

# 新漁業管理制度推進情報提供事業

## 浅海定線調査

洲上 哲・小谷 正幸・尾田 成幸・藤井 直幹

### I 有明海湾奥部の海況と水中栄養成分の消長

この調査は、有明海福岡県地先の海況を把握することによって漁場保全及び漁業生産の安定を図り、また、海況の中長期変動を把握し漁業生産の向上を図るための基礎資料を得ることを目的とする。

ここに、平成11年度調査結果を報告する。

### 方 法

調査は、毎月1回原則として朔の大潮時（旧暦の1日）の昼間満潮時に実施した。観測地点は図1に示す10地点で、観測層は表層と底層の2層で、沖合域の3地点(L5, L7, L9)については、表層, 5m層, 底層の3層である。

観測項目は一般気象および一般海象である。分析項目は、塩分、化学的酸素要求量 (COD)、溶存酸素 (DO)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、珪酸塩 (SiO<sub>2</sub>-Si)、磷酸塩 (PO<sub>4</sub>-P) の8項目である。珪酸塩、磷酸塩、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素および塩分は海洋観測指針<sup>1)</sup>の方法、CODおよびDOは新編水質汚濁調

査指針<sup>2)</sup>の方法に従った。

### 結 果

全点全層平均値と平年値（昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とする）の変動を図2、表層と底層の全点平均値の変動を図3、九州農業試験場が観測した筑後市羽犬塚の気温および降水量の旬変動を図4に示した。

### 水 温

気温の影響を受け、夏季から冬季にかけて高い傾向で推移した。全点平均値は、7月に23.5(平年比-2.0)℃と低く、9月に27.4(+1.8)℃, 10月に24.7(+2.7)℃, 11月に19.8(+1.9)℃と高かった。

最高値は8月にS<sub>1</sub>の表層で29.2℃, 最低値は2月にS<sub>1</sub>の表層および底層で8.2℃であった。

### 塩 分

本年度は、5～8月にかけて降水量が少なかったことから春季から夏季にかけて高め、秋期は低めで推移した。全点平均値は、5月に32.88(+2.90), 6月に31.28(+2.84), 7月に29.24(+3.61)と高く、9月に26.97(-2.80)と低かった。

最高値は5月にL<sub>7</sub>の底層およびL<sub>9</sub>の表層で33.93, 最低値は9月にS<sub>1</sub>の表層で19.23であった。

### 透明度

全点平均値は、平年値と比べると冬季に高く、1月に2.09(+0.39)m, 2月に2.24(+0.54)mであった。

最高値は2月にL<sub>7</sub>で5.2m, 最低値は7月と12月にS<sub>1</sub>で0.4mであった。

### D O

全点平均値は、夏季に低く、冬季に高い傾向で推移した。

最高値は11月にL<sub>3</sub>の表層で11.27mg/l, 最低値は9月にL<sub>9</sub>の底層で4.17mg/lであった。

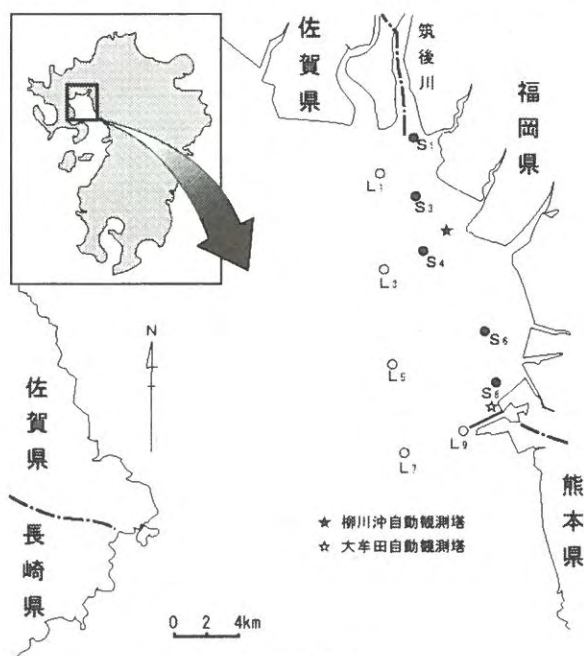


図1 調査地点図

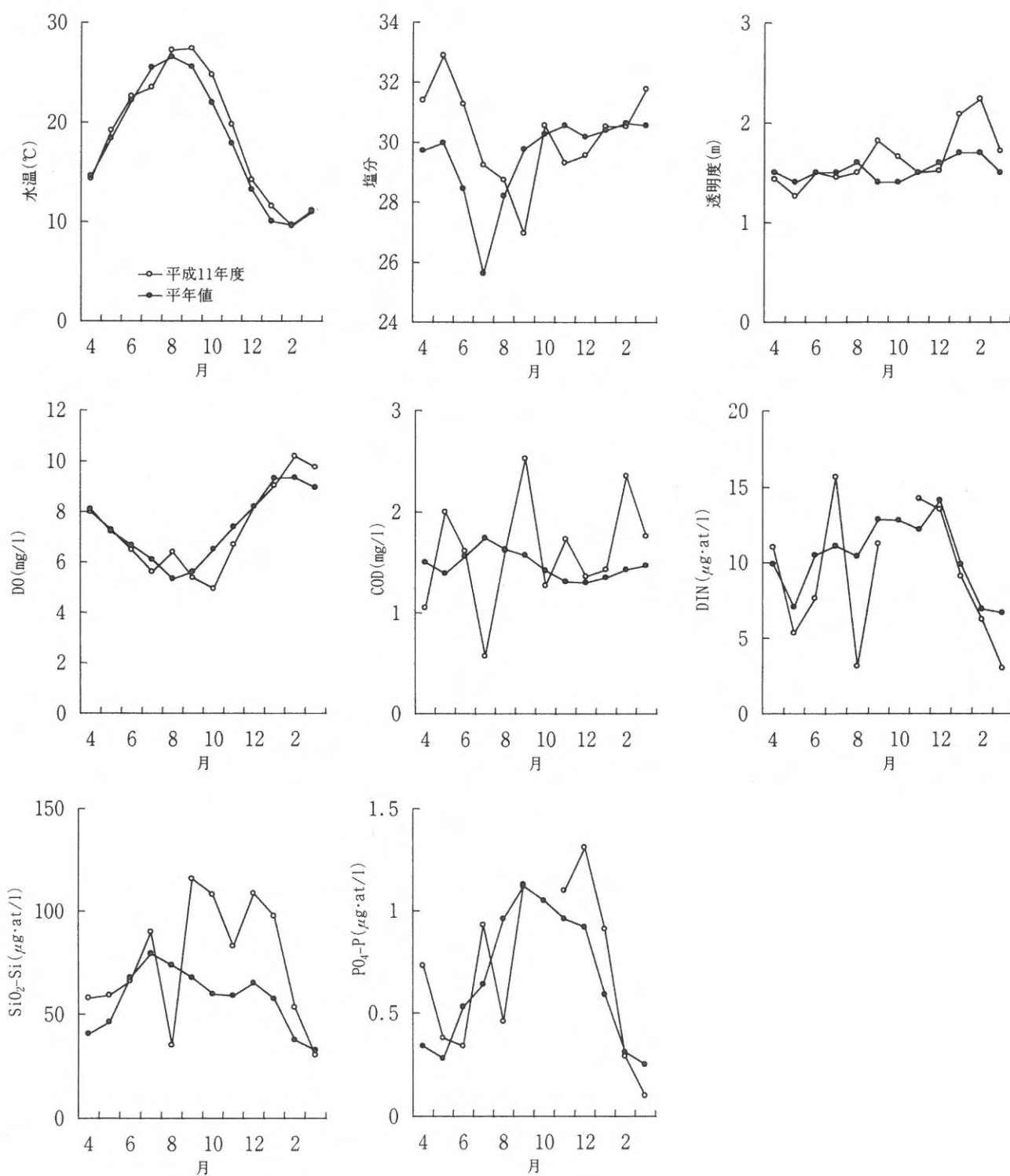


図2 平成11年度全点平均と平年値の変動  
(平年値は昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とした)

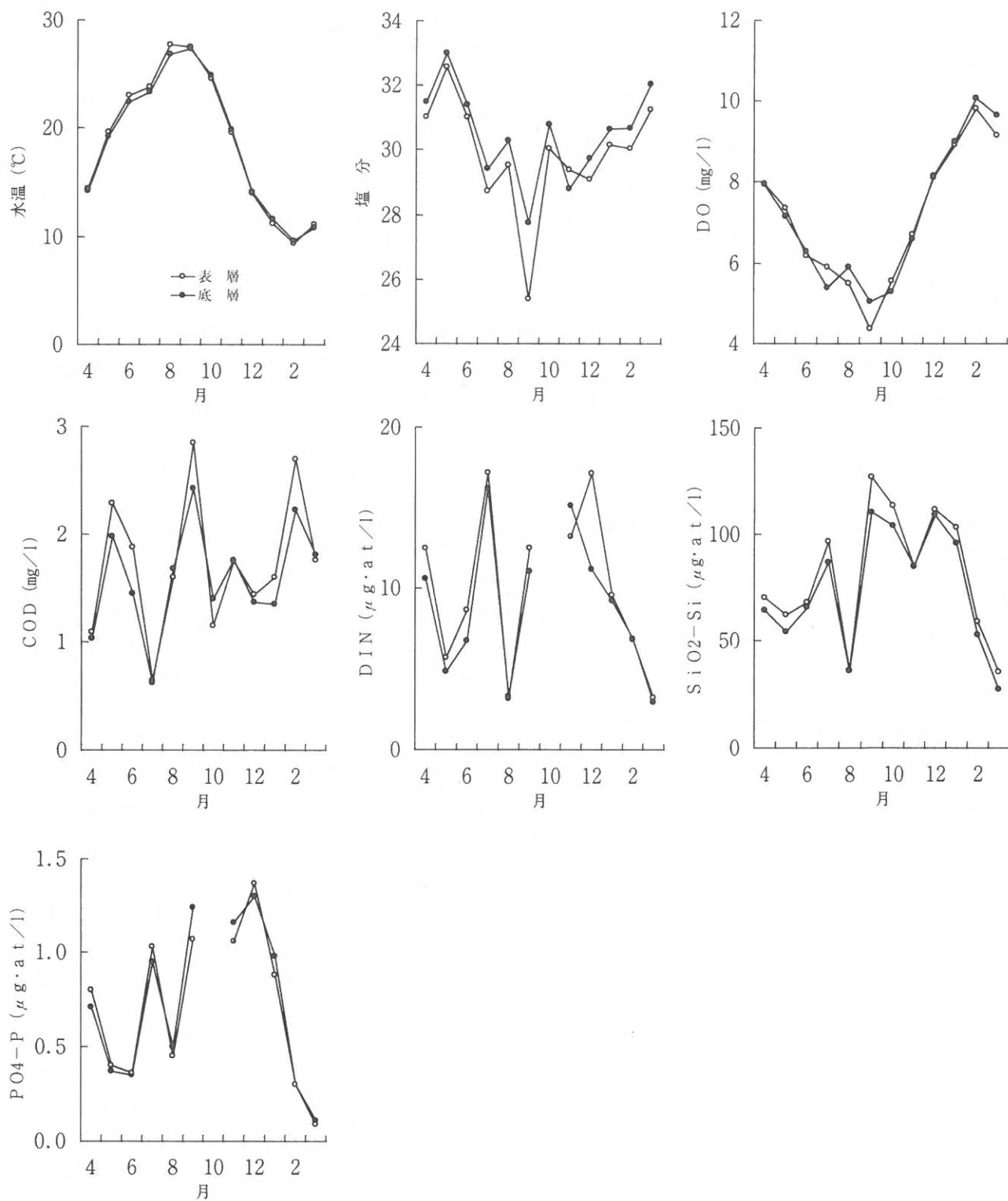


図3 平成11年度 表層および底層の海況変動

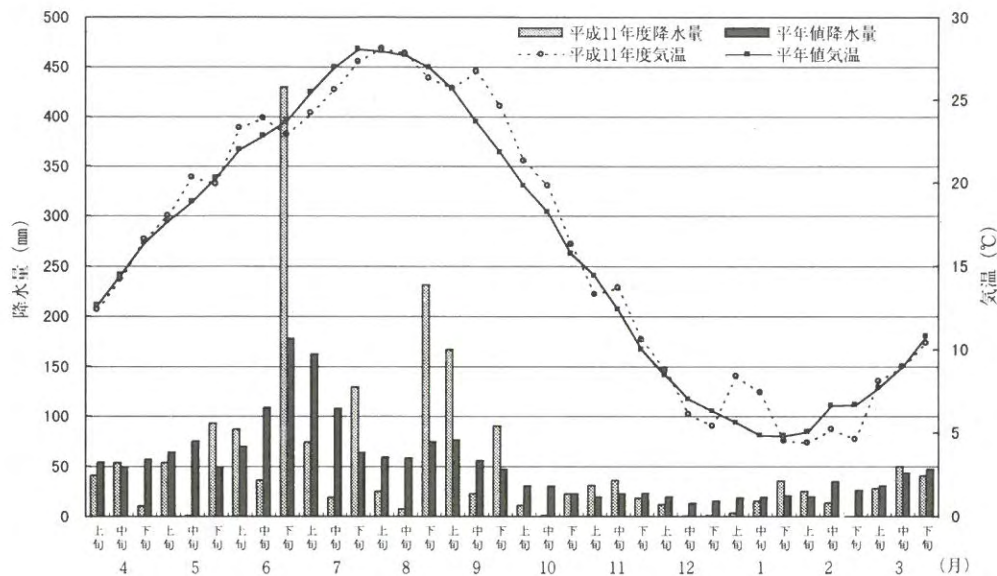


図3 平成11年度気温および降水量の推移  
(平年値は昭和57年～平成8年度までの15年間の平均値とした)

#### COD

全点平均値は、7月が $0.57(-1.17)\text{mg/l}$ と低く、9月が $2.53(+0.96)\text{mg/l}$ 、2月が $2.36(+0.93)\text{mg/l}$ と高かった。

最高値は2月にS<sub>3</sub>の表層で $4.81\text{mg/l}$ 、最低値は7月にL<sub>7</sub>の底層で $0.12\text{mg/l}$ であった。

#### DIN

全点平均値は、7月に $15.68(+4.59)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と多く、8月に $3.14(-7.27)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と少なかった。

最高値は12月にS<sub>1</sub>の表層で $52.09\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、最低値は7月にL<sub>9</sub>の中層で $0.59\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ であった。

#### PO<sub>4</sub>-P

全点平均値は、8月に $0.46(-0.50)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と少なく、12月に $1.31(+0.39)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と高かった。

最高値は9月にS<sub>1</sub>の表層で $2.54\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、最低値は7月にL<sub>9</sub>の中層で $0.02\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ であった。

#### SiO<sub>2</sub>-Si

全点平均値は、秋期から冬季にかけて高く推移した。8月に $35.07(-38.64)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と少なく、9月に $115.92(+48.29)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、10月に $108.21(+48.50)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、12月に $108.83(+43.78)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、1月に $97.71(+40.26)\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ と多かった。

最高値は1月にS<sub>1</sub>の表層で $212.52\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、最低値は8月にL<sub>7</sub>の表層で $17.61\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ であった。

#### 気温

羽犬塚の気温は、平年値と比べると6月下旬～7月下旬に $0.8\sim 1.4^\circ\text{C}$ 低め、2月中旬～下旬に $1.4\sim 2.1^\circ\text{C}$ 低め、9月中旬～10月中旬に $1.5\sim 3.0^\circ\text{C}$ 高め、1月上旬～中旬に $2.6\sim 2.8^\circ\text{C}$ 高めで推移した。

#### 降水量

羽犬塚の降水量は、秋期に多く冬季に少ない傾向であった。平年値と比べると、6月下旬と8月下旬～9月上旬に非常に多く、7月上旬～中旬は少なかった。12月～2月は少なく推移した。

年間総降水量は $1,916\text{mm}$ であり、平年値の $1,864\text{mm}$ とほぼ同程度であった。

#### II 有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長

有明海湾奥におけるプランクトンの季節的消長は、一般に5～6月に少なく、1～3月頃に珪藻の大規模なブルームの形成がみられることが多い。

この珪藻ブルームが形成・維持された場合、海水の栄養塩濃度は急激に減少するため、ノリ生産は大きな被害を受ける。

ここでは、漁場環境の生物要素を把握するために、プランクトン量および種組成について調査したので報告する。



## 方 法

### プランクトン量

調査は毎月1回、朔大潮昼間満潮時に、図1に示した10定点について行った。プランクトンは、xx13（孔径100 $\mu$ m）のネットを使用して水面から1.5m層を鉛直に曳いて採集した。

試料は現場で10%ホルマリンで固定して実験室で沈殿管に移し、24時間後の沈殿量を測定した。

### 種組成

調査点S4を代表として、沈殿物の上澄みを捨て、20mlに定容後、0.1mlの種組成を調べた。

## 結 果

### プランクトン量

プランクトン量の平均値の推移を図5に示した。プランクトン量は、6月に平年をやや上回って推移した。

平成11年度の特徴として、1月および2月のプランクトン量が平年よりも少なかったにもかかわらず、栄養塩が減少してノリの色落ちが発生したことが挙げられる。

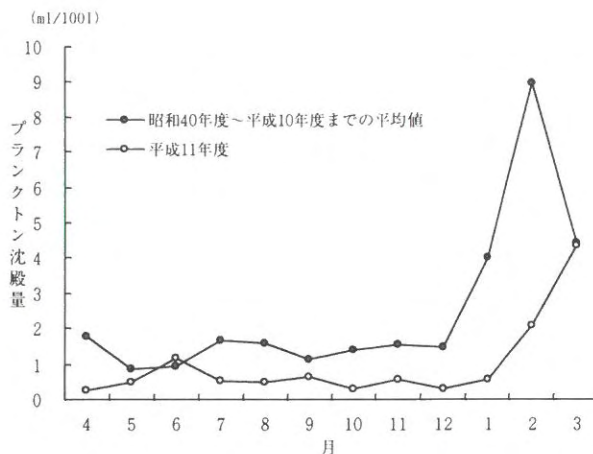


図5 プランクトン沈殿量の推移

### 種組成

*Nitzschia* spp. は6月の優占種であった。

*Eucampia zodiacus* は2月から3月の優占種であった。

## 文 献

- 1) 気象庁：海洋観測指針。第5版，日本海洋学会，東京，1985，pp.149-187.
- 2) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針。第1版，恒星社厚生閣，東京，1980，pp. 154-162.

## ノリ時期の海水中の活性処理モニタリング

当海域で行われているノリ養殖では、福岡県有明海漁業協同組合連合会の指導のもと、ノリ葉体の雑藻類などを駆除する目的で、ノリ網を活性処理剤に浸す方法が用いられている。現在使用されている活性処理剤は有機酸が主成分であり、海水のpHを低下させる恐れがある。よって漁場保全の立場から、海水中のpH値を指標としてノリ漁期中の活性処理剤の海水中での挙動をモニタリングした。ここに平成11年度の結果を報告する。

調査は図1に示す19地点で平成10年9月から平成11年3月の間に計52回、満潮時に行った。pHは現場で表層水を採水して研究所に持ち帰り、pHメーター(TOA社製HM-20E)で速やかに測定した。

表1～3にpH測定結果を示す。

ノリ漁期は10月10日から3月31日までで、漁期前のpHは7.8~9.0、漁期中のpHは7.8~8.9の範囲であった。漁期中のpHは漁期前のそれとは大差なく、また、異常値も認められなかった。



図1 調査地点及びノリ漁場

表1 pH測定結果(1)

Stn.	9/9	9/14	9/20	9/26	9/30	10/4	10/7	10/14	10/18	10/22	10/25	10/28	11/2	11/5	11/11	11/15	11/18	11/26
1	8.14	7.89	8.97	7.95	7.83	8.21	7.93	7.86	8.06	7.86	8.04	7.99	7.87	8.03	8.16	8.11	8.17	8.17
2	8.22	8.04	8.95	7.92	7.89	8.20	7.97	7.97	8.06	7.95	8.10	8.04	7.77	8.08	8.14	8.12	8.17	8.13
3	8.31	8.00	9.02	7.92	7.88	8.22	8.01	7.99	8.08	8.03	8.06	8.04	7.85	8.12	8.11	8.10	8.16	8.11
4	8.41	8.07	8.84	7.95	7.94	8.23	8.07	8.00	8.07	8.04	8.09	8.06	8.01	8.13	8.14	8.14	8.18	8.16
5	8.38	8.07	8.65	7.98	7.95	8.26	8.04	8.01	8.07	8.06	8.12	8.10	7.98	8.15	8.14	8.14	8.16	8.17
6	8.44	8.07	8.64	7.97	7.92	8.28	8.07	8.04	8.07	8.09	8.16	8.10	8.01	8.15	8.15	8.13		8.19
7	8.49	8.06	8.65	8.01	7.97	8.27	8.10	8.04	8.07	8.06	8.16	8.10	7.97	8.13	8.14	8.14	8.16	8.19
8	8.38	7.98	8.72	8.00	7.94	8.26	8.05	7.98	8.04	8.00	8.13	8.09	8.00	8.10	8.17	8.12	8.12	8.16
9	8.37	7.95	8.78	7.97	7.95	8.25	8.03	7.99	8.03	8.01	8.13	8.07	8.04	8.11	8.19	8.12	8.16	8.15
10	8.45	8.00	8.91	7.93	7.98	8.21	8.07	7.99	8.04	8.04	8.14	8.07	7.94	8.14	8.17	8.14	8.16	8.14
11	8.46	7.96	9.00	7.92	7.97	8.21	8.07	8.02	8.05	8.07	8.14	8.10	7.98	8.15	8.16	8.17	8.18	8.11
12	8.45	8.04	8.89	7.94	8.05	8.26	8.08	8.02	8.06	8.03	8.14	8.08	7.95	8.17	8.15	8.18	8.16	8.15
13	8.46	8.04	8.66	7.91	7.97	8.26	8.08	8.04	8.05	8.02	8.15	8.12	7.98	8.14	8.14	8.14	8.12	8.18
14	8.42	7.98	8.65	7.93	7.94	8.26	8.08	8.01	8.02	8.01	8.16	8.12	7.99	8.11	8.16	8.10	8.11	8.19
15	8.40	8.04	8.73	7.95	7.98	8.28	8.08	8.07	8.07	8.11	8.17	8.11	7.98	8.12	8.14	8.13	8.18	8.15
16	8.46	8.08	8.74	7.97	8.02	8.28	8.09	8.05	8.05	8.10	8.16	8.11	7.99	8.17	8.15	8.13	8.16	8.17
A	8.31	7.88	8.79	7.88	7.85	8.16	7.94	7.85	7.92	7.98	8.02	7.92	7.77	8.07	8.05	8.06	8.09	8.50
B	8.38	8.02	8.95	8.01	8.00	8.21	8.04	8.00	8.04	8.04	8.12	8.07	8.02	8.15	8.11	8.12	8.17	8.10
C	8.42	7.96	8.59	7.97	8.02	8.29	8.08	8.08	7.95	8.10	8.13	8.05	8.01	8.12	8.11	8.13	8.12	
最大	8.49	8.08	9.02	8.01	8.05	8.29	8.10	8.08	8.08	8.11	8.17	8.12	8.04	8.17	8.19	8.18	8.18	8.50
最小	8.14	7.88	8.59	7.88	7.83	8.16	7.93	7.85	7.92	7.86	8.02	7.92	7.77	8.03	8.05	8.06	8.09	8.10
平均	8.39	8.01	8.80	7.95	7.95	8.24	8.05	8.00	8.04	8.03	8.12	8.07	7.95	8.12	8.14	8.13	8.15	8.11

表2 pH測定結果(2)

Stn.	12/6	12/9	12/13	12/16	12/21	12/24	12/27	1/4	1/6	1/11	1/17	1/21	1/24	1/27	1/31	2/3	2/7	2/10
1	8.09	8.04	8.17	8.34	8.16	8.25	8.18	8.25	8.25	8.33	8.25	8.18	8.34	8.29	8.46	8.20	8.49	8.47
2	8.12	8.13	8.13	8.31	8.22	8.19	8.22	8.30	8.26	8.34	8.28	8.30	8.32	8.33	8.49	8.47	8.48	8.44
3	8.13	8.13	8.16	8.23	8.22	8.17	8.22	8.31	8.25	8.31	8.27	8.32	8.31	8.31	8.52	8.41	8.45	8.42
4	8.13	8.15	8.20	8.24	8.22	8.20	8.24	8.31	8.25	8.35	8.30	8.33	8.34	8.33	8.52	8.44	8.44	8.45
5	8.14	8.15	8.17	8.23	8.24	8.19	8.22	8.24	8.23	8.33	8.28	8.35	8.34	8.34	8.52	8.40	8.42	8.46
6	8.15	8.16	8.20	8.27	8.24	8.20	8.24	8.29	8.24	8.35	8.33	8.35	8.34	8.36	8.62	8.37	8.44	8.45
7	8.15	8.15	8.20	8.35	8.23	8.20	8.26	8.31	8.25	8.34	8.31	8.37	8.34	8.36	8.61	8.47	8.46	8.46
8	8.13	8.18	8.24	8.34	8.25	8.20	8.26	8.37	8.28	8.35	8.36	8.38	8.34	8.36	8.58	8.58	8.49	8.51
9	8.14	8.18	8.24	8.36	8.28	8.20	8.29	8.39	8.32	8.39	8.34	8.37	8.34	8.38	8.61	8.60	8.51	8.50
10	8.13	8.16	8.26	8.33	8.26	8.19	8.28	8.35	8.29	8.41	8.39	8.39	8.34	8.38	8.52	8.51	8.47	8.51
11	8.15	8.18	8.17	8.36	8.24	8.19	8.23	8.36	8.25	8.37	8.33	8.35	8.34	8.37	8.56	8.48	8.45	8.50
12	8.16	8.17	8.17	8.26	8.26	8.20	8.26	8.29	8.24	8.37	8.32	8.37	8.35	8.37	8.52	8.42	8.42	8.49
13	8.14	8.16	8.17	8.34	8.26	8.20	8.27	8.30	8.26	8.36	8.32	8.36	8.31	8.35	8.57	8.55	8.44	8.43
14	8.14	8.14	8.16	8.28	8.24	8.20	8.23	8.26	8.24	8.35	8.36	8.37	8.29	8.32	8.59	8.51	8.42	8.45
15	8.19	8.18	8.16	8.27	8.25	8.19	8.20	8.28	8.25	8.33	8.32	8.35	8.31	8.36	8.55	8.41	8.38	8.43
16	8.18	8.16	8.18	8.25	8.26	8.20	8.23	8.27	8.24	8.35	8.31	8.36	8.32	8.37	8.53	8.38	8.37	8.43
A	8.07	8.09	8.21	8.26	8.22	8.13	8.24	8.28	8.21	8.31	8.31	8.32	8.24	8.30	8.60	8.39	8.42	8.38
B	8.14	8.16	8.19	8.28	8.25	8.20	8.24	8.30	8.24	8.35	8.35	8.34	8.32	8.36	8.35	8.41	8.42	8.48
C		8.18	8.15	8.24	8.26	8.20	8.22	8.30	8.24	8.35	8.32	8.36	8.30	8.37	8.55	8.39	8.36	8.36
最大	8.19	8.18	8.26	8.36	8.28	8.25	8.29	8.39	8.32	8.41	8.39	8.39	8.35	8.38	8.62	8.60	8.51	8.51
最小	8.07	8.04	8.13	8.23	8.16	8.13	8.18	8.24	8.21	8.31	8.25	8.18	8.24	8.29	8.35	8.20	8.36	8.36
平均	8.14	8.15	8.19	8.29	8.24	8.19	8.24	8.30	8.25	8.35	8.32	8.34	8.32	8.35	8.54	8.44	8.44	8.45

表3 pH測定結果(3)

Stn.	2/14	2/18	2/21	2/24	2/28	3/3	3/6	3/8	3/10	3/13	3/15	3/17	3/21	3/24	3/27	3/30
1	8.55	8.65	8.55	8.54	8.68	8.65	8.56	8.52	8.52	8.57	8.52	8.52	8.44	8.43	8.65	8.64
2	8.46	8.67	8.55	8.52	8.64	8.64	8.57	8.54	8.55	8.51	8.52	8.52	8.42	8.41	8.61	8.64
3	8.58	8.67	8.56	8.49	8.65	8.66	8.56	8.57	8.55	8.49	8.55	8.52	8.40	8.43	8.58	8.61
4	8.57	8.63	8.56	8.53	8.62	8.67	8.56	8.55	8.57	8.50	8.58	8.53	8.41	8.45	8.49	8.73
5	8.64	8.62	8.55	8.51	8.67	8.51	8.53	8.54	8.55	8.48	8.58	8.51	8.37	8.44	8.56	8.87
6	8.66	8.55	8.54	8.51	8.67	8.42	8.52	8.54	8.53	8.47	8.63	8.49	8.37	8.47	8.55	8.88
7	8.74	8.60	8.55	8.51	8.68	8.56	8.50	8.55	8.53	8.51	8.56	8.53	8.36	8.46	8.6	8.89
8	8.76	8.68	8.59	8.54	8.72	8.66	8.50	8.57	8.53	8.54	8.62	8.60	8.39	8.47	8.68	8.73
9	8.75	8.71	8.55	8.55	8.72	8.66	8.54	8.58	8.54	8.55	8.64	8.56	8.40	8.49	8.7	8.78
10	8.71	8.64	8.58	8.54	8.71	8.57	8.53	8.58	8.56	8.56	8.66	8.54	8.41	8.48	8.69	8.8
11	8.71	8.68	8.60	8.52	8.67	8.59	8.55	8.58	8.57	8.53	8.65	8.49	8.37	8.5	8.73	8.78
12	8.68	8.64	8.57	8.51	8.67	8.58	8.56	8.55	8.56	8.53	8.62	8.55	8.43	8.49	8.71	8.72
13	8.72	8.69	8.53	8.50	8.66	8.62	8.51	8.52	8.52	8.50	8.58		8.35	8.48	8.65	8.72
14	8.71	8.65	8.54	8.50	8.65	8.67	8.51	8.59	8.52	8.54	8.48	8.56	8.37	8.46	8.63	8.75
15	8.62	8.58	8.53	8.46	8.56	8.68	8.47	8.49	8.51	8.47	8.50	8.46	8.35	8.46		8.74
16	8.61	8.51	8.53	8.45	8.61	8.38	8.47	8.50	8.46	8.45	8.52	8.47	8.34	8.47	8.48	8.79
A	8.52	8.68	8.58	8.48	8.56	8.58	8.63	8.55	8.47	8.50	8.55	8.53	8.4	8.33	8.55	8.59
B	8.57	8.65	8.56	8.53	8.59	8.65	8.58	8.53	8.54	8.48	8.52	8.52	8.42	8.43	8.52	8.72
C	8.63	8.48	8.51	8.68	8.52	8.58	8.45	8.48	8.46	8.45	8.56	8.46	8.34	8.43		8.74
最大	8.76	8.71	8.60	8.68	8.72	8.68	8.63	8.59	8.57	8.57	8.66	8.60	8.44	8.50	8.73	8.89
最小	8.46	8.48	8.51	8.45	8.52	8.38	8.45	8.48	8.46	8.45	8.48	8.46	8.34	8.33	8.48	8.59
平均	8.64	8.63	8.55	8.52	8.64	8.60	8.53	8.54	8.53	8.51	8.57	8.52	8.39	8.45	8.61	8.74

# 水質監視測定調査事業

吉岡 直樹・恵崎 摂・山本 千裕

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

調査は図1に示した10定点で行った。試料の採取は満潮2時間前と満潮2時間後の計2回、各調査点の0m、2m層で行った。調査は平成11年5月、7月、11月、平成12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所が分析を担当した。

## 結 果

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 に設定されているが、全てのタイプの75%値で基準値を超えていた。これは5月に40検体中6検体、2月にすべての検体が基準値を超えていたことに起因する。2月の調査時には全域で珪藻プランクトンの増殖が見られ、赤潮に近い状態であったことが原因と考えられる。

CODの基準値はA類型で2mg/l、B類型3mg/l、C類型8mg/l以下に設定されている。A類型で13検体、B類型で8検体が基準値を上回っていたが、C類型は基準値内であった。75%値においては昨年同様A類型が基準値を越えていた。

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以上に設定されている。A類型で23検体(5月8検体、7月5検体、11月8検体、2月2検体)が基準値以下であったが、75%値では基準内であった。B類

型では1検体(7月)が基準値以下であったが、C類型は全地点で基準値内であった。



図1 類型別調査点位置図

表1 平成11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	8.10	8.18	8.20	8.32	8.62
	COD(mg/l)	1.13	1.38	1.56	2.51	4.69
	DO(mg/l)	6.41	7.00	7.14	7.52	9.17
B	pH	8.07	8.17	8.20	8.50	8.62
	COD(mg/l)	1.05	1.23	1.50	2.53	4.65
	DO(mg/l)	4.82	6.92	7.23	8.20	9.87
C	pH	7.94	8.15	8.20	8.44	8.60
	COD(mg/l)	1.08	1.36	1.90	3.30	5.27
	DO(mg/l)	5.79	6.93	7.37	8.39	12.04



# 漁場保全対策推進事業

吉岡 直樹・恵崎 摂・松井 繁明・山本 千裕

有明海福岡県地先の漁場環境を監視し、漁獲対象生物にとって良好な漁場環境の維持、達成を図るため、国の定めた漁場保全対策推進事業調査指針に従い、有明海沿岸域における水質環境及び底質環境を調査した。

ここに、平成11年度の結果を報告する。

## 方 法

### 1.水質調査

調査は、原則として平成11年4月から平成12年3月までの毎月1回、小潮の満潮時に、図1に示した11定点で行った。各調査地点の採水層及び調査項目を表1に示した。採水層は0、2.5、5.0、B-1mの4層とし、各地点毎の水深により決定した。調査項目は必須項目の天候、雲量、風向、風力、気温、水深、透明度、水温、塩分、溶存酸素(DO)、追加項目のpH(水素イオン濃度)である。測定方法及び分析方法は以下の通りである。

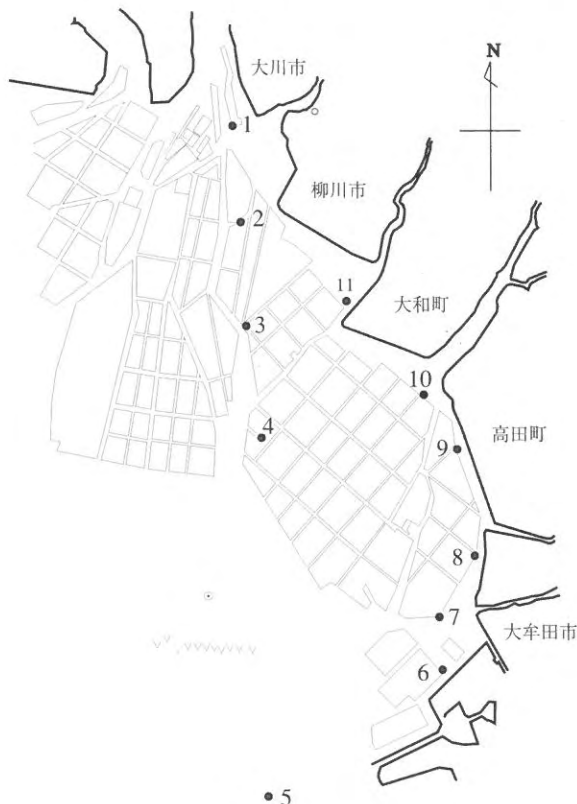


図1 水質調査地点

水深 : 音響探知法

透明度 : セッキ盤 (透明度盤)

水温 : 水銀棒状温度計

塩分 : サリノメーター

(渡部計器製作所 MODEL 601 MK-IV)

DO : ウインクラー法

### 2.生物モニタリング調査

本年度の調査は5月期と10月期の2回、図2に示す5定点において行った。採泥はエクマンバージ型採泥器(採泥面積0.0225㎡)を用いて5回行い、そのうちの1回分は表面から2cm層を冷蔵保存して持ち帰り、粒度組成、COD、TS(全硫化物)を分析した。残りの4回分は2回分を1つにして、船上で1mmメッシュのふるいにかけて、ふるいの上に残った動物をマクロベントスとして(株)日本海洋生物研究所に委託し、個体数と湿重量の測定および種の同定を行った。また、調査時には気象、海象、泥温、及び底質の色、性状、臭いも観測した。分析項目及び分析方法は以下のとおりである。

表1 各調査地点における採水層

調査地点	採水層(m)			
	0m	2.5m	5.0m	B-1m
Stn. 1	●			●
Stn. 2	○			○
Stn. 3	○	○		○
Stn. 4	●	○		●
Stn. 5	●	○	○	●
Stn. 6	○			○
Stn. 7	●			●
Stn. 8	○			○
Stn. 9	○			○
Stn. 10	●			●
Stn. 11	○			○

○:必須項目      ●:必須項目、追加項目

粒度組成：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>

COD　　：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>

TS　　：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>

底生動物：水質汚濁調査指針<sup>1)</sup>

## 結果及び考察

### 1.水質調査

調査結果を表2に示した。

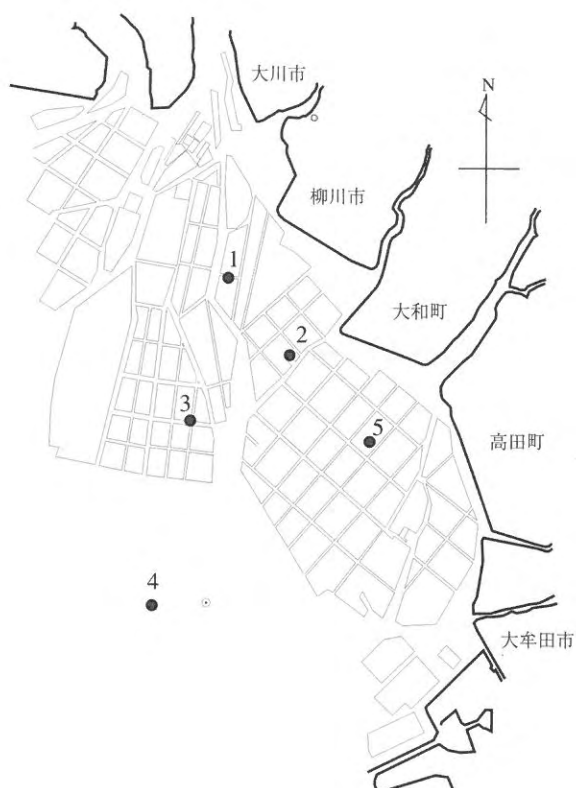


図2 生物モニタリング調査地点

表2 平成11年度水質調査結果

調査地点	調査回数	透明度	水温	塩分	D O
		単位：m 最低～最高	単位：℃ 最低～最高	単位：‰ 最低～最高	単位：mg/l 最低～最高
1	12	0.4～1.9	10.13～28.61	13.14～28.91	2.77～9.29
2	12	0.5～2.0	9.40～28.03	13.15～30.38	2.77～13.72
3	12	0.8～2.5	9.47～27.74	19.73～31.38	2.11～11.97
4	12	1.0～3.0	9.43～27.48	21.45～31.59	2.42～9.35
5	11	1.4～3.5	9.11～27.57	28.65～32.37	1.96～11.23
6	12	1.0～1.5	9.53～28.16	23.99～31.87	2.65～11.43
7	12	0.5～2.5	9.79～27.78	20.99～31.80	2.97～10.60
8	12	0.6～1.9	9.62～28.13	16.78～31.48	2.85～11.36
9	12	0.5～1.5	8.99～29.00	12.22～30.29	2.68～11.57
10	12	0.5～1.5	9.47～28.25	12.59～30.10	2.61～9.66
11	12	0.5～1.5	13.91～28.04	13.91～29.30	3.03～12.04
全点		0.4～3.5	8.99～29.00	12.22～32.37	1.96～13.72

\* D Oは調査回数11回

### 透明度

0.4～3.5mの範囲で推移した。沿岸域で低く、沖合域で高い傾向にあった。最高値は10、1月にStn.5で、最低値は8、12月にStn.1で観測された。

### 水温

9.0～29.0℃の範囲で推移した。気温の変動に伴い夏季に高く冬季に低く、この傾向は陸水の影響を受けやすい沿岸域で顕著に認められた。最高値は7月にStn.9の表層で、最低値は2月にStn.9の底層で測定された。今年度は昨年度と同様に平成9年度のように30℃を越える水温は観測されなかった。

### 塩分

12.22～32.37の範囲で推移した。沿岸域で低く、沖合域で高い傾向にあった。底層よりも表層の方が低く、最高値は3月にStn.5の底層で観測された。最低値は3月に筑後川河口域のStn.9の表層で観測された。

### 溶存酸素 (DO)

1.96～13.72mg/lの範囲で推移し、夏季に低く、冬季に高い傾向にあった。最高値は2月にStn.2の表層で、最低値は9月にStn.5の底層で測定された。7、11、2月に数地点で水産用水基準<sup>2)</sup>の6mg/lを下回ったが、その影響に伴う漁業被害は確認されていない。

表3 生物モニタリング調査結果 (5月期)

調査年月日:平成11年5月28日

調査年月日：平成11年5月28日

観測点		Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn5	備考				
天候		くもり	くもり	くもり	くもり	くもり	海洋観測機器名・規格				
気温(℃)		22.5	24.8	22.4	22.1	23.4	水温：水銀棒状温度計				
風向(NNE等)		N	N	N	N	N	塩分：サリノメーター				
風力		1	1	1	1	1	DO：ウインクラー法				
水深(m)		4.2	3.3	4.6	8.8	5.6	採泥器：エクマンパージ0.15×0.15m				
総採泥回数		5回	5回	5回	5回	5回					
(0-2cm層)	底質	泥温(℃)	20.5	20.4	20.4	20.3	20.8	潮汐(三池港)			
	色	濃灰	褐	黒	黒褐	薄茶	観測日における干・満				
	臭い	無し	硫化臭	硫化臭	硫化臭	無し	時刻、潮位(cm)				
粒度組成	～4mm	8.28	0.00	0.29	0.00	0.22	1:45	127			
(%)	4～2mm	14.33	0.79	0.00	0.14	0.95	7:41	464			
	2～1mm	13.48	1.90	0.23	0.42	2.78	14:03	71			
	1～0.5mm	15.18	3.08	1.83	0.00	3.73	20:23	477			
	0.5～0.25mm	23.79	6.08	28.44	2.36	23.47					
	0.25～0.125mm	13.58	8.37	57.17	2.64	30.14					
	0.125～0.063mm	3.12	16.43	3.66	5.15	15.57					
	0.063mm～	8.23	63.35	8.40	89.29	23.14					
COD (mg/g 乾泥)		1.13	0.97	1.05	0.99	1.17					
TS (mg/g 乾泥)		0.026	0.040	0.001	0.120	0.060					
分類群		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量		
多毛類	1g未満	44	0.22	389	2.00	189	1.11	333	2.44	89	11.32
	1g以上										
甲殻類	1g未満	44	5.11	33	6.44	56	0.00	56	5.88		
	1g以上										
棘皮類	1g未満					11	0.00				
	1g以上			11	12.54			22	168.94		
軟体類	1g未満	11	10.88	266	2.00	44	4.11	455	15.10	33	0.10
	1g以上	22	35.74	22	46.84	144	657.79				
その他	1g未満	11	0.67	22	0.22	11	0.11	33	0.11		
	1g以上										
合計	1g未満	110	16.88	710	10.66	311	5.33	877	23.53	122	12.43
	1g以上	22	35.74	33	59.38	144	657.79	22			
指標種	シズ'カガイ			266	2.00			455	15.10		
	チヨハナガイ							14	0.34		
	スピ'科	11	0.22	22	0.00	33	0	11	0.00	11	0.00
出現種類数/0.045㎡		12		16		18				6	

## 2.生物モニタリング調査

調査結果を表3、4に示す。

## 粒度組成

含泥率(0.063mm以下の泥の割合)は、5月期に8.23～89.79%、10月期に4.82～96.08%の範囲であった。含泥率が50%を超える泥質の地点は、5月期ではStn.2、4の2地点、10月期ではStn.2、4の2地点であった。粒度組成の変化をみると、Stn.3,4で含泥率の増

加が見られ、Stn.1、2と5で減少している。含泥率の低下はノリ養殖場ないで測定された。

## COD

5月期に3.37～24.94mg/g乾泥、10月期に3.82～27.23 mg/g乾泥の範囲であった。水産用水基準2)の20mg/g乾泥値は5月、10月期とも、Stn.4で越えていたが、その他では基準値を大きく下回っていた。

表4 生物モニタリング調査結果 (10月期)

観 測 点							調査年月日：平成11年10月6日				
		Stn.1	Stn.2	Stn.3	Stn.4	Stn.5	備 考				
天候		晴	くもり	晴	晴	晴	海洋観測機器名・規格				
気温(℃)		17.3	20.6	20.4	20.7	22.1	水温：水銀棒状温度計				
風向(NNE等)		N E	N E	N E	N E	N E	塩分：サリメーター				
風力		2	1	2	2	0	DO：ウインクラー法				
水深(m)		4.4	3.5	4.6	8.6	4.6	採泥器：エクマン・ホーシ'0.15×0.15m				
水質	水温 表層	23.8	23.9	24.2	24.3	24.1	気象観測高度 2.0 m (海面からの高さ) 気象観測機器名・規格 温度計：水銀棒状温度計				
	℃ 底層	24.6	24.5	24.8	25.3	24.1					
	塩分 表層	25.82	28.33	29.24	30.11	29.12					
	底層	30.11	29.94	29.90	30.98	29.14					
	DO 表層	7.08	6.64	6.85	6.97	7.09					
	mg/l 底層	6.64	5.78	5.62	6.55	6.88					
総採泥回数		5回	5回	5回	5回	5回					
底質 (0-2cm層)	泥温(℃)	24.3	24.8	24.9	25.3	24.3	潮汐(三池 港)				
	色	濃灰	濃灰	濃茶	濃灰	薄茶	観測日における干・満				
	臭い	無し	硫化臭	無し	硫化臭	無し	時刻、潮位(cm)				
粒度組成 (%)	～4mm	17.93	0.85	0.00	0.00	0.54	0:51 164				
	4～2mm	13.90	1.92	0.00	0.00	6.23	6:46 429				
	2～1mm	13.65	2.02	0.63	0.59	12.53	13:03 97				
	1～0.5mm	12.19	4.79	2.22	0.20	39.22	19:26 469				
	0.5～0.25mm	16.11	5.22	26.05	0.00	25.91					
	0.25～0.125mm	13.85	7.67	59.22	0.20	7.78					
	0.125～0.063mm	5.04	15.87	0.55	2.94	2.96					
	0.063mm～	7.35	61.66	11.32	96.08	4.82					
	COD (mg/ g 乾泥)	10.64	3.82	12.51	27.23	11.06					
	TS (mg/ g 乾泥)	0.150	0.004	0.225	0.110	0.21					
分類群		個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量		
多毛類	1g未満	33	0.00	244	1.78	33	0.56	189	1.44	133	4.66
	1g以上										
甲殻類	1g未満	11	0.33	44	0.33			22	2.11	78	0.89
	1g以上										
棘皮類	1g未満									56	6.33
	1g以上			11	22.64			11	29.86		
軟体類	1g未満			22	3.22	111	1.22	300	1.55	22	6.10
	1g以上	33	427.13			11	76.70				
その他	1g未満	11	0.67								
	1g以上										
合計	1g未満	55	1.00	11	22.64	144	1.78	511	5.10	289	17.98
	1g以上	33	427.13	310	5.33	11	76.70	11	29.86		
指標種	シス'クガイ			22	3.22			22	0.88		
	チヨハナガイ							11	0.44		
	スピ'オ科			44	0.22						
出現種類数/0.045m <sup>2</sup>		5		9		5		10			

採泥回数4回分  
単位：個体数/m<sup>2</sup>  
湿重量/m<sup>2</sup>

#### TS (全硫化物)

5月期は0.001～0.120mg/g乾泥、10月期は0.004～0.225mg/g乾泥の範囲であった。水産用水基準<sup>2)</sup>の0.2mg/g乾泥を超える地点は、10月期ではStn.3, 5で基準を越えた以外は、すべての地点で基準内であった。

#### マクロベントス

出現個体数の合計と種類数は、5月期から10月期にかけてすべての地点で減少した。地点別にみると5月期、10月期ともにStn.4が最も多かった。汚染指標種は、5月期には各点でスピオ科が出現した他Stn.2,4でシス<sup>\*</sup>クガイが出現し、10月期にはStn.2でシス<sup>\*</sup>クガイとスピオ科

が、Stn.4でシス<sup>\*</sup>クガイとチヨハナガイが出現した。平成10年度は9月期には汚染指標種は出現しなかったが、平成11年度に5月期、10月期ともに出現した。これは、平成10年度のように、CODやTSの秋期の低下がみられず10月期に上昇したことによるものと推察される。

#### 文 献

- 1) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針、第1版、恒星社厚生閣、東京、1980、pp. 154-162.
- 2) 日本水産資源保護協会：水産用水基準、1995年版、日本水産資源保護協会、東京、1995、p. 6.



# 貝毒成分・有害プランクトン等モニタリング事業

尾田 成幸・小谷 正幸・藤井 直幹・淵上 哲

本事業は、有明海福岡県地先における赤潮の発生状況を把握し、その情報を関係機関に伝達することで、漁業被害の防止、軽減を図るとともに有害プランクトン発生時における基礎データを得ることを目的とする。

## 方 法

### (1)モニタリング情報活用事業

赤潮に関する情報は、有害プランクトンモニタリング事業でのモニタリング調査、漁業者や関係各県の通報等により収集し、関係機関に伝達した。

伝達する情報は赤潮発生期間、範囲、面積、水色（赤潮観察水色カードによる）、プランクトン優占種、細胞密度、漁業被害の有無である。プランクトンの計数は、原則として直接計数法で行った。

### (2)有害プランクトン等モニタリング事業

調査は4～9月までは毎月1回、10～3月までは毎

月2回の計18回、図1に示す4定点で満潮時に行った。調査項目は気象（天候、雲量、風向、風力）、海象（水温、塩分、透明度、水深、水色）、DO、DIN、DIP、珪酸塩、クロロフィル-a、採水プランクトン種組成である。調査層は表層、2m及びB-1m層である。なお、調査方法は全て漁業公害等対策事業実施要領及び運用通達に従った。

## 結 果

### (1)モニタリング情報活用事業

平成11年度の赤潮発生状況を表1に、発生範囲を図2～5に示す。

赤潮の発生件数は、前年度よりも1件少ない4件であった。内訳はラフィド藻と珪藻の混成によるものが1件、珪藻によるものが3件であった。うち、漁業被害は2月に1件発生し（整理番号4）、昨年よりも1件少なかった。被害内容は珪藻プランクトン *Eucampia zodiacus* の増殖に伴う海水中のDINの低下によるノリ色落ちである。*E.z.*は当海域において過去にノリ漁期中に大規模に増殖し、多大なる漁業被害を引き起こした種である。細胞密度は比較的少なめで推移したが、発生期間が62日と長期に渡り、3月17日にはDIN濃度が漁場平均で  $1.3 \mu\text{g-at/l}$  にまで低下した。また、本種赤潮の発生前には平成10年度と同様 *Rhizosolenia setigera* の増殖が認められた。なお、9月に発生した *Chattonella antiqua* 赤潮（整理番号3）による漁業被害はなかった。

### (2)有害プランクトン等モニタリング事業

調査地点の緯度経度を表2に、気象海象調査結果を表3-1～3に、水質調査結果を表4-1～3に示す。

## 文 献

- 1) 水産庁漁場保全課：漁業公害等対策事業実施要領及び運用通達、平成7年4月。

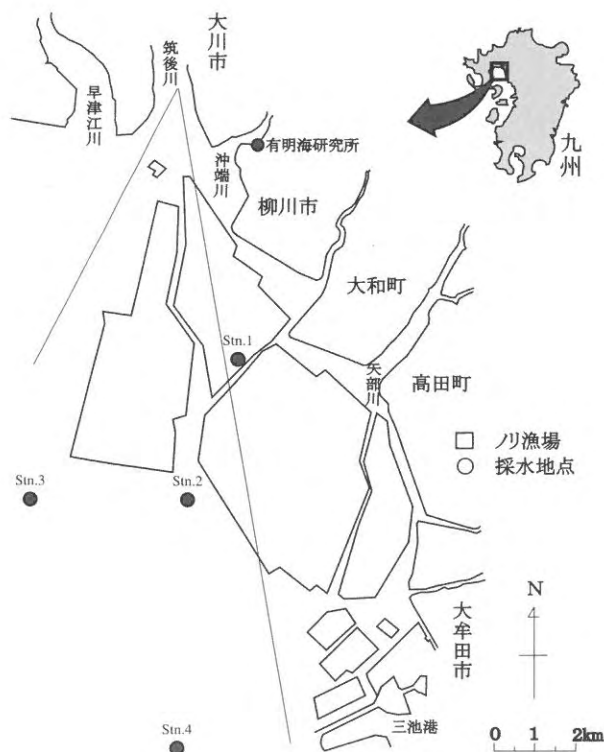
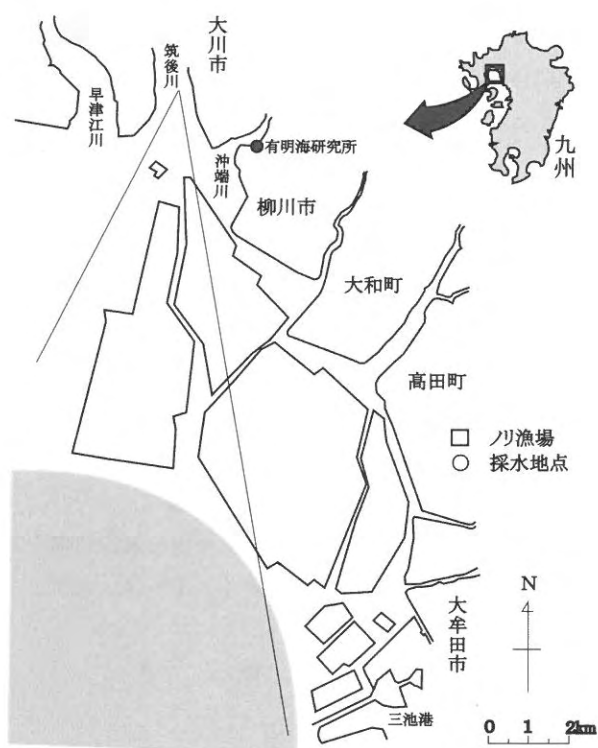


図1 有害プランクトン等モニタリング事業調査地点

表1 平成11年度赤潮発生状況

整理番号	発生期間(日数)	構成種	細胞数(cells/ml)	発生状況及び発達状況
1	6月21日	<i>Nitzschia</i> sp.	1,430	6月21日満潮時に確認。構成種は小型の珪藻類と微細藻類。 細胞密度が最も高いのは微細藻類で沖合で濃密。 7月に入って発生範囲は縮小し、7月13日には終息を確認。  (水色:51, 最大面積:約80km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
	~7月12日	<i>Thalassiosira</i> sp.	1,260	
	(22日間)	<i>Skeletonema costatum</i>	1,120	
		微細藻類の一種	計数不能 (6月23日満潮時)	
2	8月4日	<i>Skeletonema costatum</i>	800	8月4日満潮時に確認。細胞密度は沿岸域で濃密。  (水色:42, 最大面積:約172km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
	~		(8月4日満潮時)	
3	9月3日	<i>Skeletonema costatum</i>	4,760	9月3日満潮時に確認。北部は <i>S. c.</i> が優占。南部は <i>C. a.</i> が優占。 北部の <i>S. c.</i> は8月4日に発生したものが継続したものと思われる。  (水色:北部33, 南部6, 最大面積:約150km <sup>2</sup> , 漁業被害:無し)
	~ 14日	<i>Chattonella antiqua</i>	520	
	(12日間)		(9月3日満潮時)	
4	2月3日	<i>Eucampia zodiacus</i>	1,600	1月から <i>Rhizosolenia setigera</i> の増加が認められ、1月31日には <i>E. z.</i> を優占とする赤潮を確認。細胞密度は沿岸域と西部沖合いで濃密。 発生範囲は3月30日には沖合いで消失し、ノリ漁場内のみとなった。  (水色:33, 42, 最大面積:2月3日約172km <sup>2</sup> , 3月30日約100km <sup>2</sup> 漁業被害:ノリ色落ち)
	~ 4月5日		(2月3日満潮時)	
	(62日間)		1,600	
			(3月30日満潮時)	

図2 *Nitzschia* sp.他  
6月21日満潮時(整理番号1)図3 *Skeletonema costatum*  
8月4日満潮時(整理番号2)

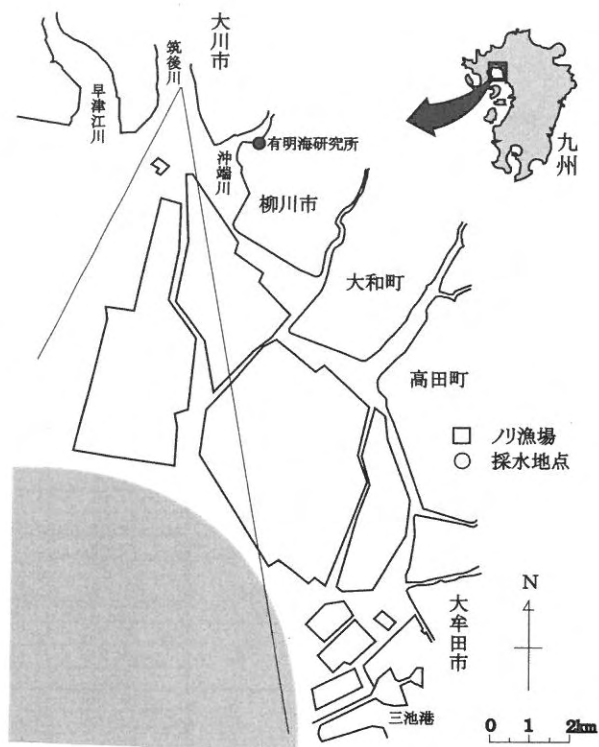


図4 *Skeletonema costatum*, *Chattonella antiqua*  
9月3日満潮時 (整理番号3)

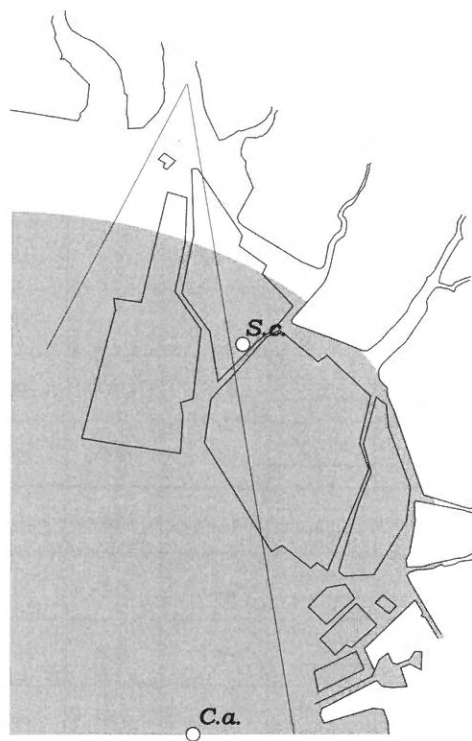


図5 *Eucampia zodiacus*  
2月3日満潮時 (整理番号4)

表2 有害プランクトン等モニタリング事業調査地点の緯度経度

Stn.	緯度	経度
1	33°05.16'	130°22.60'
2	33°02.96'	130°21.93'
3	33°02.96'	130°18.81'
4	32°59.35'	130°21.03'

表3-1 気象海象観測結果(1)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分
4/28	1	0	7:52	くもり	10	N	3	5.1	1.3	44	16.3	32.07
		2									16.4	32.22
		B-1									16.4	32.28
	2	0	8:06	くもり	10	N	3	12.8	1.5	44	16.3	32.21
		2									16.2	32.30
		B-1									16.0	32.97
	3	0	8:22	くもり	10	N	4	13.5	2.6	54	16.2	32.25
		2									16.2	32.26
		B-1									15.7	33.45
	4	0	8:41	くもり	10	N	4	7.2	2.8	54	16.2	32.37
		2									16.3	32.42
		B-1									16.1	32.81
5/21	1	0	12:37	晴れ	4	S	2	4.5	0.9	44	21.3	31.89
		2									20.9	31.92
		B-1									21.2	31.19
	2	0	12:50	晴れ	5	S	3	12.0	1.5	45	21.1	33.20
		2									20.7	33.20
		B-1									20.1	33.34
	3	0	13:03	晴れ	5	S	3	12.3	1.6	45	20.8	33.50
		2									20.6	33.51
		B-1									19.7	33.88
	4	0	13:22	晴れ	5	S	3	6.6	1.8	42	20.7	33.72
		2									20.4	33.69
		B-1									20.0	33.72
6/21	1	0	13:54	晴れ	6	W	2	4.1	1.2	45	25.2	30.05
		2									24.1	30.61
		B-1									23.9	30.74
	2	0	14:07	晴れ	5	SW	1	11.6	1.7	42	25.3	28.78
		2									23.7	30.73
		B-1									23.2	31.80
	3	0	14:21	晴れ	5	SW	1	11.8	1.5	45	26.3	25.02
		2									24.0	29.88
		B-1									22.3	32.09
	4	0	14:42	晴れ	6	SW	1	6.6	1.6	51	25.8	30.23
		2									24.3	30.64
		B-1									23.6	31.88
8/4	1	0	13:39	晴れ	7	NW	2	4.8	1.0	42	29.0	27.74
		2									27.6	27.69
		B-1									27.1	28.86
	2	0	13:54	晴れ	7	W	2	12.0	1.1	45	29.3	27.01
		2									27.5	28.04
		B-1									26.4	29.78
	3	0	14:08	晴れ	7	W	1	12.4	1.1	33	30.1	25.28
		2									27.3	26.64
		B-1									25.4	30.47
	4	0	14:26	晴れ	7	NNW	1	7.0	1.5	54	28.3	28.80
		2									26.2	29.76
		B-1									26.1	29.97
9/3	1	0	13:45	くもり	10	SW	1	4.4	1.2	33	26.6	14.99
		2									27.1	26.19
		B-1									27.1	27.37
	2	0	13:59	くもり	10	SSW	1	12.4	1.5	6	27.1	15.32
		2									27.1	26.94
		B-1									26.6	30.01
	3	0	14:14	くもり	10	SSW	1	9.0	2.5	33	27.2	16.61
		2									26.9	24.84
		B-1									26.8	29.53
	4	0	14:31	くもり	10	SSW	1	7.0	1.3	6	27.6	20.30
		2									27.1	26.10
		B-1									26.7	29.99
9/30	1	0	14:23	晴れ	3	N	2	4.4	0.7	45	26.8	24.33
		2									26.8	27.65
		B-1									26.8	29.48
	2	0	13:05	快晴	1	N	3	12.5	1.4	42	27.0	29.72
		2									26.8	29.96
		B-1									26.6	30.45
	3	0	13:21	晴れ	3	NNW	3	12.6	1.5	54	27.2	29.98
		2									26.9	30.20
		B-1									26.6	30.81
	4	0	13:39	晴れ	3	NW	3	7.2	2.0	54	27.0	30.53
		2									26.8	30.67
		B-1									26.7	30.80



表3-2 気象海象観測結果(2)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分
10/28	1	0	10:30	はれ	7	S	1	5.7	0.8	45	20.9	30.03
		2									20.9	30.02
		B-1									20.9	30.02
	2	0	10:50	はれ	7	-	0	14.1	1.0	45	21.6	29.99
		2									21.3	29.97
		B-1									21.2	30.26
	3	0	11:20	くもり	9	-	0	14.4	1.5	45	21.6	30.00
		2									21.3	30.00
		B-1									21.8	30.36
	4	0	11:40	くもり	9	-	0	8.0	2.0	54	21.9	30.57
		2									21.8	30.56
		B-1									21.8	30.55
11/10	1	0	10:34	快晴	1	N	2	5.4	1.2	45	18.8	29.73
		2									18.8	29.77
		B-1									18.7	29.80
	2	0	10:51	快晴	0	N	2	12.8	1.2	45	19.3	30.18
		2									19.3	30.16
		B-1									19.3	30.60
	3	0	11:07	快晴	0	-	0	12.8	1.0	42	19.5	30.37
		2									19.5	30.35
		B-1									19.6	30.60
	4	0	11:23	快晴	0	N	1	7.2	2.0	42	19.9	30.90
		2									19.9	30.91
		B-1									20.0	30.99
11/30	1	0	13:47	はれ	5	NW	1	4.3	1.3	54	15.3	29.19
		2									15.2	29.31
		B-1									15.2	29.30
	2	0	14:02	はれ	3	NW	1	12.0	2.0	54	16.5	29.67
		2									16.6	29.89
		B-1									16.7	30.27
	3	0	14:16	はれ	3	-	0	12.4	3.1	63	16.8	30.11
		2									16.9	30.14
		B-1									17.4	30.53
	4	0	14:32	はれ	2	NW	1	6.7	3.8	60	17.3	30.54
		2									17.4	30.57
		B-1									17.6	30.81
12/7	1	0	8:27	はれ	2	W	2	5.0	0.9	45	13.5	27.81
		2									13.5	28.03
		B-1									13.8	28.43
	2	0	8:47	はれ	2	NNW	3	12.5	0.9	45	14.7	29.90
		2									14.7	29.86
		B-1									14.7	29.93
	3	0	9:02	快晴	2	W	3	12.7	1.6	45	15.3	30.30
		2									15.3	30.30
		B-1									15.5	30.36
	4	0	9:22	快晴	1	NNW	3	7.5	2.5	42	15.6	30.67
		2									15.7	30.67
		B-1									15.6	30.69
12/22	1	0	8:39	快晴	1	N	1	5.5	1.0	45	10.9	29.71
		2									11.3	29.72
		B-1									11.1	29.70
	2	0	8:52	快晴	1	W	3	13.6	1.0	45	11.3	30.24
		2									12.1	30.22
		B-1									11.9	30.32
	3	0	9:07	快晴	1	W	3	13.2	2.8	42	12.5	30.67
		2									12.6	30.66
		B-1									12.6	30.68
	4	0	9:23	快晴	1	N	4	7.6	3.5	42	13.1	31.12
		2									13.5	31.11
		B-1									13.4	31.22
1/13	1	0	10:58	くもり	10	-	0	4.2	1.4	45	11.4	30.35
		2									11.4	30.61
		B-1									11.4	30.65
	2	0	11:13	くもり	10	-	0	12.0	2.7	54	11.9	31.01
		2									12.1	31.17
		B-1									12.1	31.39
	3	0	11:28	くもり	10	-	0	12.2	4.4	54	12.0	31.11
		2									12.0	31.12
		B-1									12.5	31.59
	4	0	11:44	くもり	10	N	1	7.0	6.2	51	12.7	31.81
		2									12.7	31.81
		B-1									12.7	31.81

表 3-3 気象海象観測結果 (3)

調査日	Stn.	採水層	調査時刻	天候	雲量	風向	風力	水深 m	透明度 m	水色	水温 ℃	塩分
1/21	1	0	10:53	はれ	7	N	1	5.0	1.1	45	9.6	29.15
		2									9.7	29.17
		B-1									9.7	29.39
	2	0	9:31	はれ	2	NNW	3	13.2	1.4	45	10.2	30.39
		2									10.2	30.30
		B-1									10.6	30.56
	3	0	9:46	はれ	2	NNW	2	13.4	1.5	45	10.7	31.10
		2									11.0	31.06
		B-1									11.0	31.17
	4	0	10:05	はれ	3	NNW	2	7.6	3.2	54	11.5	31.49
		2									11.6	31.48
		B-1									11.7	31.56
2/3	1	0	9:43	くもり	10	N	1	4.5	1.9	45	9.0	28.75
		2									9.8	30.71
		B-1									9.8	30.76
	2	0	8:13	くもり	10	N	1	12.2	1.5	42	9.7	30.84
		2									9.9	30.86
		B-1									10.4	31.20
	3	0	8:30	くもり	10	N	1	12.6	2.8	42	9.2	30.68
		2									9.3	30.80
		B-1									11.2	31.89
	4	0	8:49	くもり	10	-	0	7.0	4.5	51	10.1	31.58
		2									10.7	31.62
		B-1									10.9	31.78
2/14	1	0	16:00	くもり	10	NW	4	4.2	1.2	45	9.7	27.72
		2									9.7	30.19
		B-1									9.8	31.00
	2	0	14:21	くもり	10	S	2	11.8	2.5	42	9.8	30.83
		2									9.7	31.16
		B-1									9.7	31.52
	3	0	14:42	くもり	10	S	2	12.2	1.5	42	9.6	29.24
		2									9.6	30.20
		B-1									9.9	31.81
	4	0	15:05	くもり	10	S	2	6.7	3.9	51	10.1	31.40
		2									9.9	31.53
		B-1									10.0	31.60
2/28	1	0	15:06	くもり	10	NNW	4	3.8	1.0	45	8.0	26.90
		2									8.5	28.97
		B-1									9.1	30.86
	2	0	13:59	くもり	10	N	4	11.8	2.5	54	9.3	31.27
		2									9.3	31.24
		B-1									9.4	31.91
	3	0	欠測									
		2										
		B-1										
	4	0	欠測									
		2										
		B-1										
3/14	1	0	14:08	はれ	2	SSW	1	4.2	1.4	45	11.6	29.27
		2									10.8	31.04
		B-1									10.8	31.64
	2	0	14:27	はれ	4	SSE	1	11.7	3.0	54	13.0	29.77
		2									10.9	31.85
		B-1									10.5	32.32
	3	0	14:44	はれ	4	S	1	11.8	1.7	54	12.6	29.49
		2									10.8	0.00
		B-1									10.6	32.60
	4	0	15:04	はれ	6	WSW	1	6.5	5.0	54	12.3	32.02
		2									10.7	0.00
		B-1									10.7	32.45
3/30	1	0	15:30	快晴	0	SSE	2	3.6	0.9	45	14.1	16.67
		2									12.4	25.75
		B-1									12.4	28.74
	2	0	15:55	快晴	0	S	3	118.0	1.7	54	12.4	29.90
		2									11.9	30.72
		B-1									12.1	32.57
	3	0	16:08	快晴	0	SSE	3	11.2	2.0	54	12.6	31.08
		2									12.4	31.10
		B-1									11.9	33.00
	4	0	16:26	快晴	0	SSE	2	6.2	2.5	54	12.4	30.60
		2									11.9	31.03
		B-1									11.9	32.12

表 4-1 水質分析結果 (1)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>4</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l
4/28	1	7:52	0	8.01	3.53	0.64	6.68	0.77	10.85	82.43	3.7
			2	7.79	6.53	0.51	6.60	0.83	13.63	150.58	3.8
			B-1	7.79	4.63	0.64	5.76	0.73	11.03	76.94	3.6
	2	8:06	0	8.12	2.96	0.54	3.70	0.64	7.19	65.95	4.8
			2	8.08	3.76	0.56	6.44	0.53	10.76	64.85	4.3
			B-1	7.73	3.49	0.63	4.06	0.66	8.18	69.24	4.4
	3	8:22	0	9.00	2.46	0.34	2.20	0.87	4.99	79.14	6.2
			2	8.87	2.60	0.35	1.88	0.38	4.83	69.24	7.1
			B-1	7.54	3.60	0.51	2.96	0.49	7.07	71.44	2.5
	4	8:41	0	9.13	2.51	0.38	2.06	0.54	4.95	67.05	6.4
			2	8.97	2.46	0.35	2.42	0.50	5.22	73.64	6.5
			B-1	8.45	3.11	0.44	1.77	0.27	5.32	53.86	4.5
5/21	1	12:37	0	6.19	6.34	0.81	7.21	1.34	14.36	99.27	2.9
			2	6.59	8.40	0.75	6.14	1.33	15.29	93.82	2.4
			B-1	6.65	7.11	0.70	3.54	1.12	11.35	86.18	3.2
	2	12:50	0	7.65	2.17	0.34	1.17	0.57	3.69	60.00	4.2
			2	7.53	2.58	0.35	1.54	0.58	4.48	58.91	2.9
			B-1	6.84	2.50	0.27	1.75	0.57	4.52	65.45	16.4
	3	13:03	0	8.05	1.45	0.08	3.67	0.50	5.20	69.82	13.1
			2	8.14	7.35	0.22	3.04	0.53	10.62	70.91	1.4
			B-1	6.71	4.33	0.23	0.62	0.53	5.18	45.82	17.4
	4	13:22	0	7.36	2.77	0.35	4.95	0.76	8.07	79.64	13.3
			2	7.29	2.91	0.36	3.04	0.60	6.31	64.36	3.8
			B-1	7.15	2.53	0.27	0.99	0.42	3.79	49.09	12.9
6/21	1	13:54	0	6.56	3.70	1.43	5.90	0.83	11.03	84.00	10.1
			2	5.83	42.85	0.91	8.52	0.96	52.28	93.82	7.1
			B-1	5.64	6.54	1.34	4.27	0.99	12.16	80.73	6.4
	2	14:07	0	8.46	1.62	1.40	6.85	0.57	9.86	100.36	7.2
			2	7.52	4.00	0.50	1.13	0.27	5.62	63.27	4.2
			B-1	5.60	4.97	1.70	1.66	0.80	8.32	68.73	4.6
	3	14:21	0	8.19	4.00	1.51	14.58	1.12	20.09	152.72	4.4
			2	8.73	7.71	0.82	2.88	0.39	11.42	98.18	0.9
			B-1	5.52	3.32	1.82	1.51	0.57	6.66	58.91	4.9
	4	14:42	0	8.98	1.36	1.28	4.28	0.24	6.91	87.27	3.3
			2	8.49	4.23	1.09	2.74	0.30	8.06	80.73	3.5
			B-1	5.67	5.75	1.84	2.48	0.67	10.07	67.64	2.6
8/4	1	13:39	0	8.62	2.67	0.47	0.28	0.18	3.41	47.01	16.5
			2	8.14	2.38	0.52	0.88	0.30	3.78	54.84	12.8
			B-1	6.66	2.72	0.85	1.30	0.60	4.87	47.01	3.9
	2	13:54	0	10.08	1.07	0.30	0.48	0.36	1.85	80.96	5.7
			2	8.91	2.27	0.28	0.62	0.31	3.18	47.01	10.8
			B-1	6.53	1.71	0.61	0.52	0.33	2.84	41.78	6.9
	3	14:08	0	10.38	1.65	1.46	2.24	0.50	5.35	86.18	24.9
			2	9.04	3.32	0.76	4.16	0.50	8.25	67.90	26.9
			B-1	4.99	2.34	3.10	3.57	0.69	9.00	65.29	5.0
	4	14:26	0	9.22	2.63	0.26	0.22	0.24	3.11	41.78	5.3
			2	6.63	2.61	0.96	1.52	0.37	5.09	48.31	6.5
			B-1	6.15	2.55	1.19	1.44	0.51	5.17	53.54	7.9
9/3	1	13:45	0	9.61	1.74	1.69	60.25	1.44	63.68	198.76	16.3
			2	5.48	4.97	1.87	10.12	1.41	16.96	121.16	5.7
			B-1	5.53	3.97	1.45	5.75	1.12	11.16	102.10	0.6
	2	13:59	0	12.98	0.92	1.64	26.85	1.36	29.41	200.12	16.5
			2	7.05	67.25	1.22	8.35	0.80	76.82	103.47	20.8
			B-1	4.60	3.02	1.63	2.07	0.75	6.71	77.60	1.4
	3	14:14	0	14.16	0.89	1.47	17.66	1.20	20.02	191.96	56.2
			2	5.80	5.77	2.24	12.02	1.17	20.03	127.97	8.9
			B-1	4.62	2.46	2.40	4.08	0.87	8.93	78.96	1.1
	4	14:31	0	15.22	1.05	0.61	1.82	0.51	3.48	160.64	72.8
			2	8.82	1.53	0.95	1.24	0.67	3.71	106.19	21.5
			B-1	4.65	2.31	2.47	3.70	1.05	8.48	80.32	1.7
9/30	1	14:23	0	7.17	2.08	3.22	25.83	1.79	31.13	187.56	18.3
			2	5.91	3.52	3.40	16.72	1.60	23.64	148.87	12.4
			B-1	5.22	4.77	3.79	12.08	1.85	20.64	143.01	7.4
	2	13:05	0	5.59	2.32	3.36	11.25	1.41	16.93	121.91	6.4
			2	5.03	4.28	3.45	13.76	1.55	21.49	120.74	4.7
			B-1	4.51	4.07	3.51	9.27	1.51	16.85	106.67	2.4
	3	13:21	0	6.49	1.61	2.71	8.92	1.16	13.24	114.88	12.1
			2	5.17	2.34	3.07	10.11	1.36	15.52	120.74	8.0
			B-1	4.05	2.78	3.77	8.55	1.37	15.10	110.19	1.0
	4	13:39	0	5.43	1.80	3.47	8.82	1.22	14.09	111.36	3.6
			2	5.08	3.13	3.56	9.85	1.33	16.54	112.53	2.0
			B-1	4.76	2.60	3.65	8.38	1.27	14.63	106.67	3.6



表 4-2 水質分析結果 (2)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>4</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l
10/28	1	10:30	0	6.87	3.02	3.38	9.42	1.34	15.82	104.22	5.0
			2	6.78	2.64	3.39	8.15	1.18	14.18	83.81	4.2
			B-1	6.74	3.74	2.90	6.32	1.13	12.96	74.14	2.5
	2	10:50	0	7.20	2.11	2.76	5.96	1.03	10.82	116.04	4.0
			2	7.19	2.84	2.50	5.21	1.04	10.54	66.62	4.4
			B-1	6.55	3.82	3.09	8.72	1.24	15.63	101.00	2.5
	3	11:20	0	7.69	1.79	2.05	6.05	0.93	9.89	80.58	4.7
			2	7.56	1.91	2.27	4.35	1.05	8.52	110.67	5.7
			B-1	6.83	1.91	2.17	3.31	0.99	7.39	60.17	2.1
	4	11:40	0	7.05	1.47	2.39	6.29	0.98	10.14	80.58	2.5
			2	6.99	1.71	2.88	6.22	1.00	10.80	81.66	2.3
			B-1	6.73	2.37	2.44	4.04	1.08	8.85	56.95	2.6
11/10	1	10:34	0	7.51	2.96	3.62	7.62	1.29	14.20	68.77	2.4
			2	7.22	2.04	3.68	7.32	1.17	13.03	63.39	1.8
			B-1	7.08	2.68	3.83	9.07	1.41	15.58	69.84	2.7
	2	10:51	0	7.13	2.99	3.72	6.40	1.12	13.11	60.17	3.9
			2	7.13	2.08	3.56	6.34	1.08	11.98	62.32	2.3
			B-1	6.75	2.43	3.87	6.35	1.17	12.64	58.02	1.3
	3	11:07	0	7.15	2.24	3.07	5.43	0.92	10.74	50.50	1.8
			2	7.20	2.16	3.18	4.70	1.05	10.04	62.32	1.8
			B-1	6.79	1.75	3.29	4.92	0.97	9.96	50.50	1.2
	4	11:23	0	6.85	1.70	3.66	4.79	1.08	10.15	54.80	1.1
			2	6.83	1.37	3.57	4.76	0.92	9.69	48.35	1.0
			B-1	6.70	2.06	3.64	4.72	1.08	10.41	52.65	0.8
11/30	1	13:47	0	7.81	5.00	1.94	8.85	1.37	15.79	100.91	1.8
			2	7.70	5.32	2.14	10.46	1.29	17.92	98.00	1.7
			B-1	7.64	5.53	2.31	11.19	1.45	19.03	91.21	1.7
	2	14:02	0	7.84	7.45	2.16	11.75	1.27	21.36	82.47	1.0
			2	7.56	4.85	1.66	8.07	0.97	14.58	74.71	1.7
			B-1	7.15	3.17	1.82	8.54	1.20	13.53	71.80	1.5
	3	14:16	0	7.64	3.49	1.48	7.59	1.17	12.55	74.71	0.9
			2	7.65	2.65	1.73	8.59	1.23	12.97	77.62	1.6
			B-1	7.14	2.35	1.61	7.77	1.04	11.73	65.01	1.1
	4	14:32	0	7.60	2.23	1.41	6.51	0.87	10.15	67.92	1.1
			2	7.57	2.65	1.36	6.52	0.80	10.53	66.95	1.1
			B-1	7.42	1.92	1.36	6.38	0.96	9.67	60.16	1.2
12/7	1	8:27	0	8.52	4.63	2.03	12.37	1.52	19.03	125.17	2.2
			2	8.44	4.81	1.83	11.15	1.15	17.79	112.55	1.9
			B-1	8.30	4.47	1.58	9.62	1.12	15.67	150.39	1.6
	2	8:47	0	8.05	3.82	3.26	9.11	1.34	16.19	96.06	2.0
			2	8.05	3.85	1.97	9.73	1.30	15.55	80.53	1.8
			B-1	7.90	3.27	1.47	7.10	1.10	11.84	78.59	1.3
	3	9:02	0	7.85	2.88	1.73	8.00	1.08	12.61	71.80	1.9
			2	7.90	2.33	1.33	6.46	1.09	10.12	68.89	2.3
			B-1	7.75	7.11	1.87	8.61	1.14	17.59	70.83	1.6
	4	9:22	0	8.02	4.25	1.41	6.15	0.94	11.81	65.01	1.2
			2	7.78	2.78	1.62	8.00	1.05	12.40	67.92	1.4
			B-1	7.78	2.26	1.28	6.29	0.94	9.83	68.89	0.7
12/22	1	8:39	0	8.78	3.52	1.51	9.04	1.15	14.07	94.12	3.2
			2	8.70	2.81	1.42	8.69	1.16	12.92	91.21	2.4
			B-1	8.74	3.94	1.64	8.81	1.21	14.39	100.91	2.5
	2	8:52	0	8.60	2.21	1.22	7.93	1.06	11.36	83.44	2.3
			2	8.60	3.26	1.43	8.22	1.08	12.91	79.56	1.7
			B-1	8.43	2.60	1.39	8.22	1.06	12.20	80.53	1.3
	3	9:07	0	8.32	3.39	1.50	7.94	1.10	12.83	76.65	1.4
			2	8.29	2.50	1.24	7.13	1.01	10.86	75.68	1.3
			B-1	8.32	1.95	1.16	7.07	0.96	10.18	74.71	1.9
	4	9:23	0	8.25	3.20	1.39	6.76	0.91	11.35	70.83	1.9
			2	8.20	3.29	1.41	6.76	0.91	11.46	71.80	1.3
			B-1	8.17	2.68	1.08	6.27	0.76	10.02	68.89	4.8
1/13	1	10:58	0	9.25	2.79	0.94	5.53	1.21	9.26	29.48	3.8
			2	8.99	2.60	0.78	5.29	1.06	8.66	27.66	2.5
			B-1	9.03	2.78	0.84	5.48	0.97	9.10	26.93	3.4
	2	11:13	0	9.01	1.86	0.80	3.71	0.81	6.38	26.56	3.8
			2	8.76	3.09	0.74	3.78	0.08	7.60	25.11	4.1
			B-1	8.60	2.06	1.01	3.73	0.91	6.81	26.93	4.7
	3	11:28	0	8.82	1.88	0.80	4.26	0.87	6.93	24.74	2.9
			2	8.87	3.35	0.63	3.54	0.73	7.52	24.38	2.3
			B-1	8.54	1.94	0.70	2.78	0.68	5.41	22.20	2.5
	4	11:44	0	8.60	1.74	0.70	3.00	0.68	5.44	21.83	1.2
			2	8.52	3.67	0.89	3.15	0.70	7.71	21.83	1.7
			B-1	8.56	1.79	0.68	3.03	0.68	5.50	22.20	2.1



表4-3 水質分析結果(3)

調査日	Stn.	調査時刻	採水層	DO mg/l	NH <sub>4</sub> -N μg-at/l	NO <sub>2</sub> -N μg-at/l	NO <sub>3</sub> -N μg-at/l	PO <sub>4</sub> -P μg-at/l	DIN μg-at/l	珪酸塩 μg-at/l	CHL-a μg/l
1/21	1	10:53	0	10.05	2.41	0.96	7.42	1.03	10.80	120.35	9.6
			2	9.84	2.22	0.91	6.35	1.08	9.47	116.91	8.7
			B-1	9.48	2.82	0.83	10.34	1.41	14.00	115.76	6.8
	2	9:31	0	9.48	2.49	0.81	5.96	1.02	9.26	95.13	11.1
			2	9.52	1.71	0.75	3.55	0.81	6.00	96.28	10.5
			B-1	9.32	2.02	0.79	2.66	0.85	5.48	92.84	11.7
	3	9:46	0	9.51	1.27	0.73	1.92	0.38	3.92	74.50	10.6
			2	9.46	1.17	0.51	0.09	0.41	1.76	73.35	11.8
			B-1	9.27	1.42	0.55	3.59	0.87	5.57	75.65	11.5
	4	10:05	0	9.11	1.63	0.69	2.52	0.80	4.84	81.38	6.3
			2	9.07	1.77	0.72	3.84	0.79	6.33	79.09	6.8
			B-1	8.93	1.99	0.82	1.21	0.77	4.02	80.23	6.2
2/3	1	9:43	0	11.33	0.84	1.31	0.86	0.20	3.02	69.75	12.7
			2	10.31	0.88	0.42	1.20	0.45	2.51	42.62	12.7
			B-1	10.03	0.91	0.54	0.45	0.69	1.90	60.06	13.0
	2	8:13	0	10.04	0.56	0.48	0.07	0.31	1.11	40.69	8.3
			2	9.80	0.40	0.40	0.38	0.23	1.18	41.65	8.5
			B-1	9.29	0.44	0.39	0.00	0.26	0.84	37.78	16.8
	3	8:30	0	10.52	0.45	0.35	1.42	0.21	2.22	33.90	8.6
			2	10.39	1.16	0.38	0.79	0.21	2.33	31.97	9.6
			B-1	8.67	1.04	0.61	0.63	0.30	2.28	34.87	7.5
	4	8:49	0	9.39	0.84	0.56	2.87	0.45	4.27	35.84	5.5
			2	9.28	0.63	0.53	0.45	0.33	1.61	37.78	4.0
			B-1	9.20	0.73	0.44	0.72	0.21	1.88	36.81	6.2
2/14	1	16:00	0	14.33	0.94	0.45	0.00	0.29	1.35	73.77	23.5
			2	12.88	0.34	0.39	0.00	0.02	0.68	27.01	12.4
			B-1	11.76	0.50	0.50	0.07	0.04	1.07	22.86	11.0
	2	14:21	0	12.49	0.69	0.38	0.03	0.02	1.11	21.82	6.9
			2	11.48	0.42	0.39	0.00	0.02	0.81	21.82	9.0
			B-1	9.99	0.48	0.36	0.00	0.03	0.82	22.86	8.3
	3	14:42	0	13.00	0.39	0.41	0.00	0.16	0.78	45.71	14.4
			2	13.34	0.39	0.41	0.05	0.00	0.86	28.05	10.1
			B-1	9.70	0.46	0.91	0.99	0.10	2.36	23.90	3.0
	4	15:05	0	11.43	1.49	1.09	0.49	0.03	3.07	20.78	3.5
			2	11.27	0.57	1.10	0.30	0.02	1.97	21.82	5.8
			B-1	11.25	0.72	1.25	0.50	0.02	2.47	22.86	2.9
2/28	1	15:06	0							73.77	20.8
			2							27.01	14.0
			B-1							22.86	7.4
	2	13:59	0							21.82	2.2
			2							21.82	6.2
			B-1							22.86	4.8
	3		0							欠測	
			2								
			B-1								
	4		0							欠測	
			2								
			B-1								
3/14	1	14:08	0	12.17	2.43	0.72	1.67	0.12	4.82	36.10	2.3
			2	10.76	1.05	0.41	0.82	0.06	2.28	20.31	4.6
			B-1	10.11	0.94	0.36	0.74	0.15	2.05	16.92	1.9
	2	14:27	0	10.84	1.01	0.48	1.08	0.14	2.57	29.33	1.0
			2	10.01	1.42	0.55	0.69	0.05	2.66	14.67	3.2
			B-1	8.73	1.25	0.52	0.68	0.10	2.45	12.41	2.8
	3	14:44	0	10.98	1.80	0.43	1.13	0.08	3.36	32.72	2.8
			2	10.56	0.67	0.39	0.63	0.06	1.70	19.18	2.5
			B-1	8.74	1.14	0.41	0.56	0.12	2.11	14.67	1.8
	4	15:04	0	9.78	0.98	0.39	0.51	0.07	1.88	11.28	1.0
			2	9.64	1.21	0.51	0.41	0.08	2.13	12.41	0.9
			B-1	9.52	0.91	0.39	0.33	0.09	1.63	14.67	1.5
3/30	1	15:30	0	11.90	2.46	1.43	16.35	0.16	20.24	26.75	20.2
			2	10.03	2.97	0.87	1.28	0.37	5.12	15.61	29.6
			B-1	9.32	2.13	0.32	0.34	0.08	2.80	34.56	28.0
	2	15:55	0	9.60	2.26	0.38	0.34	0.14	2.99	30.10	5.7
			2	8.96	2.42	0.31	0.21	0.06	2.94	17.84	4.0
			B-1	7.70	2.51	0.57	0.86	0.26	3.94	36.79	4.3
	3	16:08	0	9.14	3.60	0.57	2.45	0.24	6.62	50.16	4.4
			2	9.25	2.58	0.51	1.37	0.27	4.46	34.56	3.5
			B-1	7.25	3.24	0.50	0.56	0.29	4.30	16.72	3.4
	4	16:26	0	9.41	2.03	0.80	1.05	0.09	3.89	40.13	4.4
			2	11.15	1.93	0.24	1.11	0.09	3.28	35.67	3.6
			B-1	7.81	2.25	0.36	0.37	0.26	2.98	23.41	1.9

# 有明海総合振興対策事業

## 非干出域生産機能回復調査

松井 繁明・林 宗徳・吉岡 直樹

福岡県有明海のアサリを中心とした漁場を地盤高及び生産性から3段階にランク分けすると、地盤高0m±0.5m付近の干潟域をAランク、地盤高0.5m~1.0m及び-0.5~-3.0mをBランク、それよりさらに高いところ及び低いところがCランクに位置づけられる。

沿岸漁場整備開発事業等で従来から漁場の回復や資源の増大を目的に事業を行ってきたのは主としてAランク漁場であった(図1)。

Bランク漁場は漁場面積も大きく、その機能を向上させることで有明海全体の生産増大に大きく寄与することができると考えられるが、これまで事業化や調査研究の対象として取り上げられておらず、漁場環境等の諸条件が明らかにされていなかった。

本事業では平成10年度にこれらBランク漁場について、広い範囲での漁場環境調査(水質、底質、生物調査等)等事業化に向けての基礎的な調査を行い、海域別に基礎的な開発計画を検討した。その結果、Bランク漁場

においてもAランク漁場と同様、覆砂等の造成を行うことにより漁場機能の回復や漁業生産の向上等の成果が上げられることが明らかになった。

本年度(平成11年)は、平成10年度の調査結果をもとに、Bランク漁場のうち地元漁業者との協議により実際に一定の個所を選定し、調査区域内のより詳細な漁場環境調査、生物分布調査等を行うことにより漁場造成適地の検討と漁場保全計画の具体案の策定を行うことを目的とした。

### 調査方法

#### 1. 有用貝類調査

##### 1) 生息量調査

長柄じょれんによる生息分布調査を行い、有用貝類の分布状況を明らかにする。

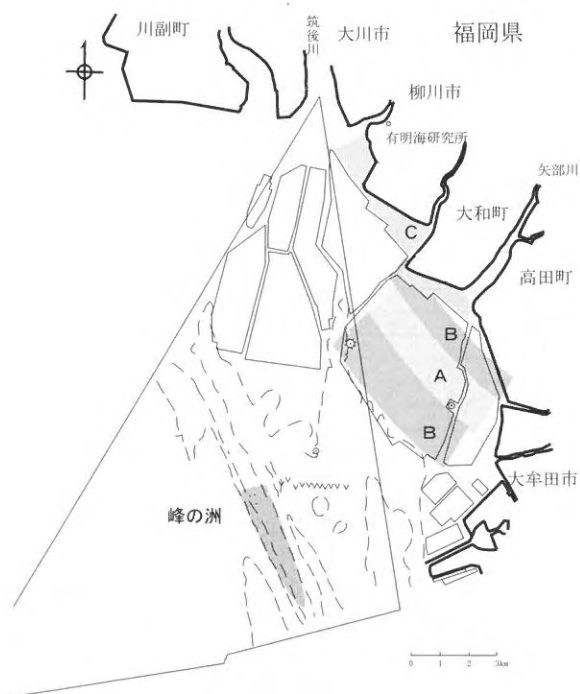


図1 漁場概要

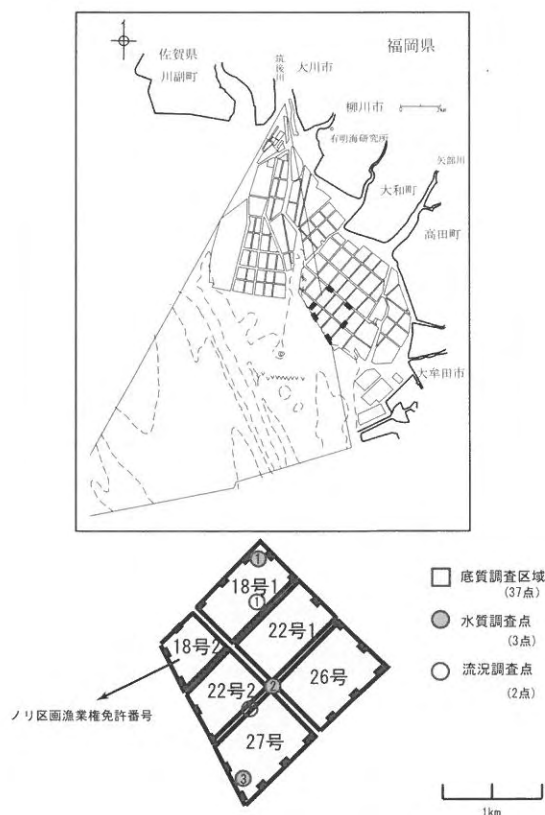


図2 調査地点

## 2. 漁場環境調査

### 1) 底質環境調査

調査区域内の採泥を行い、粒度組成、全硫化物等の分析から漁場調査区域内の底質環境を明らかにする（図2）。

### 2) 水質環境調査

調査区域内の3点で表、中、底層の水質（水温、塩分、溶存酸素等）を調査し水質環境を把握する。

梅雨時と平常時に水温、塩分について大潮、小潮の24時間観測を行い河川水の影響等を検討する。

### 3) 流況調査

調査区域内の2点に電磁流速計を設置して平成11年8月19日～8月30日の間24時間の流況調査を行い、漁場の流況を把握し覆砂漁場の保全について検討する。

## 3. 漁場造成案の検討

調査結果をもとに漁場造成適地の検討を行う。  
漁場調査地点を図2に示す。

## 1. 有用貝類調査

### 1) 生息量調査

（目的、方法）

アサリの分布状況を把握するために平成11年5月に

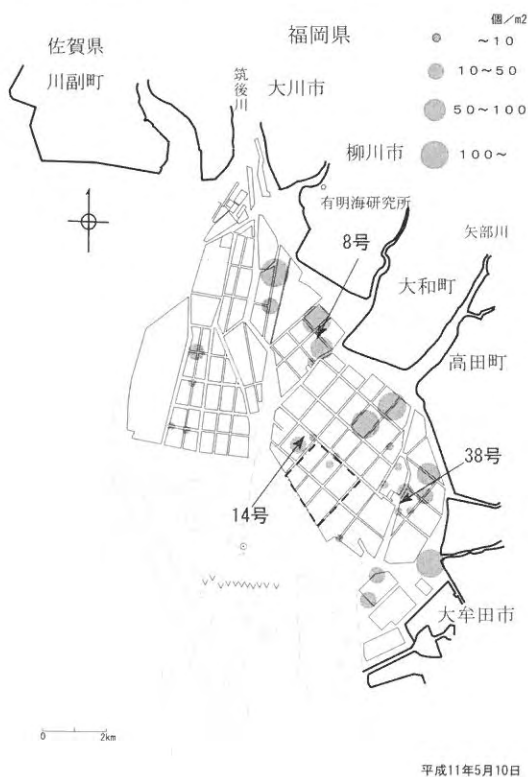


図3 有明海主漁場におけるアサリの生息状況

有明海の福岡県側の主漁場で長柄じょれん（開口部50cm、1m曳き:0.5㎡）による操業調査を行った。

また、平成11年7月と12月に調査区域内の貝類の分布状況を把握するために調査点37点を設けて長柄じょれんによる操業調査を行った。

（結果）

アサリの発生は主として地盤高が0.5～0.5mの干出域（Aランク漁場）で、既存の天然漁場の他に覆砂を行った8号、38号漁場などでもアサリの生息がみられた（図3）。

サルボウの分布もアサリとほぼ同様の傾向がみられた（図4）。

このときの調査漁場全体の平均密度はアサリで150個/㎡、サルボウで20個/㎡であった。

また、地盤高が-0.5m～-3.0m付近のBランク漁場でも調査区域に隣接した底質の良い14号付近では高い分布がみられ、調査区域内の底質の良い22号の一部でもアサリ、サルボウが生息していた。

調査区域で7月と12月に詳細な調査を行った結果、両調査ともほとんど分布が見られず、7月にアサリが18号で10個/㎡、8月にタイキが26号で8個/㎡採取されただけであった（図5）。

（考察）

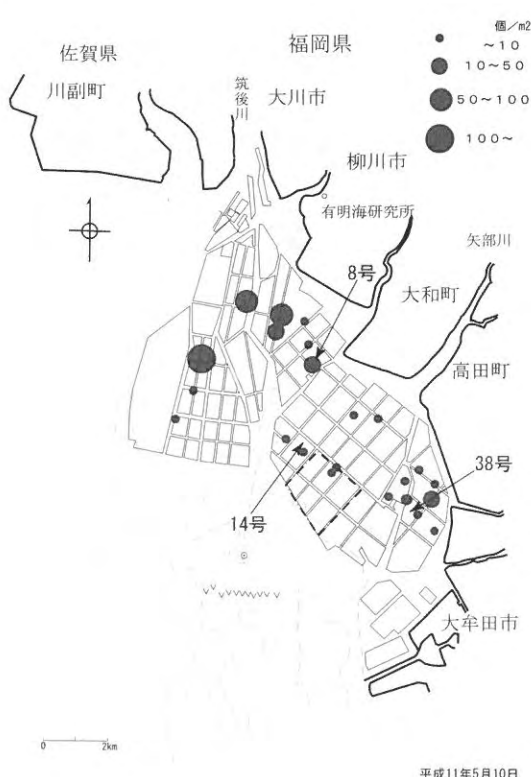


図4 有明海主漁場におけるサルボウの生息状況



有明海全体の天然漁場は水深0.5～-0.5mに多く形成されているものの、底質と密接な関係がみられ、覆砂による漁場造成を行った8号、38号漁場にあさり、サルボウの発生がみられ天然漁場と並ぶ生産を挙げていることから伺える。

良好な底質（Mdφ<2：中砂以上）の場所であれば、地盤高-1.0m以深の漁場でもアサリ、サルボウの発生がみられており、今回の調査区域に隣接した地盤高-0.5～-2.0mの底質の良い場所にも発生がみられている。

今回、調査区域の中でも22号の1にあさり、サルボウの発生がみられているが、これは、粒度分布の<2の区域と一致している。

こうしたことから今回の調査区域の地盤高-0.5～-2.0mの区域に覆砂による環境改善をおこなうことにより、生産力を回復させ貝類等の生産に結びつけることが可能であると考ええる。

## 2. 漁場環境調査

### 1)底質調査

(目的、方法)

造成予定区域内の底質環境を把握するために、平成11年7月と12月に調査点35～37点を設けてエクマン・ジ

採泥器によりサンプリングを行い、硫化物と中央粒径値について分析した。

(結果)

### a)粒度組成

調査区域内の沖側の18号の2、22号の2、27号でMdφ4以上（シルト等泥）の値を示し、広い範囲で泥の堆積がみられた（図6）。

7月と比較して12月にMdφ4以上の範囲が増える傾向がみられた。

22号の1に調査期間を通じてMdφ<2（中砂以上）の比較的粒子の粗い区域がみられた。

### b)全硫化物

全硫化物は0.01～0.35mg/g・dryの範囲で検出された（図7）。

0.3mg/g・dry以上の高い数値は22号の2の一部と26号の極狭い範囲にとどまり、ほとんどの区域で0.2mg/g・dryより低い値であった。

12月に0.1～0.2mg/g・dryの範囲が沖側で広がる傾向がみられた。

(考察)

粒度分布の結果から地盤高が-3.0m以深の沖側の漁場18号の2、22号の2、27号では、Mdφ4以上の泥の堆積がみられた。

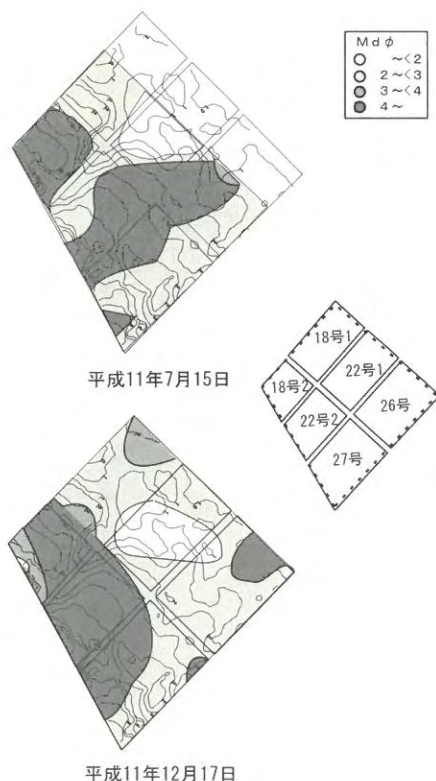


図5 調査海域における粒度分布

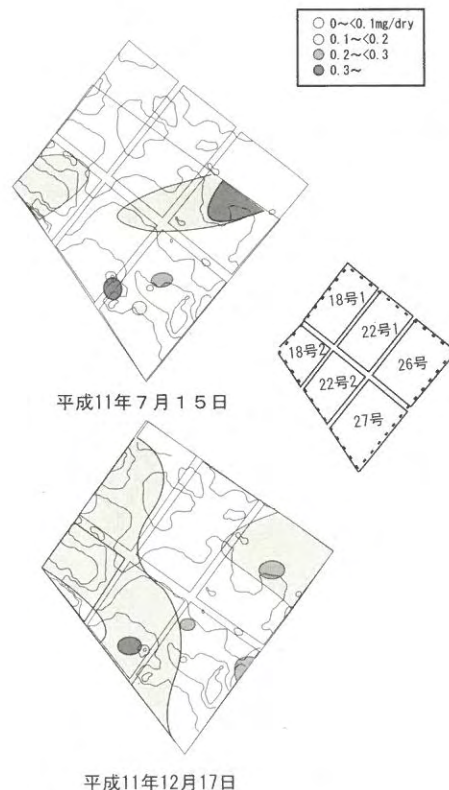


図6 調査海域における硫化物の分布



-2.0m以浅の漁場では18号の1、26号漁場の一部に底質の悪化がみられたが、22号の1にMdφ<2の粒の粗い砂の区域がみられ、現在の好環境漁場を拡大することにより漁場環境の回復が図れると考えられる。

硫化物は、12月の調査で0.1 mg/g・dry以上の区域が全体面積の約半分を占めた。

## 水質調査

(目的、方法)

調査区域内の水質環境を把握するために調査地点①(-1.0m)、②(-2.0m)、③(-5.0m)で月1回小潮の満潮時に水温、塩分、溶存酸素について測定を行った。また、河川水の影響をみるために梅雨時(7月)と平常時(12月)に調査点②で水温、塩分の24時間観測を表層と底層(海底より0.5m)で行った。

(結果)

### a)水温

水温は7~1月の調査期間中、調査点(1~3)による大きな変化はみられず、調査期間の最高値は8月18日で27.6℃、最低値は1月14日で11.3℃であった。

また、各地点とも表中底層による差はみられなかった(図9)。

### b)塩分

塩分は7~1月の調査期間中調査点(1~3)による変化はみられず、表層で7~9月にかけて低下する傾向があるが、28.3~30.0の範囲で安定していた(図10)。

### c)溶存酸素

溶存酸素は1.8~9.0mg/lの範囲で推移し、調査期間を通じて9月に各調査点とも最も低い値を示している。

特に中底層で顕著な落ち込みがみられた(図11)。

### d)24時間調査

水温は、7月の出水時、12月の平常時ともに干満による経時的な変化は特にみられなかった(図12)。

塩分量は7月の調査では大潮時の経時的な変化はほとんどみられなかったものの、小潮の干潮時に低下がみられ、最低値19.7を示した。

12月の調査では、表層、底層とも経時的な変化はほとんどみられず、27~30で安定していた(図13)。

(考察)

調査期間を通じて水温、塩分については、特に生物の生存に影響を与えるような変化はみられず、生息環境として問題は無いと考える。

溶存酸素については9月調査で例年にない落ち込みがみられたが、これは、本年度の高水温による一次的なものと考えられる。

### 3)流況

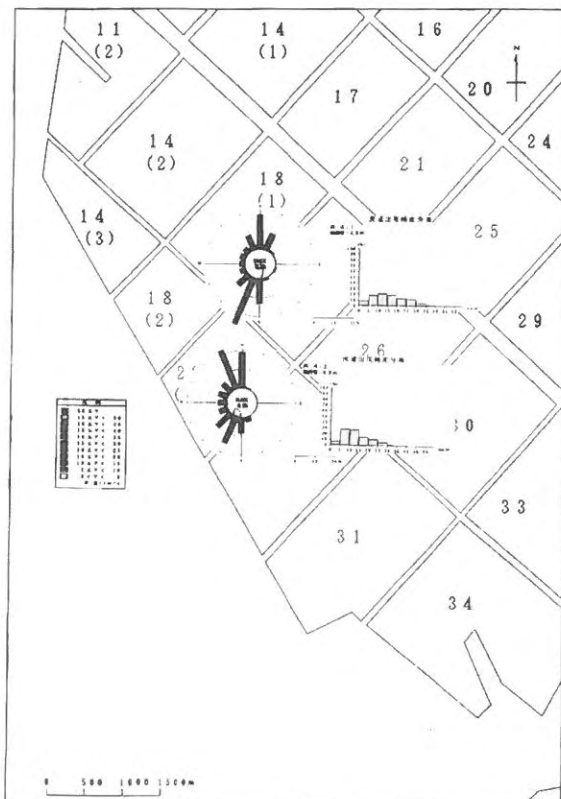


図12 流行流速出現頻度分布

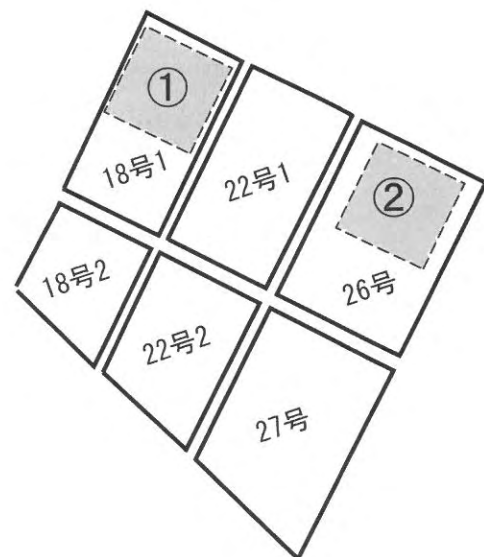


図13 漁場造成適地

#### (目的、方法)

流況調査は、調査区域内の流況を把握するために、地盤高別に2調査点を設け電磁流速計により平成11年8月19日～8月30日まで、0.5秒間隔で連続測定を行った。

#### (結果)

流況調査結果から、両調査地点（岸側St.1、沖側St.2）とも潮汐に対応した1日2回周期の流況がみられ上潮時に北流、下潮時に南流が現れている。

St.1では卓越した南北を流軸とした往復流の形態をとっており、平均流速は16.3cm/秒であった。

St.2ではSt.1と同じ往復流の形態をとっているが流速は若干弱い傾向がみられ、平均流速は14.0cm/秒であった。

最大流速は、岸側のSt.1では上下潮流ともに40cm/秒を超える一方、沖側のSt.2では上潮流は40cm/秒以上の流測値を観測しているが下潮流は30cm/秒弱であった（図14）。

#### (考察)

調査区域の平均流速は14～16cm/sで有用生物の生息に特に支障はなかったが、最高流速はSt.1,2ともに40cm/秒をこえており、アサリ稚貝の生息に適した流速（35cm/秒）を上回っている。

しかし、流速の頻度分布をみると、35cm/秒を超える流速はほとんど出現しておらず、一過性のものであると考えられる。

また、今回の調査では電磁流速計のセンサーが底から50cmの場所に設置されていたことから、海底面の流速は底面摩擦により観測結果より低い値であると考えられる。

### 3. 漁場造成案の検討

調査結果をもとに造成適地の検討を行う。

事業の実施位置の選定については、当該海域の水質、底質等の環境条件、有用生物の分布状況、生物の生態等の生物的条件を考慮し、覆砂による漁場復旧で最も効果的に漁場環境が改善され、漁場生産力の回復と有用生物の資源増大が図れる区域を選定した。

#### 1)事業実施対象地区の条件

##### (1)環境条件

- ・底質 中央粒径値Mdφが2以上
- ・地盤高+1.0m以下
- ・潮汐流等、流況や波浪が穏やかで覆砂後の形状維持に適していること。
- ・生物に影響を与える水質の変化が少ないこと。

#### (2)生物的条件

- ・周辺に有用生物の分布がみられること。
- ・覆砂により各生物の適正条件に環境の回復が見込めること。

#### 2)選定の理由

- ・今回の調査区域中で①18号の1と②26号漁場の岸側区域は以下の理由から最も効果的に漁場環境の改善と資源の増大が図れると判断した。
- ・生物の生息に不適な環境がみられ、硫化物の値が比較的高い（0.1mg/g・dry以上）ことから覆砂による早急な環境の改善が必要である。
- ・もともとアサリ等の漁場であり、覆砂による環境改善により生産力の回復が望めること。
- ・周辺にアサリ、サルボウの発生漁場がありこれに隣接する場所であるため、浮遊幼生等の供給が十分で、既存漁場の拡大による生産の増大が見込める。
- ・Bランク漁場の地盤高が-0.5～-2.0mの範囲にアサリ、サルボウの発生がみられる区域が多くあるため、覆砂による底質改善効果が望める。
- ・調査期間を通じて生物の生存に影響を与える水質の変化は貧酸素を除いてみられず生息環境として特に問題はない。

#### 3)覆砂漁場の保全

(目的、方法) 本年度流況調査結果と既存データの比較検討により覆砂漁場の保全を検討する。

#### (結果と考察)

#### (1)沈殿堆積量の推算

平成7年度覆砂計画<sup>2)</sup>と比較を行った結果沈殿堆積量は15日間で堆積厚は0.08mmと試算された。

#### (2)覆砂の沈下

めり込み沈下は、平成5年度報告から0.3m敷砂層厚で約5.3cm、圧密沈下は平成7年度<sup>2)</sup>のボーリング調査から敷砂厚が0.3mの時に最終沈下量は平均2.1cmと試算された。この結果から造成10年後の総沈下量は敷砂厚0.3m時に約7.4cmになった。

#### (3)覆砂の地形変化

本事業計画地区の潮流速は平成7年度計画<sup>2)</sup>地区と同様のものであり、造成直後に1cm程度の浸食が発生すると試算された。

また、覆砂の四隅端部では、循環流の発生が予測され

るが、局所的なものであり形状の大勢に影響はないもの  
と考える。

## まとめ

### 1. 有用生物調査

有明海全体のアサリ、サルボウの天然漁場は地盤高  
0.5m～-0.5mに多く形成されているが今回の調査区域  
に隣接した地盤高-0.5m～-2.0mの底質の良い場所にも  
アサリ、サルボウの発生がみられており、覆砂等の環境  
改善による漁場生産力の向上が示唆された。

### 2. 漁場環境調査

#### 1)底質調査

調査区域内の底質環境は、22号漁場の一部で中砂以  
上の好適な漁場がみられるものの、広い範囲で不適な粒  
度の分布がみられた。

硫化物の分布も0.1mg/g・dry以上の範囲が広くみら  
れ、早急な底質の改善が必要である。

#### 2)水質環境

調査期間を通じて水温、塩分については特に生物の生  
存に影響を与えるような変化はみられず生息環境として  
特に問題は無いと考えられた。

溶存酸素は9月の調査で例年でない落ち込みがみられ  
た。これは本年の異常高水温に伴う一時的なものと考え  
られる。

#### 3)流況調査

調査区域内は南北を軸とした往復流の形態をとってお  
り、平均流速は14～16cm/秒、最高流速は40cm/秒を  
超える流れが観測された。

### 3. 漁場造成案の検討

調査結果から今回の調査区域内の中で18号の1と26  
号漁場の一部は、アサリ、サルボウの発生漁場と隣接し  
覆砂による漁場復旧で最も効果的な漁場環境の改善が可  
能であると考ええる。

流況調査結果から覆砂後の保全を検討すると、工事か  
ら10年経過後の覆泥厚は約10～20mm、沈下量（圧密、  
めりこみ沈下）は約74mmとなり経年的な変化は小さい  
と考えられた。

有明海福岡県地先のBランク漁場の中で覆砂による環  
境改善が効果的に行われると考えられる区域を今回の調  
査結果と既往知見を参考に選定すると、面積は約  
450haになる（図14）。



図14 覆砂による環境改善効果が望める地区

## 文 献

- 1) 平成5年度有明海沿岸漁場総合振興対策事業造成場  
基本設計調査工事報告書
- 2) 平成7年度有明海中部地区地先型増殖場造成調査

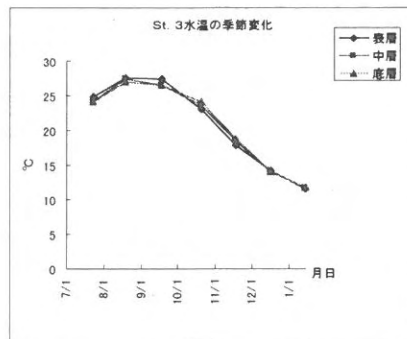
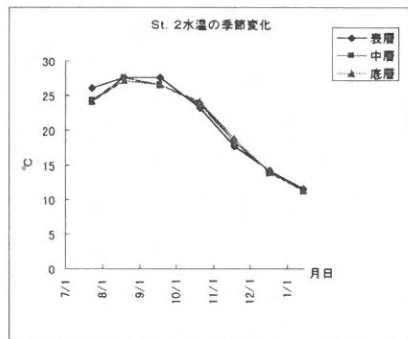
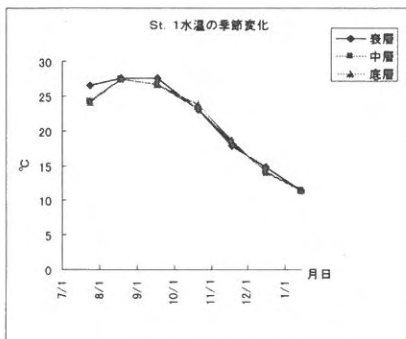


図7 水温の季節変化

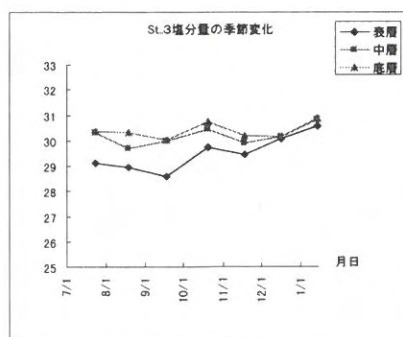
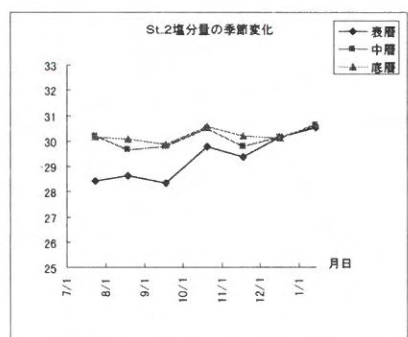
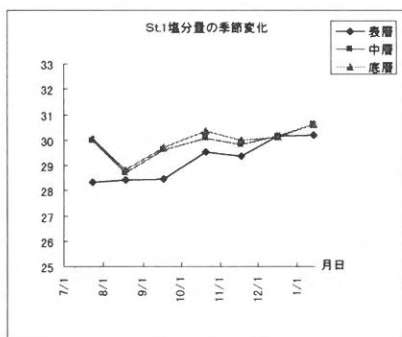


図8 塩分量の季節変化

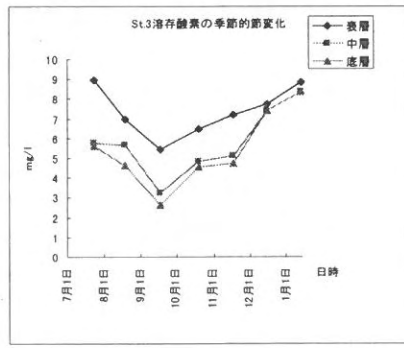
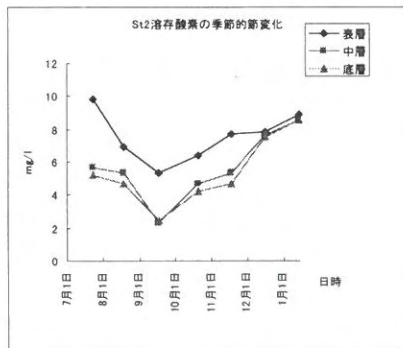
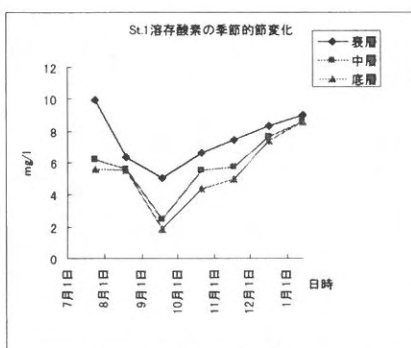


図9 溶存酸素の季節変化



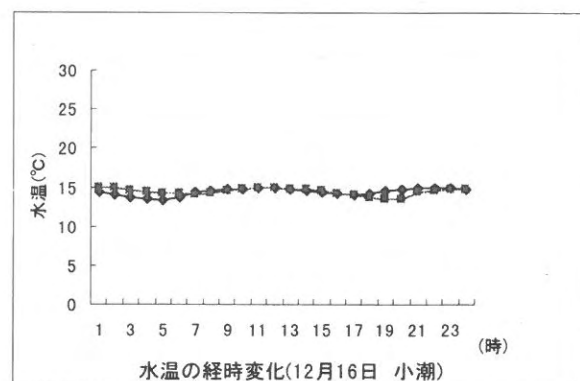
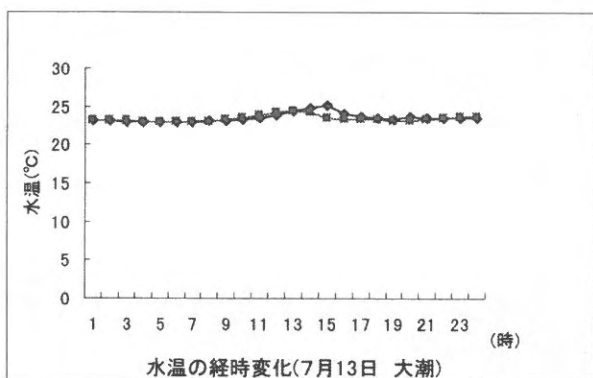
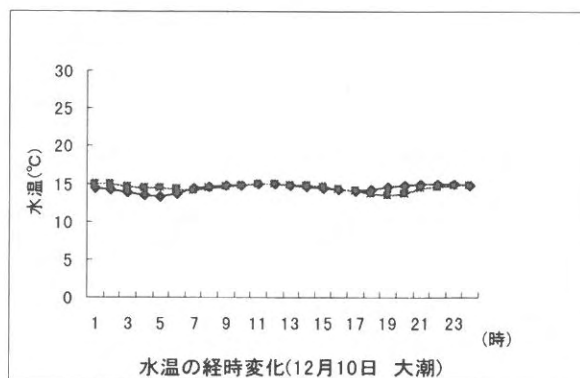
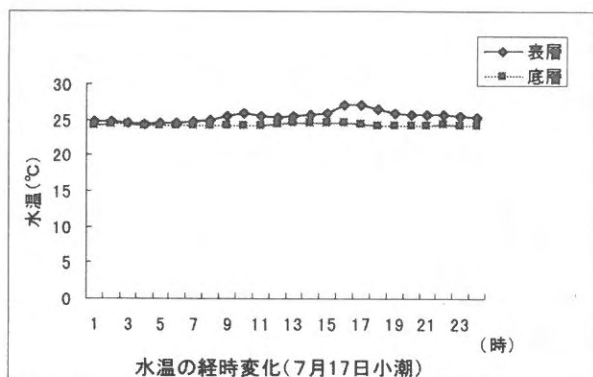


図10 水温の経時変化

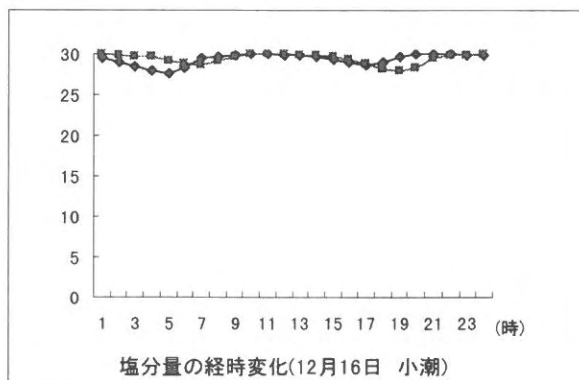
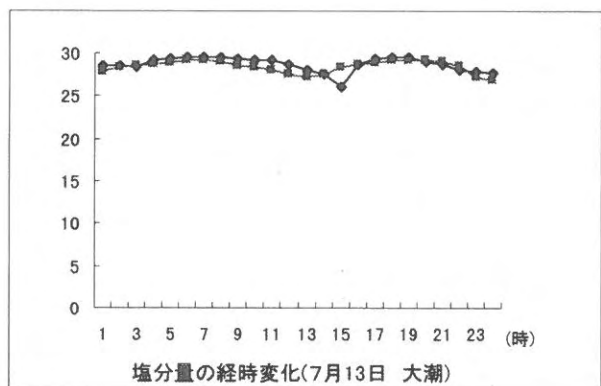
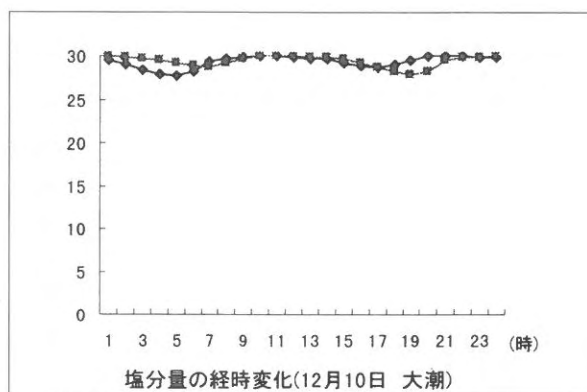
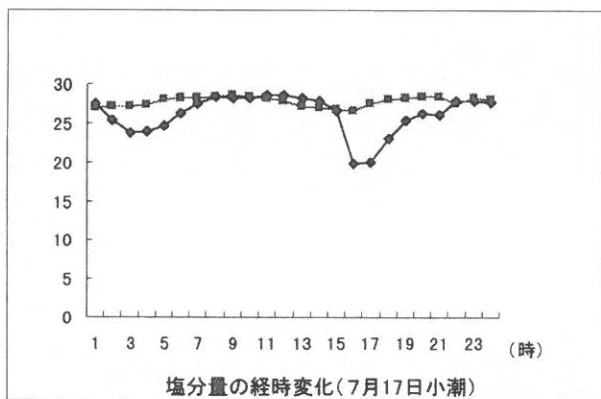


図11 塩分量の経時変化

# シバエビの着色問題について

林 宗徳・山本 千裕

シバエビ(*Metapenaeus joyneri*)は冬季にも漁獲がある唯一のエビ<sup>1)</sup>で有明海では冬場の貴重な漁業資源となっている。特に本年度はタイラギの不漁のため、冬季シバエビ漁業への依存度は例年以上に高まっていた。

しかしながら平成11年12月下旬に冷凍網ノリの摘採が始まった頃から、有明海奥部で漁獲されるシバエビが赤く着色し商品にならないという苦情が魚市場関係者や漁業者などから寄せられるようになった。このため研究所では原因究明のための調査を行なった。

## 方 法

### 1. 現場から持ち込まれた着色シバエビの検討

当研究所に持ち込まれた着色シバエビサンプルについて外見観察、解剖観察、及び顕微鏡による観察を実施した。

### 2. ノリ摂餌試験

平成12年1月5日に有明海湾奥部で採集したシバエビ10個体を用いてノリ摂餌試験を行った。

2リットルの海水を入れたビーカー1つあたり1個体のシバエビを入れた。採集日から2日間は無給餌で排泄を完了させ、3日目からノリ葉体小片(葉長1~3cm)を3片いれ、その後毎日摂餌の確認を行った。摂餌の確認は排泄またはノリ葉体の状態によった。

## 結果及び考察

### 1. 現場から持ち込まれた着色シバエビの検討

#### ①着色エビ外見観察及び解剖所見

持ち込まれたエビは頭胸甲を中心に鮮紅色に着色し、へい死して時間が経過した個体ほど体全体に着色が及んでいた(図1)。また、頭胸甲を透かしてみた中腸腺は着色の程度に関係なく持ち込まれたすべての個体で黒く変色していた(図2)。また、活力の充分ある生きエビではほとんど着色が見られなかったが、これらの着色のみられない個体でも死んで時間が経過し中腸腺から内容物が浸出すると着色がみられるようになった。これらのことから、着色原因は中腸腺が原因と考え、生きてい

る個体から中腸腺を摘出すると、暗赤色に着色した中腸腺が観察された(図3)。この中腸腺内部を顕微鏡で観察すると、中腸腺管の内外に赤い色素の詰まった液胞状の遊離組織が多数観察された。これが壊れ、内部の色素が流出することが着色の原因と考えられた(図4)。また、この組織は糞中にも多数見られ、赤い色素が内部に詰まったまま遊離組織ごと体外に排泄されていることが観察された(図5)。

シバエビについてはこの組織に関する報告はないが、Loizzi(1971)は淡水産のアメリカザリガニ(*Procambarus clarkii*)で中腸腺の空胞細胞が発達した場合、空胞細胞が中腸腺内に遊離することを報告している<sup>2)</sup>。また、Hopkin and Nottは*Carcinus maenus*(ヨーロッパ原産の沿岸性カニ)で、摂食後に腺腔内に遊離した空胞細胞はそのまま糞中に排泄されることを観察している<sup>3)</sup>。これらのことを種の異なるシバエビについてただちに適用することについては議論の余地があるが、今回観察されたシバエビ空胞様組織もLoizziの報告した空胞細胞に似ていること、糞中にも排泄されていることなどから中腸腺由来の空胞細胞である可能性が高いと考えられる。空胞細胞については、中腸腺に取り込んだ食物に対しての飲食作用(endocytosis)が認められていることから<sup>4)</sup>この中の色素は食物に由来する色素であると考えられる。

#### ②抽出色素の検討

着色エビの中腸腺を常温で蒸留水を用いて抽出すると鮮紅色の抽出液が得られた。この色調が生ノリの浸出液の色と極似していたため、当研究所で試験養殖しているノリ葉体の水抽出液の透過スペクトルと比較した。この結果、シバエビでは右下がり傾向(暗赤色傾向)は見られるものの、透過率パターンにおいてノリとほぼ一致し、この色素はノリに由来するものと推定した(図6)。右下がり傾向となった理由について、シバエビからの抽出色素は抽出後は鮮やかな紅色を示したが比較的速やかに暗赤色に変色したことから消化酵素などの作用による色素の変化が原因と考えられる。

## 2. ノリ摂餌試験

実験時の水温は13~15℃であった。ノリ給餌開始後1日目の摂餌個体は0/10, 2日目は4/10, 3日目は8/10であり, 5日後には全個体で摂餌を確認した。また, 早いものは2日後にノリ葉体を食べ尽くす個体が2個体みられた。

この試験からシバエビがノリを摂餌することが確認され, 天然に存在するシバエビも同様に摂餌する可能性は十分考えられることから着色の原因はノリ色素と考えられた。着色エビを食べても食品衛生上の問題はないと判断されたが, 万一の場合を想定し(財)日本食品環境検査協会にマウス試験を依頼した。その結果下痢性, 麻痺性とも毒性は検出されなかった。

### まとめ

以上の結果からシバエビ着色の原因は養殖ノリと推定された。しかしながら漁業者などの聞き取りによると, これまでも多少の着色はあったが, 本年のような著しいのは初めてとのことである。本年だけ顕著に着色が見られた理由については, エビの通常の餌となるペントス類の発生量やノリの作柄, 流れノリの量と質など様々な要因が複合したものと考えられるが今回は調査期間が短く十分に解明できなかった。これからもノリ養殖が存続する限りこのような問題は起こる可能性がある。今後は十分な情報収集を行い着色のメカニズムについて解明し対策を検討する必要がある。

### 文 献

- 1) 林健一, 日本産エビ類の分類と生態, 生物研究社, 東京 96, (1992)
- 2) R.F.Loizzi, *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 113, 420 (1971)
- 3) S.P.Hopkin and J.A.Nott, *J. Mar. Biol. Ass., U.K.* 60, 891 (1980)
- 4) S.Y.Al-Mohanna and *J. Mar. Biol. Ass., U.K.* 66, 403 (1986)

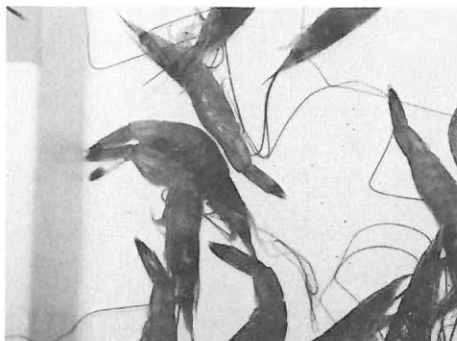


図1 着色エビの外見

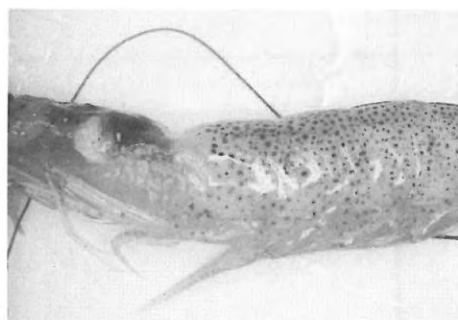


図2 黒化した中腸腺  
(撮影のため頭胸甲を除去した)

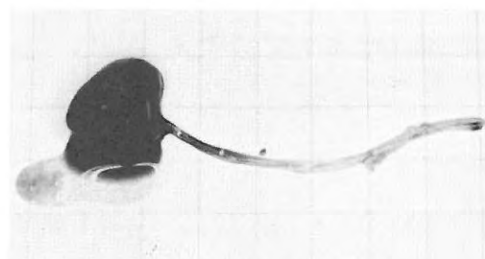


図3 摘出した中腸腺

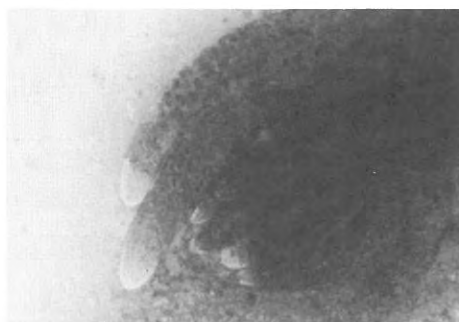


図4 中腸腺内部の液胞状の組織

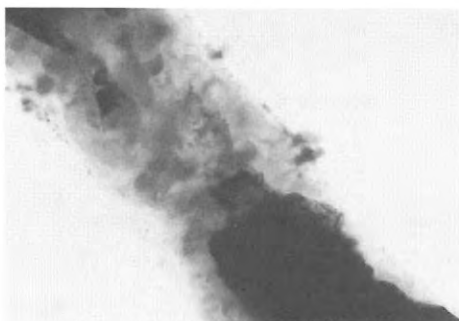


図5 糞中に排泄された液胞状の組織