4.59	0.26	2.52	7.37	0.37	2.32
	5	4.57	85.3	3.07	0.28	2.93	6.29	0.39	2.34
	10	4.93	92.0	3.15	0.32	4.76	8.23	0.44	1.42
	B-1	4.55	84.4	1.54	0.33	3.67	5.54	0.76	0.70
3	0	5.40	98.8	0.90	0.20	3.77	4.87	0.24	1.40
	5	5.14	95.9	0.80	0.23	2.81	3.84	0.27	2.28
	10	4.86	89.9	0.39	0.28	3.52	4.19	0.36	1.51
	B-1	4.92	90.8	1.27	1.27	4.48	6.10	0.42	1.00

99年 6月 2日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.95	115.2	3.83	0.04	0.35	4.22	0.06	4.07
	5	5.68	108.6	0.61	0.04	0.25	0.90	0.11	2.44
	10	5.39	102.6	0.19	0.06	0.68	0.93	0.17	3.34
	B-1	5.12	97.4	0.83	0.13	2.16	3.11	0.38	2.57
2	0	4.79	92.9	3.26	0.04	0.47	3.76	0.18	2.51
	5	5.19	99.5	1.60	0.02	0.68	2.30	0.25	2.44
	10	5.43	103.6	0.50	0.02	0.68	1.20	0.28	1.93
	B-1	5.44	103.6	0.42	0.03	1.01	1.46	0.23	1.97
3	0	5.80	112.8	0.42	0.00	0.29	0.71	0.09	0.75
	5	5.68	108.5	0.85	0.09	2.30	3.24	0.31	1.32
	10	5.49	103.1	0.41	0.03	1.33	1.77	0.21	1.40
	B-1	4.98	91.9	0.66	0.28	3.92	4.85	0.43	1.19

99年 7月 9日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	5.60	110.6	5.24	0.00	1.01	6.25	0.07	3.47
	5	5.56	109.6	1.46	0.00	1.14	2.60	0.10	3.96
	10	5.30	104.8	1.11	0.02	0.82	1.96	0.19	2.10
	B-1	4.96	98.6	1.65	0.11	1.30	3.06	0.31	1.41
2	0	5.25	103.7	2.40	0.00	1.11	3.50	0.09	2.94
	5	5.10	100.3	3.04	0.00	0.54	3.58	0.11	4.69
	10	5.10	100.3	3.09	0.00	0.74	3.84	0.10	3.21
	B-1	4.89	96.2	2.15	0.16	1.22	3.52	0.44	1.11
3	0	5.50	108.7	1.08	0.03	0.52	1.63	0.07	1.28
	5	5.62	111.3	1.55	0.02	1.59	3.15	0.07	1.41
	10	5.50	108.7	0.90	0.03	0.44	1.36	0.06	2.11
	B-1	5.12	101.0	0.99	0.11	0.66	1.76	0.15	1.92



99年 8月11日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	4.22	89.3	3.67	0.12	2.20	5.99	0.42	0.54
	5	4.24	89.7	2.20	0.08	1.53	3.82	0.35	0.41
	10	4.40	92.8	1.91	0.09	1.54	3.54	0.24	0.09
	B-1	4.44	93.5	1.84	0.12	1.27	3.23	0.31	0.20
2	0	3.92	82.9	5.18	0.13	1.43	6.74	0.44	0.46
	5	4.18	88.2	3.35	0.18	1.39	4.92	0.35	0.51
	10	4.32	91.0	2.43	0.24	1.34	4.01	0.32	0.40
	B-1	4.42	92.4	1.81	0.30	1.19	3.30	0.34	0.24
3	0	4.55	96.2	1.88	0.41	0.78	3.07	0.19	0.33
	5	4.55	95.7	1.59	0.45	1.15	3.19	0.16	0.20
	10	4.38	92.1	1.26	0.41	0.70	2.38	0.16	0.31
	B-1	4.49	94.0	0.99	0.34	0.65	1.98	0.13	0.31

99年 9月 8日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	4.52	96.6	1.00	0.30	1.67	2.96	0.10	4.50
	5	4.22	90.5	2.40	0.22	1.45	4.08	0.29	2.01
	10	4.51	96.6	0.92	0.26	1.51	2.68	0.12	5.25
	B-1	3.91	82.4	4.86	0.32	1.40	6.58	0.66	0.81
2	0	3.90	83.7	5.63	0.15	0.82	6.60	0.40	1.05
	5	3.74	80.2	7.06	0.15	0.88	8.09	0.53	1.21
	10	4.17	88.3	3.59	0.19	1.67	5.45	0.43	0.41
	B-1	3.78	77.4	3.30	0.36	2.92	6.58	0.35	0.30
3	0	4.74	101.6	1.66	0.13	1.24	3.03	0.16	1.06
	5	4.42	94.8	1.79	0.11	0.65	2.56	0.19	1.09
	10	4.33	91.3	1.62	0.28	1.50	3.39	0.28	1.09
	B-1	4.85	102.9	1.09	0.24	1.16	2.49	0.18	1.19

99年10月 8日

St.	観測層 m	DO		NH <sub>4</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>2</sub> -N μ g-at/l	NO <sub>3</sub> -N μ g-at/l	DIN μ g-at/l	PO <sub>4</sub> -P μ g-at/l	Chl-a μ g/l
		ml/l	%						
1	0	4.24	89.6	3.41	0.26	2.27	5.95	0.35	2.70
	5	4.23	89.7	2.61	0.20	1.27	4.08	0.24	2.35
	10	4.02	85.6	3.28	0.21	1.34	4.82	0.34	1.76
	B-1	3.89	82.7	3.71	0.30	2.43	6.44	0.52	1.05
2	0	4.40	92.5	3.36	0.13	0.90	4.39	0.25	1.69
	5	3.97	84.5	5.64	0.16	0.79	6.58	0.39	1.85
	10	4.20	89.7	3.69	0.15	0.84	4.69	0.37	1.27
	B-1	4.29	91.7	2.69	0.14	1.01	3.83	0.30	0.95
3	0	5.16	-	0.26	0.05	0.52	0.84	0.05	1.63
	5	4.53	96.4	1.43	0.12	0.64	2.20	0.16	1.40
	10	4.49	95.6	1.41	0.13	0.56	2.10	0.18	1.24
	B-1	4.47	95.4	1.13	0.12	0.45	1.71	0.16	1.02

付表3 プランクトン調査結果  
(単位cells/ml)

99年 5月 6日

種名	St.	1	2	3
<i>Melosira</i> sp.		20		
<i>Skeletonema costatum</i>				30
<i>Leptocylindrus danicus</i>		40	60	
<i>Talassiosira</i> sp.		60	60	60
<i>Rhizosolenia</i> sp.			10	
<i>Bacteriastrium</i> spp.		30	20	30
<i>Chaetoceros</i> sp.			80	60
C. sp.		360	60	
C. sp.			10	
C. sp.			20	
C. sp.		160		
<i>Gymnodinium abbreviatum</i>				10
小型藻類		20	10	30

99年 6月 2日

種名	St.	1	2	3
<i>Skeletonema costatum</i>		360	400	
<i>Leptocylindrus danicus</i>		40		50
<i>Talassiosira</i> sp.		70	60	
<i>Coscinodiscus</i> sp.		10	10	
<i>Bacteriastrium</i> sp.		350	80	30
B. sp.		310	300	220
B. sp.		40	30	
B. sp.				
<i>Chaetoceros didymum</i>		220	110	80
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.			20	
				210
<i>Gyrodinium spirale</i>				
<i>Gyrodinium dominans</i>		10		10
小型藻類		40	70	100

99年 7月 9日

種名	St.	1	2	3
<i>Skeletonema costatum</i>		880	650	
<i>Leptocylindrus danicus</i>		460	330	330
<i>Talassiosira</i> sp.		40	20	20
<i>Eucampia</i> sp.		10		
<i>Fragilaria</i> sp.				10
<i>Rhizosolenia</i> sp.		20		
<i>Bacteriastrium mediterraneum</i>		180		
B. sp.				50
B. sp.				110
<i>Chaetoceros decipiens</i>			100	
C. <i>curvisetum</i>				30
C. sp.		50	330	
C. sp.		30		
C. sp.		120		
C. sp.		110		
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.		160	10	50
<i>Prorocentrum signoides</i>			10	20
P. <i>compressum</i>		10	10	
<i>Protoperidinium</i> sp.			10	
小型藻類			30	70

99年 8月 11日

種名	St.	1	2	3
<i>Rhizosolenia</i> sp.		10		
小型渦線毛藻類		40	40	

99年 9月 8日

種名	St.	1	2	3
<i>Skeletonema costatum</i>		100		
<i>Lauderia</i> sp.			50	
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.		80	30	
<i>Gymnodinium simplex</i>				10
G. sp.		10		
縷毛虫の1種		10		

99年 10月 8日

種名	St.	1	2	3
<i>Leptocylindrus danicus</i>				100
<i>Eucampia</i> sp.		40		
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.		30	10	
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.				10
藍藻の1種		10		
<i>Gymnodinium simplex</i>				10
<i>Gonyaulax</i> sp.		10		
小型藻類		30	40	20