

浅海干潟研究部

一部委託  
昭和 39(1964)年度～  
継続

# 漁場環境モニタリング事業Ⅰ

( 浅海定線調査および内湾調査 )

## 結 言

この調査は、有明海および八代海における海況を定期的に把握し、海況・漁況の長期変動を予測するための基礎資料を得ることを目的とした。

## 方 法

- 1 担当者 向井宏比古、山下博和、松谷久雄、増田雄二、中村真理
- 2 調査方法 調査内容は表 1、調査定点は図 1 のとおり。

表 1 調査内容

|     | 有明海   | 八代海   | ひのくに<br>及び<br>あさみ<br><br>有明海<br>(18点)<br>八代海<br>(19点) | 0.5,10,20,30m,<br>底層(海底上<br>1m) | 水温<br>塩分<br>透明度<br>DO ※<br>COD ※<br>栄養塩 ※<br>プランクトン沈<br>殿量 ※※<br>Chl-a<br>※※※ |
|-----|-------|-------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 4月  | 5     | 3     |                                                       |                                 |                                                                               |
| 5月  | 7～8   | 9     |                                                       |                                 |                                                                               |
| 6月  | 3     | 5～6   |                                                       |                                 |                                                                               |
| 7月  | 1～2   | 4～5   |                                                       |                                 |                                                                               |
| 8月  | 1～2   | 7     |                                                       |                                 |                                                                               |
| 9月  | 2～3   | 4     |                                                       |                                 |                                                                               |
| 10月 | 28～29 | 30～31 |                                                       |                                 |                                                                               |
| 11月 | 27～28 | 25～26 |                                                       |                                 |                                                                               |
| 12月 | 25～26 | 23～24 |                                                       |                                 |                                                                               |
| 1月  | 28～29 | 23～24 |                                                       |                                 |                                                                               |
| 2月  | 25    | 20～21 |                                                       |                                 |                                                                               |
| 3月  | 23～24 | 25～26 |                                                       |                                 |                                                                               |

※5m 層のみ ※※ 5m の鉛直曳き (有明海 11 点、八代海 9 点)  
※※※ 有明海の 0m のみ

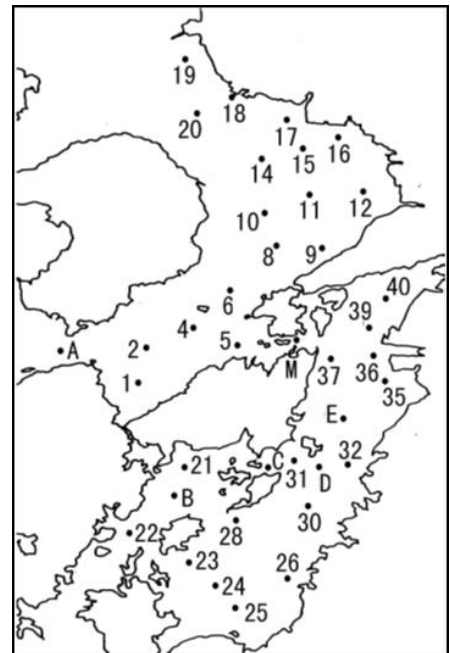


図 1 調査定点

平年値との比較は「偏差 (当該月観測値－平年値) ÷  $\sigma$  (昭和 49 年度 (1974 年度)～平成 25 年度 (2013 年度) の各月標準偏差)」から算出し、その値が 0.6 未満の場合には平年並み、0.6 以上 1.3 未満の場合にはやや高めもしくはやや低め、1.3 以上 2.0 未満の場合にはかなり高めもしくはかなり低め、2.0 以上の場合には甚だ高めもしくは甚だ低めとした。なお、平年値は昭和 49 年度 (1974 年度)～平成 25 年度 (2013 年度) に実施した各項目の月平均値を用いた。

また、調査結果はデータベース化し、調査月ごとに各項目を保存し、海況情報という形で結果を逐一取りまとめ、FAX およびホームページに掲載することで情報提供を行った。

## 結果

### 1 項目毎の時系列変化

#### (1) 水温（図 2-1、図 2-2）

有明海は7月、9月がやや低め、1月がやや高め、2月、3月がかなり高め、その他が平年並みであった。

八代海は7月、11月がやや低め、1月、2月、3月がやや高め、その他が平年並みであった。

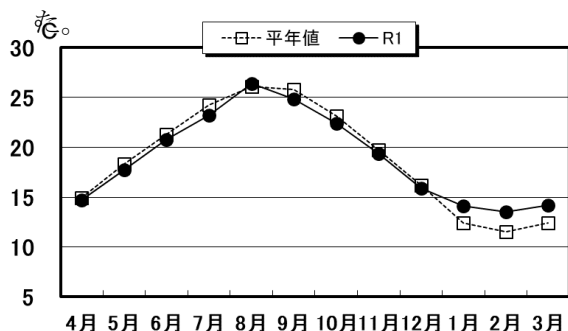


図 2-1 水温の推移（有明海）

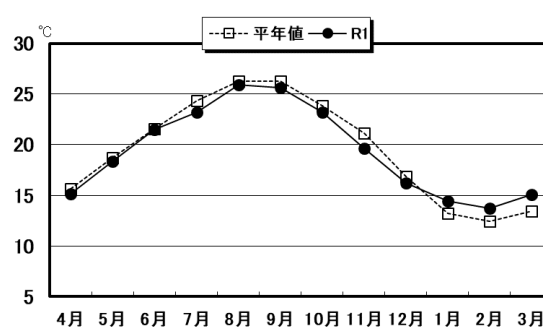


図 2-2 水温の推移（八代海）

#### (2) 塩分（図 3-1、図 3-2）

有明海は5月、6月、7月がやや高め、8月、9月がやや低めで、その他が平年並みであった。

八代海は6月がやや高め、その他は平年並みであった。

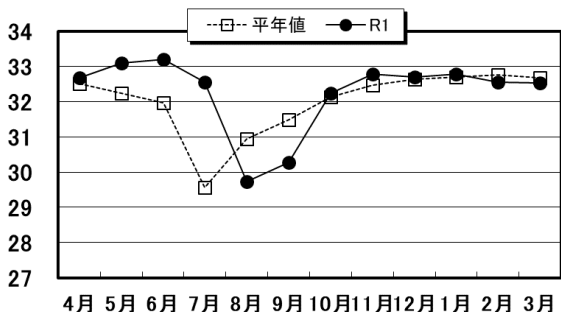


図 3-1 塩分の推移（有明海）

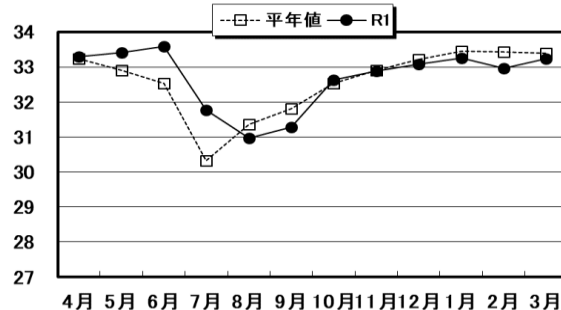


図 3-2 塩分の推移（八代海）

#### (3) 透明度（図 4-1、図 4-2）

有明海は全て平年並みであった。

八代海は7月がやや低め、その他が平年並みであった。

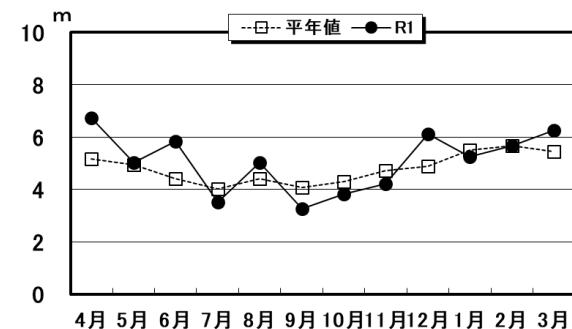


図 4-1 透明度の推移（有明海）

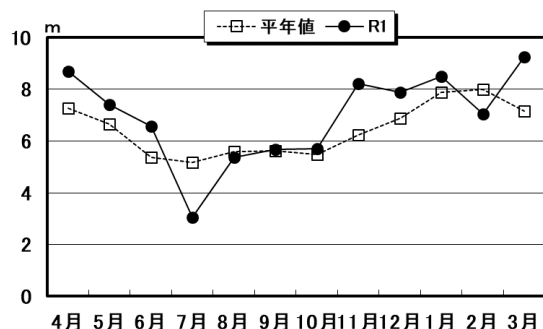


図 4-2 透明度の推移（八代海）

(4) DO (溶存酸素量 図 5-1、図 5-2)

有明海は4月、9月、11月、12月、1月がやや低め、8月がやや高め、その他が平年並みであった。

八代海は9月がやや高め、4月、5月、6月、7月、1月、3月がやや低め、その他が平年並みであった。

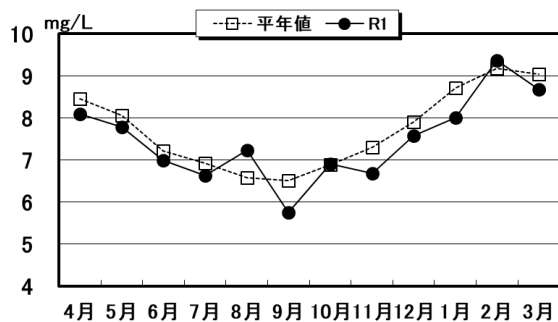


図 5-1 DO の推移 (有明海)

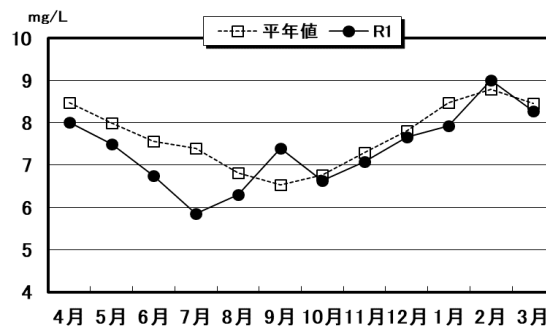


図 5-2 DO の推移 (八代海)

(5) COD (化学的酸素要求量 図 6-1、図 6-2)

有明海は5月、9月、11月、12月、1月がやや低め、その他が平年並みであった。

八代海は6月、10月、11月、1月はやや低め、7月はかなり低め、その他が平年並みであった。

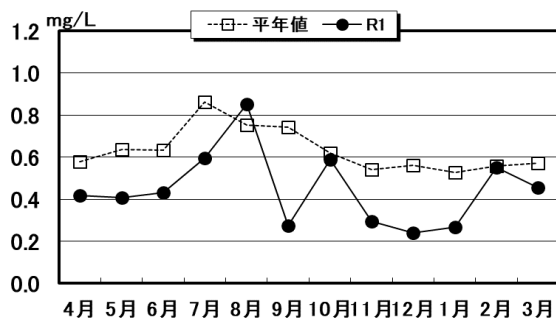


図 6-1 COD の推移 (有明海)

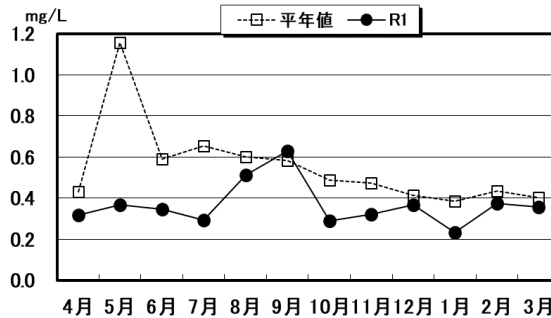


図 6-2 COD の推移 (八代海)

(6) DIN (溶存態無機窒素 図 7-1、図 7-2)

有明海は9月がかなり高め、1月がやや高め、10月、2月、3月がやや低め、その他が平年並みであった。

八代海は1月がかなり高め、2月がやや低め、その他が平年並みであった。

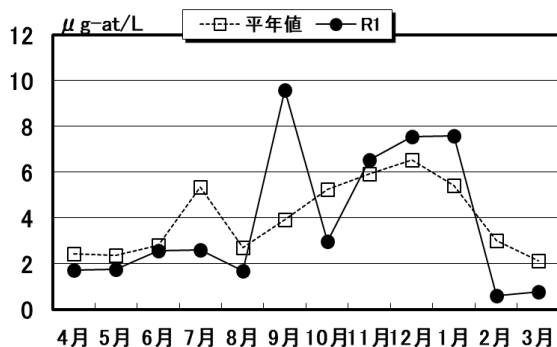


図 7-1 DIN の推移 (有明海)

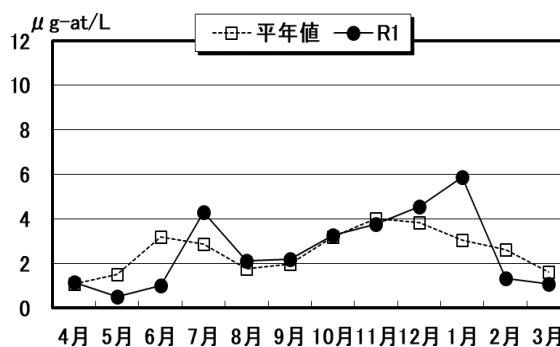


図 7-2 DIN の推移 (八代海)

(7) DIP (溶存態無機リン 図 8-1、図 8-2)

有明海は 5 月、9 月がやや高め、8 月、10 月、2 月、3 月がやや低め、その他が平年並みであった。

八代海は 5 月が甚だ高め、7 月、1 月がやや高め、2 月がやや低め、その他が平年並みであった。

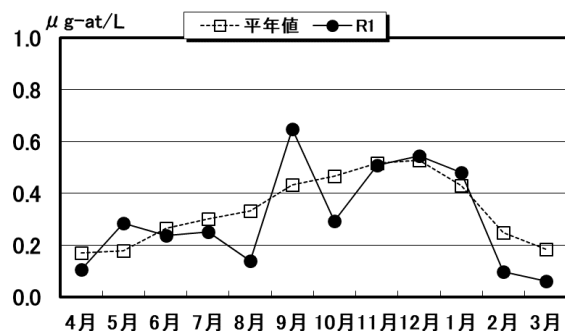


図 8-1 P04-P の推移 (有明海)

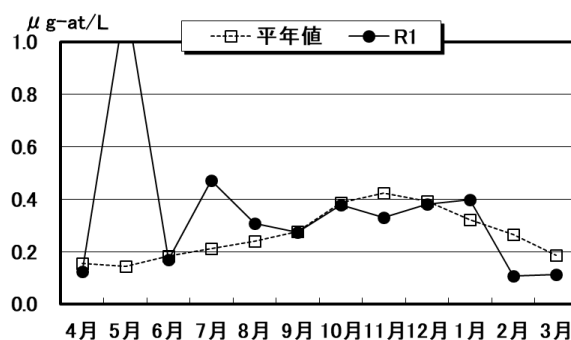


図 8-2 P04-P の推移 (八代海)

(8) DSi (溶存態ケイ素 図 9-1、図 9-2)

有明海は 9 月がやや高め、2 月がやや低め、その他が平年並みであった。

八代海は 9 月がかなり高め、1 月がやや高め、その他が平年並みであった。

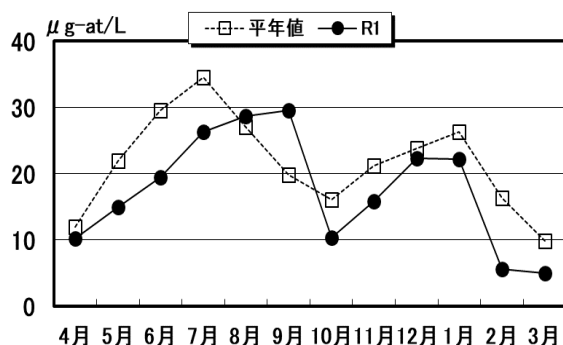


図 9-1 SiO<sub>2</sub>-Si の推移 (有明海)

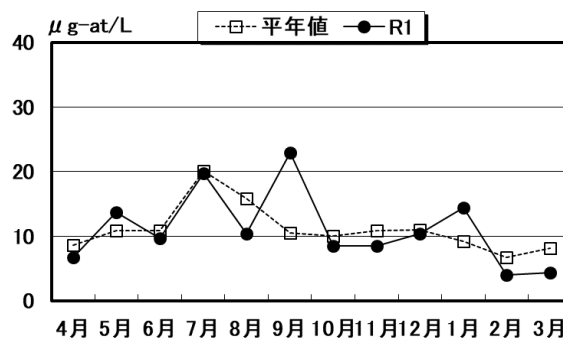


図 9-2 SiO<sub>2</sub>-Si の推移 (八代海)

(9) プラクトン沈殿量 (図 10-1、図 10-2)

有明海は 10 月、2 月がやや高め、その他が平年並みであった。

八代海は 4 月、6 月、2 月、3 月がやや高め、7 月がやや低め、その他が平年並みであった。

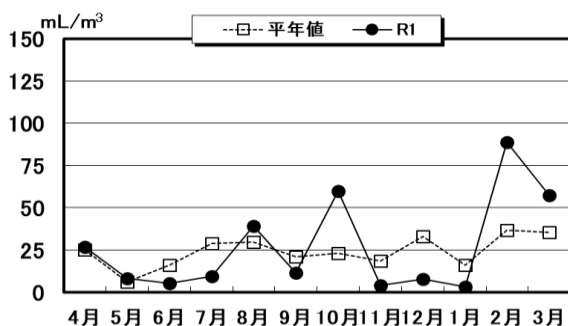


図 10-1 プラクトン沈殿量の推移 (有明海)

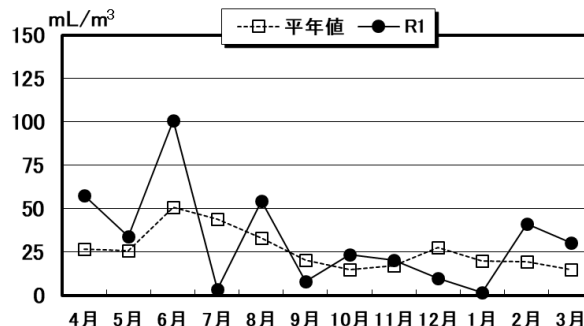


図 10-2 プラクトン沈殿量の推移 (八代海)

(10) クロロフィル a (図 11-1、図 11-2)

有明海は、最低値が 11 月の  $1.6 \mu\text{g/L}$ 、最高値が 9 月の  $30.5 \mu\text{g/L}$  であった。

八代海は、最低値が 11 月の  $1.0 \mu\text{g/L}$ 、最高値が 9 月の  $7.3 \mu\text{g/L}$  であった。

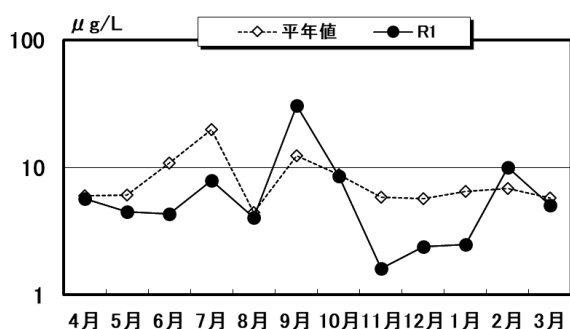


図 11-1 クロロフィル a の推移 (有明海)

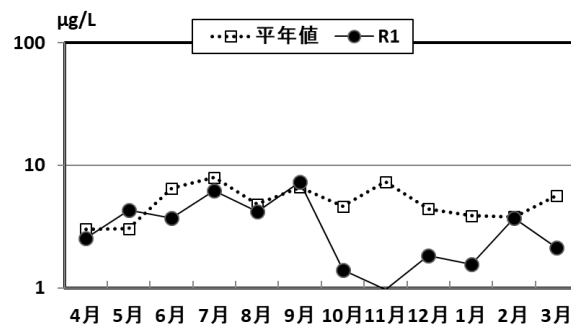


図 11-2 クロロフィル a の推移 (八代海)

2 令和元年度 (2019 年度) の海洋環境の概要

(1) 有明海

熊本地方気象台の観測結果によると、熊本観測所の気温は、7 月上旬から 8 月下旬にかけて概して「平年並み」から「かなり低め」で推移し、この期間の水温は、「平年並み」から「やや低め」で推移した。9 月以降の気温は 3 月にかけて概して「高め」から「かなり高め」で推移したが、水溫は 9 月が「やや低め」、10 月から 12 月までは「平年並み」で、1 月から 3 月は「やや高め」から「かなり高め」で推移した。

栄養塩は、概して「平年並み」から「やや低め」で推移したが、9 月の DIN は「かなり高め」、DIP と DSi が「やや高め」であった。これは、8 月下旬のまとまった量の降雨 (299mm、平年比 502%) による影響と考えられ、8 月下旬から 9 月上旬にかけてのスケルトネマ属を主体する赤潮発生要因となったと考えられた。

(2) 八代海

水溫の推移は、有明海と同様の傾向を示し、7 月から 12 月にかけて「平年並み」から「やや低め」で推移した。

栄養塩は概して平年並みで推移したが、5 月は DIP のみが「甚だ高め」であった。この時期の降水量は「平年並み」から「少なめ」で、河川水による栄養塩供給等の影響は少なかったと考えられ、DIP が高かった要因は不明であった。また、1 月の DIN が「かなり高め」、DIP と DSi が「やや高め」であったが、これは 12 月下旬の降雨や、その後の時化による海底からの栄養塩の供給が断続的にあり、日照時間も 1 月下旬まで概して「かなり少なめ」から「少なめ」で推移してことで、珪藻類の増殖が抑制され、栄養塩が消費されなかったことが要因として考えられた。

# 漁場環境モニタリング事業Ⅱ（<sup>県 単</sup> 昭和 48(1973)～令和元(2019)年度）

(浦湾域の定期調査)

## 緒 言

本調査は浦湾域を中心に営まれている養殖漁場周辺の環境保全のための基礎資料を得ることを目的として、平成 6 年(1994 年)以降継続して実施している。

## 方 法

1 担当者 向井宏比古、山下博和、松谷久雄、増田雄二、中村真理

2 調査内容

(1) 浦湾調査

ア 調査定点：18 定点 (図 1)

イ 調査日：10 月 9 日、10 月 10 日

ウ 調査項目

(ア) 水質：水温、塩分、pH、DO、COD、SS、栄養塩類 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、DSi、DIP) の鉛直プロファイル

※水深 0m、4m 及び海底上 1m について分析した。

(イ) 底質：硫化物、COD、強熱減量

※底泥表面から 2cm までについて分析した。

エ 分析方法

(ア) 水質：「海洋観測指針」気象庁編による。

(イ) 底質：「新編水質汚濁調査指針」日本水産資源保護会編による。

(2) クロマグロ養殖漁場底質調査

ア 調査定点：図 2、3 に示す 6 定点のうち、図 3 の①を除く 5 点で実施した。

イ 調査日：10 月 21 日 (新和地先漁場)、10 月 9 日 (牛深地先漁場)

ウ 調査項目：底質 (硫化物及び COD) および水質 (水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル量の鉛直プロファイル)

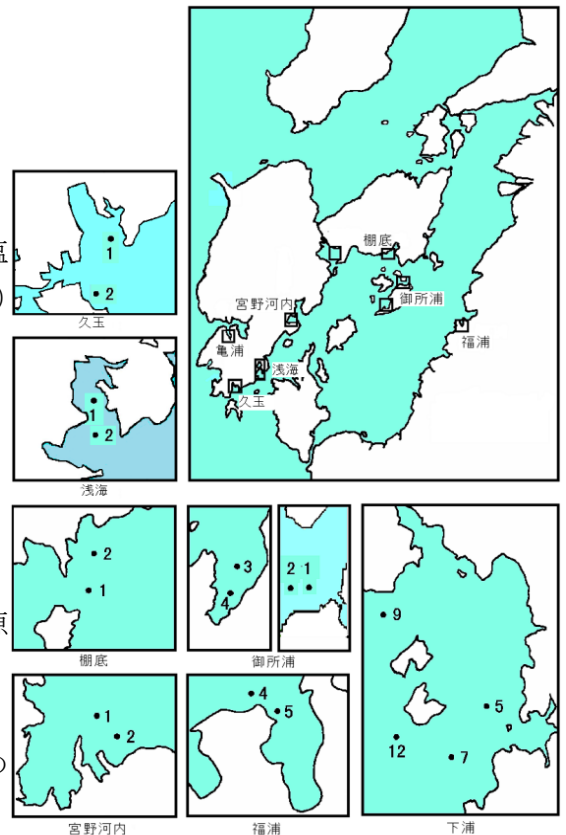


図 1 調査定点

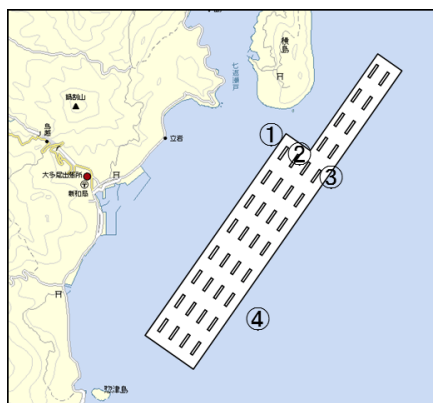


図 2 調査定点 (新和地先漁場)

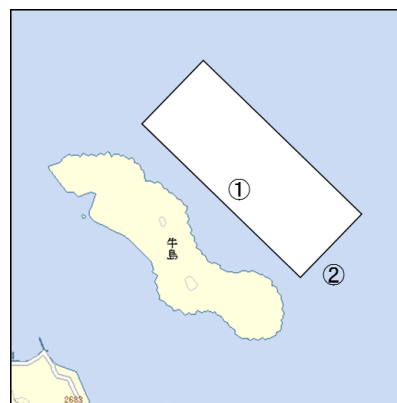


図 3 調査定点 (牛深地先漁場)

## 結果および考察

### 1 浦湾調査

#### (1) 水深 4m における溶存酸素濃度（以下、「D0」という。）の経年推移

図 4 に、平成 6 年度（1994 年度）以降の 18 定点における D0 の平均値及び熊本県魚類養殖基準（以下、「基準値」という。）の  $5.7 \text{ mg/l}$  を上回った定点数の割合（以下、「適合率」という。）の経年推移を示す。

全調査地点において基準値を上回っており、適合率は 100% となったことから、良好に推移していると考えられる。

#### (2) 底泥における硫化物の経年推移

図 5 に、平成 7 年度（1995 年度）以降の 18 定点における硫化物の平均値及び適合率の経年推移を示す。

平成 7 年度（1995 年度）以降の約 10 年間は、全体的に数値が高く基準の  $0.14 \text{ mg/g}$  を上回る傾向にあったが、徐々に低下し、平成 18 年度（2006 年度）以降は基準値付近を推移している。一方で適合率においても、平成 17 年度（2005 年度）を境に概ね 60% を超えており改善傾向にあるが、依然として約 2 割の定点が基準値を上回っている状況である。

#### (3) 令和元年度（2019 年度）の各漁場における観測結果の詳細

表 1 に、令和元年（2019 年度）10 月 9 日及び 10 月 10 日に実施した観測結果を示す。

D0 については全調査地点において基準を満たした。その一方で硫化物については、18 か所中の 4 か所において基準を満たさなかったことから、これらの漁場では、飼育密度の制限、筏の配置状況の変更、給餌量の適正化など環境改善の取組みを強化する必要があると考えられる。

### 2 クロマグロ養殖漁場調査

図 6 及び図 7 に、新和地先及び牛深地先漁場における平成 19 年度（2007 年度）以降の硫化物量及び COD の経年変化を示す。

硫化物量及び COD は、常に両漁場において基準値を満たし良好に推移しており、今後も、良好な環境の維持に取り組むことが重要である。

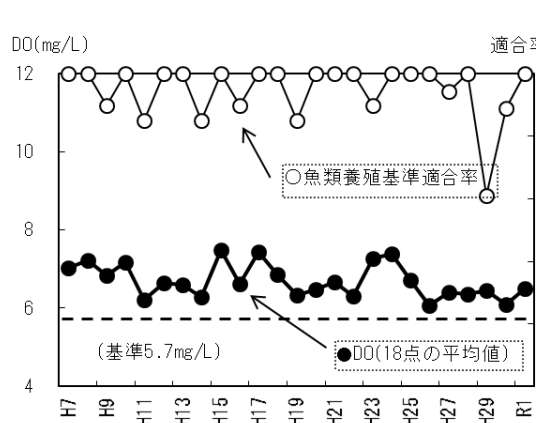


図4 DOと熊本県魚類養殖基準適合率の推移

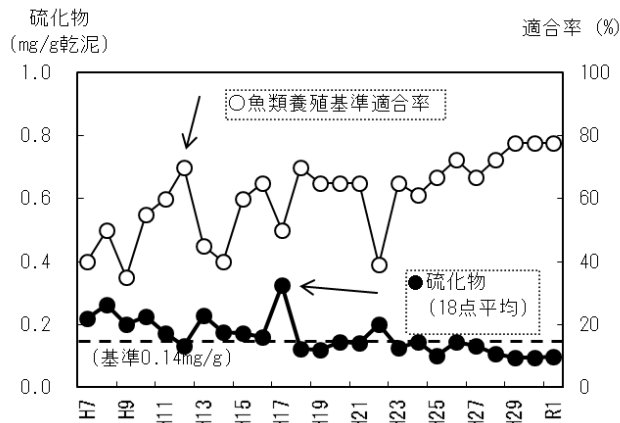


図5 硫化物と熊本県魚類養殖基準適合率の推移

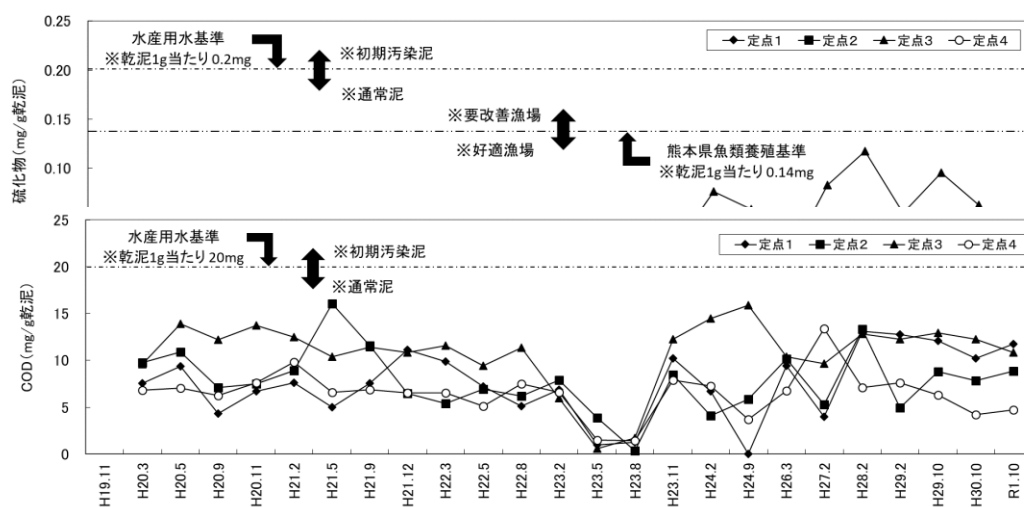


図6 新和地先漁場における底質の変化

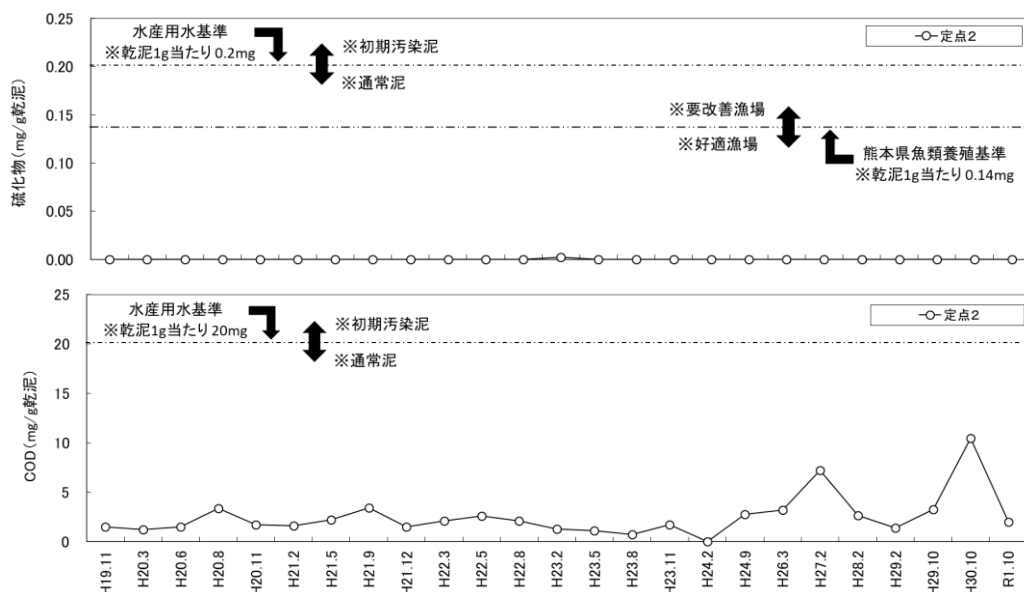


図7 牛深地先漁場における底質の変化

表 1 各定点における観測結果の一覧（令和元年 10 月 9 日及び 10 月 10 日）

| 調査地点 | 調査日    | 水質に関する測定項目 |           |      |            |              |           |               |              |             |             |             |             |               | 底質に関する測定項目          |                    |               |    | 総合判定結果      |
|------|--------|------------|-----------|------|------------|--------------|-----------|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------|----|-------------|
|      |        | 採水層<br>(m) | 水温<br>(℃) | 塩分   | 透明度<br>(m) | DO<br>(mg/L) | DO<br>(%) | COD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | PO4<br>(μM) | NH4<br>(μM) | N02<br>(μM) | N03<br>(μM) | D I N<br>(μM) | 底泥 COD<br>(mg/g・乾重) | 底泥硫化物<br>(mg/g・乾重) | 底泥 I L<br>(%) | D0 |             |
| 久 玉  | 10月9日  | 0          | 25.4      | 33.3 |            | 6.0          | 100.8     | 0.4           | 19.2         | 0.43        | 3.37        | 0.44        | 1.16        | 4.97          | 13.7                | 0.05               | 4.2           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.5      | 33.3 | 7.9        | 5.9          | 99.5      | 0.3           | 19.6         | 0.43        | 3.70        | 0.43        | 1.12        | 5.25          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | B-1        | 25.1      | 33.6 |            | 6.4          | 107.5     | 0.1           | 12.2         | 0.46        | 3.54        | 0.41        | 1.21        | 5.16          |                     |                    |               |    |             |
| 2    | 10月9日  | 0          | 25.2      | 33.3 |            | 5.9          | 99.1      | 0.3           | 4.8          | 0.25        | 1.46        | 0.42        | 1.60        | 3.48          | 13.0                | 0.11               | 3.7           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.3      | 33.3 | 10.3       | 5.9          | 98.7      | 0.3           | 11.0         | 0.40        | 3.08        | 0.49        | 1.58        | 5.15          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | B-1        | 25.4      | 33.5 |            | 6.4          | 107.7     | 0.1           | 14.8         | 0.41        | 3.03        | 0.49        | 1.41        | 4.93          |                     |                    |               |    |             |
| 浅 海  | 10月9日  | 0          | 25.6      | 33.1 |            | 6.3          | 106.5     | 0.2           | 21.8         | 0.49        | 3.01        | 0.49        | 1.07        | 4.57          | 15.6                | 0.04               | 4.7           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.5      | 33.1 | 7.8        | 6.3          | 106.5     | 0.4           | 11.8         | 0.45        | 2.86        | 0.50        | 1.03        | 4.39          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | B-1        | 25.2      | 33.3 |            | 6.3          | 106.5     | 0.1           | 12.0         | 0.37        | 2.08        | 0.63        | 1.73        | 4.44          |                     |                    |               |    |             |
| 2    | 10月9日  | 4          | 25.4      | 33.1 | 10.0       | 6.4          | 108.3     | 0.3           | 16.0         | 0.36        | 2.02        | 0.56        | 1.46        | 4.27          | 9.6                 | 0.02               | 4.5           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | B-1        | 25.3      | 33.2 |            | 6.3          | 106.8     | 0.1           | 13.0         | 0.32        | 2.78        | 0.60        | 1.67        | 5.05          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.7 |            | 7.2          | 121.5     | 0.3           | 9.4          | 0.20        | 1.33        | 0.16        | 0.25        | 1.74          | 12.9                | 0.04               | 4.7           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
| 宮野河内 | 10月9日  | 4          | 25.7      | 32.7 | 8.9        | 7.2          | 121.7     | 0.3           | 9.4          | 0.21        | 1.31        | 0.16        | 0.24        | 1.71          | 23.8                | 0.12               | 6.4           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | B-1        | 25.6      | 32.7 |            | 6.7          | 113.0     | 0.2           | 9.2          | 0.29        | 1.81        | 0.35        | 0.67        | 2.83          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.7 |            | 7.2          | 122.1     | 0.2           | 9.2          | 0.19        | 1.67        | 0.14        | 0.42        | 2.23          |                     |                    |               |    |             |
| 2    | 10月9日  | 4          | 25.7      | 32.7 |            | 7.2          | 122.5     | 0.4           | 9.2          | 0.19        | 1.22        | 0.14        | 0.22        | 1.58          | 23.2                | 0.21               | 6.1           | ○  | 改善が必要です。    |
|      |        | B-1        | 25.6      | 32.9 |            | 6.0          | 100.8     | 0.2           | 8.4          | 0.22        | 1.71        | 0.15        | 0.29        | 2.15          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.5 | 4.7        | 6.4          | 107.6     | 0.3           | 17.0         | 0.34        | 2.00        | 0.46        | 0.58        | 3.04          |                     |                    |               |    |             |
| 5    | 10月9日  | 4          | 25.7      | 32.5 |            | 6.5          | 108.9     | 0.3           | 10.2         | 0.33        | 1.83        | 0.43        | 0.50        | 2.76          | 26.5                | 0.20               | 6.3           | ○  | 改善が必要です。    |
|      |        | B-1        | 25.4      | 32.5 |            | 6.6          | 111.6     | 0.4           | 10.6         | 0.28        | 1.57        | 0.22        | 0.37        | 2.16          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.5 | 7.8        | 6.7          | 113.6     | 0.4           | 9.4          | 0.31        | 1.83        | 0.41        | 0.56        | 2.80          |                     |                    |               |    |             |
| 下 浦  | 10月9日  | B-1        | 25.6      | 32.5 |            | 6.7          | 113.5     | 0.8           | 10.2         | 0.28        | 1.98        | 0.25        | 0.56        | 2.79          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.5      | 32.4 |            | 6.6          | 111.1     | 0.6           | 10.6         | 0.30        | 1.34        | 0.29        | 0.36        | 1.99          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 4          | 25.4      | 32.5 | 3.2        | 6.5          | 109.2     | 0.6           | 11.2         | 0.30        | 1.46        | 0.30        | 0.36        | 2.12          | 3.2                 | 0.12               | 4.3           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
| 12   | 10月9日  | B-1        | 25.3      | 32.5 |            | 6.4          | 106.7     | 0.6           | 11.8         | 0.32        | 1.86        | 0.27        | 0.36        | 2.49          | 32.4                | 0.31               | 5.9           | ○  | 改善が必要です。    |
|      |        | 0          | 25.6      | 32.5 | 5.9        | 6.5          | 109.2     | 0.5           | 9.8          | 0.33        | 2.13        | 0.34        | 0.43        | 2.90          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 4          | 25.6      | 32.5 |            | 6.5          | 109.0     | 0.2           | 10.0         | 0.33        | 2.16        | 0.33        | 0.41        | 2.90          |                     |                    |               |    |             |
| 1    | 10月10日 | B-1        | 25.5      | 32.5 |            | 6.5          | 109.8     | 0.3           | 10.2         | 0.35        | 2.07        | 0.31        | 0.46        | 2.84          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.4      | 32.1 | 6.6        | 6.5          | 108.8     | 0.4           | 11.6         | 0.37        | 1.99        | 0.93        | 1.10        | 4.02          | 3.3                 | 0.06               | 3.0           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.6      | 32.4 |            | 6.3          | 105.6     | 0.2           | 10.2         | 0.37        | 1.91        | 1.07        | 0.92        | 3.90          |                     |                    |               |    |             |
| 御所浦  | 10月10日 | B-1        | 25.5      | 32.5 |            | 6.3          | 106.2     | 0.3           | 12.0         | 0.40        | 1.47        | 1.46        | 1.16        | 4.09          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.4      | 32.1 |            | 6.7          | 111.9     | 0.2           | 10.6         | 0.31        | 1.83        | 0.64        | 0.70        | 3.17          | 6.1                 | 0.02               | 3.6           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.5      | 32.3 | 5.5        | 6.4          | 108.4     | 0.7           | 11.0         | 0.35        | 1.85        | 0.79        | 1.64        | 4.28          |                     |                    |               |    |             |
| 3    | 10月10日 | B-1        | 25.5      | 32.4 |            | 6.3          | 106.3     | 0.2           | 10.6         | 0.34        | 1.74        | 0.87        | 0.80        | 3.41          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.4 | 9.2        | 7.1          | 120.6     | 0.4           | 10.0         | 0.20        | 1.20        | 0.00        | 0.45        | 1.65          | 21.7                | 0.16               | 6.4           | ○  | 改善が必要です。    |
|      |        | 4          | 25.6      | 32.4 |            | 7.2          | 120.7     | 0.4           | 9.6          | 0.20        | 1.56        | 0.12        | 0.37        | 2.05          |                     |                    |               |    |             |
| 4    | 10月10日 | B-1        | 25.6      | 32.7 |            | 5.9          | 99.7      | 0.5           | 10.6         | 0.49        | 1.85        | 1.85        | 1.58        | 5.28          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.7      | 32.4 | 9.1        | 7.1          | 119.7     | 0.4           | 10.4         | 0.20        | 1.10        | 0.12        | 0.46        | 1.68          | 31.7                | 0.10               | 7.1           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.6      | 32.4 |            | 5.6          | 95.0      | 0.4           | 11.2         | 0.45        | 1.56        | 1.09        | 1.14        | 3.79          |                     |                    |               |    |             |
| 1    | 10月10日 | B-1        | 25.6      | 32.6 |            | 6.3          | 106.4     | 0.4           | 19.2         | 0.38        | 1.69        | 1.37        | 1.13        | 4.19          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.5      | 32.3 | 6.0        | 6.3          | 106.1     | 15.0          | 4.8          | 0.39        | 1.34        | 1.37        | 1.08        | 3.79          | 10.8                | 0.01               | 3.9           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.5      | 32.4 |            | 6.3          | 106.0     | 15.0          | 9.8          | 0.39        | 1.47        | 1.39        | 1.12        | 3.98          |                     |                    |               |    |             |
| 2    | 10月10日 | B-1        | 25.5      | 32.4 |            | 6.3          | 106.6     | 0.2           | 14.0         | 0.39        | 1.68        | 1.30        | 1.21        | 4.19          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 0          | 25.5      | 32.3 | 5.3        | 6.3          | 106.1     | 15.0          | 11.8         | 0.39        | 1.56        | 1.30        | 1.09        | 3.95          | 7.2                 | 0.08               | 3.5           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.4      | 32.4 |            | 6.3          | 105.9     | 0.5           | 12.0         | 0.39        | 1.61        | 1.28        | 1.12        | 4.01          |                     |                    |               |    |             |
| 4    | 10月10日 | B-1        | 25.1      | 32.5 | 4.5        | 6.0          | 101.1     | 0.5           | 19.6         | 0.41        | 0.90        | 2.10        | 1.34        | 4.34          | 6.2                 | 0.02               | 2.3           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 0          | 25.3      | 32.6 |            | 5.9          | 98.4      | 0.4           | 11.0         | 0.45        | 1.12        | 2.38        | 1.67        | 5.17          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | 4          | 25.3      | 32.6 |            | 5.8          | 96.5      | 0.4           | 11.6         | 0.52        | 0.82        | 3.05        | 1.96        | 5.83          |                     |                    |               |    |             |
| 5    | 10月10日 | B-1        | 25.0      | 32.4 | 4.3        | 6.5          | 108.2     | 14.7          | 11.6         | 0.31        | 0.95        | 1.16        | 0.77        | 2.88          | 25.1                | 0.11               | 4.9           | ○  | 現状を維持しましょう。 |
|      |        | 4          | 25.2      | 32.5 |            | 6.4          | 106.9     | 14.7          | 11.0         | 0.33        | 0.94        | 1.24        | 1.15        | 3.33          |                     |                    |               |    |             |
|      |        | B-1        | 25.3      | 32.6 |            | 5.7          | 96.0      | 0.4           | 8.2          | 0.51        | 0.90        | 2.90        | 1.80        | 5.60          |                     |                    |               |    |             |

# 漁場環境モニタリング事業Ⅲ

( 県単  
平成 22 (2010) 年度～ )

(有明海における貧酸素水塊の一斉観測)

## 緒 言

有明海における貧酸素水塊発生機構の解明および貧酸素水塊が水産資源へ与える影響を評価するため、有明海の研究・調査に関わる機関が連携・協力して貧酸素水塊の発生状況や有明海全域の海洋環境を把握するためのモニタリング調査を行った。

## 方 法

- 1 担当者：松谷久雄、山下博和、増田雄二
- 2 調査地点：図 1 に示す 11 点
- 3 調査日：令和元年（2019 年）7 月 26 日、8 月 26 日  
日小潮満潮前後 4 時間程度
- 4 観測項目：水温、塩分、クロロフィル蛍光、濁度、DO の鉛直分布、透明度
- 5 参画機関：国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所、農林水産省九州農政局、福岡県水産海洋技術センター有明海研究所、佐賀県有明水産振興センター、長崎県総合水産試験場、長崎県県南水産業普及センター、熊本県水産研究センター、熊本県環境保全課、熊本県保健環境科学研究所、九州大学、佐賀大学、日本ミクニヤ(株)、(株)西村商会

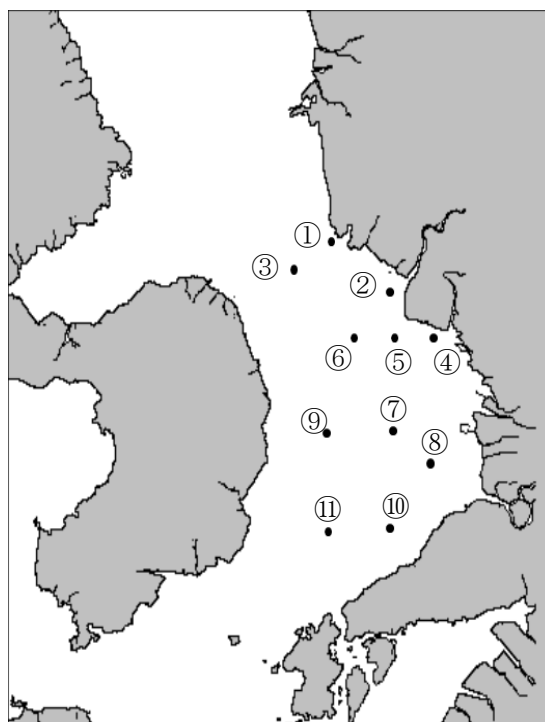


図 1 調査定点

## 結 果

調査点ごとの水深、透明度、表層および底層における水温、塩分、クロロフィル蛍光値、DO（酸素飽和度および溶存酸素濃度）を表 1 に示す。

8 月 26 日の④の調査点の底層で、貧酸素の基準とされる酸素飽和度 40%を下回ったが、その他の地点は 40%を上回った。

8 月 26 日に貧酸素が確認されたのは、8 月 26 日調査時の表層と底層の塩分差が大きく、鉛直混合が生じにくい状況であったことに加えて、渦鞭毛藻類及び小型珪藻類による赤潮が発生していたことが要因であると考えられた。

表 1 観測結果

| 調査日   | 観測地点 | 水深(m) | 透明度 | 水温(°C) |       | 塩分    |       | Chl-a(μg/L) |       | DO(%)  |        | DO(mg/L) |      |
|-------|------|-------|-----|--------|-------|-------|-------|-------------|-------|--------|--------|----------|------|
|       |      |       |     | 表層     | 底層    | 表層    | 底層    | 表層          | 底層    | 表層     | 底層     | 表層       | 底層   |
| 7月26日 | ①    | 13.1  | 1.3 | 31.96  | 24.18 | 15.95 | 31.27 | 8.08        | 1.99  | 177.91 | 61.69  | 11.95    | 4.32 |
|       | ②    | 11.2  | 1.8 | 32.27  | 24.13 | 18.62 | 31.40 | 3.34        | 1.41  | 170.35 | 62.57  | 11.17    | 4.38 |
|       | ③    | 38.8  | 1.8 | 31.57  | 23.69 | 20.32 | 32.13 | 2.35        | 0.71  | 161.20 | 67.95  | 10.59    | 4.77 |
|       | ④    | 7.5   | 2.2 | 31.27  | 24.50 | 20.00 | 30.80 | 2.17        | 4.28  | 171.71 | 58.40  | 11.34    | 4.07 |
|       | ⑤    | 11.6  | 2.1 | 31.49  | 24.06 | 17.35 | 31.53 | 3.34        | 2.33  | 158.28 | 59.19  | 10.61    | 4.14 |
|       | ⑥    | 27.5  | 1.9 | 32.13  | 23.74 | 20.82 | 32.03 | 1.41        | 1.06  | 144.54 | 67.15  | 9.36     | 4.71 |
|       | ⑦    | 12.5  | 2   | 31.34  | 24.12 | 19.95 | 31.70 | 1.56        | 3.65  | 143.64 | 75.58  | 9.45     | 5.28 |
|       | ⑧    | 4     | 1.7 | 31.55  | 25.78 | 19.30 | 28.84 | 3.06        | 15.12 | 160.30 | 106.51 | 10.58    | 7.35 |
|       | ⑨    | 39.3  | 2   | 31.03  | 23.66 | 22.12 | 32.26 | 2.13        | 0.64  | 146.60 | 73.94  | 9.62     | 5.19 |
|       | ⑩    | 11.9  | 2.3 | 29.33  | 24.11 | 23.68 | 31.81 | 1.26        | 1.55  | 158.05 | 81.81  | 10.57    | 5.71 |
|       | ⑪    | 34.2  | 2.2 | 29.23  | 23.86 | 26.73 | 32.24 | 3.42        | 0.52  | 170.88 | 79.98  | 11.25    | 5.59 |
| 8月26日 | ①    | 12.9  | 2.1 | 25.61  | 25.89 | 26.22 | 31.71 | 16.93       | 0.63  | 125.39 | 55.08  | 8.81     | 3.73 |
|       | ②    | 10.8  | 1.9 | 24.57  | 25.87 | 25.79 | 31.76 | 18.11       | 0.69  | 140.51 | 54.94  | 10.06    | 3.72 |
|       | ③    | 38    | 2.3 | 25.97  | 25.53 | 26.43 | 32.08 | 6.78        | 0.93  | 121.36 | 69.61  | 8.46     | 4.74 |
|       | ④    | 7.3   | 3.2 | 24.91  | 26.15 | 25.44 | 31.43 | 8.28        | 1.79  | 125.97 | 39.13  | 9.00     | 2.64 |
|       | ⑤    | 11.5  | 2.2 | 24.59  | 25.85 | 22.44 | 31.83 | 15.34       | 1.44  | 147.10 | 54.84  | 10.74    | 3.72 |
|       | ⑥    | 26.9  | 3.1 | 25.51  | 25.65 | 27.76 | 31.98 | 7.15        | 0.46  | 140.63 | 66.42  | 9.80     | 4.51 |
|       | ⑦    | 12.5  | 3   | 25.13  | 25.88 | 23.52 | 31.79 | 11.00       | 0.79  | 145.68 | 51.52  | 10.46    | 3.49 |
|       | ⑧    | 3.8   | 3.2 | 24.86  | 26.40 | 23.03 | 30.53 | 4.20        | 2.60  | 96.73  | 42.90  | 7.01     | 2.90 |
|       | ⑨    | 39.3  | 2.5 | 24.87  | 25.40 | 26.06 | 32.17 | 12.25       | 0.59  | 140.17 | 71.44  | 9.98     | 4.87 |
|       | ⑩    | 11.9  | 4.9 | 25.84  | 25.86 | 26.60 | 31.69 | 9.34        | 0.70  | 129.52 | 77.47  | 9.03     | 5.25 |
|       | ⑪    | 34    | 0.7 | 25.57  | 25.42 | 24.64 | 32.24 | 7.54        | 0.46  | 120.06 | 75.82  | 8.52     | 5.16 |

# 漁場環境モニタリング事業Ⅳ（<sup>県 単</sup>平成27(2015)～令和元(2019)年度）

（自動海況観測ブイによる観測）

## 緒 言

ノリ・魚類養殖業や漁船、採貝漁業等の生産性向上と経営安定化に資するため、県内漁場（有明海・八代海）に自動海況観測ブイを用いた海況観測等の業務を行い、漁場環境の変動を把握した。

## 方 法

- 1 担当者：向井宏比古、山下博和、松谷久雄、増田雄二
- 2 観測地点：長洲・小島・長浜・田浦地先（図1の4点）
- 3 調査日：平成31年（2019年）4月1日～令和2年（2020年）3月31日
- 4 観測方法

水質観測システム(YSI/Nanotec 株式会社)により、20分間隔で海面下50cmにおける水温、塩分、比重クロロフィル蛍光値（長洲局のみ10月～4月頃まで）を24時間連続で測定した。

観測データは、水産研究センターホームページ上に最新データおよび時系列図（図2）をリアルタイムで表示し、漁業者をはじめとした一般県民に幅広く提供した。また、ノリ養殖時期（10月上旬～翌3月上旬）には、水温および塩分（水産研究センターにて比重（ $\sigma_{15}$ ）に換算）の結果を、新聞社3社に提供した。

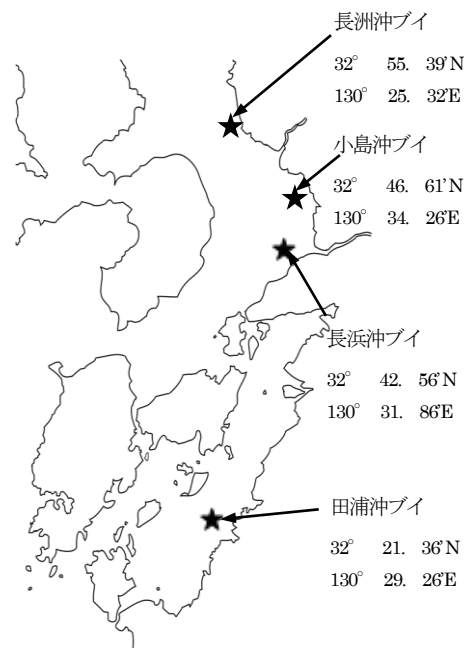


図1 自動海況観測ブイ設置点

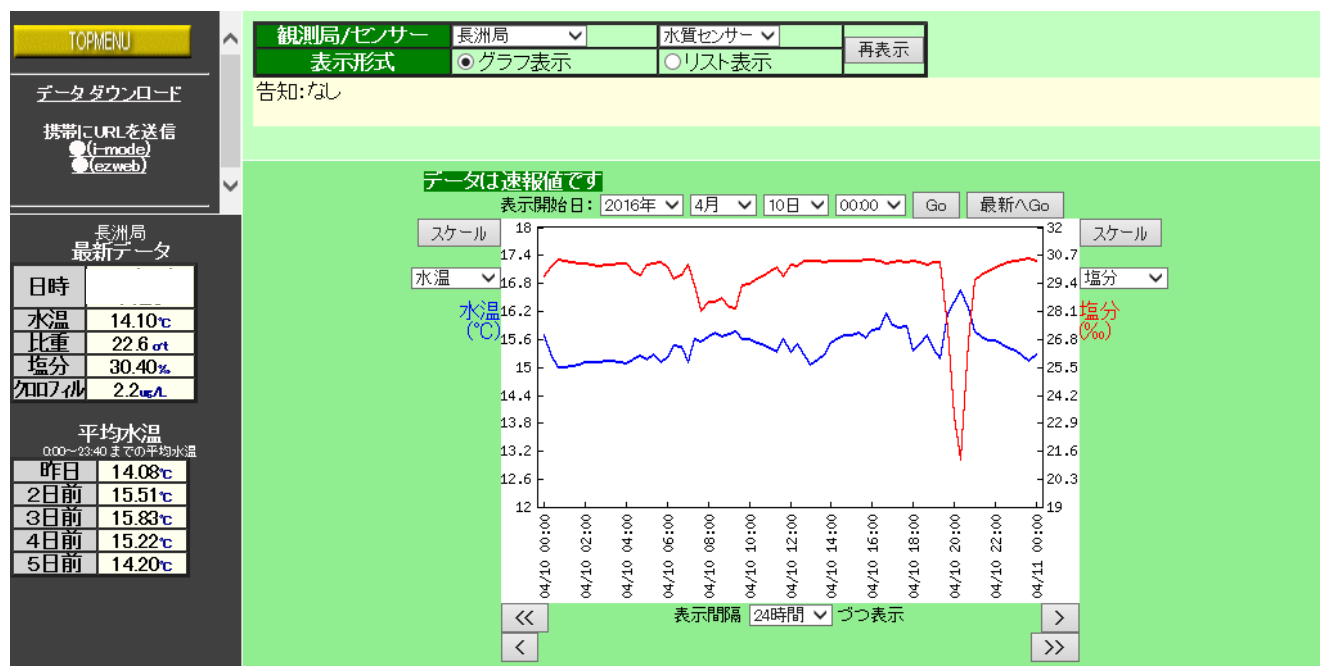


図2 水産研究センターホームページ上の最新データおよび時系列図

## 結果および考察

### 1 水温および塩分

観測ブイによる水温および塩分の測定結果を表1～表4に示す。

#### (1) 有明海

##### ア 長洲局ブイ

長洲局ブイ水温の日平均値における年最高値は、9月11日の30.1℃、年最低値は2月18日の11.5℃であった。塩分については、年最高値は、4月13日の33.4、年最低値は7月23日の15.2であった。

##### イ 小島局ブイ

水温の日平均値における年最高値は、7月29日の30.9℃、年最低値は2月18日の10.9℃であった。塩分については、年最高値は、6月23日、24日の32.3、年最低値は7月1日の10.5であった。

##### ウ 長浜局ブイ

水温の日平均値における年最高値は、8月2日の30.1℃、年最低値は2月18日の11.0℃であった。塩分については、年最高値は、5月27日の33.9、年最低値は9月11日の11.5であった。

#### (2) 八代海

##### ア 田浦局ブイ

水温の日平均値における年最高値は、7月31日の29.7℃、年最低値は2月18日の11.8℃であった。塩分については、年最高値は、3月13日の34.1、年最低値は7月15日の19.1であった。

### 2 ホームページアクセス数(ユーザーによる)の変化(図3)

令和元年度(2019年度)のアクセス件数は2,508件であり、月ごとでは、10月に最高の338件(前年最高：9月373件)を記録した。

アクセス方法では、パソコンからのアクセスが88.4%～98.3%であり、携帯電話より多く利用されていた。

※スマートフォンは、パソコンとしてカウント

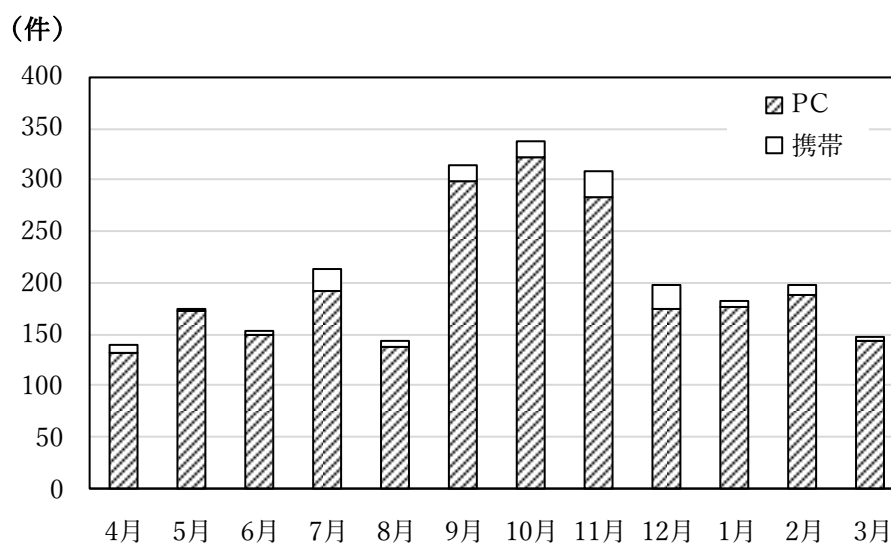


図3 ホームページアクセス数の推移

表 1 平成 31 年 (2019 年) 4 月～令和 2 年 (2020 年) 3 月の長洲局ブイによる日平均水温 (°C)、塩分およびクロロフィル濃度 (μL)

|     | 4月   |      | 5月   |      | 6月   |      | 7月   |      | 8月   |      | 9月   |      | 10月  |      | 11月  |      | 12月  |      | 1月   |      | 2月   |      | 3月   |      |      |      |      |      |      |      |      |        |        |       |      |       |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|-------|------|-------|
|     | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   |      |      |      |      |      |      |      |        |        |       |      |       |
| 1   | 13.8 | 30.9 | 4.1  | 16.9 | 32.4 | 5.7  | 21.5 | 31.9 | 21.5 | 24.3 | 10.5 | 29.6 | 23.5 | 44.9 | 25.3 | 23.8 | 10.7 | 24.7 | 29.6 | 4.1  | 21.5 | 32.9 | 53.0 | 17.3 | 33.2 | 3.5  | 12.8 | 31.0 | 2.4  | 12.8 | 32.5 | 2.9    | 12.6   | 30.4  | 6.5  |       |
| 2   | 13.7 | 30.9 | 4.1  | 17.5 | 31.7 | 7.4  | 21.4 | 32.1 | 25.2 | 23.9 | 9.1  | 29.0 | 25.7 | 43.4 | 25.7 | 26.9 | 7.7  | 24.8 | 29.1 | 3.6  | 21.5 | 33.1 | 48.2 | 17.2 | 33.0 | 4.1  | 12.9 | 31.0 | 2.6  | 12.7 | 32.5 | 3.5    | 12.9   | 30.4  | 4.8  |       |
| 3   | 13.8 | 30.9 | 3.7  | 18.5 | 31.3 | 9.1  | 21.4 | 32.0 | 13.0 | 23.6 | 11.2 | 28.8 | 26.4 | 33.4 | 26.3 | 26.9 | 9.9  | 24.8 | 29.7 | 4.4  | 21.3 | 33.3 | 36.0 | 16.4 | 32.9 | 4.5  | 13.0 | 31.1 | 2.7  | 12.6 | 32.1 | 3.9    | 12.9   | 30.6  | 4.3  |       |
| 4   | 13.9 | 30.5 | 4.4  | 18.6 | 31.3 | 11.9 | 21.9 | 31.8 | 6.6  | 23.9 | 19.9 | 28.5 | 27.6 | 28.2 | 26.1 | 24.8 | 10.7 | 25.1 | 29.5 | 4.1  | 21.3 | 31.5 | 28.2 | 16.7 | 33.1 | 2.7  | 13.2 | 31.3 | 2.9  | 12.7 | 32.4 | 36.16  | 12.9   | 241.2 |      |       |
| 5   | 14.3 | 30.2 | 8.4  | 19.2 | 31.0 | 13.9 | 22.5 | 31.7 | 6.5  | 23.8 | 30.0 | 11.9 | 27.7 | 28.4 | 19.1 | 26.7 | 25.5 | 9.5  | 25.0 | 30.2 | 3.8  | 21.0 | 32.4 | 18.0 | 16.7 | 33.1 | 2.9  | 13.2 | 31.6 | 3.3  | 12.8 | 32.7   | 40.0   | 12.3  | 40.0 |       |
| 6   | 14.6 | 30.2 | 6.8  | 18.9 | 31.1 | 18.0 | 22.9 | 31.9 | 7.3  | 24.2 | 30.8 | 10.6 | 25.7 | 29.7 | 8.4  | 26.7 | 25.9 | 13.7 | 24.7 | 31.0 | 4.7  | 20.9 | 31.7 | 11.3 | 16.3 | 33.1 | 3.1  | 13.5 | 31.9 | 3.8  | 12.5 | 32.7   | 40.0   | 11.5  | 40.0 |       |
| 7   | 15.0 | 29.7 | 6.7  | 18.1 | 31.5 | 33.0 | 23.1 | 31.4 | 10.3 | 24.2 | 31.4 | 9.4  | 27.0 | 28.5 | 10.0 | 26.9 | 25.5 | 12.6 | 24.8 | 30.6 | 11.7 | 20.9 | 31.9 | 12.6 | 16.1 | 33.2 | 3.2  | 13.6 | 31.8 | 4.3  | 12.3 | 32.6   | 40.0   | 12.1  | 40.0 |       |
| 8   | 15.5 | 29.5 | 5.8  | 18.1 | 32.2 | 25.7 | 22.8 | 31.4 | 11.3 | 24.2 | 31.9 | 8.5  | 27.8 | 28.6 | 8.8  | 27.6 | 24.9 | 7.2  | 24.4 | 29.3 | 17.3 | 20.7 | 32.0 | 11.9 | 15.7 | 33.1 | 3.9  | 13.6 | 31.8 | 8.1  | 12.2 | 32.4   | 40.0   | 12.8  | 40.0 |       |
| 9   | 15.4 | 30.3 | 6.1  | 18.3 | 32.1 | 31.8 | 22.3 | 31.6 | 10.2 | 24.2 | 32.2 | 9.1  | 27.8 | 29.3 | 7.3  | 28.6 | 24.7 | 5.7  | 24.1 | 29.8 | 10.4 | 20.5 | 31.8 | 11.3 | 15.4 | 32.8 | 5.0  | 13.3 | 31.5 | 6.4  | 12.0 | 32.1   | 35.2   | 12.8  | 32.0 | 149.7 |
| 10  | 15.1 | 30.2 | 9.1  | 18.7 | 31.7 | 15.0 | 21.9 | 31.8 | 8.2  | 24.1 | 31.8 | 10.3 | 27.5 | 29.8 | 7.2  | 28.9 | 24.2 | 7.0  | 24.1 | 29.1 | 10.8 | 20.4 | 31.9 | 9.7  | 15.3 | 32.9 | 6.1  | 13.3 | 31.8 | 6.3  | 11.9 | 31.9   | 31.1.6 | 13.3  | 31.6 | 9.9   |
| 旬平均 | 14.5 | 30.3 | 5.9  | 18.3 | 31.6 | 17.1 | 22.2 | 31.8 | 12.0 | 24.0 | 31.1 | 11.1 | 27.9 | 27.7 | 21.1 | 26.9 | 25.3 | 9.5  | 24.6 | 29.8 | 7.5  | 21.0 | 32.3 | 24.0 | 16.3 | 33.0 | 3.9  | 13.3 | 31.5 | 4.3  | 12.4 | 32.4   | 26.3.6 | 12.6  | 31.0 | 201.6 |
| 11  | 14.8 | 30.9 | 14.3 | 19.4 | 31.7 | 6.3  | 21.5 | 32.1 | 9.2  | 24.9 | 30.2 | 9.7  | 27.8 | 29.5 | 6.2  | 30.1 | 24.5 | 8.4  | 24.0 | 28.7 | 12.0 | 20.4 | 32.1 | 9.7  | 15.2 | 32.9 | 6.4  | 13.3 | 31.7 | 4.8  | 12.0 | 31.7   | 39.5.0 | 13.3  | 31.8 | 9.0   |
| 12  | 14.9 | 31.6 | 8.0  | 20.2 | 31.7 | 6.6  | 21.4 | 32.4 | 12.2 | 25.6 | 28.7 | 10.7 | 28.5 | 29.3 | 4.6  | 28.0 | 26.3 | 7.1  | 23.8 | 28.3 | 18.2 | 20.1 | 31.7 | 9.0  | 15.2 | 33.3 | 11.9 | 13.3 | 31.7 | 4.1  | 12.1 | 31.3   | 40.0   | 13.2  | 31.2 | 8.7   |
| 13  | 15.1 | 33.4 | 6.9  | 19.5 | 32.2 | 6.0  | 21.9 | 32.6 | 18.2 | 25.1 | 28.2 | 13.1 | 28.7 | 29.1 | 4.5  | 26.4 | 28.0 | 5.8  | 23.2 | 28.3 | 18.3 | 19.9 | 31.3 | 7.4  | 14.8 | 32.9 | 12.5 | 12.7 | 31.7 | 3.3  | 12.7 | 30.6   | 40.0   | 13.2  | 31.0 | 10.9  |
| 14  | 15.0 | 33.0 | 7.1  | 20.1 | 31.8 | 7.0  | 22.2 | 32.4 | 13.6 | 24.5 | 27.9 | 9.5  |      |      | 26.4 | 28.0 | 5.6  | 22.8 | 28.1 | 21.1 | 19.7 | 30.8 | 5.8  | 14.8 | 32.8 | 8.8  | 12.5 | 31.7 | 2.8  | 12.9 | 31.0 | 15.1.0 | 13.3   | 31.4  | 11.1 |       |
| 15  | 15.1 | 32.4 | 7.7  | 20.0 | 32.0 | 5.9  | 21.7 | 32.3 | 7.1  | 24.4 | 31.1 | 6.0  |      |      | 26.3 | 27.9 | 5.3  | 22.6 | 27.8 | 12.5 | 19.0 | 30.7 | 4.9  | 14.7 | 32.9 | 5.9  | 12.4 | 31.6 | 2.6  | 12.9 | 31.5 | 10.6   | 13.2   | 31.7  | 11.1 |       |
| 16  | 15.6 | 32.3 | 4.3  | 20.3 | 32.5 | 5.3  | 21.9 | 32.5 | 6.3  | 25.6 | 30.4 | 11.5 |      |      | 25.5 | 28.9 | 5.9  | 22.4 | 28.8 | 14.1 | 18.8 | 30.5 | 4.5  | 14.6 | 32.1 | 3.7  | 12.2 | 31.6 | 2.7  | 12.9 | 31.5 | 11.2   | 12.9   | 31.4  | 12.0 |       |
| 17  | 16.3 | 32.0 | 5.8  | 19.9 | 32.7 | 6.1  | 22.7 | 32.5 | 7.4  | 26.2 | 28.5 | 15.9 |      |      | 25.2 | 28.8 | 7.1  | 22.1 | 30.3 | 12.9 | 18.6 | 30.4 | 9.4  | 14.8 | 31.6 | 3.3  | 12.3 | 31.6 | 2.7  | 12.3 | 31.5 | 7.5    | 12.9   | 31.7  | 7.3  |       |
| 18  | 16.6 | 32.2 | 5.3  | 19.6 | 32.9 | 8.1  | 22.8 | 32.3 | 12.9 | 26.1 | 28.1 | 11.0 | 27.2 | 26.6 | 17.4 | 25.1 | 29.0 | 9.1  | 22.0 | 30.9 | 5.8  | 18.6 | 29.9 | 11.1 | 15.1 | 32.0 | 2.8  | 12.3 | 31.6 | 2.7  | 11.5 | 31.0   | 4.3    | 13.3  | 31.0 | 7.0   |
| 19  | 17.1 | 32.1 | 6.3  | 19.6 | 33.0 | 7.8  | 23.0 | 32.5 | 11.2 | 25.7 | 27.4 | 10.4 | 26.6 | 27.9 | 7.4  | 24.9 | 29.2 | 13.5 | 22.1 | 31.2 | 5.4  | 18.2 | 30.3 | 10.3 | 15.2 | 32.2 | 3.0  | 12.4 | 31.6 | 3.3  | 11.7 | 31.4   | 2.2    | 13.9  | 30.2 | 8.3   |
| 20  | 17.1 | 32.4 | 6.3  | 20.0 | 32.9 | 7.6  | 23.4 | 32.9 | 8.5  | 25.3 | 27.8 | 7.7  | 26.5 | 28.0 | 4.9  |      |      | 22.0 | 31.5 | 5.1  | 17.7 | 29.7 | 5.1  | 14.9 | 32.2 | 2.8  | 12.4 | 31.5 | 3.4  | 12.1 | 31.5 | 2.7    | 13.6   | 31.7  | 9.6  |       |
| 旬平均 | 15.8 | 32.2 | 7.2  | 19.9 | 32.3 | 6.7  | 22.3 | 32.4 | 10.7 | 25.3 | 28.8 | 10.5 | 27.6 | 28.4 | 7.5  | 26.4 | 27.8 | 7.5  | 22.7 | 29.4 | 12.5 | 19.1 | 30.7 | 7.7  | 14.9 | 32.5 | 6.1  | 12.6 | 31.7 | 3.3  | 12.3 | 31.3   | 138.5  | 13.3  | 31.3 | 9.5   |
| 21  | 17.5 | 32.4 | 6.4  | 19.8 | 32.9 | 6.2  | 23.6 |      | 8.9  | 25.2 | 22.8 | 6.8  | 27.2 | 27.6 | 7.3  |      |      | 22.0 | 31.8 | 5.2  | 17.4 | 30.5 | 8.2  | 14.9 | 32.4 | 2.7  | 12.4 | 31.7 | 3.8  | 12.6 | 31.4 | 4.1    | 14.1   | 31.0  | 9.9  |       |
| 22  | 17.8 | 32.2 | 6.0  | 19.9 | 32.7 | 5.9  | 23.1 |      | 7.8  | 25.6 | 20.0 | 6.6  | 27.6 | 27.0 | 15.0 |      |      | 22.0 | 32.1 | 6.4  | 17.5 | 31.1 | 12.3 | 14.5 | 32.4 | 2.7  | 12.4 | 31.5 | 5.2  | 12.8 | 31.4 | 7.7    | 14.7   | 30.3  | 10.4 |       |
| 23  | 17.3 | 31.7 | 6.8  | 20.5 | 32.2 | 9.5  | 22.4 |      | 9.5  | 26.2 | 15.2 | 9.8  | 27.7 | 25.7 | 18.7 |      |      | 22.3 | 32.4 | 5.5  | 17.5 | 31.1 | 6.9  | 14.3 | 32.2 | 2.4  | 12.9 | 30.3 | 5.8  | 12.6 | 31.7 | 5.9    | 14.2   | 31.6  | 10.0 |       |
| 24  | 17.2 | 31.7 | 8.4  | 21.2 | 31.7 | 9.3  | 22.4 |      | 9.3  | 27.2 | 16.3 | 35.4 | 27.0 | 23.5 | 15.3 | 24.5 | 28.6 | 7.8  | 22.2 | 32.5 | 5.7  | 17.9 | 31.0 | 5.6  | 14.5 | 32.0 | 2.4  | 13.2 | 31.9 | 4.3  | 12.6 | 31.0   | 8.6    | 14.1  | 31.8 | 9.3   |
| 25  | 17.6 | 31.8 | 6.5  | 22.1 | 31.6 | 5.7  | 22.9 |      | 7.0  | 28.0 | 17.7 | 44.8 | 25.9 | 26.9 | 13.0 | 24.3 | 29.3 | 14.0 | 22.3 | 32.7 | 6.0  | 18.4 | 31.8 | 4.8  | 14.4 | 31.9 | 2.3  | 13.3 | 32.4 | 3.0  | 12.9 | 30.7   | 11.5   | 14.3  | 31.6 | 7.6   |
| 26  | 17.6 | 31.7 | 7.2  | 23.0 | 31.7 | 5.3  | 23.4 |      | 10.9 | 29.2 | 19.1 | 26.1 | 25.5 | 27.5 | 16.2 | 24.4 | 29.9 | 11.0 | 22.4 | 32.6 | 6.9  | 18.4 | 32.8 | 3.0  | 14.5 | 31.7 | 2.4  | 13.3 | 32.5 | 3.0  | 13.2 | 31.1   | 12.0   | 14.4  | 31.5 | 10.9  |
| 27  | 17.1 | 31.4 | 7.7  | 22.2 | 31.9 | 6.7  | 24.2 |      | 11.1 | 29.2 | 19.2 | 22.4 | 25.5 | 25.9 | 14.3 | 24.8 | 29.9 | 5.6  | 22.2 | 32.5 | 18.1 | 18.3 | 33.0 | 3.1  | 14.0 | 31.8 | 2.9  | 13.3 | 32.7 | 3.0  | 13.1 | 31.3   | 9.3    | 14.6  | 31.3 | 14.0  |
| 28  | 17.1 | 31.8 | 6.5  | 22.1 | 31.9 | 7.3  | 25.4 |      | 15.2 | 29.7 | 20.1 | 11.9 | 25.4 | 21.6 | 10.6 | 25.0 | 29.4 | 4.9  | 21.9 | 32.6 | 35.5 | 18.0 | 33.2 | 3.2  | 13.5 | 31.4 | 2.4  | 13.2 | 32.2 | 2.9  | 12.7 | 31.0   | 8.4    | 14.4  | 31.9 | 12.0  |
| 29  | 17.0 | 31.9 | 8.4  | 21.2 | 32.3 | 10.7 | 25.5 |      | 18.6 | 29.5 | 21.1 | 13.8 | 25.6 | 18.7 | 9.4  | 25.1 | 29.5 | 6.7  | 21.9 | 32.4 | 68.0 | 17.8 | 33.2 | 3.0  | 13.3 | 31.0 | 2.7  | 13.2 | 32.6 | 2.7  | 12.6 | 30.7   | 7.8    | 14.2  | 32.3 | 7.6   |
| 30  | 17.2 | 31.4 | 7.8  | 21.5 | 32.1 | 21.0 | 25.1 |      | 17.6 | 29.7 | 21.2 | 15.0 | 25.7 | 21.1 | 7.1  | 25.0 | 29.4 | 5.2  | 21.8 | 31.9 | 77.4 | 17.5 | 33.2 | 3.2  | 13.4 | 30.7 | 3.0  | 13.1 | 32.7 | 3.1  |      |        | 14.0   | 32.6  | 6.5  |       |
| 31  |      |      | 21.7 | 31.8 | 27.1 |      |      |      | 29.8 | 22.8 | 30.4 | 25.1 | 17.8 | 12.5 |      |      |      | 21.7 | 32.8 | 70.5 |      |      |      | 13.2 | 31.0 | 2.7  | 12.7 | 32.7 | 3.1  |      |      | 14.1   | 32.8   | 4.9   |      |       |
| 旬平均 | 17.3 | 31.8 | 7.2  | 21.4 | 32.1 | 10.4 | 23.8 |      | 11.6 | 28.1 | 19.6 | 20.3 | 26.2 | 23.9 | 12.7 | 24.7 | 29.4 | 7.9  | 22.1 | 32.4 | 27.7 | 17.9 | 32.1 | 5.3  | 14.0 | 31.7 | 2.6  | 13.0 |      |      |      |        |        |       |      |       |

※機器不具合等により、24 時間連続観測が実施できなかった日は空白とした。

表2 平成31年(2019年)4月～令和2年(2020年)3月の小島局ブイによる日平均水温(℃) および塩分

|     | 4月   |      | 5月   |      | 6月   |      | 7月   |      | 8月   |      | 9月   |      | 10月  |      | 11月  |      | 12月  |      | 1月   |      | 2月   |      | 3月   |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   |
| 1   | 14.6 | 29.9 |      |      | 22.2 | 31.8 | 23.5 | 10.5 | 30.8 | 23.2 | 25.3 | 23.5 | 24.8 | 29.5 | 21.2 | 29.2 | 17.4 | 28.6 | 12.6 | 30.1 | 12.9 | 30.2 | 12.8 | 16.8 |
| 2   | 14.1 | 28.9 |      |      | 22.1 | 31.3 | 23.1 | 15.5 | 30.6 | 23.7 | 25.6 | 23.0 | 24.9 | 29.5 | 21.1 | 24.2 | 17.4 | 30.7 | 13.1 | 30.4 | 13.0 | 30.3 | 13.2 | 17.4 |
| 3   | 14.3 | 29.8 |      |      | 21.8 | 31.0 | 22.9 | 18.2 | 30.1 | 24.7 | 26.4 | 23.8 | 24.8 | 30.5 | 21.1 | 25.3 | 16.1 | 30.2 | 13.1 | 30.3 | 12.8 | 30.7 | 13.0 | 15.3 |
| 4   | 14.4 | 29.7 |      |      | 22.1 | 30.7 | 23.3 | 21.4 | 29.8 | 25.5 | 26.5 | 24.7 | 25.2 | 29.5 | 20.4 | 24.2 | 15.5 | 29.9 | 12.5 | 29.1 | 12.2 | 29.7 | 13.5 | 21.9 |
| 5   | 14.6 | 30.6 |      |      | 22.5 | 30.8 | 24.0 | 24.6 | 29.9 | 27.2 | 27.0 | 20.9 | 25.6 | 29.1 | 20.9 | 30.5 | 15.2 | 29.9 | 12.7 | 29.4 | 12.3 | 30.0 | 12.6 | 30.9 |
| 6   | 15.0 | 30.5 |      |      | 23.7 | 31.1 | 24.7 | 26.8 | 26.9 | 29.3 | 26.7 | 21.2 | 25.2 | 30.0 | 20.1 | 28.8 | 15.9 | 30.7 | 12.8 | 29.5 | 12.2 | 29.8 | 12.7 | 29.1 |
| 7   | 15.5 | 30.9 |      |      | 23.2 | 31.5 | 25.5 | 27.6 | 27.7 | 27.2 | 26.6 | 23.8 | 25.2 | 28.4 | 20.3 | 30.3 | 15.7 | 28.7 | 13.5 | 23.5 | 11.8 | 28.9 | 13.1 | 28.7 |
| 8   | 16.3 | 30.8 |      |      | 23.0 | 29.5 | 25.3 | 28.8 | 28.5 | 27.4 | 27.9 | 22.6 | 24.8 | 29.6 | 20.2 | 29.5 | 15.1 | 29.3 | 14.3 | 32.3 | 12.0 | 29.1 | 13.4 | 29.6 |
| 9   | 16.3 | 30.7 |      |      | 23.5 | 29.1 | 25.8 | 28.7 | 28.5 | 27.8 | 28.9 | 21.0 | 23.9 | 28.6 | 20.6 | 30.3 | 15.1 | 28.8 | 13.8 | 28.4 | 12.1 | 29.2 | 13.7 | 28.5 |
| 10  | 16.0 | 31.0 | 20.3 | 30.7 | 23.2 | 31.0 | 25.4 | 28.2 | 28.6 | 28.6 | 29.9 | 21.0 | 23.9 | 29.3 | 20.2 | 29.8 | 15.2 | 28.4 | 13.7 | 29.6 | 12.1 | 29.8 | 13.7 | 29.9 |
| 旬平均 | 15.1 | 30.3 | 20.3 | 30.7 | 22.7 | 30.8 | 24.4 | 23.0 | 29.0 | 26.5 | 27.1 | 22.6 | 24.8 | 29.4 | 20.6 | 27.8 | 15.9 | 29.5 | 13.2 | 29.3 | 12.3 | 29.8 | 13.2 | 24.8 |
| 11  | 15.6 | 31.2 | 20.4 | 30.9 | 22.7 | 31.4 | 24.8 | 29.8 | 28.5 | 28.7 | 30.0 | 21.8 | 24.1 | 29.5 | 20.3 | 30.6 | 15.2 | 28.2 | 13.5 | 28.2 | 12.2 | 29.3 | 13.6 | 29.4 |
| 12  | 15.3 | 31.0 | 21.7 | 30.1 | 22.5 | 32.3 | 25.4 | 28.2 | 28.7 | 28.2 | 29.6 | 23.1 | 23.9 | 30.4 | 19.6 | 29.0 | 15.3 | 29.9 | 13.7 | 30.2 | 12.5 | 29.4 | 13.3 | 28.4 |
| 13  | 15.8 | 29.6 | 22.5 | 29.7 | 23.4 | 31.6 | 24.9 | 26.6 | 27.9 | 29.4 | 28.3 | 25.3 | 23.1 | 30.2 | 19.7 | 29.4 | 14.2 | 28.6 | 12.8 | 29.5 | 13.3 | 28.9 | 13.3 | 29.2 |
| 14  | 15.9 | 28.7 | 21.6 | 30.1 | 23.1 | 31.3 | 24.1 | 18.9 | 27.0 | 29.7 | 27.8 | 26.7 | 22.8 | 29.6 | 19.5 | 30.3 | 14.6 | 29.3 | 12.3 | 28.3 | 13.6 | 25.3 | 13.5 | 30.1 |
| 15  | 16.0 | 29.7 | 20.8 | 30.9 | 22.3 | 31.7 | 25.3 | 24.8 | 26.4 | 28.6 | 27.4 | 26.6 | 22.5 | 29.5 | 18.3 | 29.4 | 14.7 | 28.8 | 12.4 | 28.7 | 13.9 | 22.0 | 13.2 | 30.1 |
| 16  | 16.8 | 30.1 | 20.7 | 31.6 | 22.5 | 30.7 | 26.1 | 25.2 | 26.7 | 23.6 | 26.9 | 26.8 | 22.2 | 29.7 | 18.1 | 29.2 | 14.4 | 28.8 | 12.2 | 28.4 | 13.7 | 25.5 | 12.9 | 30.5 |
| 17  | 17.3 | 29.8 | 20.6 | 31.8 | 23.0 | 30.2 | 26.4 | 25.6 | 27.4 | 26.3 | 26.1 | 27.3 | 21.9 | 29.1 | 17.9 | 28.7 | 15.0 | 29.5 | 12.5 | 28.9 | 12.4 | 28.5 | 12.8 | 30.0 |
| 18  | 17.3 | 30.2 | 19.8 | 32.1 | 22.7 | 31.4 | 26.0 | 26.3 | 27.1 | 26.9 | 26.1 | 27.6 | 22.0 | 29.5 | 18.2 | 29.6 | 15.4 | 31.0 | 12.5 | 28.8 | 10.9 | 27.4 | 13.7 | 29.4 |
| 19  | 17.6 | 30.5 | 19.8 | 32.1 | 22.9 | 31.8 | 25.5 | 22.4 | 26.7 | 28.2 | 25.5 | 29.2 | 22.4 | 29.4 | 17.8 | 30.5 | 15.0 | 29.4 | 12.6 | 28.7 | 11.0 | 25.0 | 14.1 | 30.2 |
| 20  | 17.9 | 29.9 | 20.2 | 32.1 | 23.6 | 32.0 | 24.8 | 27.0 | 26.7 | 27.2 | 24.6 | 29.4 | 22.5 | 29.4 | 16.7 | 29.3 | 14.6 | 29.9 | 12.6 | 28.9 | 11.6 | 24.5 | 14.2 | 30.0 |
| 旬平均 | 16.5 | 30.1 | 20.8 | 31.2 | 22.9 | 31.4 | 25.3 | 25.5 | 27.3 | 27.7 | 27.2 | 26.4 | 22.7 | 29.6 | 18.6 | 29.6 | 14.8 | 29.4 | 12.7 | 28.9 | 12.5 | 26.6 | 13.5 | 29.7 |
| 21  | 17.8 | 32.2 | 20.4 | 31.5 | 23.9 | 31.9 | 24.9 | 25.3 | 27.6 | 27.1 | 24.4 | 29.9 | 22.7 | 30.2 | 16.6 | 28.9 | 14.6 | 30.8 | 12.5 | 28.8 | 12.4 | 23.5 | 14.4 | 29.3 |
| 22  | 19.8 | 30.4 | 20.5 | 32.1 | 24.4 | 32.0 | 25.1 | 18.5 | 28.1 | 28.0 | 24.6 | 30.0 | 22.9 | 29.2 | 17.0 | 29.1 | 14.9 | 31.3 | 12.5 | 27.7 | 12.9 | 24.7 | 14.8 | 29.0 |
| 23  |      |      | 20.9 | 32.3 | 23.9 | 32.3 | 25.4 | 15.0 | 27.9 | 27.7 | 24.7 | 30.0 | 22.8 | 28.3 | 17.5 | 29.2 | 14.4 | 30.2 | 13.6 | 28.1 | 12.9 | 22.5 | 14.8 | 30.4 |
| 24  | 18.2 | 30.5 | 21.5 | 32.0 | 23.5 | 32.3 | 26.5 | 18.6 | 27.0 | 24.3 | 24.5 | 30.9 | 22.7 | 28.9 | 18.3 | 29.3 | 14.7 | 29.9 | 14.1 | 28.4 | 12.9 | 20.2 | 14.8 | 29.9 |
| 25  |      |      | 22.5 | 31.5 | 24.6 | 30.8 | 27.9 | 20.4 | 25.8 | 24.6 | 24.4 | 29.9 | 22.5 | 28.7 | 18.8 | 29.8 | 14.6 | 29.8 | 13.9 | 28.9 | 13.4 | 21.4 | 15.2 | 29.5 |
| 26  | 18.4 | 31.1 | 23.4 | 31.5 | 24.8 | 30.6 | 29.1 | 20.6 | 25.5 | 24.6 | 24.6 | 28.5 | 22.6 | 27.6 | 18.9 | 29.7 | 14.9 | 30.1 | 13.4 | 28.7 | 14.1 | 21.5 | 15.1 | 29.5 |
| 27  |      |      | 22.6 | 31.6 | 24.6 | 30.8 | 29.7 | 21.5 | 25.4 | 24.5 | 25.3 | 28.5 | 22.3 | 27.5 | 18.6 | 29.0 | 14.2 | 31.1 | 13.7 | 31.2 | 13.8 | 20.2 | 14.9 | 31.2 |
| 28  |      |      | 22.2 | 32.0 | 25.1 | 31.1 | 30.7 | 20.9 | 25.7 | 25.8 | 25.6 | 28.7 | 21.8 | 26.8 | 18.4 | 29.2 | 13.5 | 29.2 | 13.4 | 29.5 | 12.8 | 19.5 | 15.0 | 31.0 |
| 29  |      |      | 22.0 | 31.2 | 24.9 | 30.0 | 30.9 | 21.0 | 25.9 | 25.2 | 25.2 | 29.0 | 21.9 | 26.4 | 17.7 | 28.7 | 13.3 | 28.9 | 13.4 | 29.8 | 12.8 | 18.4 | 14.9 | 31.5 |
| 30  |      |      | 22.5 | 31.5 | 24.2 | 16.9 | 30.7 | 21.6 | 25.9 | 21.3 | 24.9 | 29.2 | 21.7 | 25.8 | 17.3 | 28.4 | 13.8 | 29.3 | 13.4 | 30.3 |      |      | 14.6 | 30.0 |
| 31  |      |      | 22.3 | 31.3 |      |      | 30.8 | 22.4 | 25.6 | 22.6 |      | 21.5 | 25.6 |      |      |      | 13.5 | 30.8 | 13.0 | 30.5 |      |      | 14.7 | 29.9 |
| 旬平均 | 18.5 | 31.0 | 21.9 | 31.7 | 24.4 | 29.9 | 28.3 | 20.5 | 26.4 | 25.1 | 24.8 | 29.4 | 22.3 | 27.7 | 17.9 | 29.1 | 14.2 | 30.1 | 13.3 | 29.3 | 13.1 | 21.3 | 14.9 | 30.1 |
| 月平均 | 16.3 | 30.3 | 21.3 | 31.4 | 23.3 | 30.7 | 26.1 | 22.9 | 27.5 | 26.4 | 26.4 | 26.1 | 23.3 | 28.9 | 19.1 | 28.8 | 14.9 | 29.7 | 13.1 | 29.1 | 12.6 | 26.1 | 13.9 | 28.3 |

※機器不具合等により、24時間連続観測が実施できなかった日は空白とした。

表3 平成31年(2019年)4月～令和2年(2020年)3月の長浜局ブイによる日平均水温(℃) および塩分

|     | 4月  |     | 5月  |     | 6月  |     | 7月  |     | 8月  |     | 9月  |     | 10月 |     | 11月 |     | 12月 |     | 1月  |     | 2月  |     | 3月  |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  | 水温  | 塩分  |
| 1   | 144 | 320 | 176 | 313 | 218 | 327 | 233 | 244 | 297 | 263 | 255 | 254 | 247 | 305 | 220 | 319 | 187 | 326 | 130 | 301 | 131 | 309 | 130 | 308 |
| 2   | 143 | 310 | 179 | 310 | 217 | 326 | 231 | 254 | 301 | 251 | 256 | 252 | 250 | 307 | 218 | 313 | 181 | 320 | 143 | 311 | 133 | 312 | 132 | 298 |
| 3   | 143 | 327 | 185 | 319 | 216 | 323 | 229 | 255 | 299 | 263 | 264 | 265 | 248 | 299 | 215 | 311 | 161 | 295 | 141 | 308 | 132 | 319 | 132 | 283 |
| 4   | 146 | 328 | 188 | 316 | 221 | 319 | 229 | 242 | 298 | 269 | 263 | 257 | 251 | 297 | 215 | 312 | 162 | 302 | 139 | 313 | 129 | 322 | 134 | 277 |
| 5   | 146 | 335 | 193 | 317 | 224 | 322 | 238 | 268 | 288 | 279 | 270 | 185 | 254 | 289 | 208 | 306 | 169 | 310 | 138 | 313 | 128 | 324 | 129 | 305 |
| 6   | 150 | 335 | 188 | 319 | 231 | 321 | 248 | 281 | 268 | 296 | 270 | 189 | 250 | 277 | 209 | 314 | 172 | 323 | 136 | 310 | 127 | 325 | 128 | 291 |
| 7   | 153 | 334 | 183 | 319 | 220 | 321 | 255 | 284 | 277 | 274 | 267 | 161 | 249 | 292 | 210 | 315 | 166 | 320 | 141 | 315 | 128 | 331 | 132 | 308 |
| 8   | 157 | 330 | 187 | 313 | 224 | 323 | 251 | 291 | 281 | 283 | 276 | 119 | 247 | 250 | 211 | 317 | 165 | 320 | 147 | 325 | 130 | 332 | 134 | 309 |
| 9   | 158 | 323 | 187 | 315 | 233 | 323 | 255 | 293 | 282 | 277 | 281 | 129 | 241 | 181 | 214 | 320 | 166 | 325 | 142 | 312 | 128 | 331 | 136 | 308 |
| 10  | 156 | 315 | 192 | 322 | 226 | 322 | 253 | 290 | 281 | 278 | 289 | 120 | 242 | 237 | 210 | 317 | 166 | 328 | 140 | 311 | 129 | 334 | 136 | 316 |
| 旬平均 | 150 | 326 | 186 | 316 | 223 | 321 | 242 | 270 | 287 | 273 | 269 | 193 | 248 | 273 | 213 | 314 | 169 | 317 | 140 | 312 | 129 | 324 | 132 | 300 |
| 11  | 152 | 321 | 197 | 331 | 222 | 327 | 246 | 317 | 282 | 286 | 294 | 115 | 242 | 182 | 211 | 323 | 164 | 329 | 139 | 312 | 129 | 332 | 137 | 309 |
| 12  | 153 | 313 | 205 | 328 | 220 | 321 | 249 | 315 | 287 | 288 | 290 | 215 | 241 | 154 | 206 | 318 | 160 | 328 | 142 | 319 | 130 | 334 | 136 | 311 |
| 13  | 158 | 310 | 211 | 322 | 233 | 310 | 249 | 284 | 278 | 297 | 285 | 259 | 235 | 159 | 206 | 319 | 154 | 322 | 136 | 318 | 136 | 334 | 135 | 316 |
| 14  | 160 | 309 | 206 | 324 | 228 | 314 | 243 | 263 | 267 | 301 | 276 | 241 | 231 | 160 | 202 | 316 | 159 | 325 | 138 | 320 | 137 |     | 135 | 314 |
| 15  | 158 | 322 | 203 | 330 | 220 | 324 | 247 | 270 | 263 | 306 | 273 | 244 | 229 | 159 | 195 | 313 | 157 | 324 | 138 | 321 | 138 |     | 132 | 308 |
| 16  | 165 | 328 | 206 | 337 | 223 | 320 | 260 | 263 | 266 | 302 | 268 | 272 | 227 | 160 | 200 | 319 | 156 | 322 | 135 | 320 | 137 |     | 132 | 307 |
| 17  | 167 | 330 | 203 | 338 | 228 | 316 | 260 | 271 | 274 | 296 | 261 | 263 | 224 | 235 | 197 | 318 | 161 | 322 | 134 | 319 | 126 |     | 128 | 298 |
| 18  | 167 | 334 | 197 | 336 | 225 | 324 | 259 | 280 | 269 | 285 | 260 | 264 | 224 | 304 | 197 | 318 | 160 | 316 | 128 | 305 | 110 |     | 134 | 295 |
| 19  | 172 | 335 | 196 | 336 | 226 | 326 | 253 | 258 | 266 | 287 | 255 | 285 | 228 | 302 | 185 | 310 | 155 | 307 | 134 | 313 | 114 |     | 138 | 296 |
| 20  | 173 | 332 | 199 | 335 | 232 | 327 | 244 | 298 | 265 | 268 | 248 | 289 | 227 | 304 | 183 | 307 | 153 | 308 | 131 | 313 | 124 | 304 | 140 | 305 |
| 旬平均 | 163 | 323 | 202 | 332 | 226 | 326 | 279 | 282 | 272 | 291 | 271 | 245 | 231 | 212 | 198 | 316 | 158 | 320 | 136 | 316 | 128 |     | 135 | 306 |
| 21  | 175 | 333 | 200 | 328 | 235 | 328 | 246 | 296 | 276 | 276 | 245 | 283 | 226 | 307 | 183 | 310 | 155 | 318 | 130 | 312 | 132 | 306 | 140 | 304 |
| 22  | 181 | 332 | 203 | 328 | 237 | 327 | 249 | 268 | 279 | 290 | 246 | 288 | 229 | 306 | 188 | 314 | 158 | 324 | 133 | 317 | 132 | 318 | 143 | 303 |
| 23  | 176 | 330 | 206 | 327 | 231 | 328 | 254 | 236 | 277 | 293 | 246 | 290 | 228 | 299 | 192 | 316 | 153 | 319 | 138 | 321 | 129 | 304 | 145 | 303 |
| 24  | 173 | 329 | 210 | 333 | 230 | 320 | 264 | 246 | 270 | 263 | 245 | 268 | 225 | 307 | 196 | 320 | 160 | 327 | 140 | 317 | 131 | 307 | 147 | 302 |
| 25  | 180 | 331 | 217 | 334 | 244 | 324 | 275 | 243 | 260 | 269 | 245 | 278 | 225 | 300 | 195 | 316 | 157 | 318 | 138 | 313 | 134 | 316 | 150 | 311 |
| 26  | 179 | 334 | 222 | 334 | 246 | 320 | 285 | 241 | 253 | 241 | 248 | 257 | 225 | 302 | 192 | 314 | 154 | 315 | 135 | 308 | 138 | 319 | 147 | 320 |
| 27  | 179 | 324 | 217 | 339 | 239 | 324 | 287 | 244 | 259 | 279 | 252 | 281 | 223 | 315 | 189 | 316 | 148 | 314 | 138 | 318 | 137 | 303 | 147 | 323 |
| 28  | 176 | 319 | 210 | 335 | 243 | 320 | 296 | 243 | 262 | 301 | 253 | 300 | 221 | 313 | 186 | 316 | 147 | 310 | 137 | 312 | 131 | 314 | 146 | 325 |
| 29  | 177 | 305 | 215 | 329 | 243 | 314 | 301 | 246 | 261 | 284 | 249 | 302 | 222 | 319 | 187 | 323 | 149 | 316 | 135 | 306 | 130 | 314 | 147 | 319 |
| 30  | 176 | 320 | 216 | 330 | 236 | 323 | 299 | 252 | 261 | 244 | 248 | 306 | 222 | 316 | 187 | 326 | 148 | 313 | 134 | 310 |     |     | 145 | 309 |
| 31  |     |     | 216 | 330 |     |     | 297 | 258 | 256 | 241 |     |     | 221 | 318 |     |     | 143 | 312 | 132 | 311 |     |     | 146 | 312 |
| 旬平均 | 177 | 326 | 212 | 331 | 238 | 324 | 278 | 252 | 265 | 271 | 248 | 285 | 224 | 309 | 189 | 317 | 152 | 317 | 135 | 313 | 133 | 311 | 146 | 312 |
| 月平均 | 163 | 325 | 200 | 327 | 229 | 326 | 258 | 267 | 274 | 278 | 263 | 241 | 234 | 266 | 200 | 316 | 159 | 318 | 137 | 314 | 130 | 319 | 138 | 306 |

※機器不具合等により、24時間連続観測が実施できなかった日は空白とした。

表 4 平成 31 年 (2019 年) 4 月～令和 2 年 (2020 年) 3 月の田浦局ブイによる日平均水温 (°C) および塩分

|     | 4 月  |      | 5 月  |      | 6 月  |      | 7 月  |      | 8 月  |      | 9 月 |    | 10 月 |      | 11 月 |      | 12 月 |      | 1 月  |      | 2 月  |      | 3 月  |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温  | 塩分 | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   | 水温   | 塩分   |
| 1   | 14.9 | 30.6 | 17.6 | 33.4 |      |      | 23.6 | 23.9 | 29.2 | 26.5 |     |    | 25.5 | 31.1 | 22.9 | 32.1 |      |      | 15.4 | 32.3 | 14.3 | 32.7 | 14.3 | 33.7 |
| 2   | 14.9 | 32.1 | 18.2 | 33.2 | 20.8 | 33.4 | 23.2 | 20.6 | 29.0 | 26.8 |     |    | 25.5 | 30.8 | 22.8 | 32.0 |      |      | 15.4 | 32.4 | 14.3 | 32.4 | 14.3 | 33.5 |
| 3   | 15.0 | 32.7 | 18.7 | 33.3 | 21.2 | 33.3 | 22.7 | 19.2 | 28.4 | 28.1 |     |    | 25.5 | 30.3 | 22.8 | 31.9 |      |      | 15.2 | 32.3 | 14.1 | 32.5 | 14.3 | 33.6 |
| 4   | 15.2 | 33.8 | 18.5 | 33.7 | 21.3 | 33.2 | 23.2 | 22.2 | 27.7 | 28.9 |     |    | 25.8 | 30.7 | 22.5 | 31.8 |      |      | 15.1 | 32.3 | 14.3 | 31.8 | 14.2 | 33.2 |
| 5   | 15.2 | 33.9 | 18.5 | 33.8 | 21.6 | 33.0 | 23.8 | 21.6 | 27.6 | 28.8 |     |    | 25.8 | 30.6 | 22.2 | 31.4 |      |      | 15.0 | 32.4 | 14.3 | 32.8 | 13.9 | 32.7 |
| 6   | 15.5 | 33.9 | 18.5 | 33.9 | 22.3 | 32.9 | 24.7 | 23.5 | 26.2 | 30.0 |     |    | 25.6 | 30.2 | 22.6 | 31.3 |      |      | 15.2 | 32.4 | 14.3 | 32.7 | 14.3 | 33.9 |
| 7   | 15.7 | 33.9 | 18.3 | 33.9 | 21.8 | 28.2 | 26.0 | 24.8 | 26.5 | 30.1 |     |    | 25.6 | 30.2 |      |      |      |      | 15.3 | 32.5 | 14.1 | 32.3 | 14.2 | 33.8 |
| 8   | 16.0 | 33.8 | 18.3 | 33.9 | 22.4 | 33.2 | 26.1 | 26.9 | 27.0 | 30.3 |     |    | 25.4 | 28.8 |      |      |      |      | 15.1 | 32.5 | 14.0 | 32.5 | 14.5 | 33.9 |
| 9   | 15.9 | 33.9 | 18.1 | 33.6 | 22.6 | 32.9 | 26.2 | 25.7 | 26.8 | 30.3 |     |    | 25.3 | 29.8 |      |      |      |      | 14.7 | 32.4 | 13.7 | 32.5 | 14.5 | 33.9 |
| 10  | 15.7 | 33.7 | 18.2 | 33.7 | 22.9 | 32.5 | 25.6 | 26.1 | 27.0 | 30.2 |     |    | 25.3 | 30.7 |      |      |      |      | 14.9 | 32.6 | 13.6 | 32.6 | 14.6 | 34.0 |
| 旬平均 | 15.4 | 33.2 | 18.3 | 33.6 | 21.9 | 32.5 | 24.5 | 23.5 | 27.5 | 29.0 |     |    | 25.5 | 30.3 | 22.6 | 31.8 |      |      | 15.1 | 32.4 | 14.1 | 32.5 | 14.3 | 33.6 |
| 11  | 15.5 | 33.8 | 19.1 | 33.6 | 21.8 | 33.0 | 25.4 | 24.7 | 26.9 | 30.5 |     |    | 25.3 | 30.6 |      |      |      |      | 14.9 | 33.3 | 13.7 | 32.7 | 14.5 | 33.8 |
| 12  | 15.7 | 33.8 | 19.8 | 33.7 | 21.7 | 32.4 | 25.9 | 27.1 | 27.3 | 30.6 |     |    | 24.7 | 30.6 |      |      |      |      | 14.8 | 33.2 | 13.8 | 32.8 | 14.5 | 34.0 |
| 13  | 16.0 | 33.7 | 20.2 | 33.6 | 22.1 | 32.9 | 25.6 | 26.7 | 27.8 | 30.2 |     |    | 24.2 | 29.8 |      |      |      |      | 14.2 | 33.0 | 14.3 | 32.3 | 14.5 | 34.1 |
| 14  | 16.1 | 33.5 | 20.1 | 33.6 | 22.1 | 32.9 | 24.8 | 24.8 | 26.3 | 31.1 |     |    | 24.1 | 29.7 |      |      |      |      | 14.4 | 33.1 | 14.4 | 32.6 | 14.5 | 34.0 |
| 15  | 16.0 | 33.7 | 19.7 | 33.7 | 21.7 | 32.7 | 24.5 | 19.1 | 25.8 | 30.5 |     |    | 23.8 | 29.2 |      |      |      |      | 14.4 | 33.1 | 14.3 | 32.7 | 14.2 | 33.3 |
| 16  | 16.3 | 33.9 | 20.1 | 33.6 | 22.1 | 32.5 | 26.2 | 20.9 | 26.2 | 31.0 |     |    | 23.5 | 29.2 |      |      |      |      | 14.3 | 33.0 | 14.1 | 32.4 | 14.0 | 33.0 |
| 17  | 16.4 | 33.7 | 19.3 | 33.9 | 22.7 | 32.7 | 26.7 | 24.4 | 27.5 | 30.8 |     |    | 23.6 | 29.4 |      |      |      |      | 14.4 | 33.1 | 12.7 | 28.4 | 14.0 | 33.2 |
| 18  | 16.9 | 33.6 | 19.0 | 33.8 | 22.6 | 32.9 | 26.2 | 25.2 | 27.1 | 31.4 |     |    | 23.4 | 30.8 |      |      | 16.4 | 31.4 | 14.2 | 33.0 | 11.8 | 28.0 | 14.2 | 33.3 |
| 19  | 17.0 | 33.8 | 18.8 | 34.0 | 22.5 | 33.1 | 25.7 | 27.3 | 26.5 | 31.4 |     |    | 23.7 | 31.6 |      |      | 16.5 | 31.7 | 14.2 | 32.9 | 13.1 | 32.0 | 14.7 | 33.5 |
| 20  | 17.0 | 33.9 | 19.3 | 33.8 | 22.7 | 33.0 | 25.0 | 28.7 | 26.5 | 29.7 |     |    | 23.7 | 31.8 |      |      | 16.1 | 31.6 | 14.5 | 32.8 | 13.9 | 32.9 | 14.7 | 33.6 |
| 旬平均 | 16.3 | 33.7 | 19.5 | 33.7 | 22.2 | 32.8 | 25.6 | 24.9 | 26.8 | 30.7 |     |    | 24.0 | 30.3 |      |      |      |      | 14.4 | 33.1 | 13.6 | 31.7 | 14.4 | 33.6 |
| 21  | 17.4 | 33.8 | 19.6 | 33.8 | 23.1 | 33.1 | 25.1 | 28.5 | 27.6 | 28.8 |     |    | 23.8 | 31.9 |      |      | 16.4 | 31.9 | 14.4 | 33.1 | 14.0 | 33.0 | 14.8 | 33.8 |
| 22  | 17.4 | 33.8 | 19.9 | 33.8 | 23.3 | 33.0 | 25.4 |      | 27.9 | 28.7 |     |    | 23.8 | 31.9 |      |      | 16.0 | 31.8 | 14.5 | 33.2 | 14.0 | 32.9 | 14.9 | 33.9 |
| 23  | 17.4 | 33.8 | 20.4 | 33.8 | 22.8 | 32.8 | 26.4 |      | 27.8 | 29.3 |     |    | 23.8 | 31.9 |      |      | 15.8 | 31.7 | 14.7 | 33.0 | 14.0 | 33.0 | 15.0 | 33.8 |
| 24  | 17.4 | 33.7 | 20.2 | 33.8 | 22.7 | 32.7 | 27.3 |      | 27.7 | 28.7 |     |    | 23.7 | 31.9 |      |      | 15.8 | 31.8 | 14.7 | 33.1 | 14.2 | 33.3 | 15.0 | 33.7 |
| 25  | 17.8 | 33.6 |      |      | 23.5 | 32.7 | 28.2 |      |      |      |     |    | 23.7 | 31.8 |      |      | 15.7 | 31.8 | 14.5 | 33.1 | 14.2 | 33.2 | 15.2 | 33.5 |
| 26  | 18.2 | 33.6 |      |      | 23.9 | 32.7 | 28.8 |      | 26.2 | 29.8 |     |    | 23.7 | 31.8 |      |      | 15.9 | 32.0 | 14.3 | 32.9 | 14.5 | 33.3 | 15.2 | 33.7 |
| 27  | 17.9 | 33.4 |      |      | 23.5 | 31.0 | 29.3 |      | 26.3 | 28.4 |     |    | 23.5 | 32.0 |      |      | 15.2 | 31.8 | 14.4 | 32.9 | 14.4 | 33.5 | 15.2 | 33.3 |
| 28  | 17.7 | 33.6 |      |      | 24.3 | 32.4 | 29.5 |      | 26.1 | 27.2 |     |    | 23.4 | 32.1 |      |      | 15.7 | 32.0 | 14.4 | 32.6 | 14.3 | 33.6 | 15.2 | 33.0 |
| 29  | 17.6 | 33.6 |      |      | 24.4 | 31.6 | 29.4 |      | 26.4 | 28.9 |     |    | 23.3 | 32.2 |      |      | 15.5 | 31.9 | 14.4 | 32.6 | 14.3 | 33.6 | 15.1 | 32.8 |
| 30  | 17.8 | 33.1 |      |      | 24.2 | 30.9 | 29.4 |      | 26.8 | 28.9 |     |    | 23.2 | 32.1 |      |      | 15.5 | 32.0 | 14.4 | 32.7 |      |      | 15.0 | 33.5 |
| 31  |      |      |      |      |      |      | 29.7 |      |      |      |     |    | 23.1 | 32.0 |      |      | 14.8 | 31.8 | 14.2 | 32.7 |      |      | 15.1 | 34.0 |
| 旬平均 | 17.7 | 33.6 | 20.0 | 33.8 | 23.6 | 32.3 | 28.0 |      | 27.0 | 28.7 |     |    | 23.5 | 32.0 |      |      | 15.7 | 31.9 | 14.4 | 32.9 | 14.2 | 33.2 | 15.1 | 33.5 |
| 月平均 | 16.5 | 33.5 | 19.1 | 33.7 | 22.6 | 32.5 | 26.1 | 24.4 | 27.1 | 29.5 |     |    | 24.3 | 30.9 |      |      | 15.8 | 31.8 | 14.7 | 32.8 | 14.0 | 32.4 | 14.6 | 33.6 |

※機器不具合等により、24 時間連続観測が実施できなかった日は空白とした。

# 浅海干潟漁場高度モニタリング事業（県 単 平成 27 年度（2015 年度） ～31 年度（2019 年度））

## 及び水産養殖漁場赤潮等広域監視システム技術開発事業

国 庫  
（平成 30 年度（2018 年度）  
～34 年度（2022 年度））

### 緒 言

八代海では、浅海干潟域特有の漁業であるノリ養殖、アサリ・ハマグリ等の採貝等が営まれている。しかし近年、同海域では、冬季のノリの色落ちや夏季のアサリ・ハマグリへのい死が頻繁に発生し、漁業生産に深刻な打撃を与えている。

そのような中、新たにクマモト・オイスターやマガキ等の養殖の取組が進められており、潮汐や陸水の影響を受けやすく、日々の環境変動が複雑で大きい同海域の漁場の利活用にあたっては、その環境特性を十分に理解する必要がある。

そこで、クマモト・オイスターやマガキの養殖漁場において、連続モニタリング機器による水質観測および定期調査を行い、同海域の漁場特性を把握するとともに、これらの調査結果について漁業者へ情報提供を行った。

### 方 法

1 担当者 松谷久雄、向井宏比古、山下博和、増田雄二、中村真理

2 調査項目および内容

（1）水質連続モニタリング

ア 観測期間

令和元年（2019 年）6 月～9 月（八代市鏡町地先）

令和元年（2019 年）6 月

～令和 2 年（2020 年）1 月（水俣市袋地先）

イ 観測位置

八代市鏡町地先（St. 2）と水俣市袋地先（St. 5）

ウ 観測項目

水温、塩分、溶存酸素飽和度およびクロロフィル蛍光値について、水質計による観測を行った。

エ 観測方法

各観測地点のカキ養殖筏に通信装置を備えた水質計を設置し、水深 1.5m の水質データを外部サーバ上に同時送信し、水産研究センターのホームページで公表した。

（2）定期調査

ア 調査期間

平成 31 年（2019 年）4 月から令和元（2019 年）年 6 月、令和元年（2019 年）11 月から令和 2 年（2020 年）3 月まで（1 回/月の調査頻度）

令和元年（2019 年）7 月から 10 月（2 回/月の調査頻度）

イ 調査地点

図 1 の 5 定点（St. 1～5）

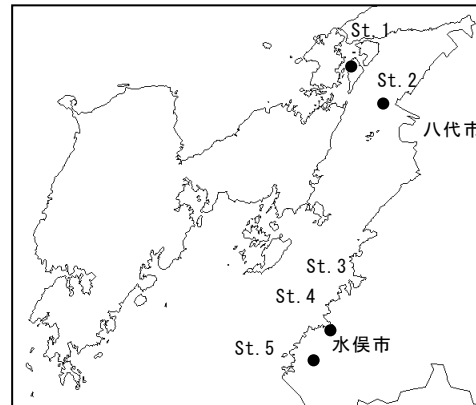


図 1 調査定点

## ウ 調査項目

水温、塩分、溶存酸素濃度、クロロフィルa濃度、栄養塩類濃度（DIN、DIP、DSi）、植物プランクトン（小型珪藻類）細胞密度

## エ 調査方法

多項目水質計（JFEアドバンテック社製：AAQ-176型）を用いて、水深0mから海底までの水温、塩分、溶存酸素濃度およびクロロフィル濃度の鉛直観測を行った。併せて、水深0m、5mおよび海底直上1m（以下「B-1m」という。）で採水を行い、栄養塩類（DIN、DIP、DSi）濃度の測定および植物プランクトン細胞密度の計数を行った。また、植物プランクトンは、八代海で周年を通して分布し、かつカキ類の餌料として寄与すると考えられる小型珪藻類の *Chaetoceros* spp、 *Skeletonema* spp および *Thalassiosira* spp を計数の対象とした。

なお、各調査点の水質情報については、速報としてとりまとめ関係機関にFAXにより提供した。

## 結果および考察

### 1 水質連続モニタリング

調査期間中、水質の連続定期的なデータ蓄積を行った。主な状況を以下に記す。

#### （1）八代市鏡町地先

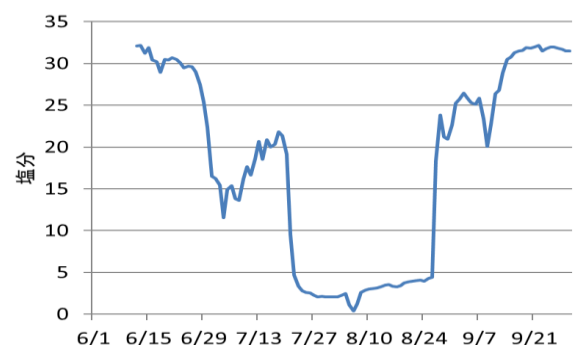
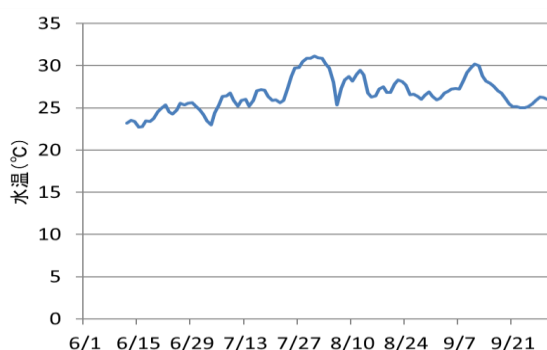
各観測項目の測定結果を日平均化したものを図2に示す。

水温は、22.7～31.1℃の範囲で推移し、最高値は7月31日に、最低値は6月15日に記録した。

塩分は0.4～32.2の範囲で推移し、最高値は6月13日に、最低値は8月6日に記録した。なお、7月下旬から8月下旬までの間に継続して5以下を示しており、定期調査の結果等を鑑みると、実際の塩分の値を示しているとは考え難い結果となった。その原因は観測機器の不調によるものと考えられた。

溶存酸素飽和度は0.8～140.5%の範囲で推移し、最高値は7月7日に、最低値は8月15日に記録した。なお、7月下旬から8月下旬までの間に継続して40%以下を示しており、定期調査の結果や、観測機器の設置水深が水面下1.5m層であること等を鑑みると、実際の溶存酸素飽和度の値を示しているとは考え難い結果となった。その原因は観測機器の不調によるものと考えられた。

クロロフィル蛍光値は、3.5～40.6  $\mu\text{g/L}$ の範囲で推移し、最高値は6月26日に、最低値は9月9日に記録した。



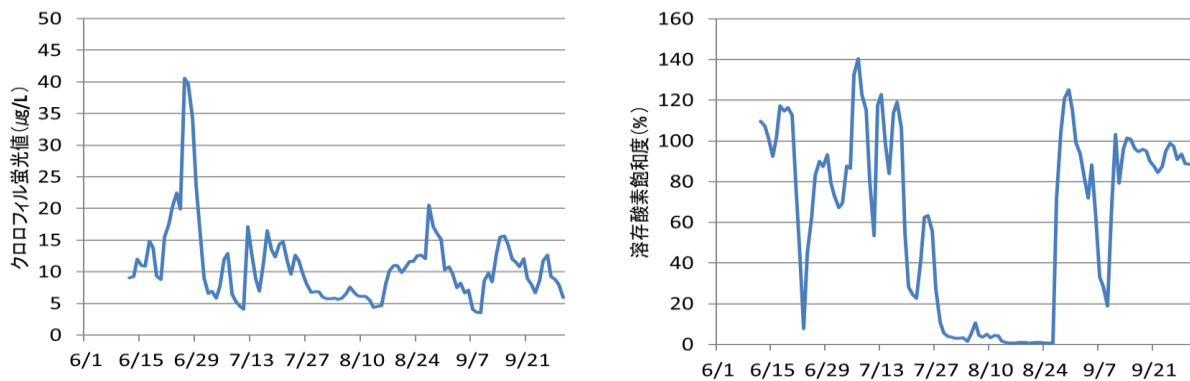


図2 八代市鏡町地先の測定結果

(2) 水俣市袋地先

各観測項目の測定結果を日平均化したものを図3に示す。

水温は、14.3～29.3℃の範囲で推移し、最高値は8月2日に、最低値は1月21日に記録した。

塩分は、9.5～34.4の範囲で推移し、最高値は1月21日に、最低値は8月2日に記録した。

溶存酸素飽和度は、33.9～128.9%の範囲で推移し、最高値は9月21日に、最低値は8月25日に記録した。

クロロフィル蛍光値は、1.6～118.3mg/Lの範囲で推移し、最高値は1月12日に、最低値は9月5日に記録した。

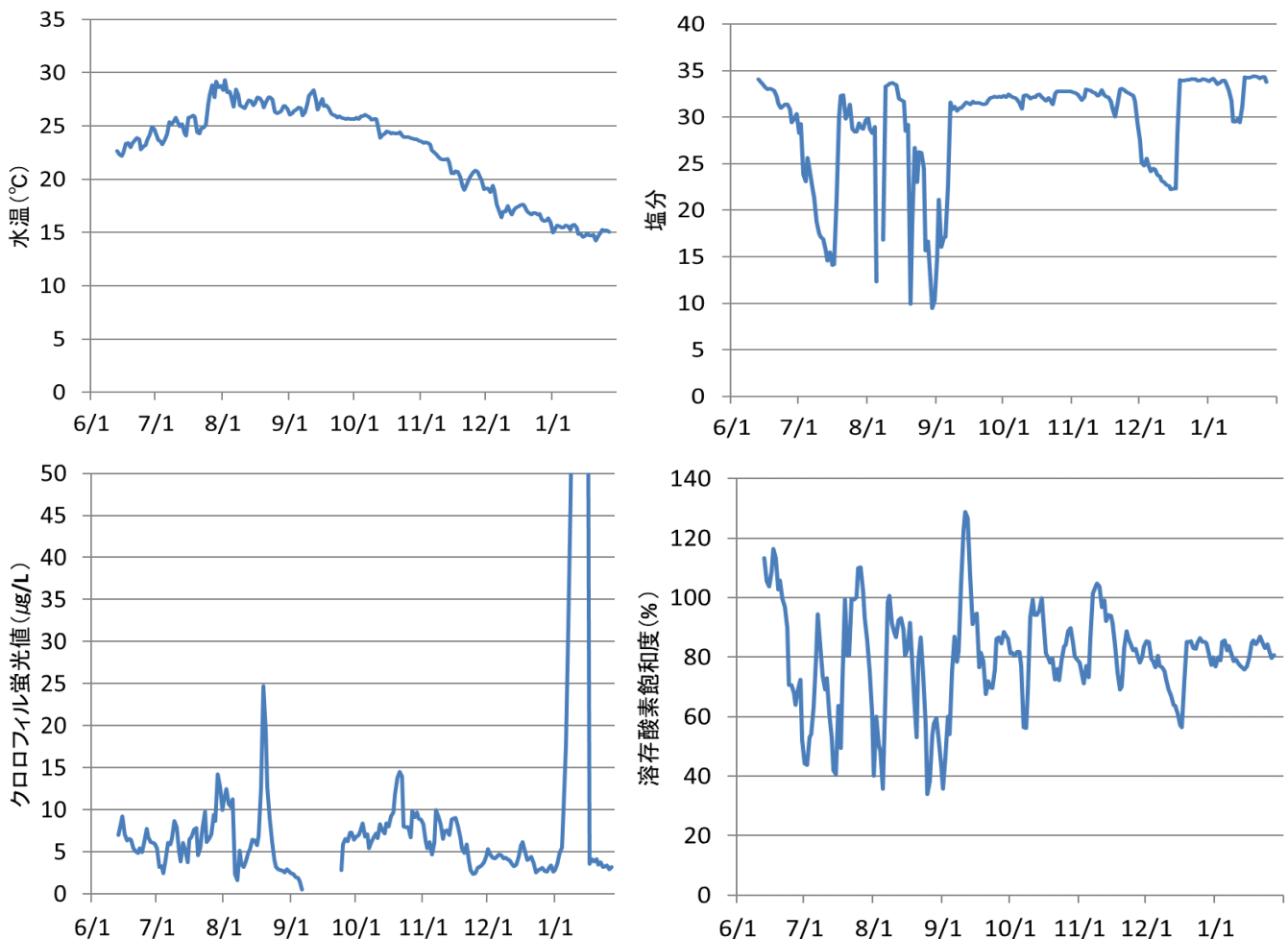


図3 水俣市袋地先の測定結果

## 2 定期調査

### (1) 水温 (図 4)

水温は、11.1~29.1℃の範囲で推移し、最高値は9月9日に St.2 で、最低値は1月17日に St.2 で記録した。冬季は St.1 と St.2 で特に水温が低下したが、St.3 から St.5 では St.1 と St.2 と比較してその低下は穏やかであった。

### (2) 塩分 (図 5)

塩分は 10.8~34.0 の範囲で推移し、最高値は5月10日に St.5 で、最低値は7月25日に St.2 で記録した。全調査点で7月下旬から8月上旬にかけて表層付近で低下したが、特に St.2 で著しく低下した。

### (3) 溶存酸素濃度 (図 6)

溶存酸素濃度は、1.7~11.9mg/Lの範囲で推移し、最高値は7月25日に St.2 で、最低値は7月12日に St.2 で記録した。溶存酸素濃度が3.0mg/L以下となる貧酸素水は、St.2において7月25日、8月12日および9月9日に確認された。各観測日とも密度躍層が発達したことで、鉛直混合しづらい環境となったことが要因と考えられた。

### (4) クロロフィル a 濃度 (図 7)

クロロフィル a 濃度は、0.3~42.0  $\mu\text{g/L}$  の範囲で推移し、最高値は7月25日に St.2 で、最低値は8月16日に St.3 で記録した。調査期間を通じて、概ね St.1 および St.2 が St.3、St.4 および St.5 と比較して、高いクロロフィル a 濃度を示した。

### (5) 溶存態無機窒素【DIN】 (図 8)

DIN は、0.4~12.9  $\mu\text{g-at/L}$  の範囲で推移し、最高値は10月4日に St.2 で、最低値は8月22日に St.4 で記録した。St.2 は他の定点より高い濃度で推移した。また、冬季はプランクトンの発生が少なかったため、夏季よりも高く推移した。

### (6) 溶存態無機リン【DIP】 (図 9)

DIP は、0.0~1.1  $\mu\text{g-at/L}$  の範囲で推移し、最高値は10月4日に St.2 で、最低値は7月12日に St.5 で記録した。St.2 で貧酸素水が発生していた7月から8月は底層付近でも DIP が高く、その要因は貧酸素水による底質からの溶出が原因と考えられた。

### (7) 溶存態ケイ素【DSi】 (図 10)

DSi は、2.4~101.1  $\mu\text{g-at/L}$  の範囲で推移し、最高値は7月25日に St.1 で、最低値は2月10日に St.3 で記録した。DIN 濃度の結果と同様に、St.2 は河川水の流入の影響により、高濃度で推移した。

### (8) 小型珪藻類 (*Chaetoceros* spp.、*Skeletonema* spp. および *Thalassiosira* spp.) 細胞密度 (表 1)

調査期間を通じて全定点で 0~20,250cells/mL の範囲で推移し、最高値は8月22日に St.5 の水深 0m で記録した。8月22日には全調査点で 10,000 細胞を超え、濃密化した。また、調査期間をとおして北部海域の方が小型珪藻類は多かった。

表 1 各定点における小型珪藻類細胞密度の推移

| 定点   | 水深   | 調査日  |      |      |      |      |      |       |       |      |      |       |       |       |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
|      |      | 4/11 | 5/10 | 6/26 | 7/12 | 7/25 | 8/16 | 8/22  | 9/9   | 9/19 | 10/4 | 10/21 | 11/20 | 12/18 | 1/17 | 2/20 | 3/19 |
| St.1 | 0 m  | 90   | 50   | 1500 | 1685 | 220  | 120  | 8919  | 625   | 280  | 635  | 1500  | 30    | 215   | 0    | 285  | 4390 |
|      | 5 m  | 80   | 70   | 1610 | 990  | 130  | 20   | 11425 | 450   | 320  | 395  | 1925  | 20    | 135   | 0    | 240  | 4235 |
|      | 10 m | 0    | 0    | 2040 | 540  | 80   | 0    | 3477  |       | 100  | 500  |       | 10    | 0     |      | 270  | 4385 |
|      | B    | 60   | 20   | 1940 | 480  | 190  | 50   | 7050  | 153   | 210  | 250  | 1650  | 10    | 45    | 45   | 350  | 2590 |
| St.2 | 0 m  | 20   | 330  | 5910 | 4380 | 3520 | 40   | 18745 | 24545 | 600  | 920  | 2525  | 200   | 300   | 0    | 620  | 2445 |
|      | 5 m  | 70   | 460  | 7870 | 5420 | 1650 | 320  | 5010  | 125   | 720  | 530  | 510   | 120   | 540   | 10   | 530  | 3995 |
|      | B    | 0    | 320  | 6170 | 370  | 170  | 105  | 340   | 15    | 860  | 500  | 270   | 110   | 525   | 90   | 260  | 3695 |
|      | 0 m  | 10   | 140  | 730  | 0    | 60   | 10   | 18285 | 30    | 100  | 760  | 30    | 0     | 0     | 0    | 830  | 830  |
| St.3 | 5 m  | 60   | 320  | 410  | 0    | 40   | 10   | 8660  | 30    | 120  | 420  | 100   | 190   | 290   | 0    | 250  | 1215 |
|      | B    | 20   | 240  | 545  | 0    | 130  | 110  | 325   | 10    | 80   | 0    | 110   | 0     | 50    | 0    | 320  | 1030 |
|      | 0 m  | 0    | 380  | 110  | 0    | 20   | 40   | 15405 | 30    | 0    | 1320 | 10    | 0     | 55    | 0    | 450  | 210  |
|      | 5 m  | 0    | 150  | 80   | 0    | 60   | 60   | 11272 | 40    | 0    | 1320 | 25    | 170   | 10    | 20   | 110  | 660  |
| St.4 | 10 m | 0    | 330  | 200  | 0    | 0    | 20   | 13555 | 10    | 0    | 1930 | 5     | 0     | 160   | 0    | 330  | 355  |
|      | B    | 0    | 250  | 400  | 0    | 30   | 0    | 30    | 30    | 0    | 2340 | 5     | 0     | 100   | 0    | 420  | 340  |
|      | 0 m  | 20   | 1410 | 680  | 350  | 210  | 100  | 20250 | 510   | 10   | 600  | 45    | 30    | 0     | 10   | 100  | 680  |
|      | 5 m  | 30   | 1420 | 530  | 0    | 220  | 170  | 14815 | 340   | 20   | 1020 | 75    | 10    | 10    | 0    | 70   | 235  |
| St.5 | 10 m | 10   | 200  | 240  | 50   | 450  | 20   | 14875 | 610   | 0    | 1180 | 80    | 30    | 0     | 80   | 80   | 120  |
|      | B    | 30   | 140  | 170  | 0    | 360  | 50   | 10    | 550   | 0    | 1620 | 0     | 30    | 10    | 0    | 160  | 400  |

※小型珪藻類の細胞密度が 1,000cells/mL 以上となった箇所を赤塗色で示した。

### 3 マガキ養殖漁場としての特性について

マガキ成員の水温、塩分及び溶存酸素濃度の至適範囲を表 2 に示した。

定期調査の結果から、八代海を北部 (St. 1 および St. 2) と南東部 (St. 3～St. 5) に分けて、マガキ養殖漁場としての特性を考察した。

表 2 マガキ成員の育成に適した水質について

| 項目     | 至適範囲        | 引用文献                    |
|--------|-------------|-------------------------|
| 水温     | 15～25℃      | 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会 1993   |
| 塩分     | 25.3～33.7   | 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会 1993   |
| 溶存酸素濃度 | 6.5～8.6mg/L | Hochachka, Peter W 1980 |

#### (1) 八代海北部 (St. 1 および St. 2)

八代海北部は、球磨川をはじめとする河川が多く、表層が著しく低塩分となることがあった。特に夏期に、塩分成層に加えて水温成層も発達するため、水温は至適水温以上に、塩分は至適塩分以下となった。溶存酸素量についても夏期の成層発達により底層において、マガキの至適溶存酸素量以下となった。

一方、マガキ餌料環境の指標となるクロロフィル a 濃度や小型珪藻類の細胞密度については、周年を通して高い値を示したことから、餌料環境は良好であると示唆された。時系列で比較すると、特に 7 月から 9 月にはクロロフィル a 濃度が 10  $\mu$ g/L 超えるなど、高い値を示した。

これらのことから、周年を通して餌料が豊富であるため、マガキの成長促進に適しているが、夏期の高水温及び低塩分による密度躍層の発達、それに起因する貧酸素水の発生が影響する可能性が示唆された。また、マガキは栄養状態が良好な状態で、産卵期 (6～8 月) に高水温に曝されると、短期間のうちに性成熟し、多回産卵することで、衰弱とへい死リスクが高まると考えられている (森勝義 1971) が、本年は 7 月以降にクロロフィル a 濃度の増加がみられており、多回産卵のリスクが大きい年であったと考えられた。

#### (2) 八代海東南部 (St. 3 から St. 5)

八代海東南部は、八代海北部と比較して河川が少ないため、陸域からの影響が小さい。

そのため、塩分は周年を通して安定しており、水温及び塩分成層は八代海北部と比較し

て発達せず、溶存酸素濃度も周年を通して高い値で推移した。

クロロフィル a 濃度については 8 月下旬から 9 月頃にやや上昇したものの。八代海北部と比較すると低い値を示していた。

これらのことから、北部漁場と比較して環境が安定しているが、餌料となるプランクトン量は少ないことが明らかになった。

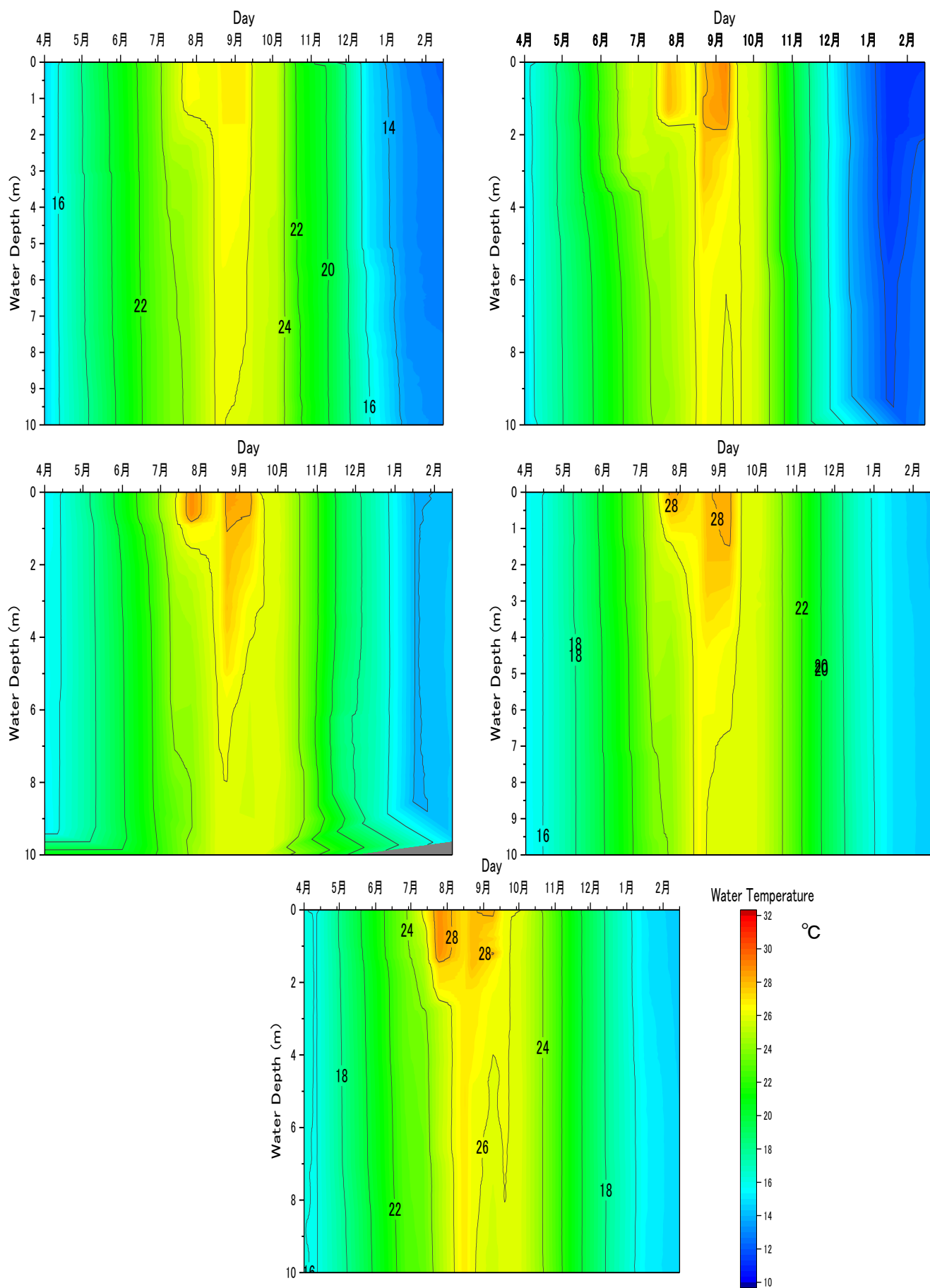


図4 各定点における水温の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

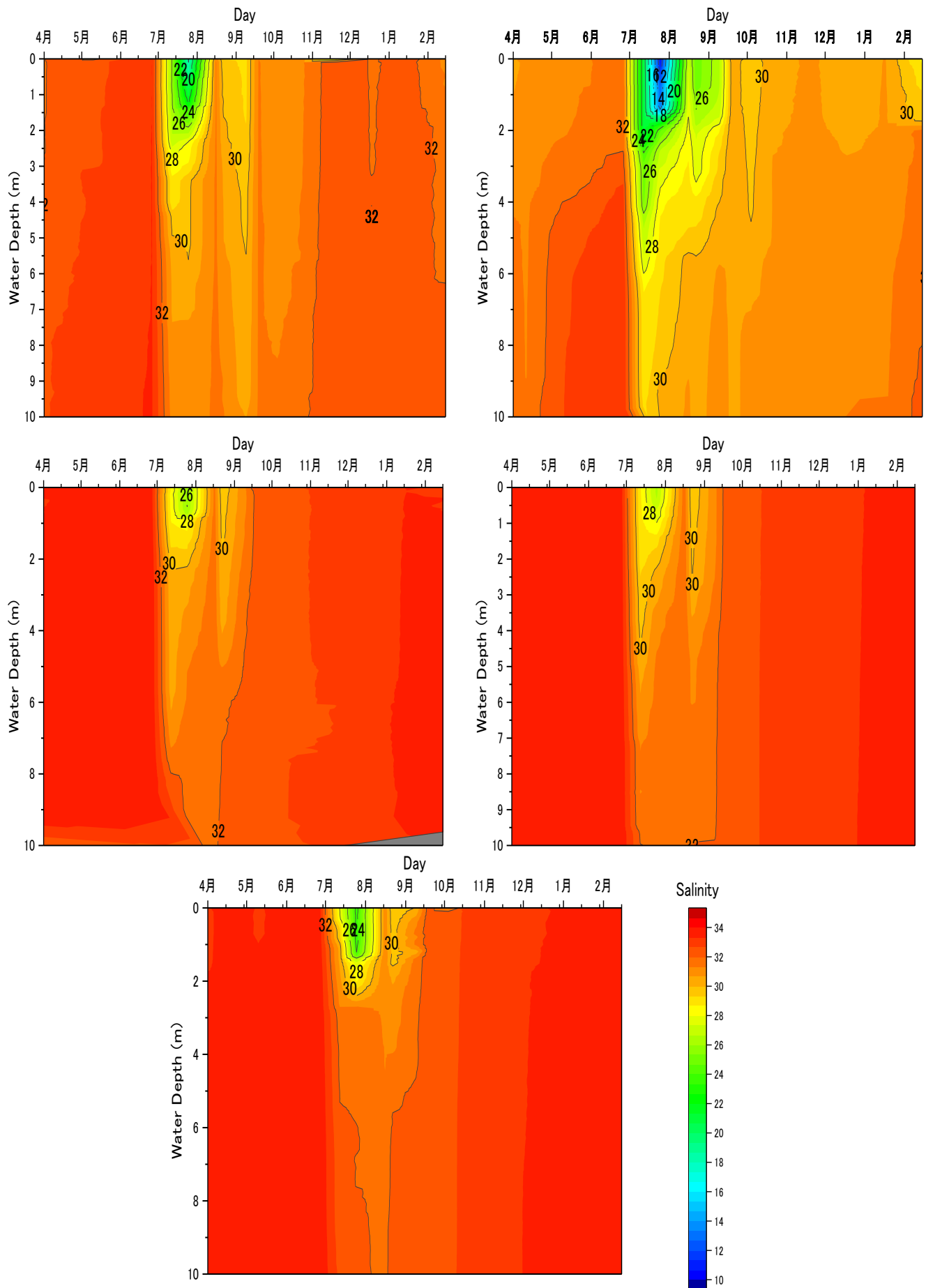


図5 各定点における塩分の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

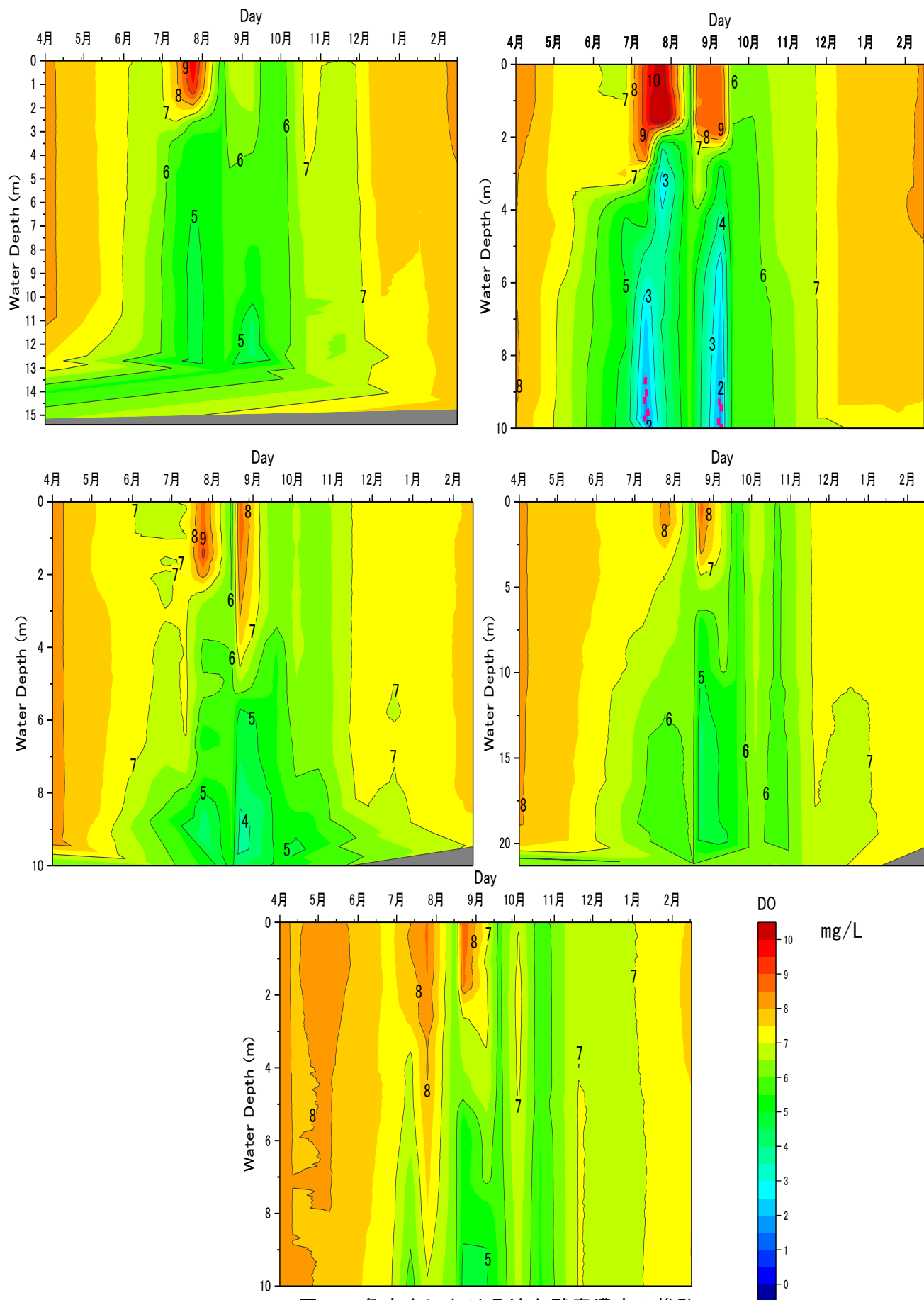


図6 各定点における溶存酸素濃度の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

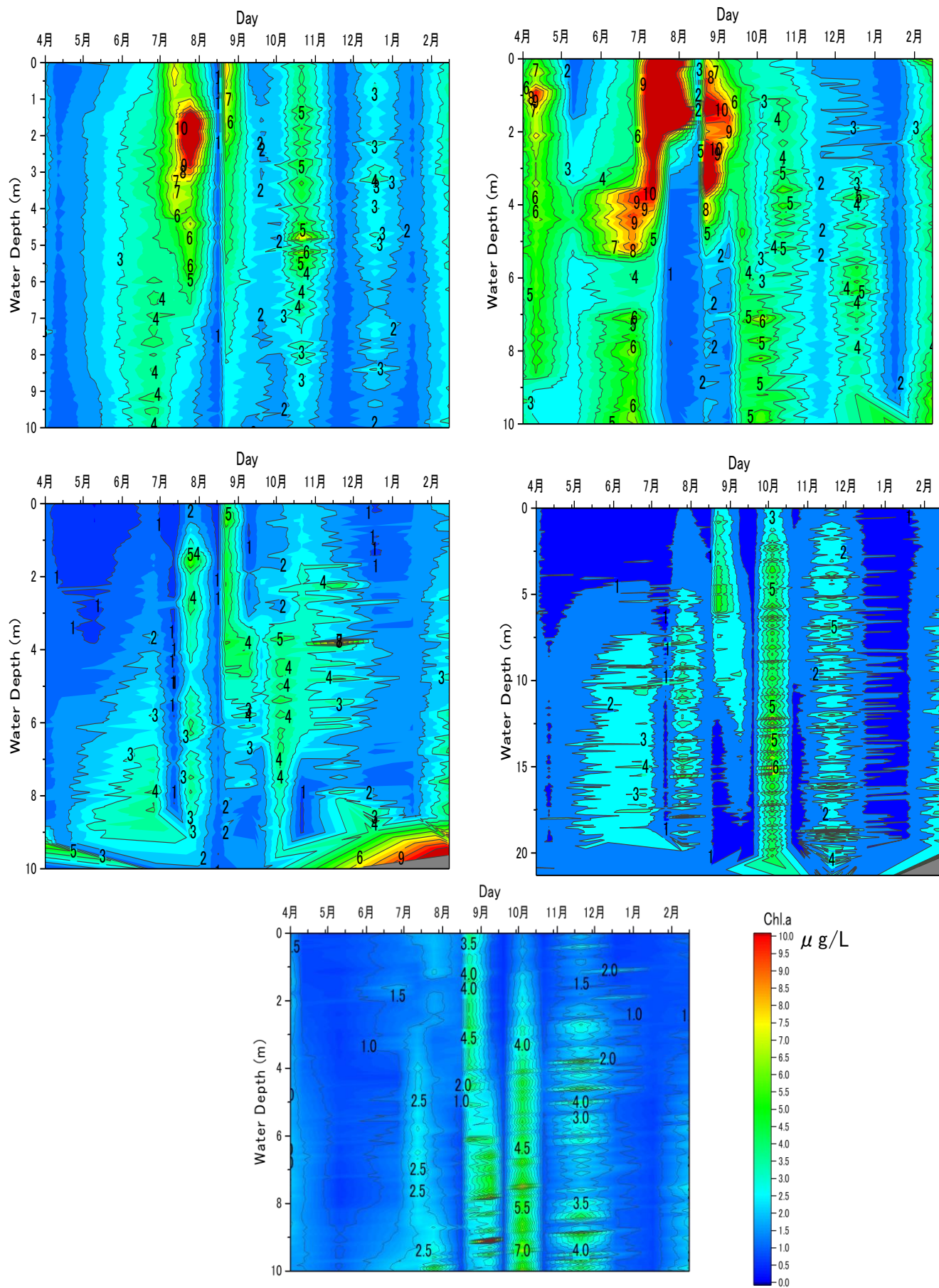


図7 各定点におけるクロロフィル a 濃度の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

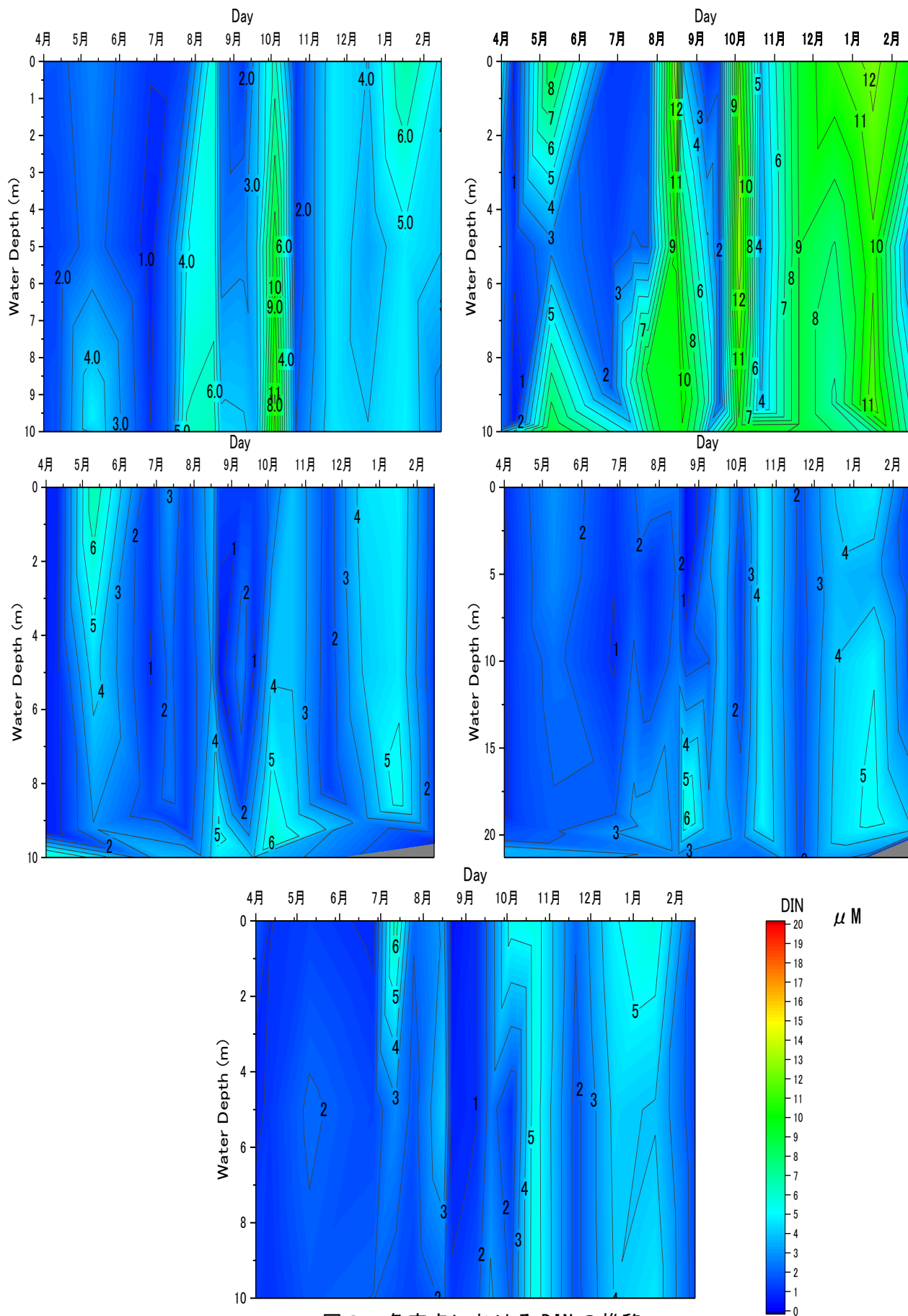


図8 各定点におけるDINの推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

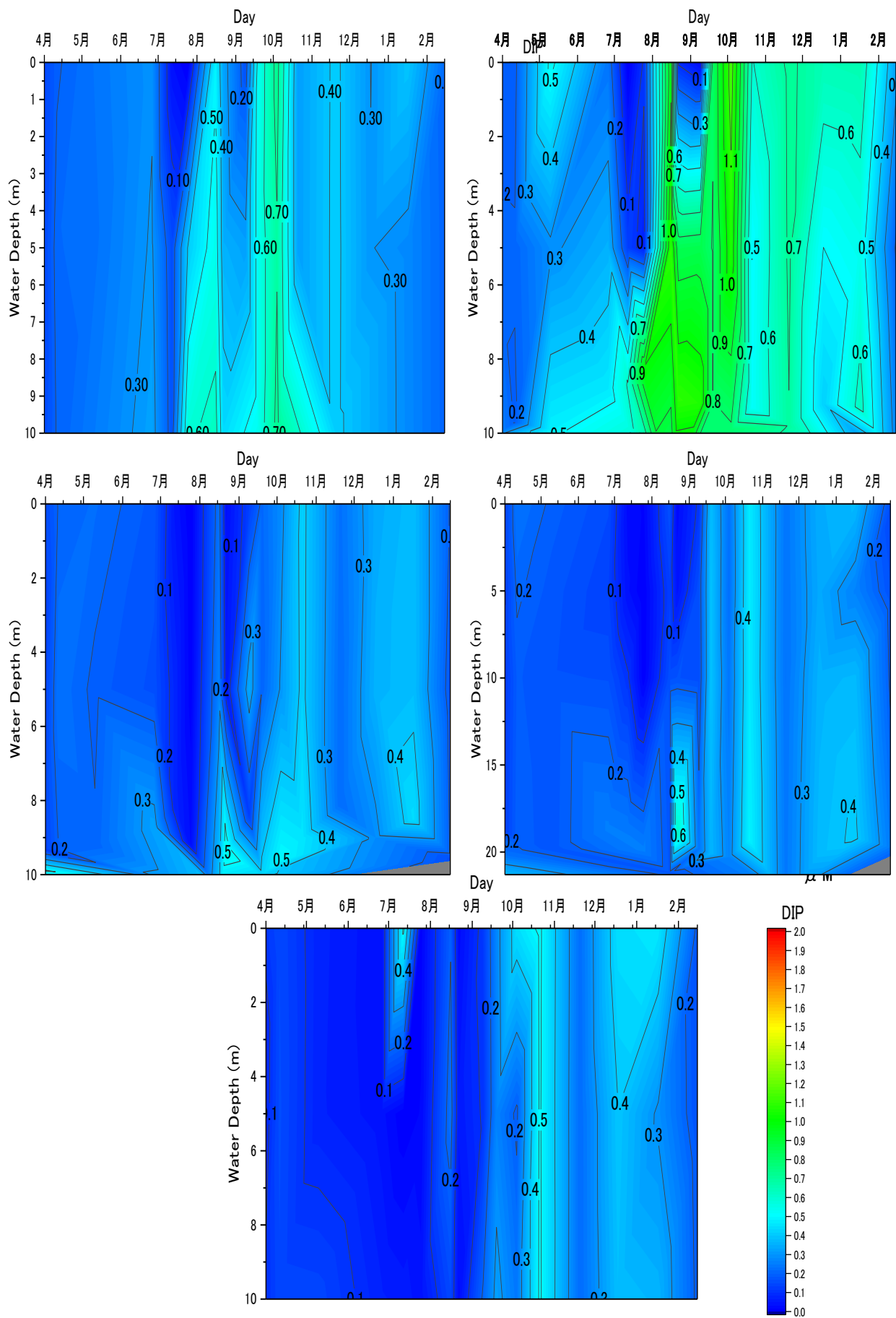


図9 各定点における DIP の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

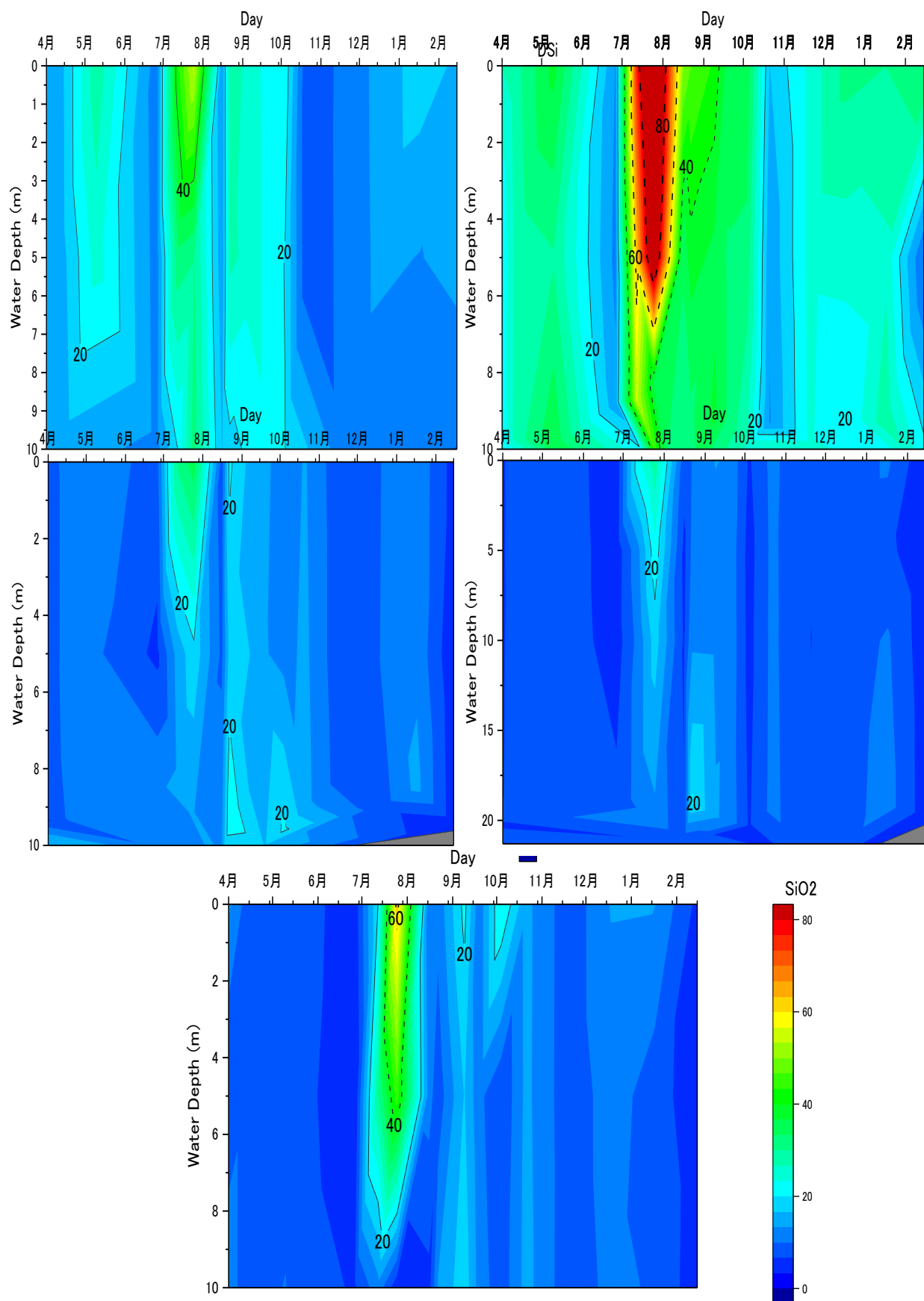


図 10 各定点における DSi の推移  
(上段の左 : St. 1、上段の右 : St. 2、中段の左 : St. 3、中段の右 : St. 4、下段 : St. 5)

# 有明海・八代海赤潮等被害防止対策事業Ⅰ（国庫委託 平成 17（2005）年度～） （夏季赤潮調査）

## 緒 言

熊本県有明海域において、赤潮発生や貧酸素水塊等による漁業被害の軽減のため、同海域の環境特性を把握することを目的とした。

## 方 法

1 担当者 松谷久雄、山下博和、向井宏比古、増田雄二、中村真理

2 方法

（1）調査定点

ア 沖側 5 点（図 1 の●印 水深 25m～39m）

イ 岸側 3 点（図 1 の○印 水深 11m～12m）

（2）調査層：水深 0m 層、2m 層、5m 層、10m 層、  
（以下 10m 間隔）、海底付近（海底上 1m）

（3）調査回数：8 回（6 月から 9 月までの隔週）

（4）調査項目

ア 水温、塩分、クロロフィル蛍光値、濁度、溶存酸素を多項目水質計（JFE アドバンテック社製：AAQ176 型）による鉛直観測（海面から海底付近まで）を実施した。

イ 栄養塩類濃度

原則として 3 層（水深 0m 層、中層、海底付近）の溶存態無機窒素（DIN）、溶存態無機リン（DIP）、溶存態ケイ素（DSi）を測定した。

ウ 植物プランクトンの組成

原則として 3 層（水深 0m 層、2m 層、5m 層）を分析した。

エ その他

気象解析のための参考資料として気象庁が公開しているアメダスデータを用いた。

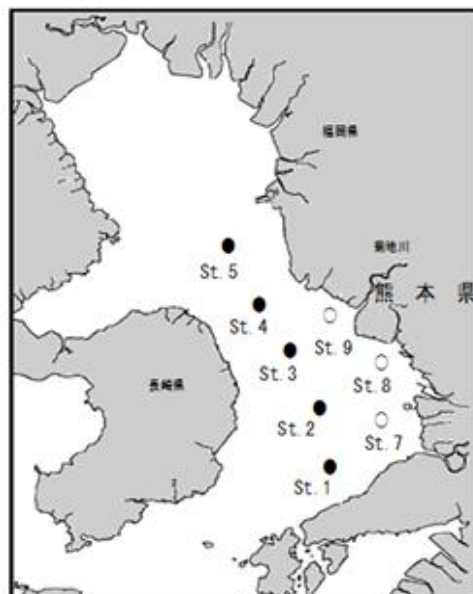


図 1 調査定点図

## 結果および考察

1 モニタリング調査

調査結果は、データベース化し、水産庁委託事業「令和元年度漁場環境改善推進事業のうち貧酸素水塊の予察技術、被害軽減手法の開発（1）貧酸素水塊の発生シナリオの構築と予察技術の開発 1）有明海における貧酸素水塊のモニタリングと消長シナリオの構築」として報告した。

### (1) 水温

図2に水温の推移を示す。調査期間中、水温は20.9℃から28.1℃で推移した。6月以降、表層付近から上昇しはじめ、7月以降、鉛直差が大きくなったが、表層付近でも30℃を上回ることにはなかった。

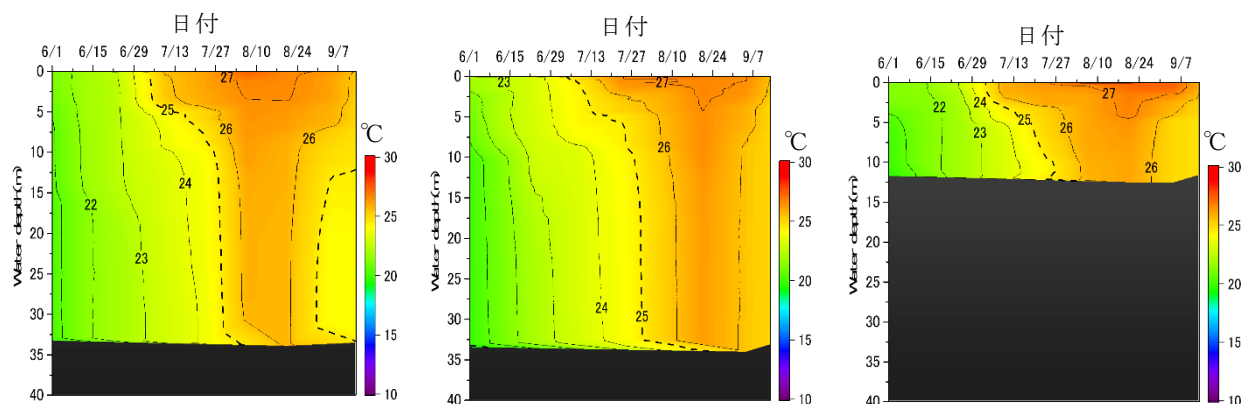


図2 水温の推移 (代表3点: 左図から St.1, St.5, St.8)

### (2) 塩分

図3に塩分の推移を示す。調査期間中、塩分は17.8から33.6で推移した。7月中旬及び8月下旬に表層付近で低下していることが確認され、特にSt.5やSt.8など、湾奥部及び沿岸部で大きく低下していた。

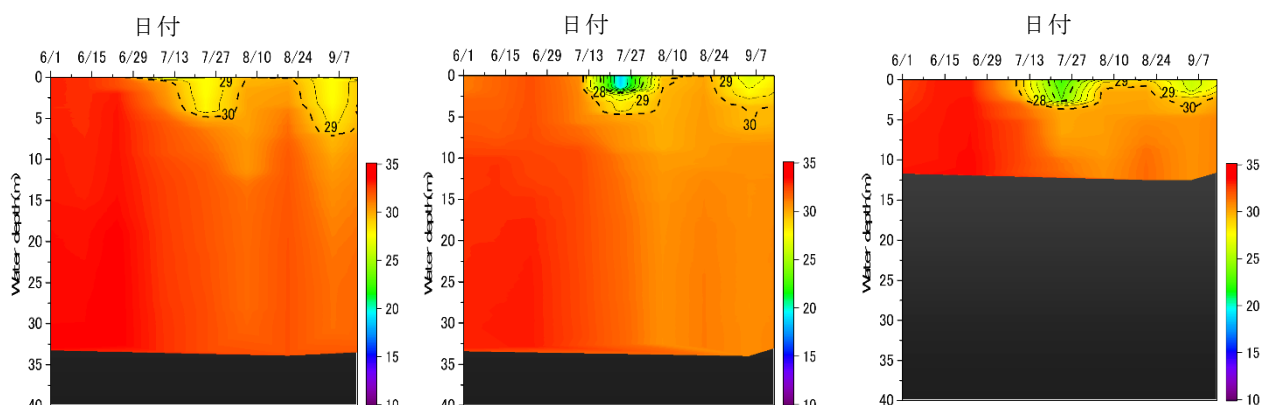


図3 塩分の推移 (代表3点: 左図から St.1, St.5, St.8)

### (3) 海水密度 ( $\sigma_T$ )

図4に海水密度 ( $\sigma_T$ ) の推移を示す。調査期間中、 $\sigma_T$  は10.0から23.0で推移した。7月以降は水温の上昇により低下し、特に7月中旬及び8月下旬に表層付近で低下したが、これは塩分の低下による影響が大きいものと考えられた。

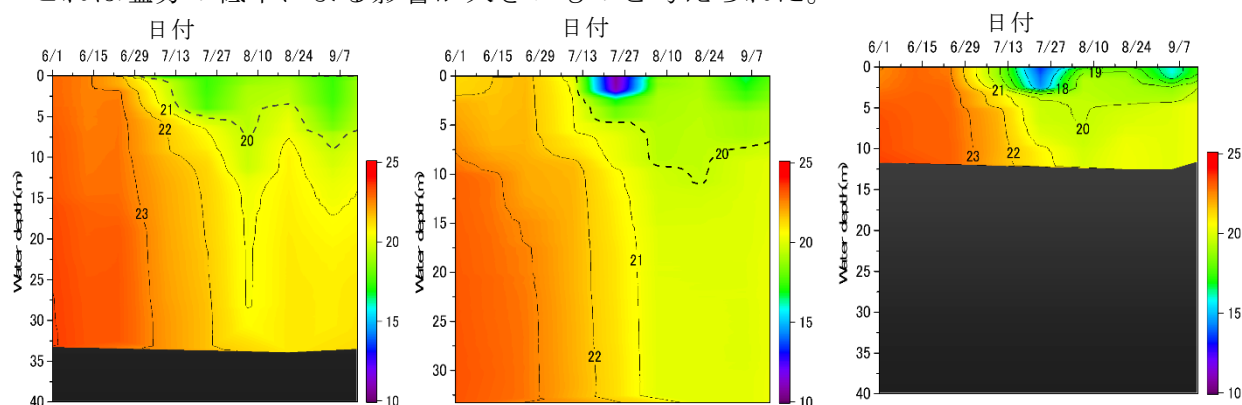


図4  $\sigma_T$  の推移 (代表3点: 左図から St.1, St.5, St.8)

#### (4) クロロフィル a および植物プランクトン発生状況

図 5 に調査期間のクロロフィル a の推移を示す。

調査期間中においては、7 月上旬には St.5 で、8 月上旬には全域でクロロフィル a の上昇が確認された。

6 月 12 日に、St.5 でスケルトネマ属が約 9,000cells/mL 確認され、他の調査点においても 1,000~4,000cells/mL 程度確認されたが、6 月 24 日には減少した。

7 月 10 日には、再び St.5 でスケルトネマ属が最大 13,000cells/mL 確認され、他の調査点でも 300~5,000cells/mL 程度確認された。7 月 24 日には、St.5 でスケルトネマ属が最大 12,000cells/mL 確認されたが、他の調査点では減少した。

8 月 7 日には沿岸部を中心にキートセロス属が最大 2,500cells/mL まで増加したが、8 月 21 日には全域で減少した。

9 月 5 日には全域でスケルトネマ属が増加し、St.3 で最大 40,000cells/mL 確認された。

9 月 24 日には、St.5 でスケルトネマ属が最大 8,000cells/mL 確認されたものの、他の調査点は減少した。

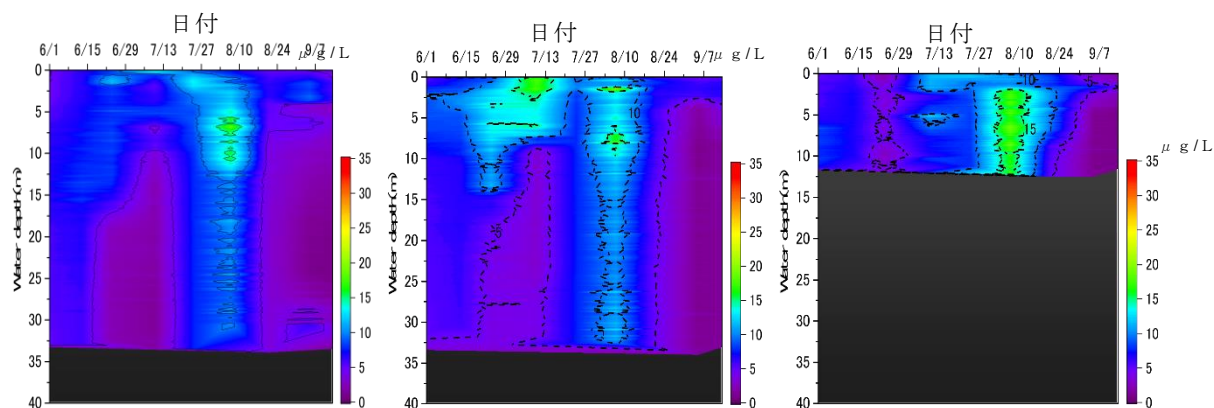


図 5 クロロフィル a の推移 (代表 3 点 : 左図から St.1, St.5, St.8)

#### (5) 溶存態無機窒素 (DIN)

図 6 に DIN の推移を示す。調査期間中、DIN は  $0.4 \mu\text{M}$  から  $26.8 \mu\text{M}$  で推移した。St.1 では調査期間をとおして低かったが、St.5 では塩分が低下した表層付近で増加していることが確認された。

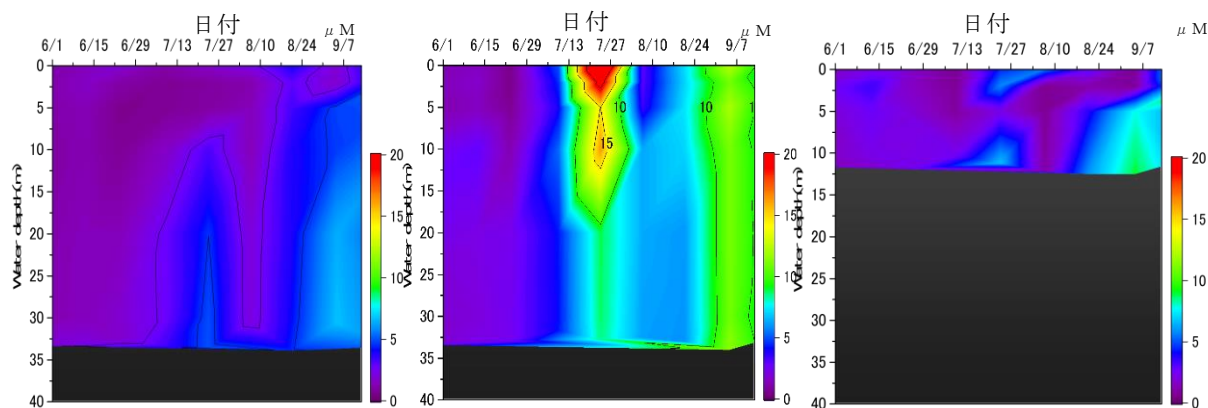


図 6 DIN の推移 (代表 3 点 : 左図から St.1, St.5, St.8)

#### (6) 溶存態無機リン(DIP)

図7にDIPの推移を示す。調査期間中、DIPは $0.0\mu\text{M}$ から $1.9\mu\text{M}$ で推移した。

DINと同様、St.5の表層付近での増加が確認されたが、St.1やSt.8では調査期間をとおして低かった。

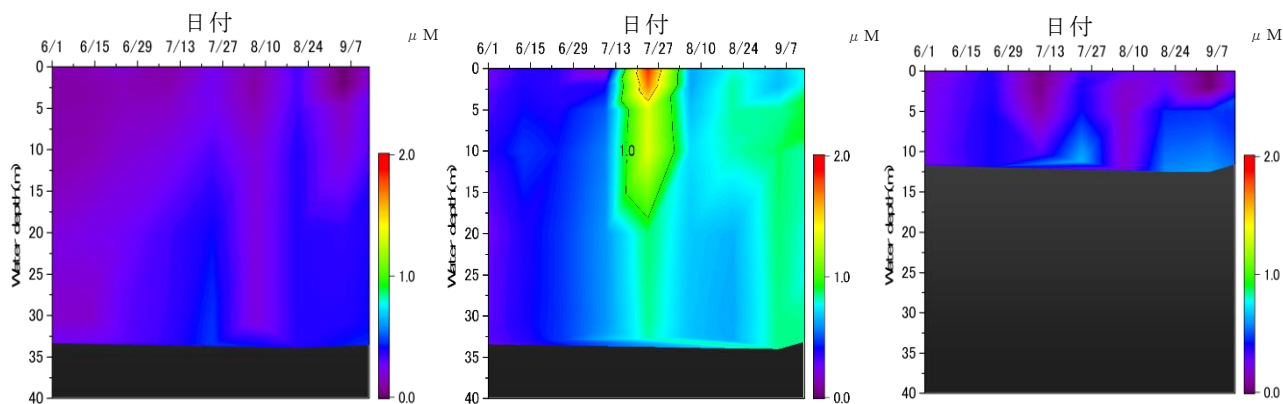


図7 DIPの推移(代表3点:左図から St.1, St.5, St.8)

#### (7) 溶存態ケイ素(DSi)

図8にDSiの推移を示す。調査期間中、DSiは $5.6\mu\text{M}$ から $121.2\mu\text{M}$ で推移した。DIN、DIPと同様、St.5の表層付近で増加が確認された他、DIN、DIPと比較して調査期間をとおして豊富に存在していた。

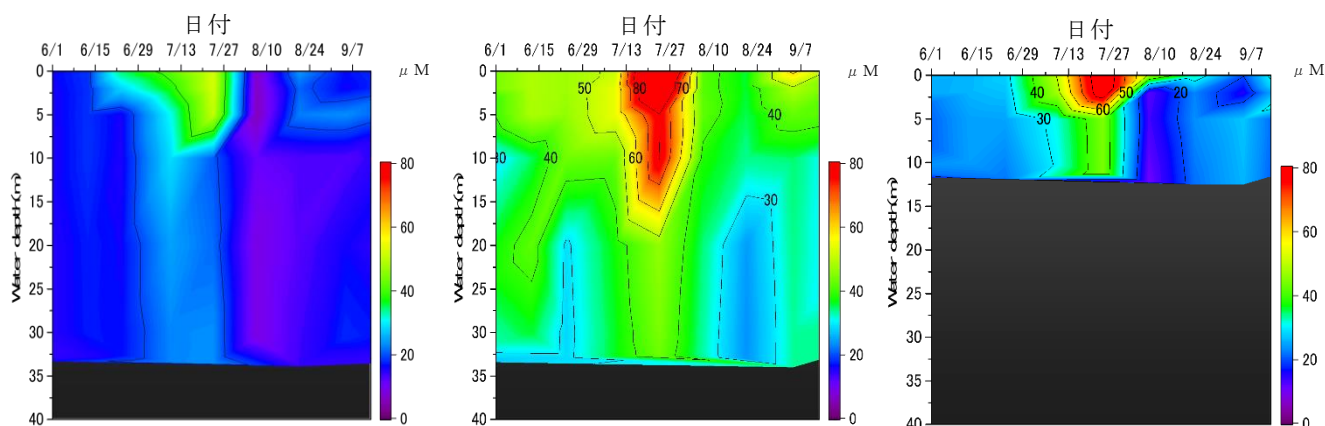


図8 DSiの推移(代表3点:左図から St.1, St.5, St.8)

#### (8) 気象

図9に調査期間の気温、降水量、全天日射量の推移を、表1に気温、降水量、日照時間の旬毎の階級区分を示す。

気温については、6月中旬から7月は「低い」もしくは「平年並み」と、例年より気温上昇は緩やかであった。8月、9月は「高い」もしくは「かなり高い」となったが、8月下旬は、降雨量が多かったため「かなり低い」となった。

降水量については、6月中旬、9月中下旬が「少ない」であったが、7月から8月は「平年並み」もしくは「多い」または「かなり多い」であり、特に7月上中旬、8月下旬に降雨が集中し、7月下旬、9月中旬は比較的安定した天候が続いた。

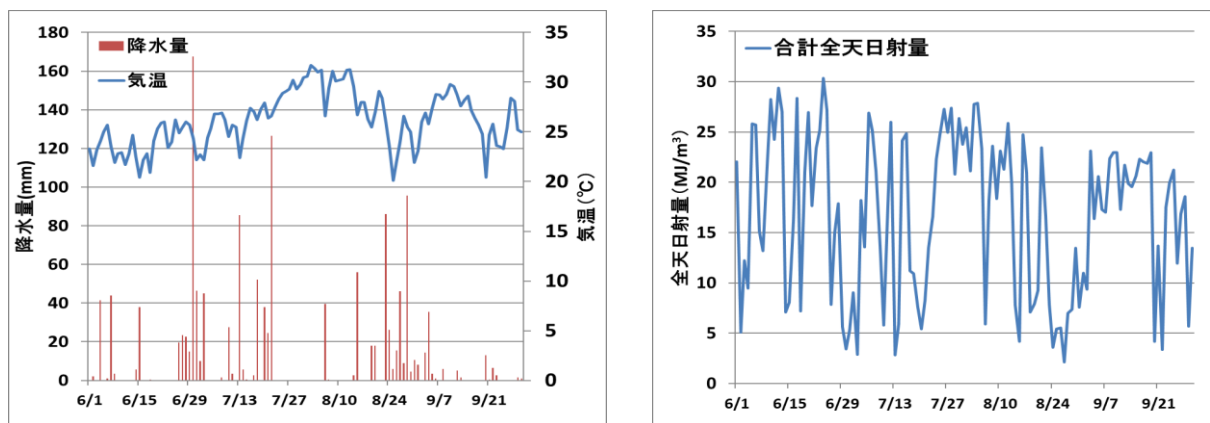


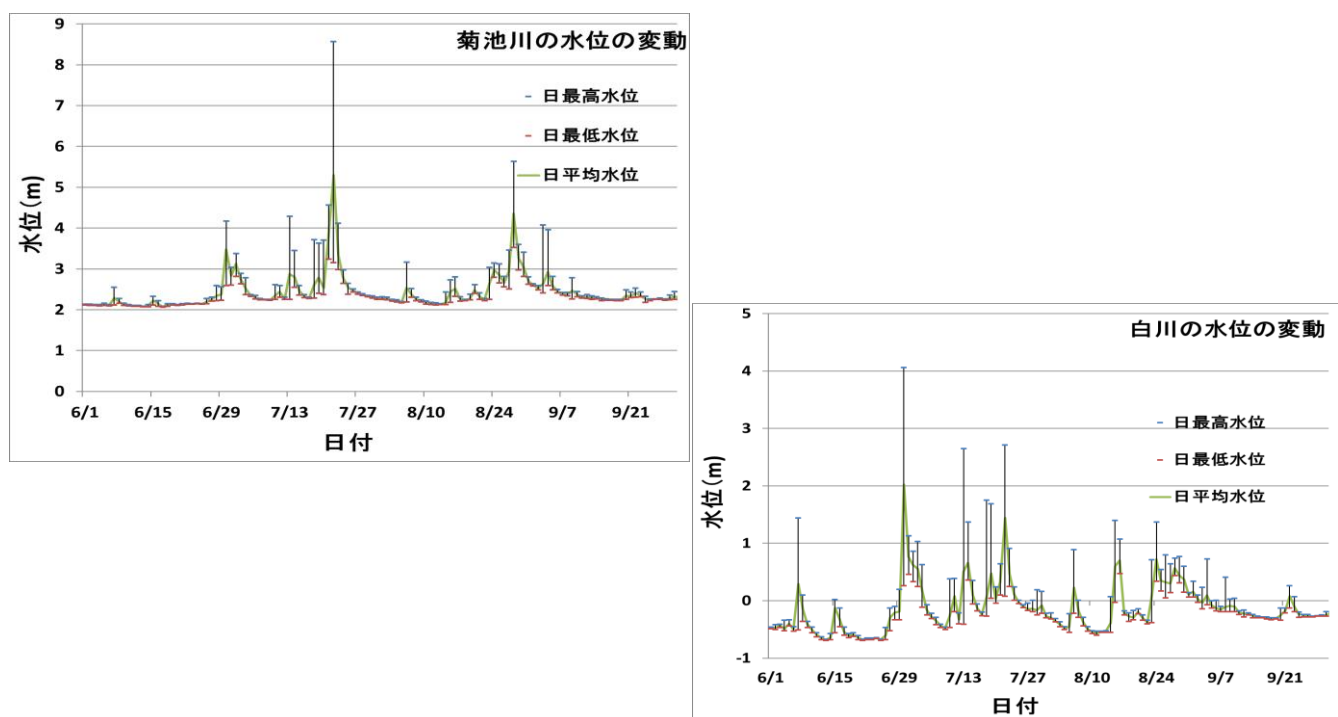
図9 気温、降水量、合計全日日射量の推移（観測点：熊本市）

表1 気温、降水量、日照時間の旬毎の階級区分（観測点：熊本市）

| 月  | 時期 | 気温    | 降水量   | 日照時間   |
|----|----|-------|-------|--------|
| 6月 | 上旬 | 高い    | 多い    | 少ない    |
|    | 中旬 | 低い    | 少ない   | 多い     |
|    | 下旬 | 平年並み  | 平年並み  | 多い     |
| 7月 | 上旬 | 低い    | 平年並み  | 平年並み   |
|    | 中旬 | 低い    | 多い    | かなり少ない |
|    | 下旬 | 平年並み  | 多い    | 平年並み   |
| 8月 | 上旬 | かなり高い | 平年並み  | 多い     |
|    | 中旬 | 平年並み  | 多い    | 少ない    |
|    | 下旬 | かなり低い | かなり多い | かなり少ない |
| 9月 | 上旬 | 高い    | 平年並み  | 平年並み   |
|    | 中旬 | 高い    | 少ない   | かなり多い  |
|    | 下旬 | かなり高い | 少ない   | 平年並み   |

### (9) 河川水位

図10に菊池川、白川、緑川の水位の変動を示す。前述の降水量と比較すると、降雨が確認された後、水位が上昇していることが各河川で確認された。7月下旬から8月中旬にかけては三河川とも変動は小さかった。



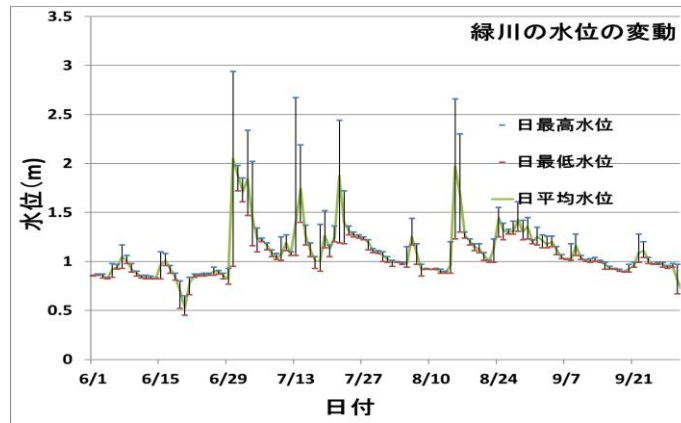


図 1 0 河川の水位の変動（観測点は 菊池川：菰田 白川：代継橋 緑川：城南）

#### (10) 溶存酸素濃度（貧酸素水塊発生状況）

図 1 1 に溶存酸素濃度の推移を示す。調査期間中、溶存酸素濃度は 3.4mg/L から 11.1mg/L で推移し 3.0mg/L を下回る貧酸素水塊は確認されなかった。最も溶存酸素濃度が低下したのは 9 月 5 日調査時の St.5 であった。9 月 5 日は、鉛直密度差がやや大きかったことに加え、スケルトネマ属による赤潮が発生していたことにより、溶存酸素濃度が低下したと考えられた。

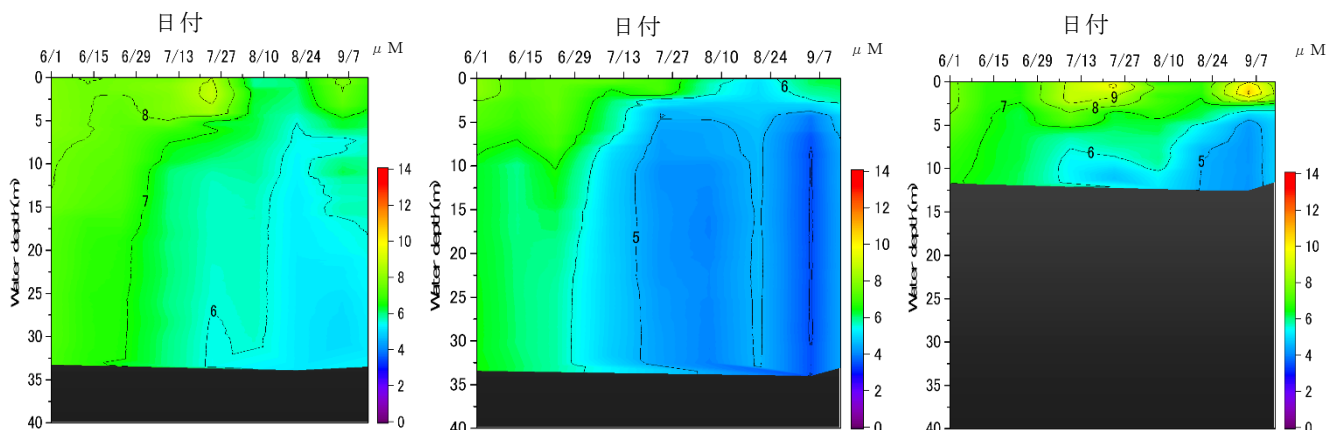


図 1 1 溶存酸素濃度の推移（代表 3 点：左図から St.1, St.5, St.8）

## 2 令和元年度まとめ

### (1) 気象・海況について

気温については、6 月及び 7 月は低めで推移し、気温の上昇は緩やかであったものの、8 月以降は大きく上昇した。また、今年度は 8 月下旬のまとまった降雨により、大きく気温が低下したことが特徴的であった。

降水量は、6 月下旬、7 月中旬及び 8 月下旬に多く、河川の水位もこれに対応して上昇した。特に 7 月中旬の降雨による影響は菊池川で大きく、菊池川付近の調査点である St.5 では、表層の海水密度の低下や、栄養塩の供給が確認された。

また、植物プランクトンについては、7 月上旬の St.5 でスケルトネマ属が 8 月上旬のキートセロス属等の増加に伴いクロロフィル濃度が大きく上昇した。

今年度は調査期間をとおして珪藻類が多く、栄養塩濃度についても昨年と比較すると低い状態が継続した。なお、出水により栄養塩供給が確認された際も珪藻赤潮の発生により活発に栄養塩が消費された。

## (2) 貧酸素水塊の発生状況と環境要因について

貧酸素水塊の発生要因については、①表層水温の上昇及び表層塩分の低下による海水の鉛直密度差の増加する物理的要因や②底層付近での酸素消費量が増加する生物学的要因が考えられる。

①については気温及び降雨により状況が左右され、今年度は7月中旬と9月上旬に鉛直密度差が大きくなった。昨年度は、鉛直密度差の増大後、2週間程度遅れて溶存酸素濃度が低下したが、今年度は一致していた。

今年度は、赤潮の発生中から衰退期にかけて溶存酸素濃度が低下した。さらに9月上旬～中旬については、8月下旬のまとまった降雨により、赤潮に加えて河川からの有機物の流入が影響したものと考えられた。

今年度は、貧酸素水塊の発生は確認されなかったが、これまで上記の①や②の要因が生じた場合に、溶存酸素の低下が確認されている。今後は、大規模な出水や赤潮が発生した場合、どの程度まで溶存酸素濃度が低下するのか検証するため、継続的な調査が必要と考えられた。

## 参考文献

- 石谷哲寛・瀬口昌洋・郡山益美・加藤治（2007）：有明海西部西岸域における貧酸素水塊の発生と密度成層. 農業土木学会論文集 No. 247, pp. 65～72
- 堤裕昭・岡村絵美子・小川満代・高橋徹・山口一岩・門谷茂・小橋乃子・安達貴浩・小松利光（2003）：有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊及び赤潮発生と海洋構造の関係. 海の研究, 12, 291-305, 2003
- 徳永貴久・児玉真史・木元克則・柴原芳一（2009）：有明海湾奥西部海域における貧酸素水塊の形成特性. 土木学会論文集 B2（海岸工学）, Vol. B2-65, No. 1, 2009, 1011-1015

# 有明海・八代海赤潮等被害防止対策事業Ⅱ（国庫委託 平成 17（2005）年度～） （冬季赤潮調査）

## 緒 言

熊本県有明海域において、赤潮や貧酸素水塊等の発生による漁業被害の軽減を目的に、環境特性を把握するための調査を実施した。

## 方 法

1 担当者 松谷久雄、山下博和、向井宏比古、増田雄二、中村真理

2 方法

（1）調査定点

ア 沖側 5 点（図 1 の●印 水深 25m～39m）

イ 岸側 3 点（図 1 の○印 水深 11m～12m）

（2）調査層：水深 0m 層、2m 層、5m 層、10m 層、（以下 10m 間隔）、海底付近（海底上 1m）

（3）調査回数：10 回（10 月から 2 月までの隔週）

（4）調査項目

ア 水温、塩分、クロロフィル蛍光値、濁度、溶存酸素多項目水質計（JFE アドバンテック社製：AAQ176 型）による鉛直観測（海面から海底付近まで）を行った。

イ 栄養塩類濃度

原則として 3 層（水深 0m 層、中層、海底付近）の溶存態無機窒素、溶存態無機リン、溶存態ケイ素について、測定した。

ウ 植物プランクトンの組成

原則として 3 層（水深 0m 層、2 層、10m 層）を分析した。

エ その他

解析のための参考資料として気象庁が公開しているアメダスデータを用いた。

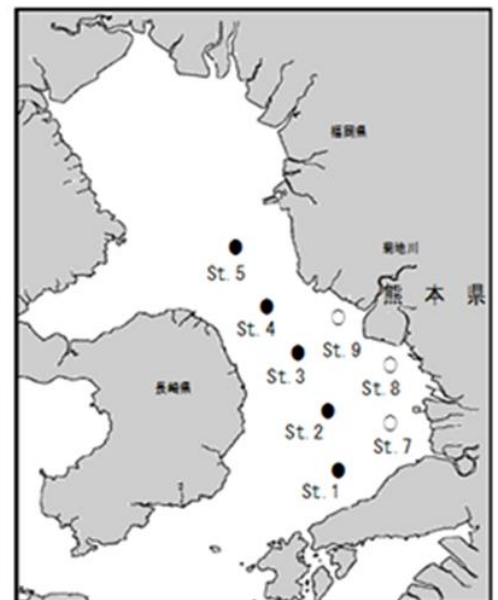


図 1 調査定点図

## 結果および考察

1 モニタリング調査

調査結果は、データベース化し、水産庁委託事業「令和元年度漁場環境改善推進事業のうち赤潮被害防止対策技術の開発、1）有害赤潮プランクトンの出現動態監視および予察技術開発、カ．有明海・八代海・鹿児島湾海域」として報告した。なお、図 2 から図 8 において上限値を示す色は、値の変化を明確にするため上限値以上の値を含んだものとなっている。

### (1) 水温

図 2 に水温の推移を示す。調査期間中、水温は 8.1℃から 25.2℃で推移した。調査開始以降低下し、2 月下旬に岸側の調査点 (St. 8) で 10℃を下回った。また、夏季と比較すると鉛直差は小さかった。

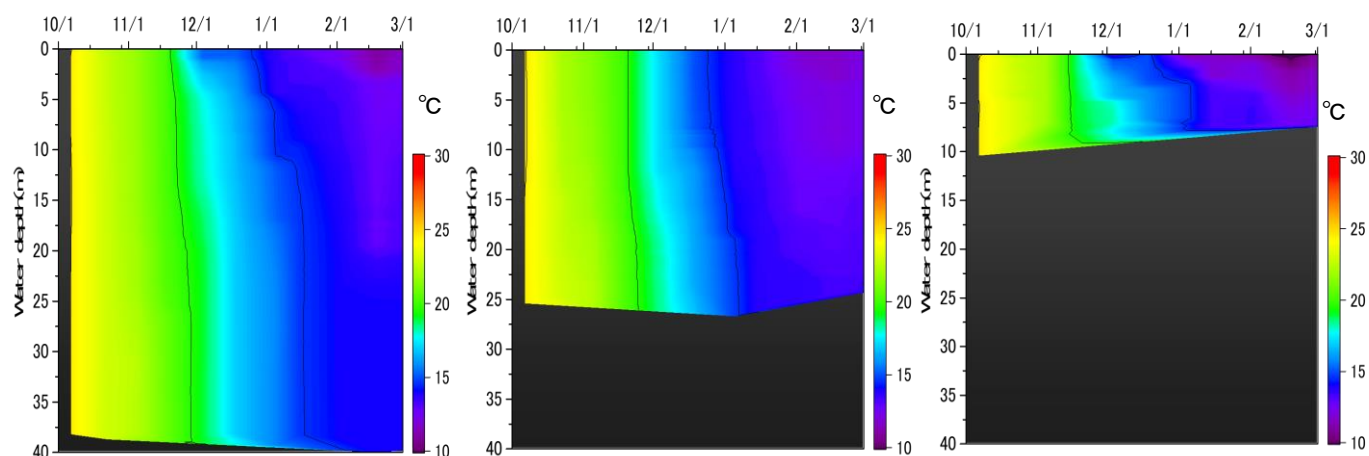


図 2 水温の推移 (代表 3 点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

### (2) 塩分

図 3 に塩分の推移を示す。調査期間中、塩分は 20.3 から 33.2 で推移した。2 月ごろに岸側の定点の表層でやや低下したが、調査期間を通して鉛直差は小さかったことから、今年度は、降雨による塩分への影響は少なかったと考えられた。

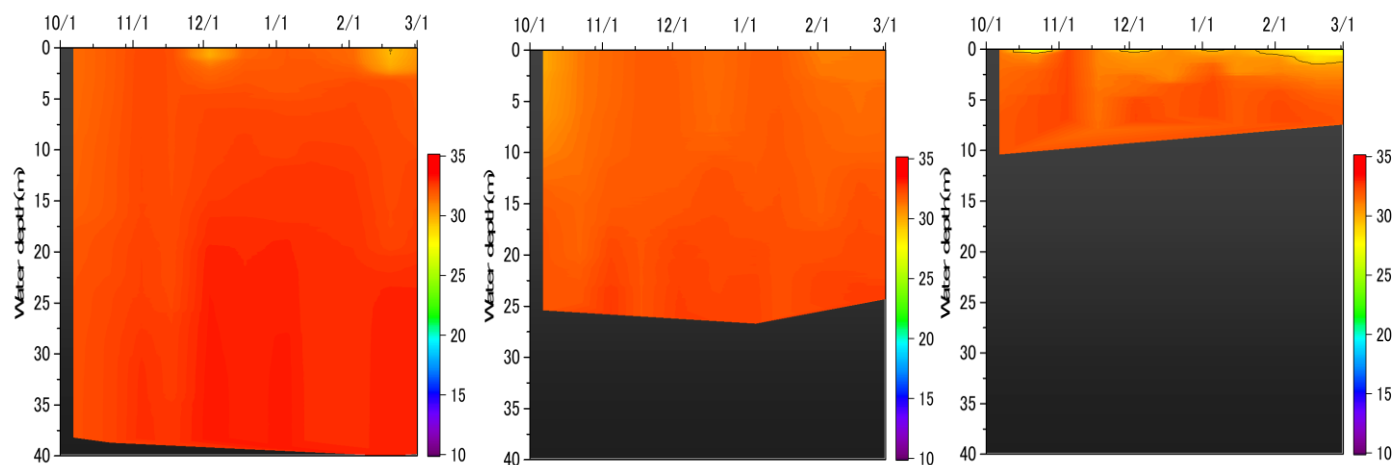


図 3 塩分の推移 (代表 3 点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

### (3) 海水密度 ( $\sigma_T$ )

図4に海水密度 ( $\sigma_T$ ) の推移を示す。調査期間中、 $\sigma_T$  は 13.1 から 24.7 で推移した。10月から2月にかけて徐々に低下したが、2月には表層付近でやや低下した。また、沖側の調査点 (St. 2) と比べて岸側の調査点 (St. 8) の方が低下しやすく、鉛直差も大きかった。

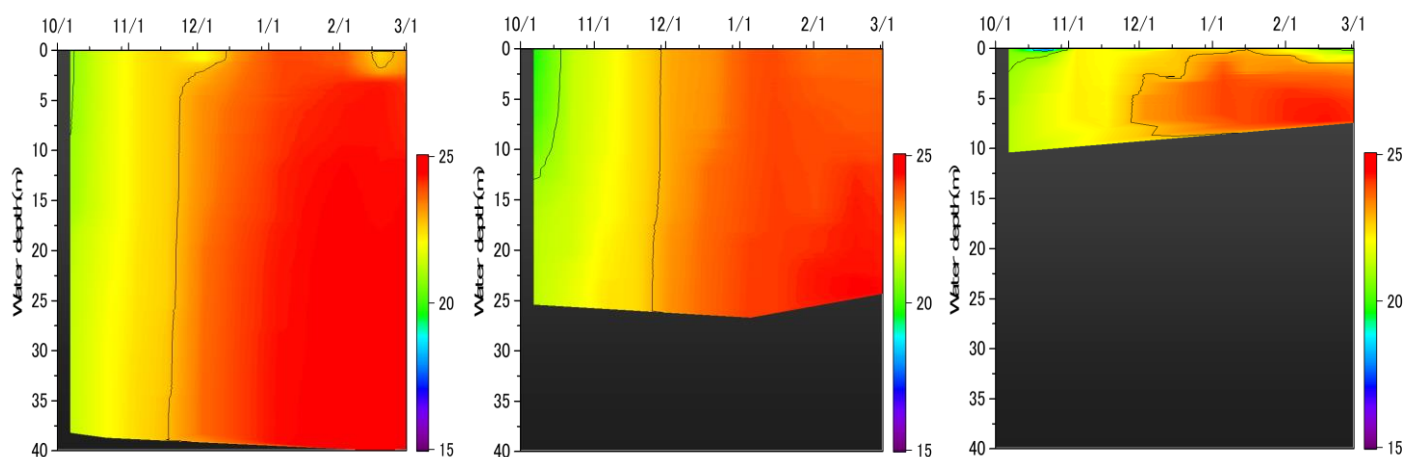


図4 海水密度 ( $\sigma_T$ ) の推移 (代表3点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

### (4) 溶存態無機窒素 (DIN)

図5にDINの推移を示す。調査期間中、DINは  $0.6 \mu\text{M}$  から  $42.8 \mu\text{M}$  で推移した。11月上旬は赤潮の発生に伴い低下したが、その後は回復した。特に12月以降は岸側の調査点 (St. 8) において表層付近で増加し、2月ごろまで高い状況が継続した。

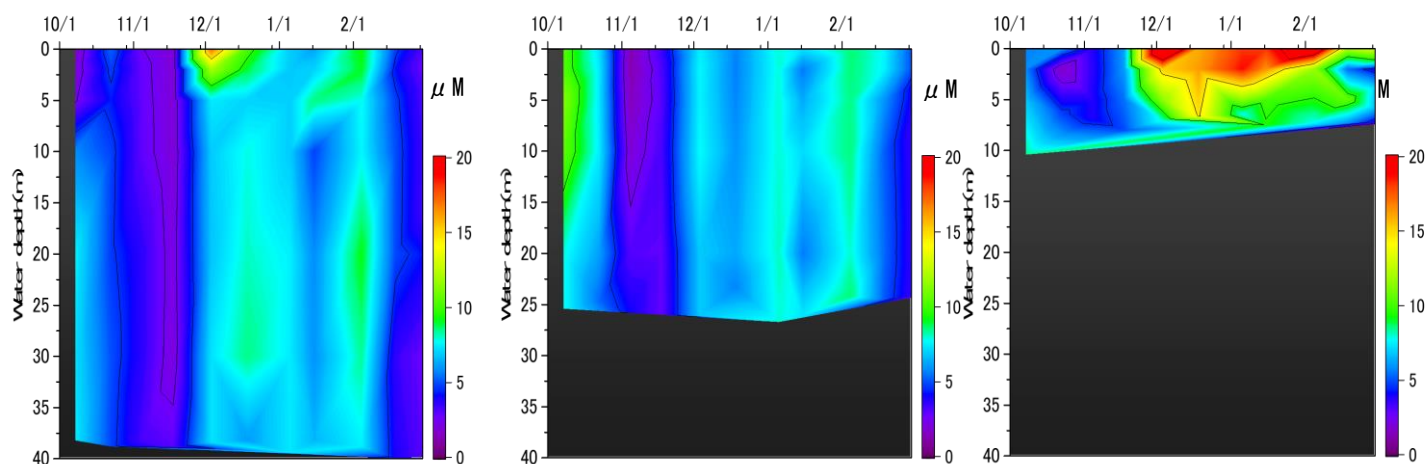


図5 DINの推移 (代表3点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

### (5) 溶存態無機リン(DIP)

図 6 に DIP の推移を示す。調査期間中、DIP は  $0.0 \mu\text{M}$  から  $1.2 \mu\text{M}$  で推移した。DIN と同様に、11 月上旬は赤潮の発生に伴い低下したが、その後は回復した。特に 12 月以降は岸側の調査点 (St. 8) において表層付近で増加し、2 月ごろまで高い状況が継続した。

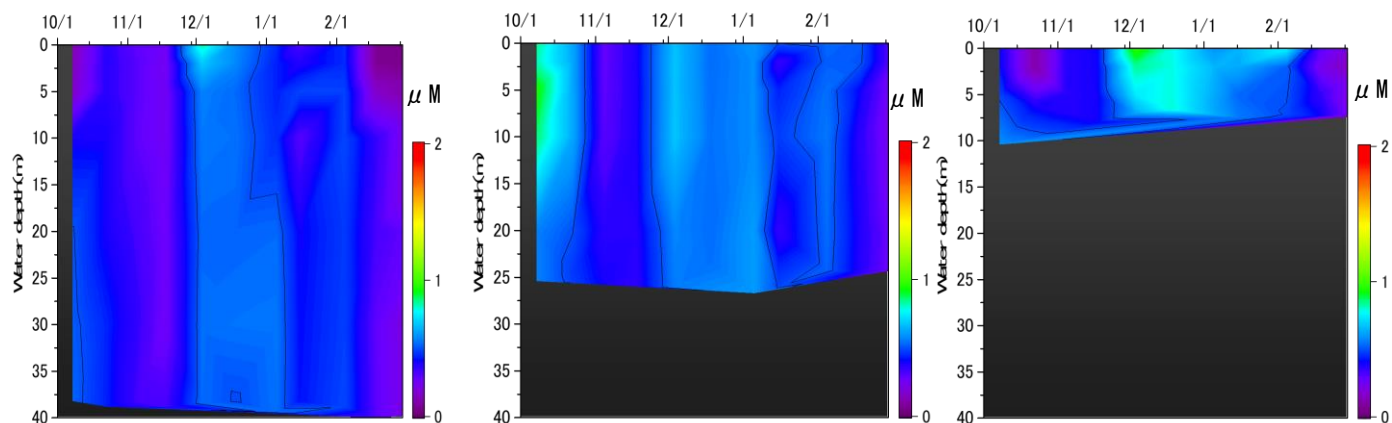


図 6 DIP の推移 (代表 3 点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

### (6) 溶存態ケイ素 (DSi)

図 7 に DSi の推移を示す。調査期間中、DSi は  $1.4 \mu\text{M}$  から  $171.9 \mu\text{M}$  で推移した。岸側の調査点 (St. 8) では表層から中層で 11 月を除いて多かった。沖側の調査点 (St. 4) では 10 月上旬に表層付近で増加したが、赤潮の発生した 11 月は減少した。

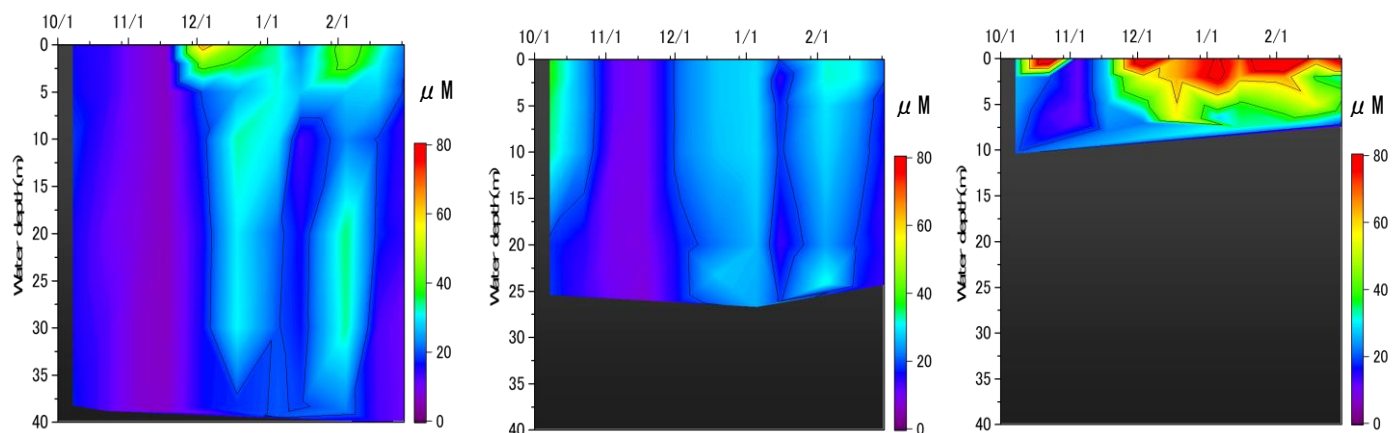


図 7 DSi の推移 (代表 3 点、左から St. 2 : St. 4 : St. 8)

# (7) クロロフィル a 及び植物プランクトンの推移

図 8 にクロロフィル a の推移を示す。調査期間中、クロロフィル a は  $0.3 \mu\text{g/L}$  から  $23.3 \mu\text{g/L}$  で推移した。10 月は St.2 及び St.8 で高く、11 月上旬には St.4 で上昇した。その後、全調査点で 2 月まで低く推移したが、2 月に入ると St.2 及び St.8 で上昇した。

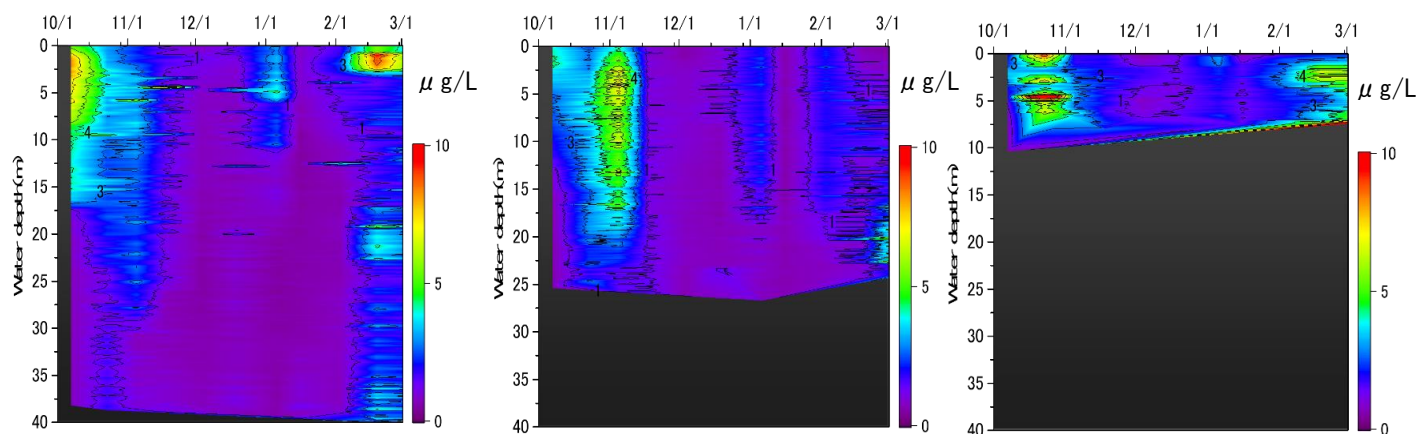


図 8 クロロフィル a の推移 (代表 3 点、左から St.2 : St.4 : St.8)

図 9 に各種プランクトンの細胞数の推移を示す。10 月はスケルトネマ属が増加したが一部海域ではタラシオシラ属も増加した。11 月にはスケルトネマ属、タラシオシラ属は減少したが、キートセロス属が全域で増加した。

12 月はすべての種類のプランクトンが少ない状態が続いたが、1 月に入るとスケルトネマ属が一部海域で増加し、その後一度減少したが 2 月に入ると再び増加した。また、ユーカンピア属も最高  $75\text{cells/mL}$  まで増加した。

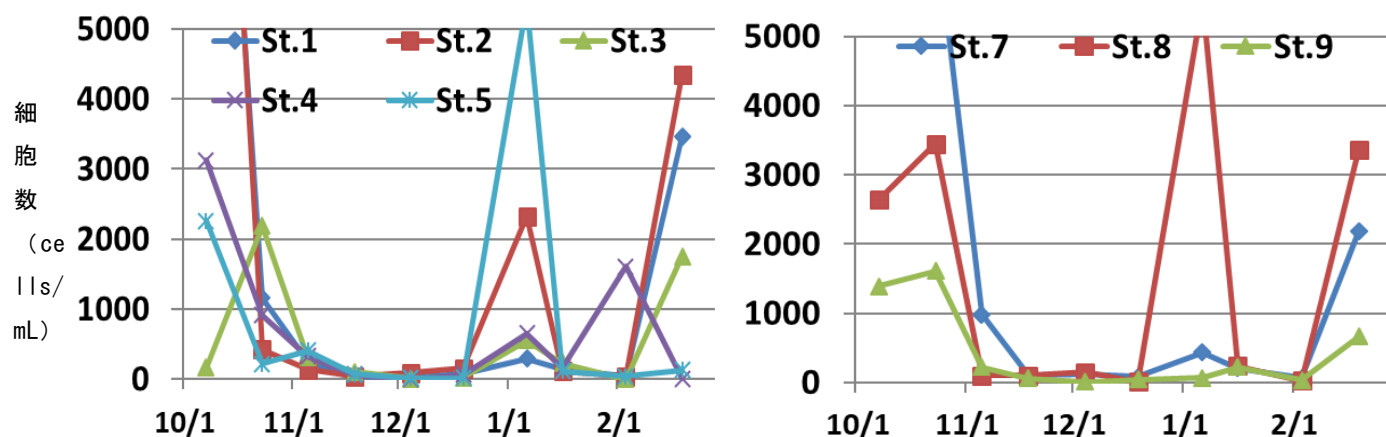


図 9-1 スケルトネマ属の細胞数の推移 (左図は沖側、右図は岸側)

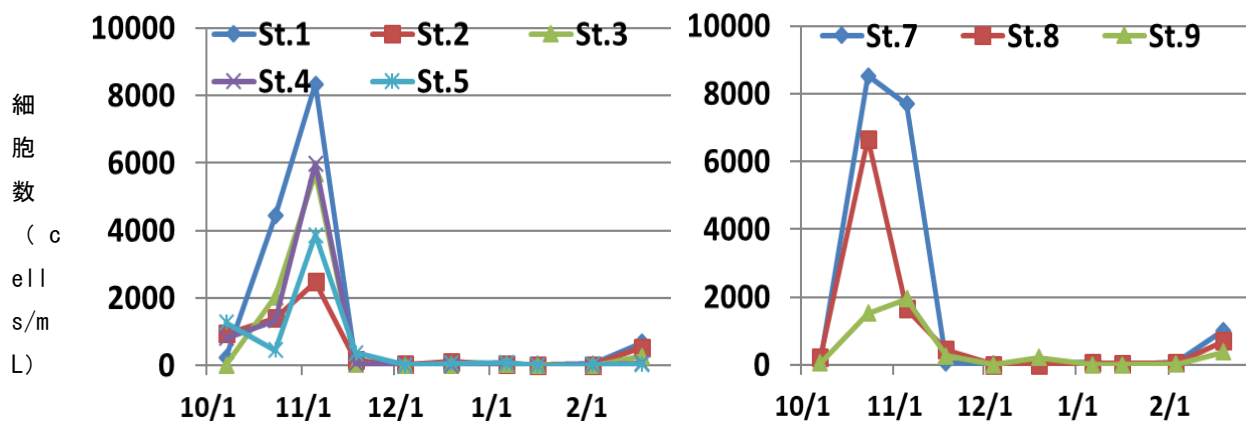


図 9-2 キートセロス属の細胞数の推移 (左図は沖側、右図は岸側)

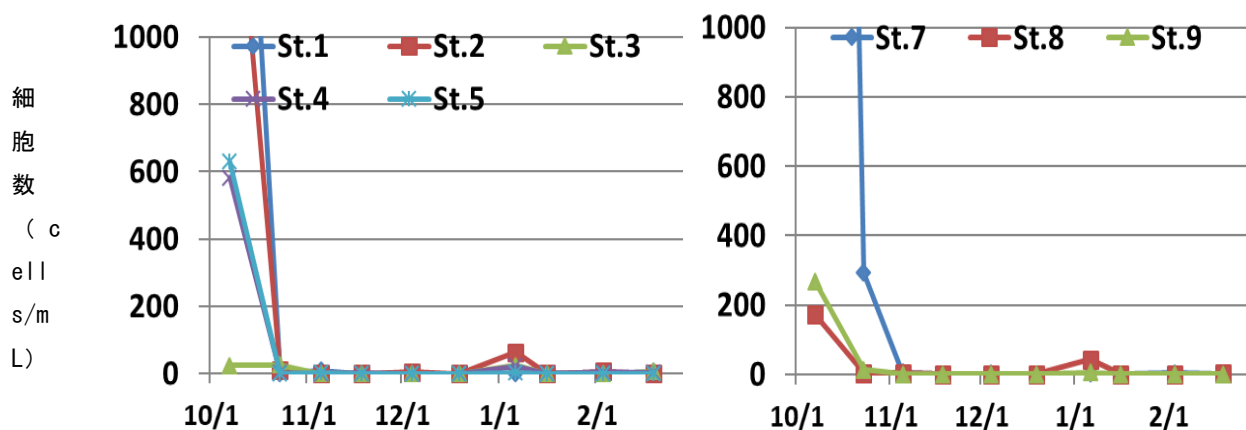


図 9-3 タラシオシラ属の細胞数の推移 (左図は沖側、右図は岸側)

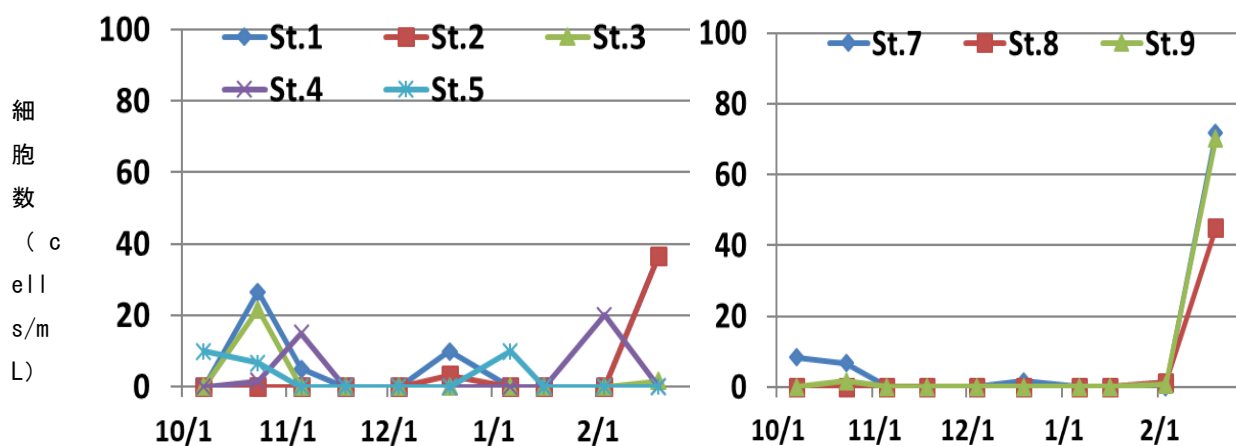


図 9-4 ユーカンピア属の細胞数の推移 (左図は沖側、右図は岸側)

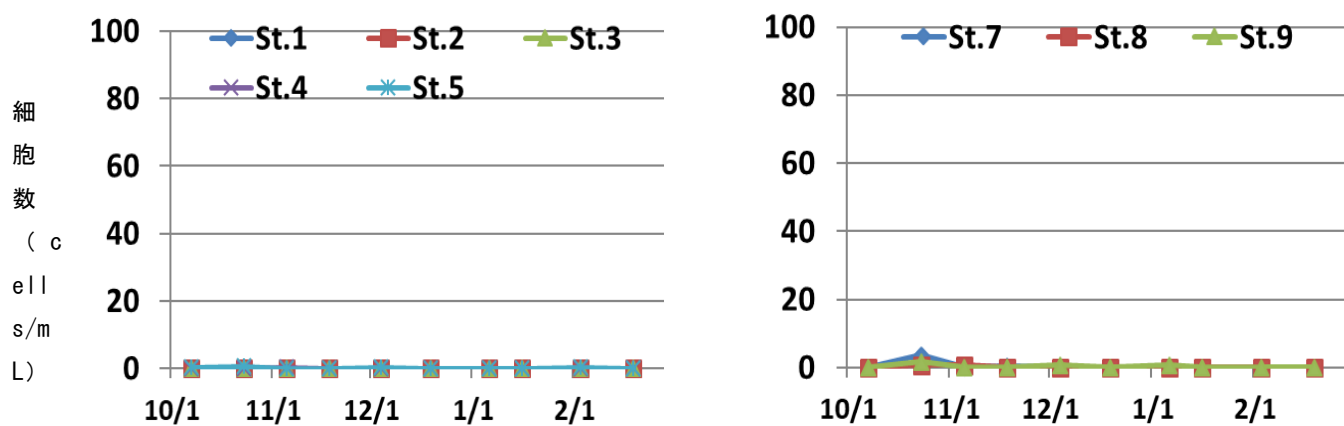


図 9-5 アカシオサングイネアの細胞数の推移 (左図は側、右図は岸側)

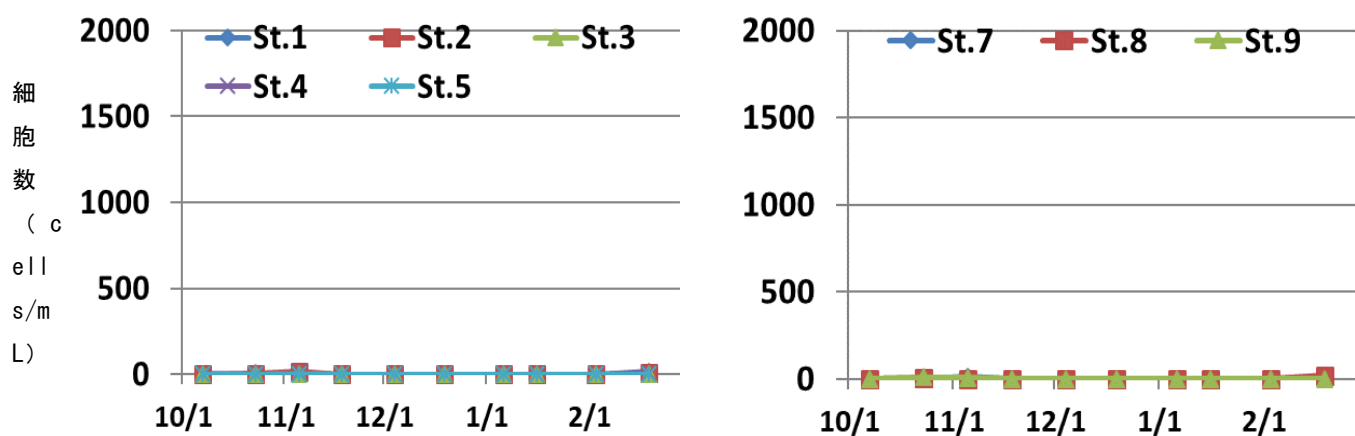


図 9-6 レプトキリンドルス属の細胞数の推移 (左図は側、右図は岸側)

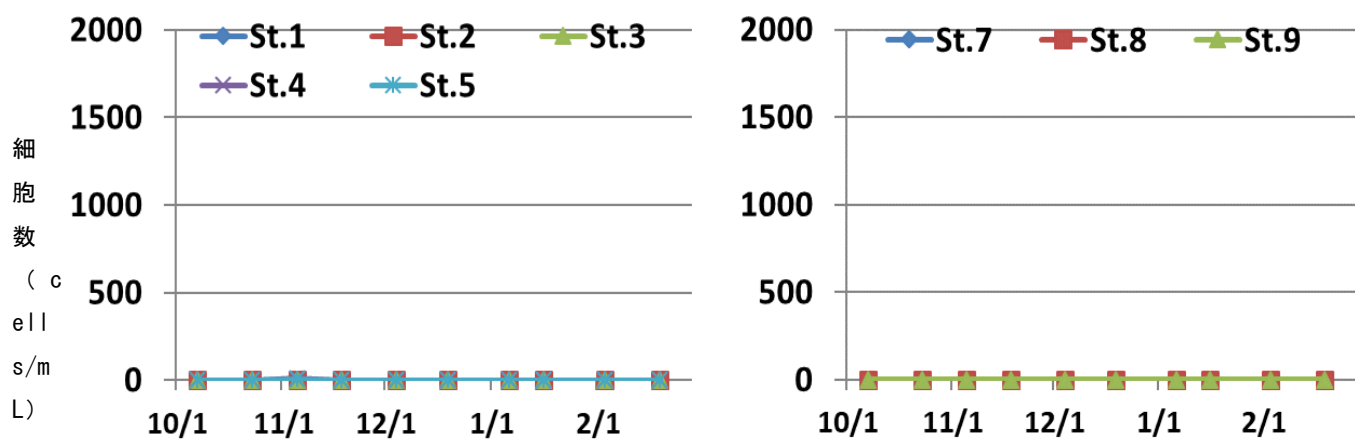


図 9-7 ラウデリア属の細胞数の推移 (左図は側、右図は岸側)

(8) 熊本市の気象について

図 10 に調査期間中の熊本市の全天日射量と降水量の推移を、表 1 に気温、降水量、日照時間の階級区分を示す。気温については 12 月上旬が「低い」であったが、その他は「平年並み」「高い」もしくは「かなり高い」で推移し、期間を通じて高く推移した。

降水量については、11 月上旬と 1 月中旬が「かなり少ない」、10 月上旬が「少ない」、10 月中旬と 11 月下旬、12 月中旬と 1 月上旬、2 月上旬が「平年並み」、10 月下旬と 11 月中旬、12 月上旬と 2 月中旬が「多い」、12 月下旬と 1 月下旬、2 月下旬が「かなり多い」で推移した。

日照時間は 12 月下旬と 1 月中旬が「かなり少ない」、10 月中旬と 1 月下旬が「少ない」、10 月上旬と 10 月下旬、11 月下旬と 12 月上旬、2 月中旬が「平年並み」、12 月中旬と 1 月上旬、2 月上旬が「多い」、11 月上旬と 11 月中旬、2 月下旬が「かなり多い」で推移した。

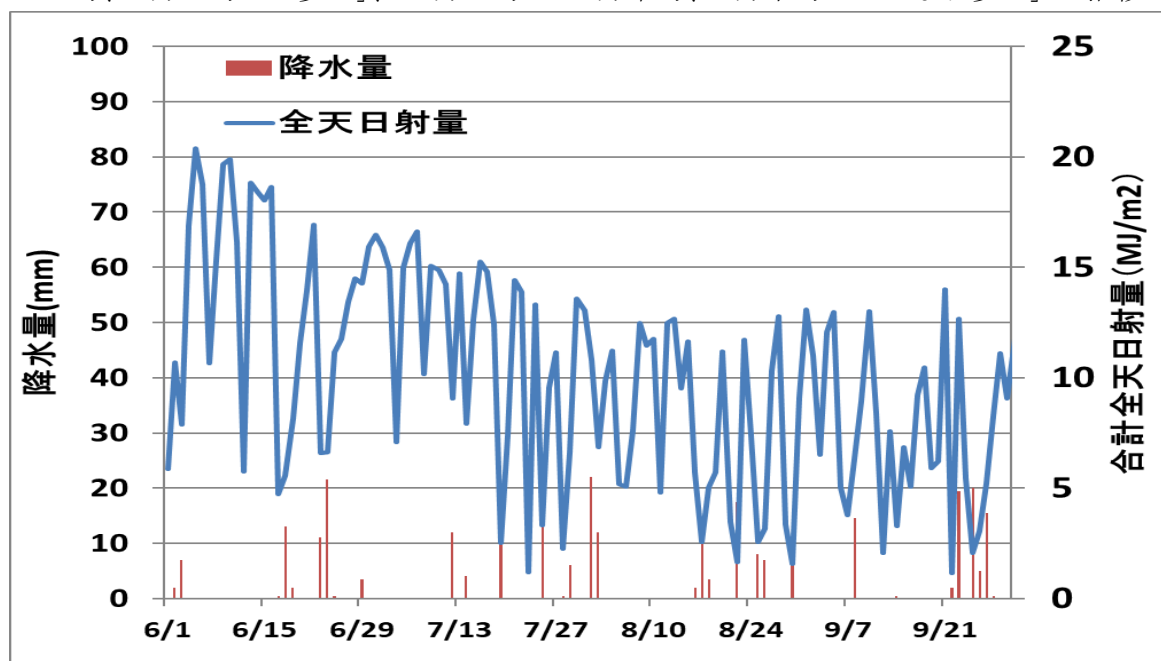


図 10 熊本市における降水量と全天日射量の推移

表 1 熊本市における気温、降水量、日照時間の階級区分

| 月   | 時期 | 気温    | 降水量    | 日照時間   |
|-----|----|-------|--------|--------|
| 10月 | 上旬 | かなり高い | 少ない    | 平年並み   |
|     | 中旬 | 高い    | 平年並み   | 少ない    |
|     | 下旬 | かなり高い | 多い     | 平年並み   |
| 11月 | 上旬 | 平年並み  | かなり少ない | かなり多い  |
|     | 中旬 | 平年並み  | 多い     | かなり多い  |
|     | 下旬 | かなり高い | 平年並み   | 平年並み   |
| 12月 | 上旬 | 低い    | 多い     | 平年並み   |
|     | 中旬 | かなり高い | 平年並み   | 多い     |
|     | 下旬 | 高い    | かなり多い  | かなり少ない |
| 1月  | 上旬 | かなり高い | 平年並み   | 多い     |
|     | 中旬 | 高い    | かなり少ない | かなり少ない |
|     | 下旬 | かなり高い | かなり多い  | 少ない    |
| 2月  | 上旬 | 平年並み  | 平年並み   | 多い     |
|     | 中旬 | かなり高い | 多い     | 平年並み   |
|     | 下旬 | 高い    | かなり多い  | かなり多い  |

## 2 赤潮形成種と気象、海況要因との関係について

### (1) 10月のスケルトネマ属、11月のキートセロス属の赤潮について

本年は10月上旬にスケルトネマ属による赤潮が発生した後、間を空けることなくキートセロス属の赤潮が発生したことで継続して栄養塩が消費され、秋芽網期のノリ養殖において色落ち被害が発生させた。

図11に10月7日調査時のクロロフィルaの鉛直断面図を示す。St.1及びSt.2の表層及びSt.5の表層、St.7の表層付近で赤潮が発生したことが把握できる。St.5については、県外海域の有明海湾奥部で同様にスケルトネマ属による赤潮が同時期に発生していたことを勘案すると、St.1, St.2, St.7の赤潮とは別の水塊と考えられた。

赤潮発生前の9月及び10月上旬の気象データをみると、気温が高く降水量が少ない傾向にあった。平成29年(2017年)は本年とほぼ同様の水塊構造が確認され、特に水温の値は類似していた。平成29年(2017年)にはタラシオシラ属とスケルトネマ属による混合赤潮が同時期に発生しており、本年度においても同2種による混合赤潮(優占種は、平成29年(2017年)はタラシオシラ属、本年度はスケルトネマ属という違いはあるが)といえるため、9月中旬以降、高気温で推移し、緩やかな水温低下が確認される場合は本種の赤潮の発生の可能性が高いことが示唆された。

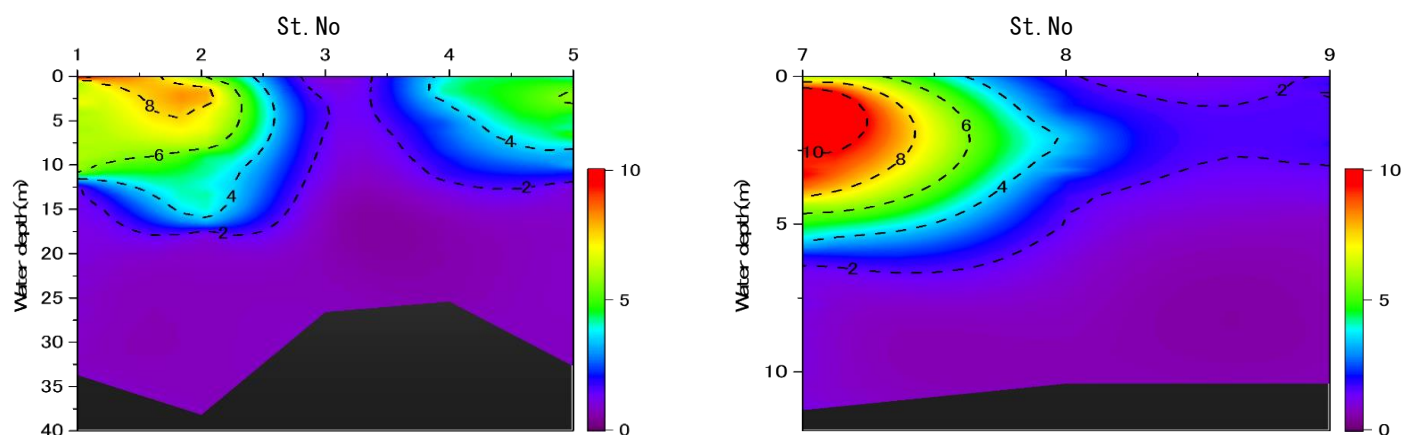


図11 10/7調査時のクロロフィルaの鉛直断面図

図12に11月5日調査時のクロロフィルaの鉛直断面図を示す。ほぼ全ての調査点の表層付近で赤潮の発生が確認されたことが確認できる。植物プランクトンの検鏡結果と照らし合わせると、キートセロス属による赤潮であることが確認できる。

近年の傾向として、有明海におけるキートセロス属の発生パターンとしては、11月上旬に湾口付近で発生し、その後湾奥に分布を広げていくことが多い。今年度も、St.1とSt.7で増殖が確認されていることから、同様の傾向であったといえるが、昨年度との相違点としては、St.3～St.5付近でも増殖していたことが挙げられる。

ここで、図13に11月5日調査時の $\sigma_t$ の鉛直断面図を示す。St.3からSt.5にかけて海水密度が低下していることが確認でき、また同時期に有明海湾奥の佐賀県・福岡県海域でキートセロス属の赤潮が発生していることを鑑みると、湾奥部の影響が本県海域まで及んだものと考えられた。

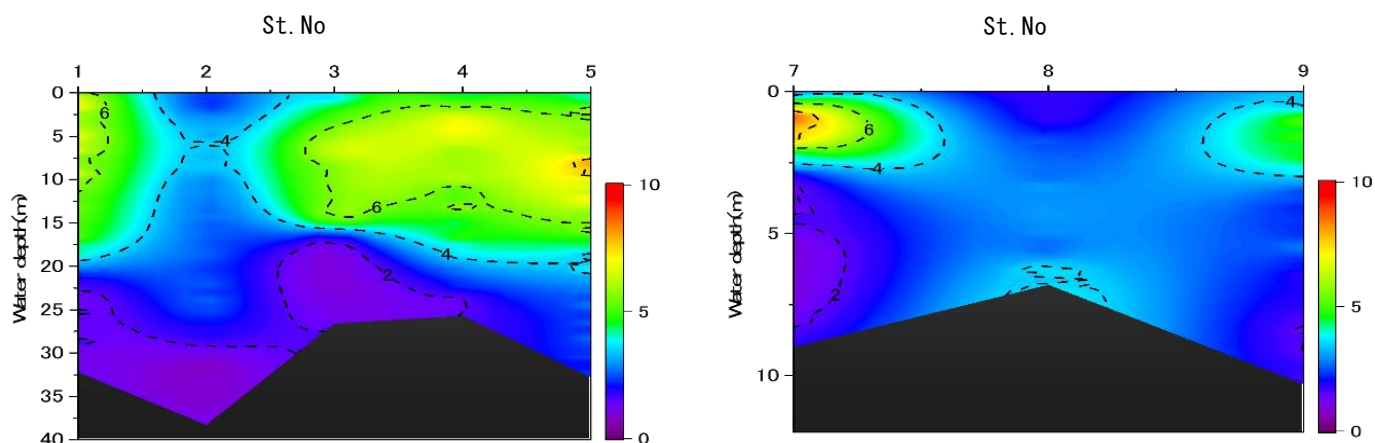


図 12 11/5 調査時のクロロフィル a の鉛直断面図

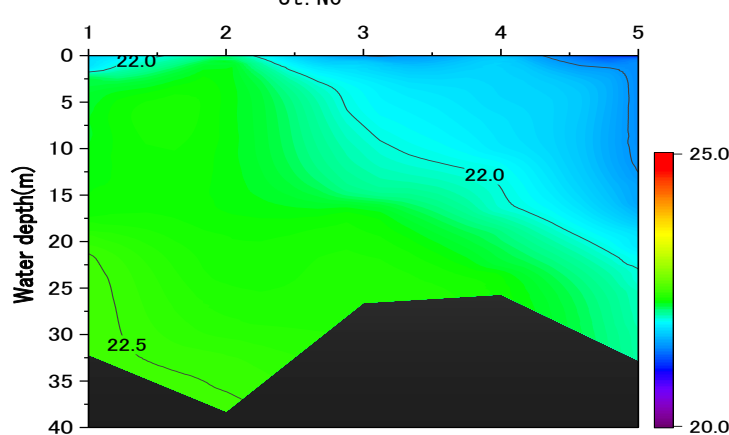


図 12 11/5 調査時の $\sigma T$ の鉛直断面図

## 参考文献

- 眞鍋武彦・反田實・堀豊・長井敏・中村行延（1994）. 播磨灘の漁場環境と植物プランクトンの変動-20年間のモニタリングの成果-. 沿岸海洋研究ノート 31:169-181
- 多治見誠亮・吉村直晃・増田雄二・川崎信司（2016）. 熊本県有明海・八代海における水質環境の長期変動について. 熊本県水産研究センター研究報告書第 11 号
- 西川哲也（2002）. ノリの色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の増殖に及ぼす水温、塩分および光強度の影響. 日本水産学会誌 68:356-361
- 西川哲也・今井一郎（2011）. 有害珪藻 *Eucampia zodiacus* による養殖ノリ色落ち発生予察. 日本水産学会誌 77:876-880
- 松谷久雄・吉村直晃・山下博和（2017）. 有明海熊本県海域における冬季のケイ藻等の赤潮動態の把握. 平成 29 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策事業のうち赤潮・貧酸素水塊対策推進事業 九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書. 175-188.
- 西川哲也・堀豊（2004）. ノリの色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の増殖に及ぼす窒素、リンおよび珪素の影響. Nippon Suisan Gakkaishi 70(1):31-38
- 福岡弘紀・岡村和磨・井出浩美・小谷正幸・藤井直幹・山口聖・太田洋志・森川太郎・三根崇幸・松谷久雄・向井宏比古・山下博和. 1) 有害赤潮プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発, ⑥有明海・八代海・鹿児島湾海域, ア. 有明海海域. 平成 30 年度漁場環境改善推進事業 赤潮被害防止対策技術の開発報告書, 水産庁, 東京. 2019;157-178

# 有明海・八代海赤潮等被害防止対策事業Ⅲ( 国庫委託 平成 17(2005)年度～継続 )

(八代海中央ライン水質調査)

## 赤潮対策事業Ⅰ ( 令 達 平成 7(1995)年度～継続 )

(赤潮定期調査)

### 緒 言

本調査は、八代海におけるプランクトンの動態を把握し、有害赤潮の発生機構解明や予察技術を確立するための基礎的知見を得ることを目的とした。

### 方 法

1 担当者 向井宏比古、山下博和、松谷久雄、  
増田雄二、中村真理

2 調査内容

(1) 調査定点：八代海 15 点 (図 1)

ア 国庫委託事業

5 月～9 月の間、対象定点を 8 定点(St. 1、  
St. 2、St. 4～St. 6、St. 12、St. A、St. C)  
とし、東町漁業協同組合、鹿児島県水産  
技術開発センターおよび当水産研究セン  
ターの 3 機関が交代で週 1 回実施した。

なお、当センターが調査する際は、上  
記の 8 定点に 7 定点(St. 3、St. 7～St. 11、  
St. 13)を加えた計 15 点を調査した。

イ 県単独事業

(ア) 4 月～5 月、10 月～3 月

対象定点を 9 定点(St. 1～St. 6、St. 11  
～St. 13)とし、月 1 回実施した。

(イ) 6 月～9 月

13 定点 (St. 1～St. 13) について、ア (国庫委託事業) の当センターが調査する以外  
の週に 1 回実施した。

(2) 調査回数：25 回

(3) 調査項目

ア 水温、塩分、Chl - a、DO および栄養塩類 (DIN、DIP、DSi) の鉛直プロファイル

イ 植物プランクトン組成 (有害種を含む)

ウ 気象観測データ

気象観測データは気象庁ホームページから引用した。

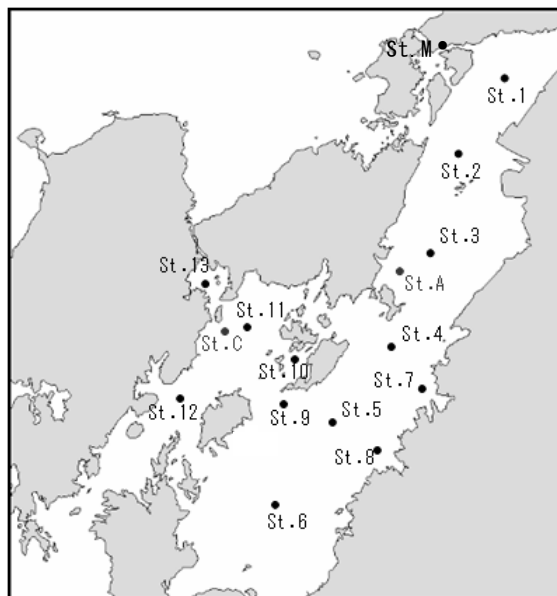


図 1 調査定点図

## 結果および考察

### 1 気象

図2に、八代市における2019年の5～9月までの気象条件の変化を示す。

気温は期間中、16.3（5月1日）～30.5℃（8月13日）の範囲で推移した。5～8月上旬まで上昇後、8月下旬まで一旦下降し、再び9月上旬に上昇したが、それ以降は下降した。

降水量は、6月30日、7月1, 3日、7月22日、8月15日に50 mmを超え、6月30日に最高値142.5 mmを記録した。また、2019年7月24日付け気象庁報道発表資料によると、八代海が含まれる九州北部地域の梅雨入りは6月26日で平年より21日遅れ、梅雨明けは7月24日で平年より5日遅れた。なお、九州北部地域の梅雨時期における降水量の平年比は103%であったが、熊本地方気象台八代観測所においては165%と多かった。

日照時間は梅雨明け前の7月中旬及び停滞前線による影響で8月下旬が短かった。熊本地方気象台三角観測所における平均風速（時別値）で、10.0 m/s以上を観測したのは、6月7日は低気圧を伴った前線による影響で最高10.7 m/s、8月6日は台風8号による影響で最高12.9 m/s、8月15日は超大型台風10号による影響で最高10.9 m/s、9月22日は大型台風17号による影響で最高18.3 m/sを観測した。

### 2 水質

調査期間中、水温は17.7（5月8日、St. A, 4、底層）～30.2℃（7月30日、St. 1、表層）で推移した（図3）。概して、水温は7月末まで上昇し、その後8月下旬に一旦低下後、9月中旬に上昇し、その後低下していった。

塩分は5.4（7月2日、St. 2、表層）～34.2（6月4日、St. 7、底層）で推移し、球磨川から比較的大きな出水が起こった6月末～7月下旬にSt. 1, 2, A, 4, 5, 6で塩分が低下し、北部の表層付近では20を下回った（図4）。

水温および塩分のデータより算出された密度（Sigma-T）は、2.3（7月2日、St. 2、表層）～24.6（5月8日、St. 4, 6、底層）で推移した（図5）。Sigma-Tのデータによると、密度成層は6月末から7月末にかけて発達後、8月中旬および9月上旬に一旦崩壊したが、9月中旬まで維持された。St. 2, A, 4, 5における密度躍層の位置は水深4～8 mと推察された。

DIN、DIP及びDSi濃度はそれぞれ0.06  $\mu\text{M}$ （7月2日、St. C、10 m層）～21.09  $\mu\text{M}$ （7月2日、St. 2、表層）、 $\leq 0.01$   $\mu\text{M}$ （7月9日、St. 6, A, C、表層等）～1.13  $\mu\text{M}$ （8月16日、St. 6、5m層）および1.74  $\mu\text{M}$ （8月8日、St. C、5 m層）～116.84  $\mu\text{M}$ （7月2日、St. 2、表層）の範囲で推移した（図6～8）。

調査期間中、いずれの栄養塩類も北部で高い傾向にあった。10 mより浅い深度層において、DINおよびDIP濃度は7月2日、7月16日に上昇し、上昇レベルは北部（St. 1, 2）で顕著であった。7月2日および16日の北部における上昇は塩分低下と同期しており、球磨川からの供給が考えられた。7月下旬～8月中旬については、DINはSt. 4, 5, 6で、DIPは全調査点で*Chattonella* spp.の増殖に必要な半飽和定数（DIN：0.65  $\mu\text{M}$ 、DIP：0.26  $\mu\text{M}$ 、Nakamura et al. 1988）以下で推移した。8月20日～9月3日には、DINおよびDIP濃度ともにほとんどの調査定点で半飽和定数を上回った。この栄養塩の上昇には8月中旬から9月上旬にかけてのまとまった降雨が影響したと考えられた。しかし、9月10日になると、多くの定点の表層でDINおよびDIPが半飽和定数を下回った。その後、気温が9月15日～9月20日に大きく低下して海面冷却による鉛直混合が発生し、St. 1, 2, A, 4では9月17日にDINおよびDIPがともに半飽和定数を上回った。

DSiについてもDINおよびDIPと同様の変動パターンが認められたが、珪藻の増殖に必要な半飽和定数（DSi：2.0  $\mu\text{M}$ ）を下回ったのは、8月8日、St. Cの5m層だけであった。なお、2018

年度は、7月下旬から8月中旬にかけて、St1, 2, Aにおいてエスチャリー循環によると考えられる、下層に滞留する高濃度の栄養塩を含む水塊の北上が観察されたが、本年は観察されなかった。

### 3 植物プランクトンの発生状況

#### (1) 有害赤潮プランクトン種の発生状況

*Chattonella* spp. は、6月18日にSt. 1で1細胞が初認されて以降、8月16日まではSt. 1, 2, A, 4で1 cells/mL以下で散見されていたが(図9、10)、8月19日に上天草市高戸で300 cells/mLが検出された。8月20日には、St. 1, 2, A, 4, 5, 6, Cにおいて1~223 cells/mLの*Chattonella* spp. が検出され、八代海において広範囲に本種が観察された。その後、*Chattonella* spp. の最高細胞密度は8月27日に210 cells/mL、9月3日に780 cells/mLを記録した。

なお、熊本県海水養殖漁業協同組合の調査で、9月2日に天草市栖本沖で18,600 cells/mL、本センターの調査で、9月5日に上天草市姫戸町牟田沖で13,000 cells/mLが検出された。

その直後、*Chattonella* spp. の細胞密度は急速に減少し、9月10日には最高0.33 cells/mL (St. A) となった。しかし、9月12日に八代海北部で23 cells/mL、9月15日に上天草市姫戸町牟田漁港で2,300 cells/mL、9月17日に御所浦島嵐口埼沖で160 cells/mLが検出され、広範囲で10 cells/mL以上が確認された。その後、9月19日には広範囲で10 cells/mL未満となり、9月21日には一部海域で5 cells/mL未満が確認されるにとどまった。

また、八代海で*Chattonella* spp. が頻繁に認められるようになった8月19日から有明海と八代海の接続海域である三角港のSt. M(図1)における採水調査を開始した。8月19日は2 cells/mLあったが25日の42 cells/mLまで増加した後、27日には5 cells/mLまで減少し、9月3日に484 cells/mLまで再増加した。その後、9日から17日までは5~11 cells/mLが確認されるにとどまり、18日は1 cells/mL、20日以降は未検出となった。

また、8月1日~19日までに有明海で実施された赤潮調査結果によると、有明海北部(諫早湾周辺)において最高8 cells/mL検出されたが、熊本県宇土半島沖では最高で2 cells/mLであり、今回の*Chattonella* spp. 赤潮発生に有明海からの移入の影響は小さかったと考えられた(図11)。

*Karenia mikimotoi* は5月28日~7月22日まで検出され、楠浦湾から御所浦島周辺海域で赤潮が観察され、最高細胞密度は6月18日に楠浦湾の表層(図12)において27,000 cells/mLが観察された。

*Cochlodinium polykrikoides* は6月25日にSt. 6で4 cells/mL、7月9日にSt. 2で43 cells/mLが検出された。熊本県海水養殖漁業協同組合の調査によると、浅海湾で赤潮が観察され、最高細胞密度124 cells/mLを記録した(6月29日、表層)。

*Heterocapsa circularisquama* は本調査では観察されなかった。

*Heterosigma akashiwo* は、4月10日から5月上旬まで八代市鏡町沖海域で赤潮が観察され、最高細胞密度は40,800 cells/mLで(4月10日、表層)であった。

#### (2) 珪藻類の発生状況

珪藻類の細胞密度は調査期間中、最高で34,600 cells/mL(7月16日、St. 4、表層)、6月中旬と7月中旬に、St. 2, A, 4で3,000 cells/mLを超えた。ただし、St. 6、Cにおける珪藻類の細胞密度は調査期間中一貫して1,000 cells/mL未満であった。多くの場合、優占種は*Skeletonema* spp. あるいは*Chaetoceros* spp. であった(図13)が、7月中旬のブルームについては*Thalassiosira* spp. が優占していた。なお、*Chattonella* spp. が赤潮化した8月中旬以降はSt. 2以外の定点で、低調であった。

### 4 *Chattonella* spp. の発生要因

調査の結果から、2019 年夏の *Chattonella* 赤潮の発生と衰退過程は以下のように推察された。

- ・ 8 月中旬：中部を中心に発達
- ・ 8 月下旬：競合種（珪藻類）低調、北部で栄養塩濃度の上昇、低日照
- ・ 9 月上旬：高密度域の拡大⇒栄養塩濃度の低下、衰退
- ・ 9 月中旬：北中部を中心に再び発達
- ・ 9 月下旬：衰退

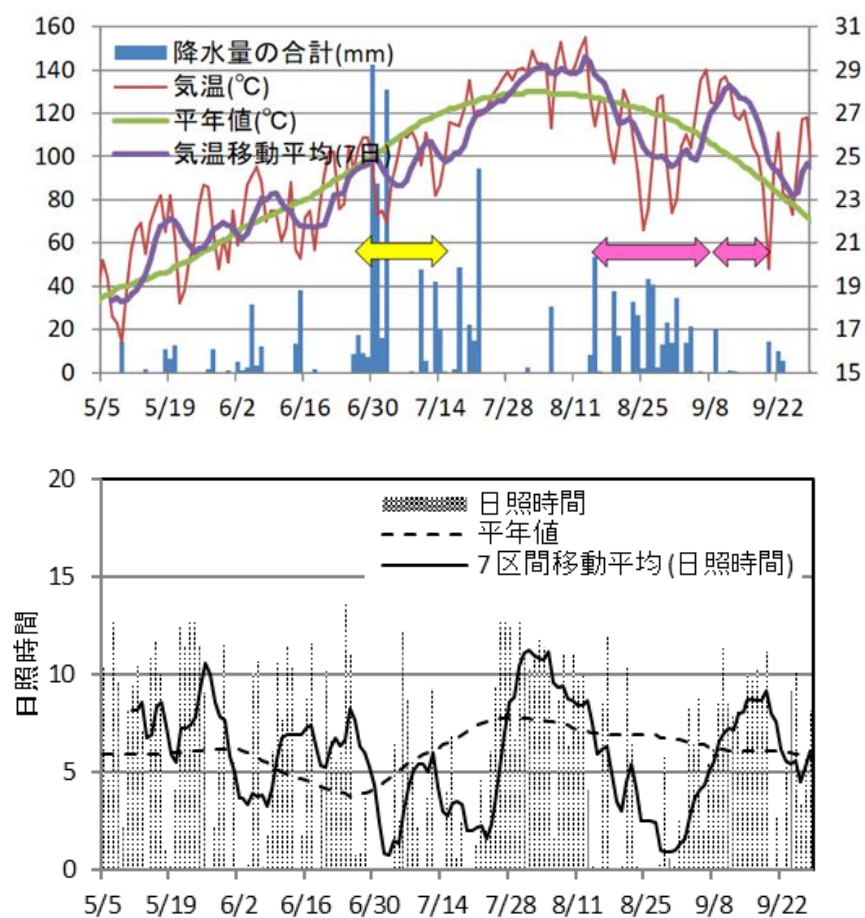
八代海では、*Chattonella* 赤潮の発達や衰退に栄養塩濃度が大きな影響を及ぼすことが知られている（紫加田ら 2011、鬼塚ら 2011）。今年度も 8 月中旬の時点で栄養塩濃度は低かったが、その後、連日の降雨や強風による鉛直混合により上昇し、そのタイミングで *Chattonella* spp. の細胞密度が上昇した。当時、珪藻類は低調であり、栄養塩競合種は不在であった。その後、成層環境下で高密度化した *Chattonella* spp. に栄養塩が消費され、赤潮は衰退した。ほどなくして栄養塩濃度が回復すると、再び *Chattonella* が増殖した。この時の栄養塩は、死滅した *Chattonella* spp. 細胞からの溶出や海面冷却による鉛直攪拌により供給されたものと考えられた。しかし、その後も栄養塩が十分存在する環境下であったものの、海面冷却や台風の通過により成層が崩壊したため赤潮は衰退したと考えられた。

過去において、八代海における *Chattonella* spp. の初期発生には有明海からの個体群の移入が関与する場合があった（北辻ら 2018）。しかしながら、今夏は海峡部調査結果を見る限り、該当しないと判断された。

本研究により、八代海における *Chattonella* spp. の短期的な動態の見通しを立てる上で、八代海における栄養塩濃度の短期変動が重要な判断材料となることが改めて示された。併せて八代海における *Chattonella* spp. の衰退要因は栄養塩以外にも存在することが示唆された。

## 引用文献

- Nakamura Y, Takashima J, Watanabe M. Chemical environment for red tides due to *Chattonella antiqua* in the Seto Inland Sea, Japan Part 1. Growth bioassay of the seawater and dependence of growth rate on nutrient concentrations. *J. Oceanogr. Soc. Jpn.* 1988; 44: 113-124.
- 紫加田知幸, 櫻田清成, 城本祐助, 小山長久, 生地暢, 吉田誠, 大和田紘一. 八代海におけるラフィド藻 *Chattonella antiqua* の増殖および栄養塩との関係. 日本水産学会誌. 2011; 77: 40-52.
- 鬼塚剛, 青木一弘, 清水学, 松山幸彦, 木元克則, 松尾斉, 耒代勇樹, 西広海, 田原義雄, 櫻田清成. (2011). 2010 年夏季に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の短期動態: 南部海域における出現特性. 水産海洋研究. 2011; 75: 143-153.
- 北辻さほ, 紫加田知幸, 鬼塚剛, 青木一弘. 八代海における赤潮発生メカニズムの解析. 平成 29 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業赤潮・貧酸素水塊対策推進事業「九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発」報告書. 九州海域赤潮・貧酸素共同研究機関, 東京. 2018; 32-41.



| 月  | 時期 | 気温    | 降水量   | 日照時間   |
|----|----|-------|-------|--------|
| 5月 | 上旬 | 低い    | 少ない   | 多い     |
|    | 中旬 | かなり高い | 平年並み  | 平年並み   |
|    | 下旬 | 平年並み  | 少ない   | かなり多い  |
| 6月 | 上旬 | かなり高い | 平年並み  | 少ない    |
|    | 中旬 | 低い    | 少ない   | 多い     |
|    | 下旬 | 平年並み  | 平年並み  | 多い     |
| 7月 | 上旬 | 低い    | 多い    | 平年並み   |
|    | 中旬 | 低い    | 平年並み  | かなり少ない |
|    | 下旬 | 平年並み  | 多い    | 平年並み   |
| 8月 | 上旬 | 高い    | 平年並み  | 多い     |
|    | 中旬 | 平年並み  | かなり多い | 少ない    |
|    | 下旬 | かなり低い | かなり多い | かなり少ない |
| 9月 | 上旬 | 高い    | 多い    | 平年並み   |
|    | 中旬 | 高い    | 少ない   | かなり多い  |
|    | 下旬 | かなり高い | 少ない   | 平年並み   |

図2 八代市における気象条件の経日変化及び旬別の平年値との比較。

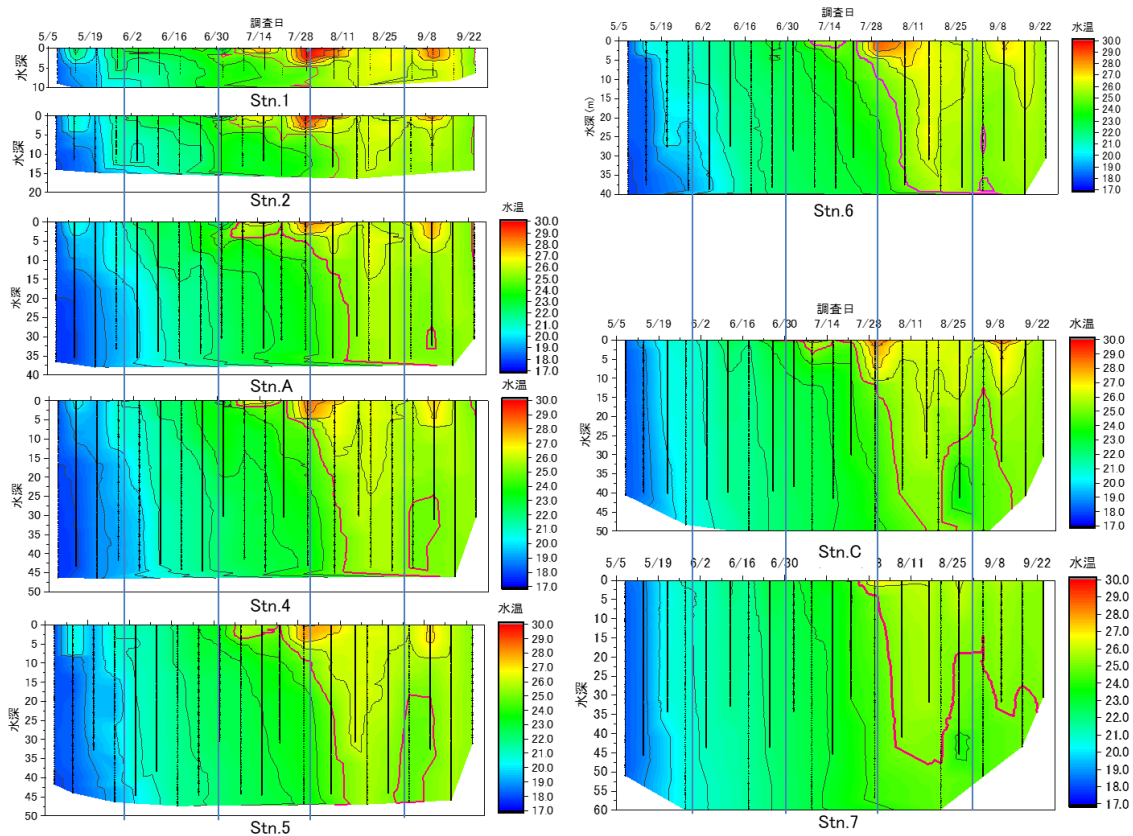


図3 八代海8定点における水温の推移 (ピンク線は25℃).

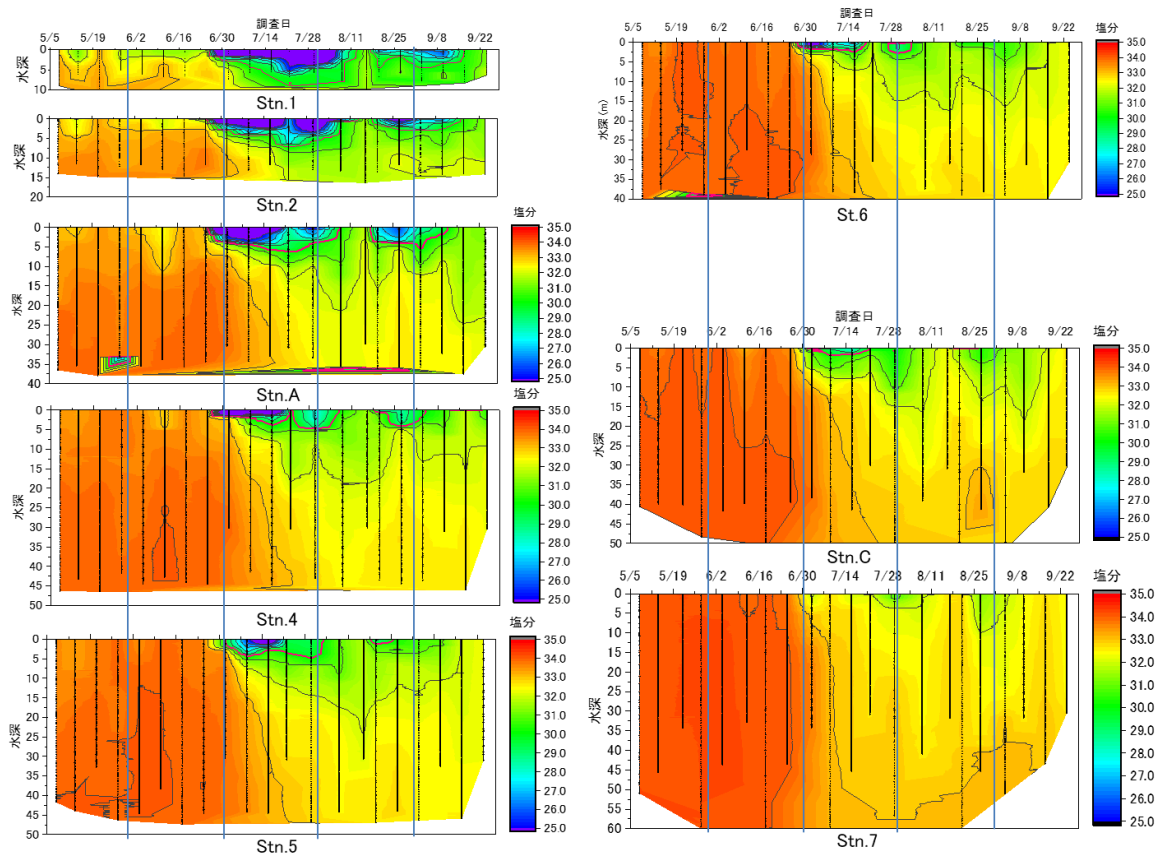


図4 八代海8定点における塩分の推移 (ピンク線：30PSU)

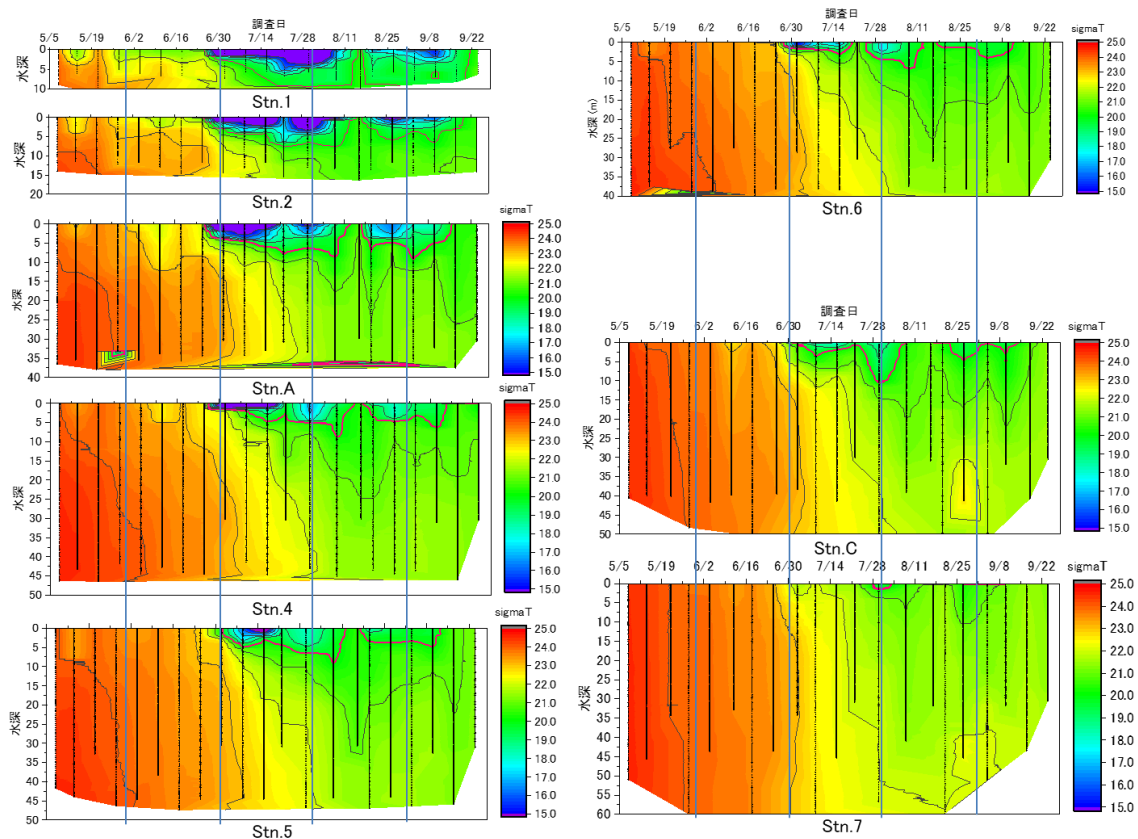


図5 八代海8定点における Sigma-T の推移 (ピンク線 : Sigma-T : 20)

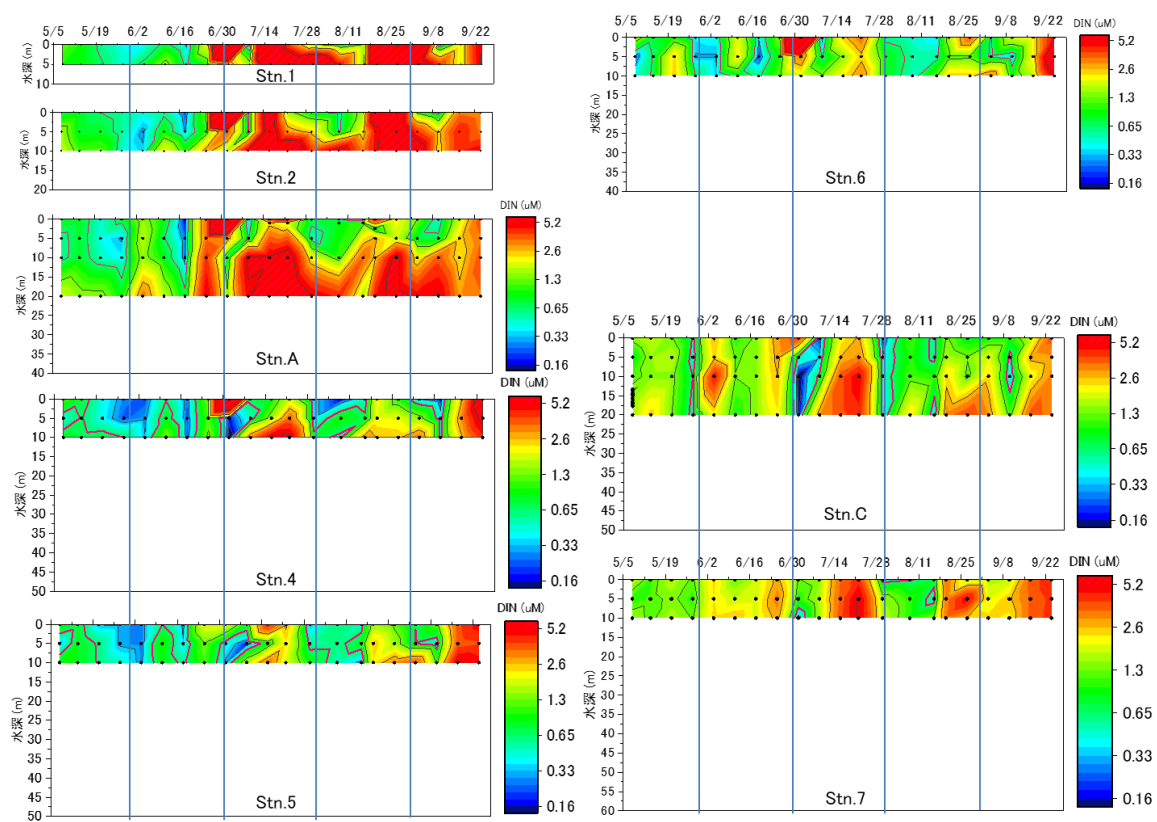


図6 八代海8定点における DIN 濃度の推移 (ピンク線 : 半飽和定数 : 0.65 $\mu$ M).

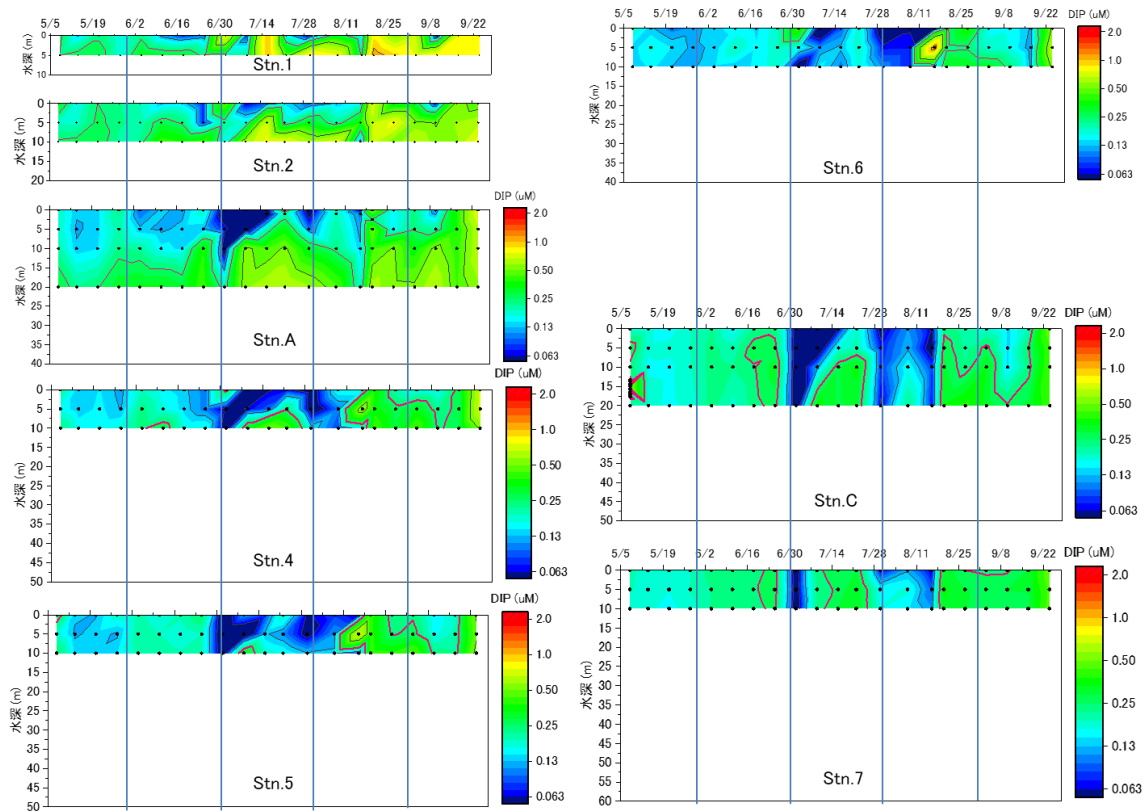


図7 八代海8定点における DIP 濃度の推移 (ピンク線：半飽和定数：0.25 $\mu$ M).

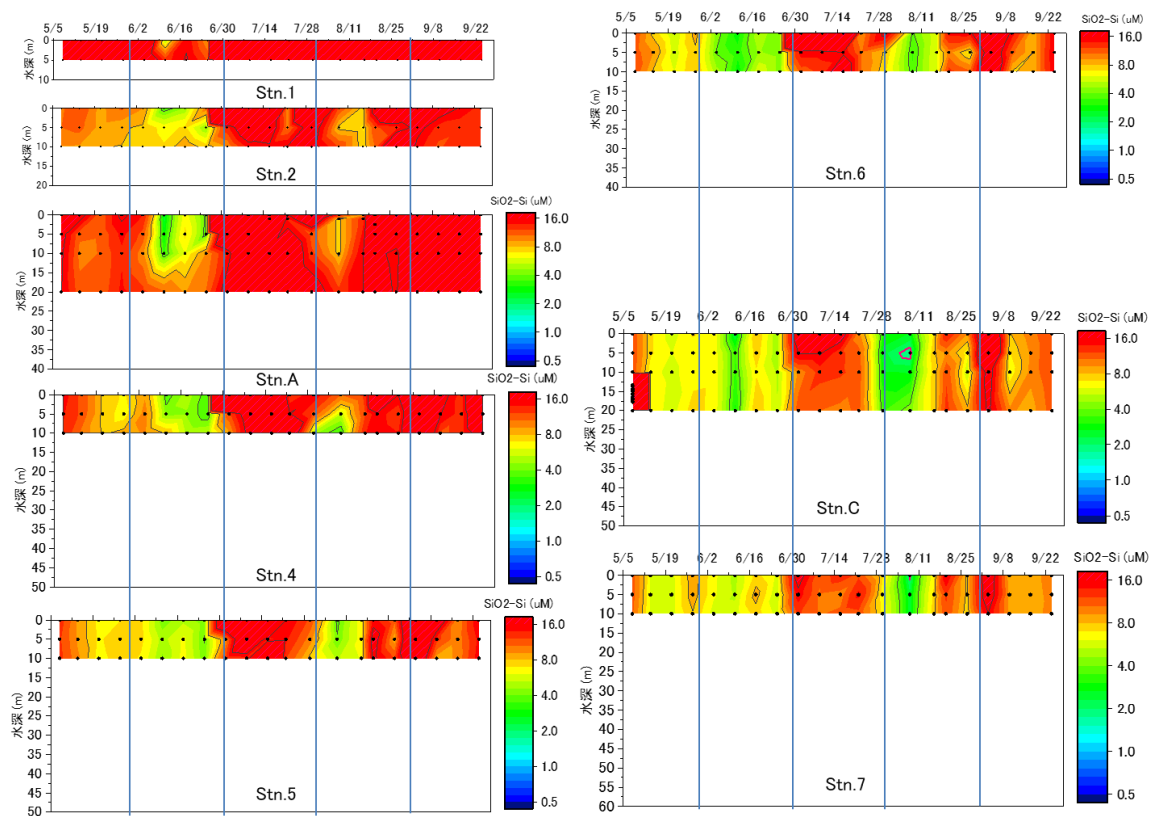


図8 八代海8定点における DSi 濃度の推移 (ピンク線：半飽和定数：2.0 $\mu$ M).

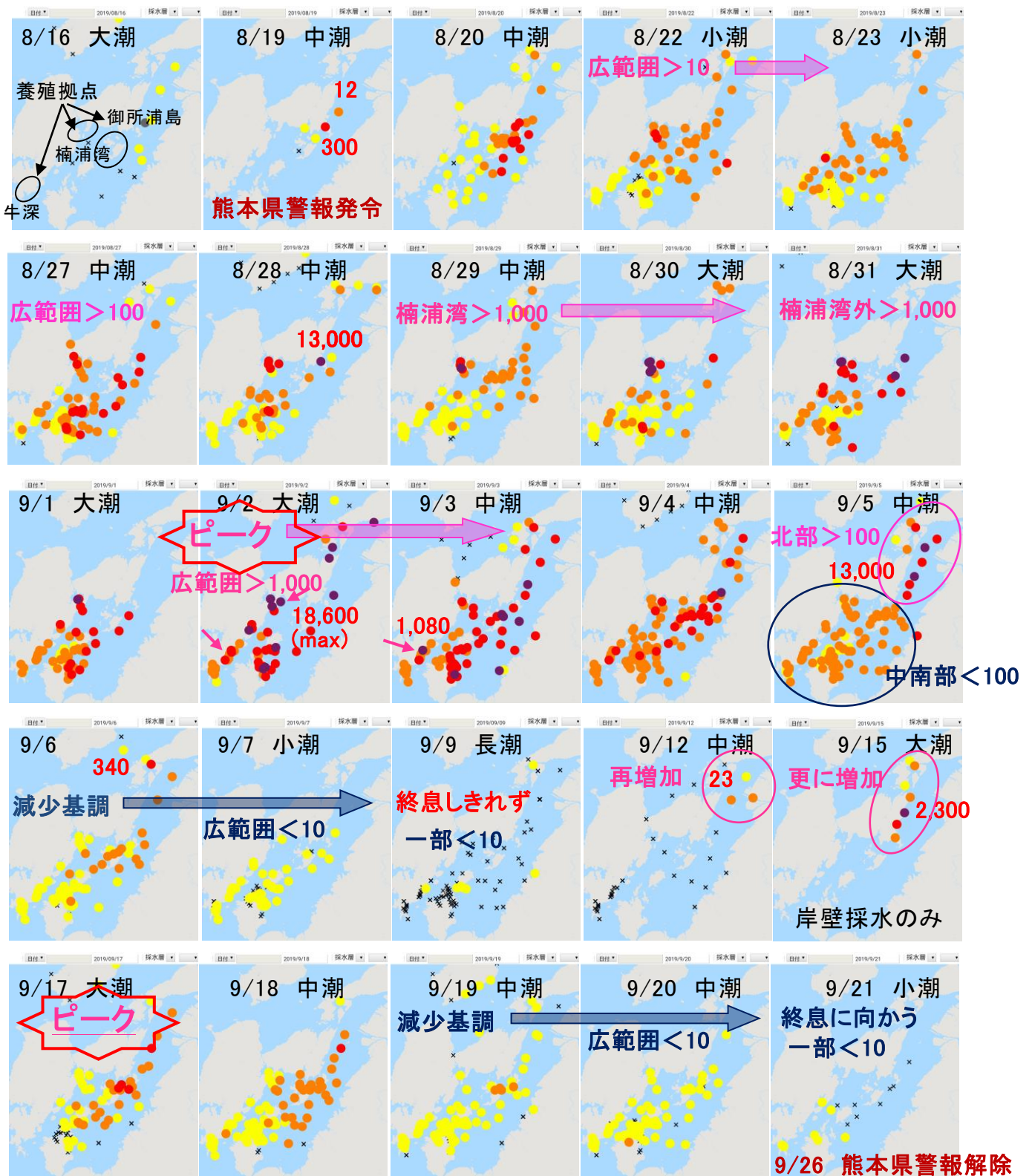


図9 シャットネラ属の分布状況

出典: 赤潮ネット(10月21日時点)

【調査機関】

熊本県水産研究センター、天草市水産研究センター、熊本県海水養殖漁業協同組合  
鹿児島県水産技術開発センター、東町漁業協同組合  
瀬戸内海区水産研究所、西海区水産研究所  
熊本県、鹿児島県の漁業者(自主検鏡)

×0  
●~0.1未満  
●0.1~1未満  
●1~10未満  
●10~100未満  
●100~1000未満  
●1000~  
[細胞/ml]

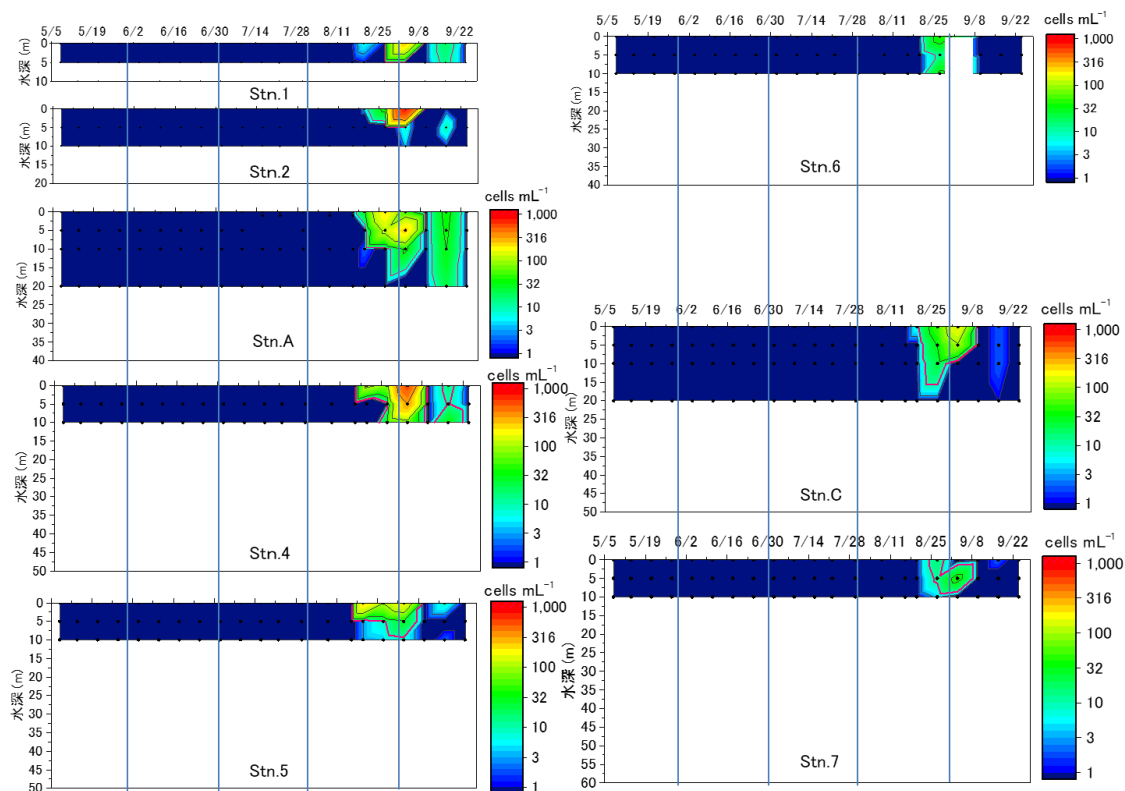


図 1 0 八代海 8 定点における *Chattonella* spp.細胞密度の推移（ピンク線：10cells/mL）.

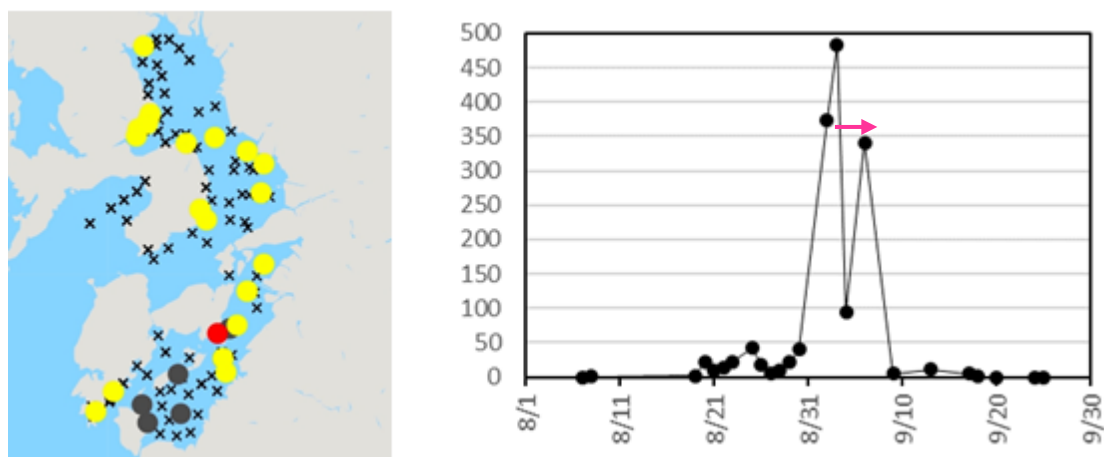


図 1 1 有明海と八代海における 8 月 1 日から 8 月 19 日までの *Chattonella* spp.の発生状況（左図）および 8 月 7 日から 9 月 25 日まで有明海南部と八代海北部の接続海域（三角港）における *Chattonella* spp.細胞密度の推移（右図）.

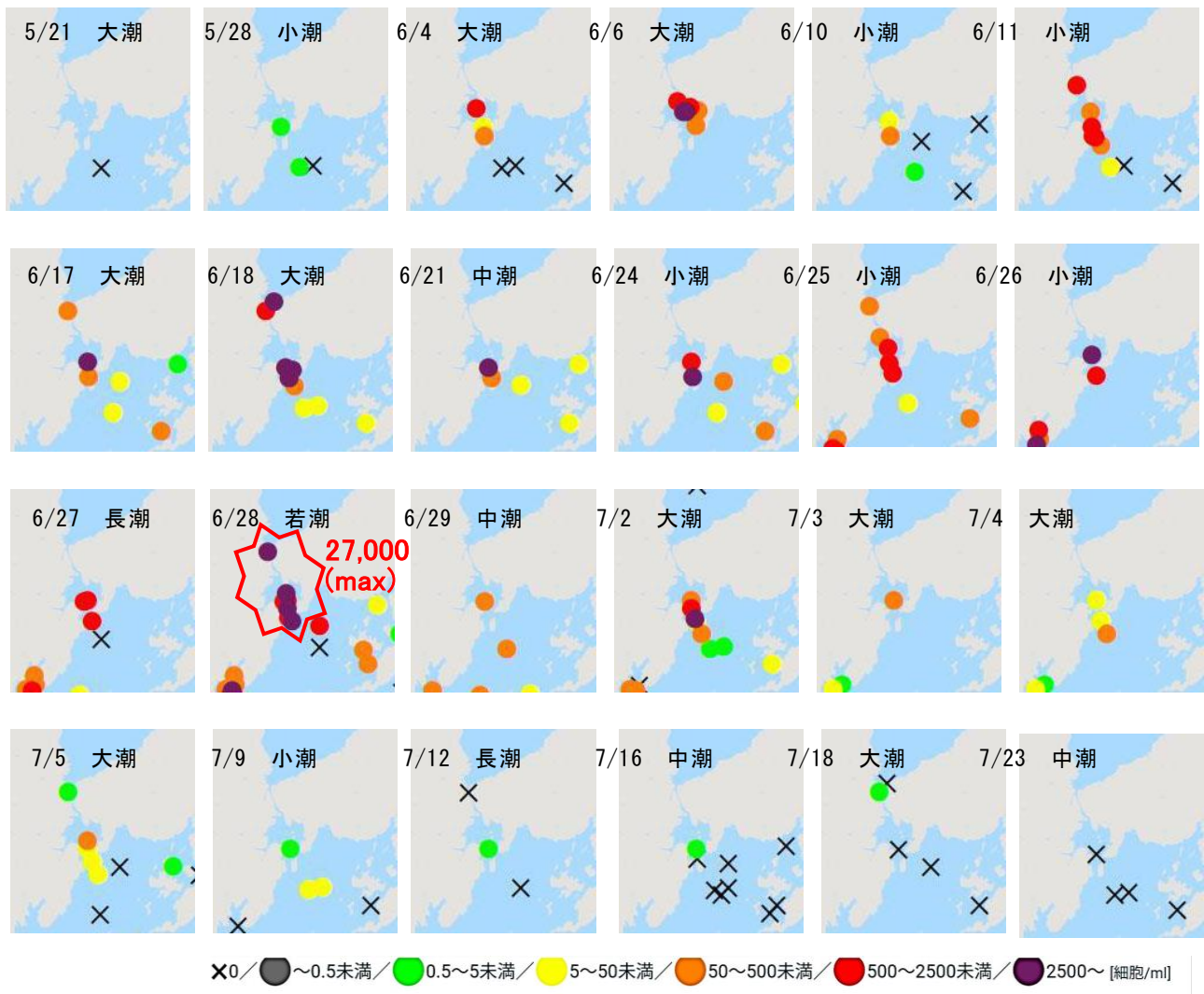


図12 楠浦湾周辺海域のカレニアミキモトイの分布状況(出典:赤潮ネット)  
 調査機関:熊本県水産研究センター、熊本県海水養殖漁業協同組、天草市水産研究センター  
 鹿児島県水産技術開発センター、東町漁業協同組合、瀬戸内海区水産研究所

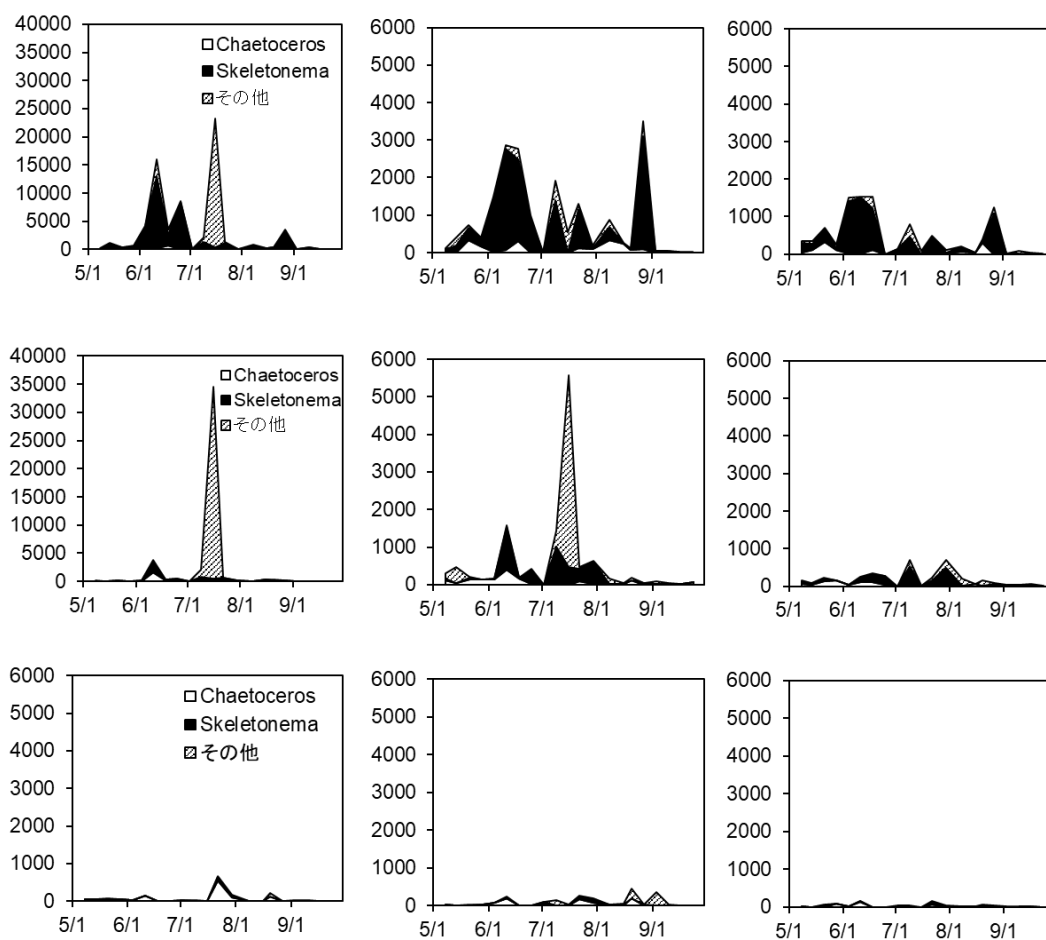


図 1 3 - 1 八代海 (St. 1~6) における珪藻類の推移

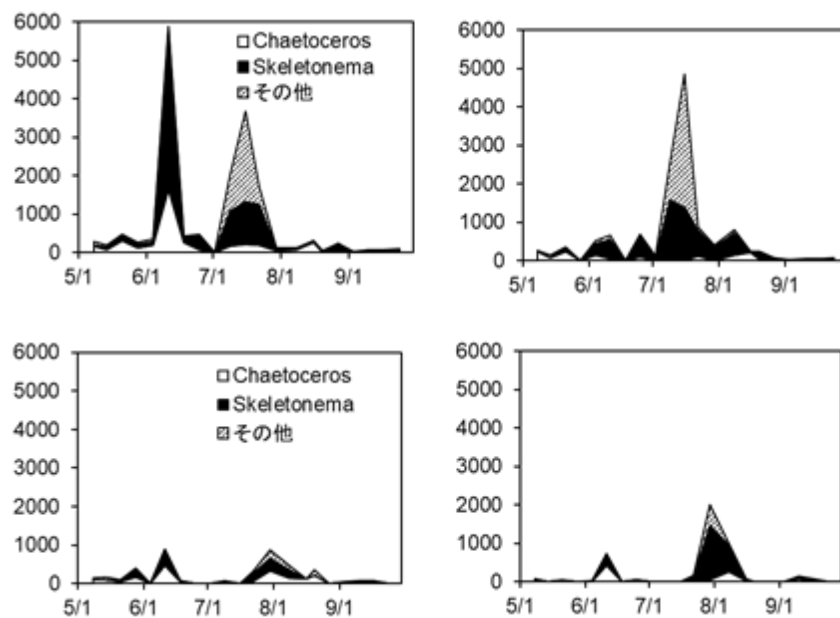


図 1 3 - 2 八代海 (St. A および C) における珪藻類の推移

# 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅰ（単県 平成30(2018)～ 令和2(2020)年度） (優良品種育種試験)

## 緒 言

近年、ノリ養殖は燃油や資材の高騰による生産コストの上昇に加え、採苗・育苗期における海水温の上昇や、海域によっては塩分の低下による葉体の障害の発生、並びに珪藻類の増殖による栄養塩量の減少で色落ち被害が発生する等、様々な環境変化による生産量の減少や品質低下により安定生産が難しい状況となっている。

そこで本試験では、ノリ養殖の安定生産に資することを目的として、現在の漁場環境に適応し、生長や色調等が優れたノリの品種を作出するため、漁場における養殖試験を行った。

## 方 法

- 1 担当者 徳留剛彦、山下博和、向井博比古、増田雄二
- 2 試験方法

熊本市河内地先の支柱漁場で、河内漁業協同組合所属の漁業者に表1に示す試験株を用いた野外採苗と養殖管理を依頼し、10月26日から初摘採前の11月28日までの葉体を適宜採取し検体とした。

試験区および対照区の養殖網から網糸を10cm程度切り取り、着生している葉状体30枚の葉長および色彩色差計で黒み度（ $100 - \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ ）を計測した。

なお、以下で示す統計解析には、R version3.6.1を使用した。

表1 試験区

| 試験区名 | 試験に使用した株の由来および特性                                             |
|------|--------------------------------------------------------------|
| 試験区  | 高水温と低比重による重度の芽流れ被害が生じた平成23年度（2011年度）漁期に採取した葉体から作出した試験株（第2世代） |
| 対照区  | 河内漁業協同組合所属の漁業者が採苗に使用した従来品種であるため、由来および特性は不明                   |

## 結果および考察

### （1）水温

熊本市河内地先の秋芽網期における日平均水温の推移を図1に示す。試験開始時の10月26日は22.9℃であった。その後、23℃を超えるような高水温や、採苗後の水温停滞はなく水温降下した。試験終了時（秋芽網撤去時）の12月26日には14.3℃まで低下した。

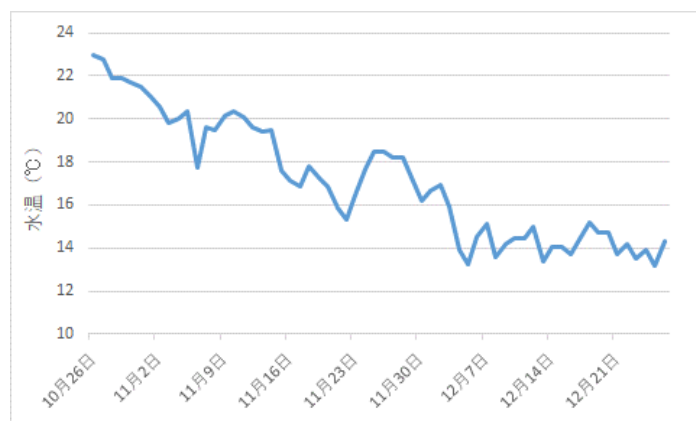


図1 期間中の日平均水温の推移

## (2) 栄養塩

期間中のDINおよびDIPの推移を図2に示す。11月中旬の育苗期までは珪藻類（キートセロス属）の増殖によりDINおよびDIPともに期待値を下回る低栄養塩状態であったが、その後、時化や降雨等により回復し、期待値であるDIN:7.0  $\mu\text{g-at/L}$ 、DIP:0.5  $\mu\text{g-at/L}$ を上回っていた。

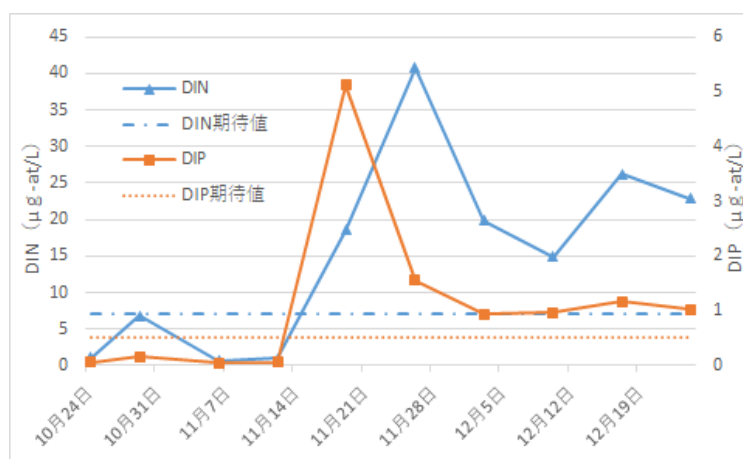


図2 期間中のDINおよびDIPの推移

## (3) 葉長・葉体の形態

11月28日の平均葉長を図3に示す。試験区が84.26mm、対照区が79.65mmであり、生産者が使用する品種と遜色のない生長が確認された。平均葉長は試験区の方が長かったが、有意差（t検定： $P < 0.05$ ）までは確認されなかった。

高水温で見られる形態異常の「くびれ」は、試験区、対照区ともに確認されなかった。これは、採苗日が10月26日と遅く、十分に水温が低下していたことから高水温の影響はなかったためと考えられた。

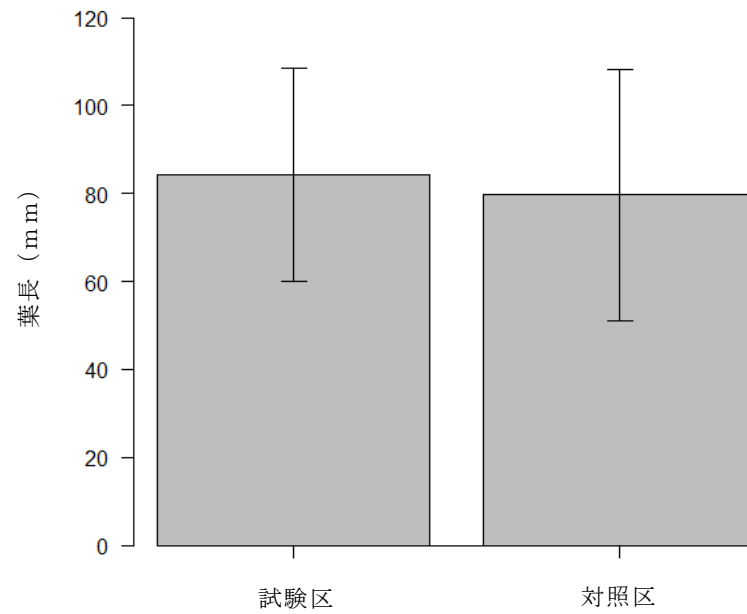


図3 11月28日の葉長（バーは標準偏差）

(4) 色調

11月28日の黒み度は、試験区が46.7、対照区が47.2と黒み度は45以上で、ともに十分な色調を有しており、色調について生産者が使用する養殖品種と遜色ないことが確認された。

# 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅱ（平成 30(2018)～令和 2(2020)年度） (ノリ養殖の概況)

## 緒 言

近年、ノリ養殖においては、採苗・育苗時期の高水温傾向や生産期の珪藻プランクトン増殖等による栄養塩量の減少に伴う色落ちなど、気候や陸域・海域の環境変化等に起因する様々な問題が生じ、生産性がやや不安定になっている。

そのため、今漁期のノリ養殖業の生産状況、海況の経過を整理し、問題点を明らかにすることで、今後のノリ養殖の安定化に向けた技術開発の基礎資料に資する。

## 方 法

- 1 担当者 徳留剛彦、山下博和、向井宏比古、増田雄二
- 2 令和元年度（2019年度）漁期の概要

ノリ養殖に関する情報は、当センターの漁場栄養塩調査や珪藻赤潮調査、海況観測ブイの情報、県北および県南広域本部水産課によって収集された情報、県漁連からの情報、漁業者からの情報および気象庁（熊本地方気象台）の観測資料などを基に取りまとめた。

## 結 果

- 1 令和元年度（2019年度）漁期の概要
- (1) 気象状況

熊本地方気象台の資料を基に、平成31年(2019年)4月から令和2年(2020年)3月までの熊本市の日平均気温、旬別の降水量および日照時間の推移（平年値との比較）を図1に示す。

また、平成27年度（2015年度）～令和元年度（2019年度）の降水量比較を表1に示す。

### ア 気温（図1）

5月及び10月から3月は平年より高く、4月、6月及び9月は平年並み、7月から8月は平年より低く推移した。

今漁期の冬（令和元年（2019年）12月から令和2年（2020年）2月）は、偏西風が北に蛇行し続けたこと、正の北極振動<sup>\*1</sup>が持続したこと及び地球温暖化の影響により、日本では統計開始以降の最も気温の高い記録的な暖冬となった。

### イ 降水量、日照時間（図1、表1）

降水量は、8月、9月、2月及び3月は平年より多く、6月、7月、10月、12月及び1月は平年並み、4月、5月、11月は平年より少なく推移した。

また、時期別の降水量は、4月から9月までは平年の104.1%、10月から3月までは平年の105.1%であった。

日照時間は、4月から6月、11月及び2月は平年より長く10月及び3月は平年並み、7月から9月、12月及び1月は平年より短く推移した。

---

<sup>\*1</sup> 「正の北極振動」とは、北極域の海面気圧が平年より低く、中緯度域の海面気圧が平年より高くなる現象。

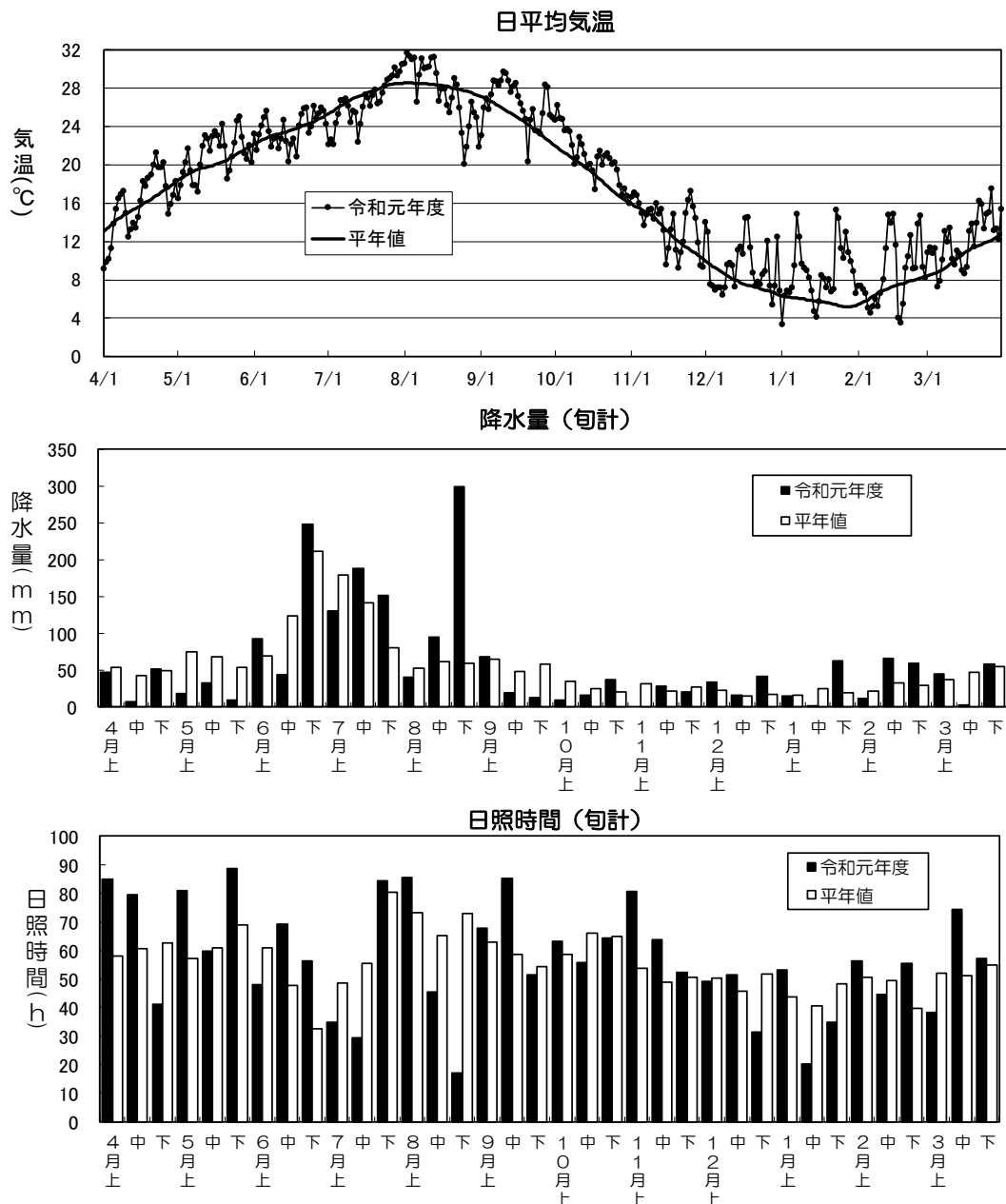


図1 日平均気温、旬別降水量及び日照時間の推移（熊本地方気象台資料：熊本市）

表1 各年度の降水量比較

単位：ミリ

| 年度              | H27   | H28   | H29   | H30   | R1    | 平年値   | R1/平年値 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 年度降水量           | 2,148 | 2,483 | 1,811 | 1,961 | 2,072 | 1,986 | 104.3% |
| 4月～9月（春夏期）      | 1,681 | 1,883 | 1,274 | 1,510 | 1,552 | 1,491 | 104.1% |
| 6月～7月（梅雨期）      | 1,004 | 1,033 | 522   | 663   | 853   | 806   | 105.9% |
| 春夏期－梅雨期         | 683   | 850   | 752   | 847   | 699   | 685   | 102.0% |
| ノリ漁期（10月～翌年3月）  | 467   | 600   | 537   | 451   | 520   | 495   | 105.1% |
| 10月（採苗期）        | 65    | 201   | 196   | 53    | 61    | 79    | 76.8%  |
| 11月（育苗・秋芽前期）    | 136   | 110   | 61    | 58    | 49    | 81    | 60.8%  |
| 12月（秋芽後期・冷凍網前期） | 91    | 106   | 16    | 66    | 91    | 54    | 169.8% |
| 1月（冷凍網前期）       | 70    | 44    | 82    | 24    | 78    | 60    | 129.8% |
| 2月（冷凍網後期）       | 45    | 70    | 51    | 108   | 136   | 83    | 163.3% |
| 3月（冷凍網後期）       | 60    | 70    | 131   | 143   | 105   | 138   | 76.1%  |

「熊本地方気象台資料（熊本市）」

## (2) 海況

熊本県が長洲沖に設置している自動海況観測ブイで観測した、令和元年度(2019年度)漁期中の日平均水温および換算比重の推移を図2に、クロロフィルaの推移を図3にそれぞれ示す。

### ア 水温および換算比重 (図2)

水温は、10月から3月の漁期中、10月中旬を除き、過去10年の平均より高く推移した。また、換算比重は、漁期中、過去10年の平均より高く推移した。

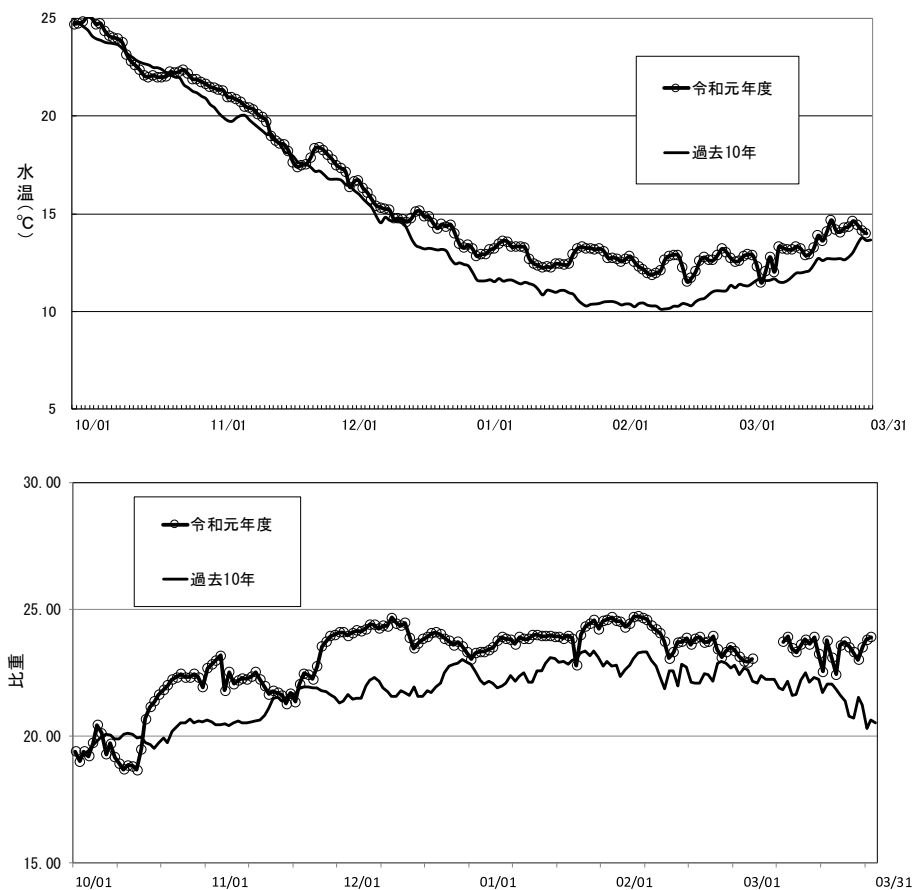


図2 長洲沖の水温・比重の推移

### イ クロロフィルa (図3)

クロロフィルaは、10月下旬から11月上旬および3月中旬から3月下旬に珪藻類等の増殖によって過去10年の平均より高く推移した。

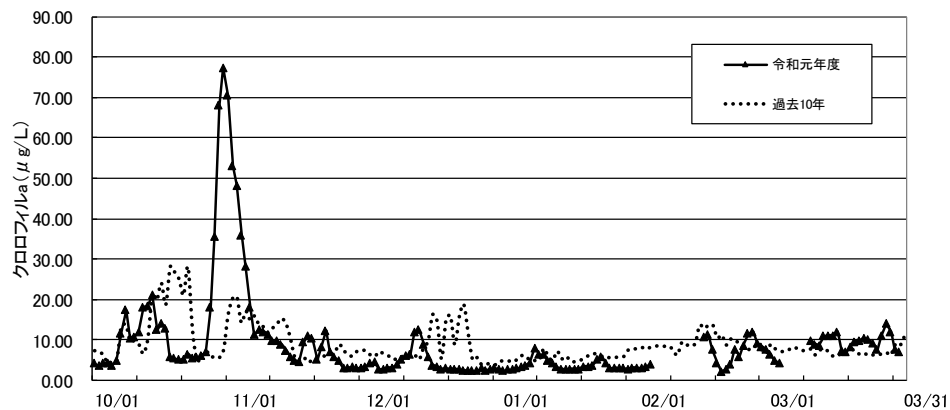


図3 長洲沖のクロロフィルaの推移

## 2 養殖概況

### (1) 採苗期

採苗開始日は、有明海関係三県のり養殖協議会および県内組合長会議において、10月14日以降と決定され、荒尾漁協が10月15日に、その他の地区が10月26日に採苗を行った。

八代海では、10月23日に採苗が行われた。

採苗時の水温は、10月15日が日平均で22.6℃、10月23日が22.3℃、10月25日が22.4℃と適水温（23℃未満）であり、芽付きは適正からやや厚付きであった。

### (2) 育苗期

採苗開始から冷凍入庫開始までの水温は、過去10年平均よりやや高めで推移した。また、11月上旬にキートセロス属等の珪藻赤潮により有明海、八代海ともに一部で葉体の色調低下がみられた。

採苗を早い時期に行った地区では、珪藻赤潮による栄養塩低下の影響を強く受け、色調低下やちぢれ、一部では葉体の流失が起こった。

### (3) 冷凍入庫網の健全度

各漁協に対して実施した冷凍入庫アンケート調査結果によると、有明海では11月20日から入庫が開始され、11月23日～11月26日に入庫のピークを迎え、12月5日で入庫が終了した。前述の育苗期での色調低下により、各地先に合わせた異なる対応（岸よりの漁場への展開、栄養塩回復までの展開見合わせ等）を行い、平年より短い葉長での入庫が行われた。また、珪藻赤潮による低栄養塩への対策として高吊りを行っていた地区では、葉体の生長が遅れたため冷凍入庫が例年より遅れた。

各漁協へのアンケートによる冷凍入庫網の健全度評価割合は、有明海では「良好」が28.7%、「平年並」が55.4%で、「平年より悪い」が15.9%だった。

八代海では、冷凍入庫が行われなかった。

### (4) 秋芽網生産期（10～12月）

#### ア 摘採

有明海では、12月2日から12月26日の一斉撤去完了まで摘採が行われた。育苗期の珪藻赤潮による低栄養塩の影響で基部の細い葉体が見られ、一部漁場で芽流れが確認された。また、11月から12月にかけて河口域漁場を中心にバリカン症が発生した。

八代海では、芽流れにより摘採開始が遅れ、生産に入ったのは12月下旬からであった。

#### イ 病害

有明海では、11月25日に荒尾市地先であかぐされ病が初認され、12月中旬には熊本市地先及び宇土市地先で感染が確認された。また、壺状菌は確認されなかった。

八代海では、あかぐされ病及び壺状菌は確認されなかった。

#### ウ 葉体の色調

有明海では、11月中旬以降、溶存態無機窒素（以降、DIN）及び溶存態無機リン（以降、DIP）は期待値以上で推移し、色調低下は確認されなかった。

八代海においても、12月下旬まで色調低下は確認されなかった。

### (5) 冷凍網生産期（1～4月）

#### ア 摘採

有明海では、冷凍網の出庫は12月29日以降に行われ、支柱漁場の一部では3月下旬まで摘採が行われたが、ほとんどの漁場では3月中旬までの摘採となった。

出庫日の12月29日の日平均水温は13.3℃と、同日の過去10年の平均水温より0.9℃高く、適水温であったことから冷凍戻りは順調だった。出庫後、河川の影響を受けやすい一部漁

場で芽流れが確認された。

八代海では、一斉撤去をせずに生産が継続されたが、2月で生産が終了した。

#### イ 病害

有明海では、1月16日に熊本市地先であかぐされ病、1月22日に玉名市地先で壺状菌が確認され、ともに2月上旬に県内全域で確認された。

壺状菌病は例年より病勢が強く、2月下旬には全域で重度の感染が確認された。

八代海では、1月15日にあかぐされ病が初認され、1月下旬に拡大・重症化した。

#### ウ 葉体の色調

有明海では、2月中旬からスケルトネマ属主体の小型珪藻が増殖し、沖の浮き流し漁場から色調低下が確認された。その後、支柱漁場でも確認され、重症化した。3月中旬にはユーカンピア属赤潮も確認された。

八代海では2月までの終漁までに珪藻類の増殖による栄養塩低下は見られなかったが、葉体の成熟（老化）による色調低下、乾海苔品質の低下が確認された。

### 3 入札結果（図4）

秋芽網生産期の生産状況は、生産枚数が259,490,300枚（前年比122.1%）、生産金額が3,799,710,824円（前年比137.1%）、平均単価が14.64円（前年比1.60円高）であった（図4-1）。

冷凍網期の生産状況は、生産枚数が658,504,250枚（前年比105.4%）、生産金額が8,464,709,585円（前年比105.1%）、平均単価が12.85円（前年比0.04円安）であった（図4-2）。

秋芽網生産期および冷凍網生産期を通じての生産状況は、生産枚数が917,994,550枚（前年比109.6%）、生産金額が12,264,420,409円（前年比113.3%）、平均単価が13.36円（前年比0.43円高）となり、平成20年度（2008年度）以降では2番目の生産金額となった。

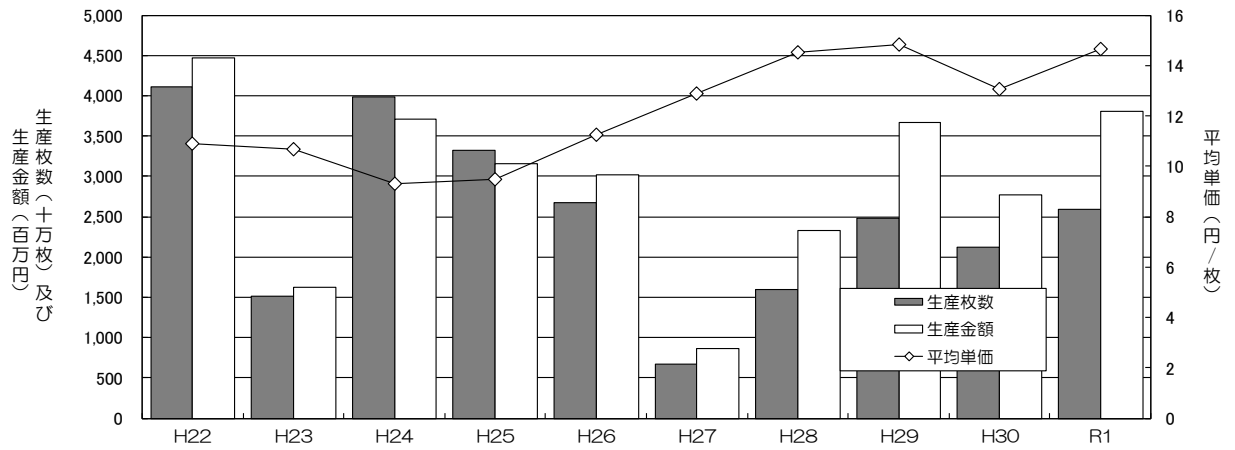


図4-1 秋芽網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

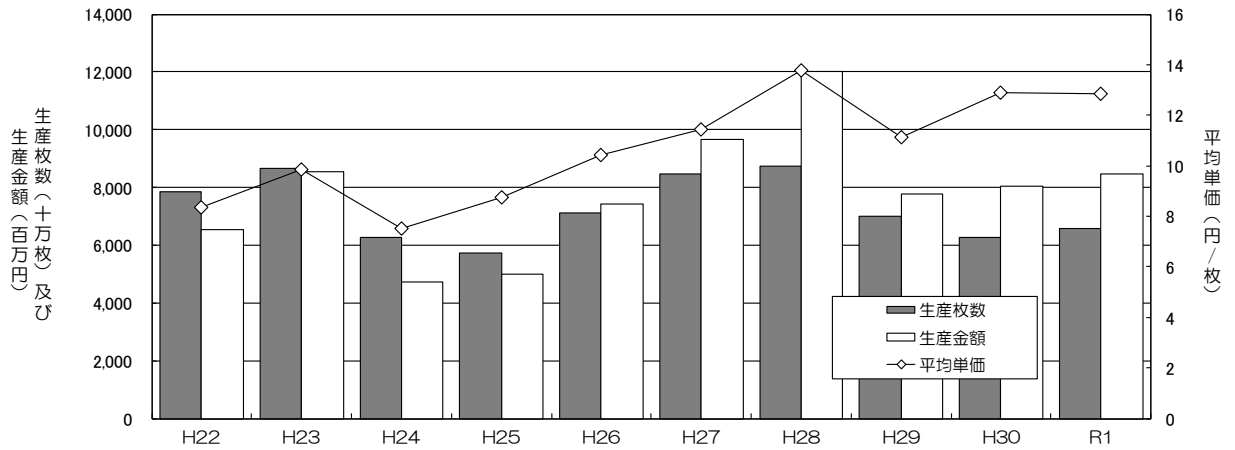


図4-2 冷凍網生産期の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

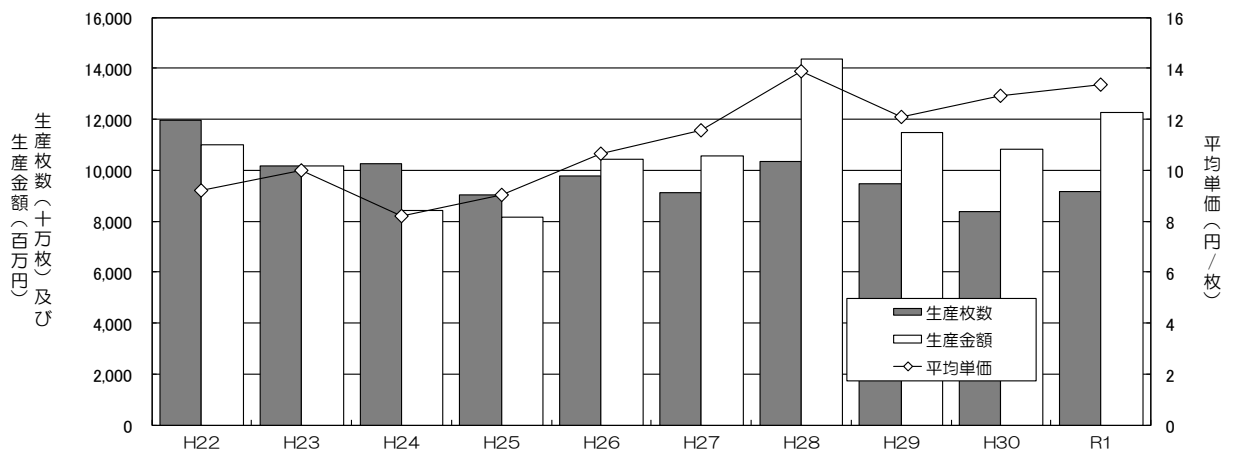


図4-3 漁期別(秋芽網期+冷凍網期)の生産状況の推移(全海苔共販分を含む)

# 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅲ（国庫委託 JV 平成 30(2018)～令和 3(2021)年度）

## （野外培養試験による育種素材の高水温耐性調査）

### 緒 言

近年のノリ養殖は、採苗・育苗期における海水の高水温化や珪藻プランクトンの増殖による栄養塩量の減少で色落ち被害が発生する等、様々な環境変化による生産量の減少や品質低下がみられ、安定生産が難しい状況となっている。このため、高水温耐性等の新たな品種開発が求められている。

本事業は、高水温耐性の育種素材を、養殖漁場と類似し安定的な環境で栽培ができる野外水槽で培養し、高水温耐性を確認するとともに、さらに選抜を進めることを目的とする。

なお、本試験は、国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所等との共同研究機関(JV)による国庫委託事業であり、成果については「平成 31 年度 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発委託事業報告書（令和 2 年(2020 年)3 月 ノリ養殖技術開発共同研究機関）」にて報告した。

### 方 法

- 1 担当者 徳留剛彦、山下博和、向井宏比古、増田雄二
- 2 試験方法

試験株は、国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所が、農林水産技術会議の委託プロジェクト研究（平成 25～29 年度（2013～2017 年度））で開発した育種素材の 2 株（4C 及び 6C）、育種素材の元株（アオクビ）および全国標準株（U51）の 4 株を使用した。

これらの株を 4 月から 9 月にかけて熊本県上天草市の熊本県水産研究センターでカキガラ糸状体培養を行った後、9 月下旬～10 月上旬に、4.5m×1.8m の養殖網に室内採苗し、幼芽が 2 細胞に生長するまで屋内培養した。

屋外培養は、10 月 8 日に熊本県水産研究センターの 50m<sup>3</sup> 角形水槽 1 基に 4 株を展開した。培養期間中は、表 1 に示した屋島培地を適宜添加し、併せて日中 30 分～1 時間程度干出を行った。なお、換水率は 0.14 回転/日とした。

表 1 屋島培地組成（海水 1 t あたり）

| 硫酸アンモニウム | 過リン酸石灰 | 尿素   | クレワット 32 |
|----------|--------|------|----------|
| 100 g    | 15 g   | 50 g | 5 g      |

また、適水温での試験株の生長特性を把握するため、10 月 17 日から翌年 1 月 8 日まで、上述の条件下で培養を行い、生長特性把握試験を行った。なお、以下で示す統計解析には、R version3.6.1 を使用した。

#### （1）水温及び比重

培養期間中、水温は測定間隔を 1 時間に設定したデータロガー（HOB0 社製）で測定し、比重は 1 日 1 回比重計で測定した。

#### （2）ノリ葉状体調査

##### ア 高水温耐性試験

11 月 3 日に各株の試験網から 30 個体を採取し、高水温時の障害として葉体にみられる「くびれ」の計数と葉長を測定した。

##### イ 生長特性把握試験

培養期間中、適宜サンプリングを行い、葉長・葉幅を計測し、葉体面積推定値を算出した。

## 結果および考察

### 1 水温及び比重

各水槽の日平均水温の推移を図 1 に、比重の推移を図 2 に示す。

試験を開始した 10 月 8 日は日平均水温 24℃を超えていたが、翌日以降、水温が 24℃以下に低下した。なお、10 月 15 日および 16 日は、培養水槽内に緑藻が著しく繁茂したため、試験網を別水槽に移し水槽清掃を行ったため欠測となっている。

比重については、期間中に少量の降雨はあったものの、培養水槽内の極端な比重の低下は確認されなかった。

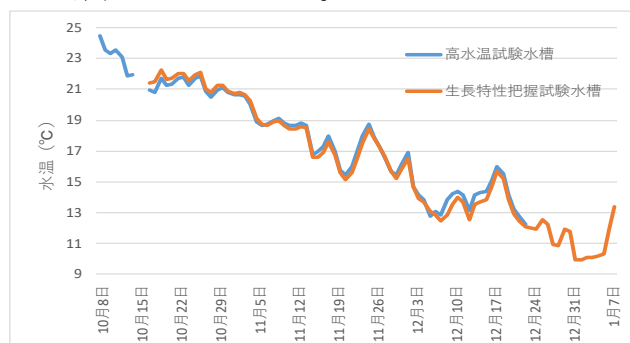


図 1 各水槽の日平均水温の推移

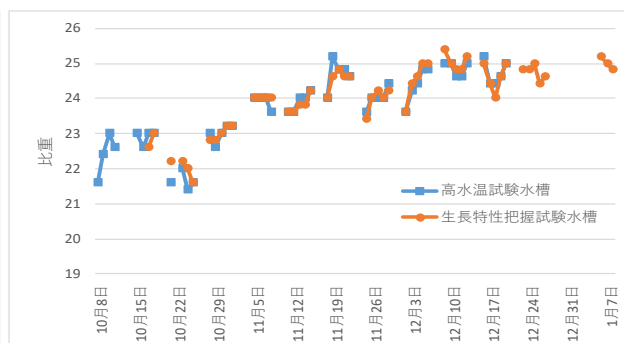


図 2 各水槽の比重の推移

### 2 ノリ葉状体調査

#### (1) 高水温耐性試験

各株の平均くびれ数を図 3 に、アオクビに対する相対くびれ数を表 2 に示す。平均くびれ数は、少ないものから 4C、アオクビ、U51、6C の順であった。また、4C はアオクビに対する相対くびれ数が 1 未満であった。一方、6C は、元株であるアオクビよりもくびれが多かった。しかし、分散分析 (Kruskal-Wallis 検定) の結果、株間のくびれ数に有意差 ( $p < 0.05$ ) は確認されなかった。

本年度の試験では昨年度の試験と同様に 4C が最も相対くびれ数が少なかったものの、有意差は確認されなかった。図 4 に試験開始からの水温推移 (25 時間移動平均) を示す。

試験開始後 5 日間の 25 時間移動平均水温が、昨年は 25℃台であったが、今年度は試験開始翌日には、24℃を下回ったことから、高水温障害が発生する水温に暴露されなかったため、くびれ数に有意な差が検出されなかったと考えられた。

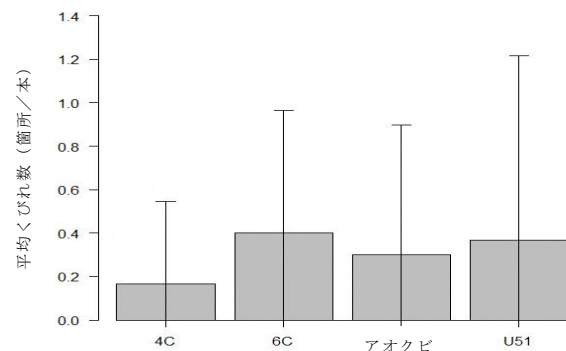


図 3 各株平均くびれ数 (エラーバーは標準偏差)

表 2 アオクビに対する相対くびれ数

|                         | U51  | 4C   | 6C   | アオクビ |
|-------------------------|------|------|------|------|
| 平均くびれ数<br>(個/個体)        | 0.37 | 0.17 | 0.40 | 0.30 |
| 相対くびれ数<br>(各株平均÷アオクビ平均) | 1.22 | 0.56 | 1.33 | 1.00 |

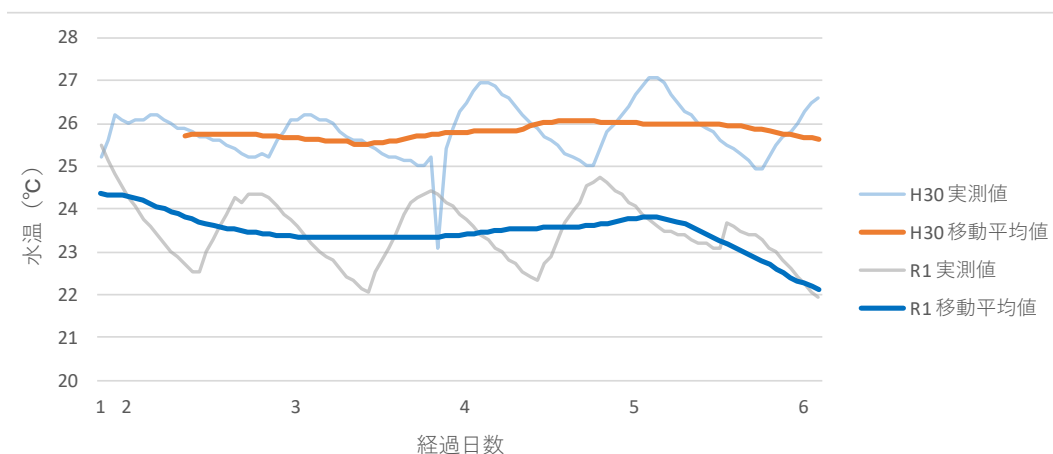


図 4 試験開始からの水温推移（25 時間移動平均）

11 月 3 日に測定した平均葉長を図 5 に示す。6C (3.67mm)、U51 (3.50mm)、4C (2.97mm) 及び アオクビ (2.68mm) の順に生長しており、分散分析 (Tukey の多重比較) の結果、それぞれ株間で有意差 ( $P < 0.05$ ) はなかった。

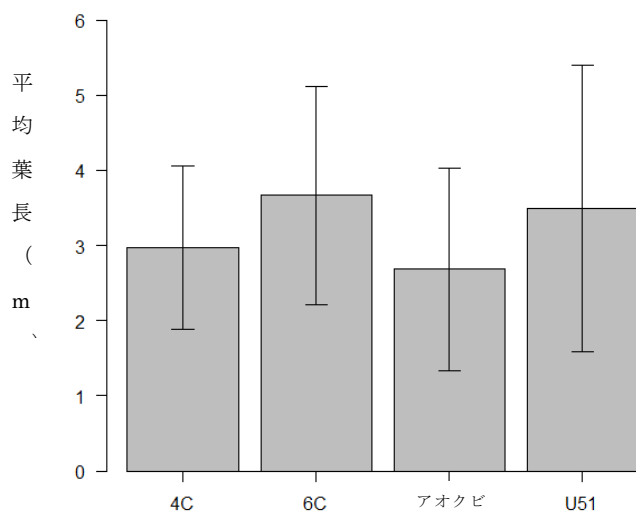


図 5 各株の葉長（エラーバーは標準偏差）

## (2) 生長特性把握試験

生長特性把握試験の葉長、葉幅の推移を図 6 および図 7 に示す。1 月 8 日の葉長の測定結果では、アオクビ (278.1mm)、U51 (272.8mm)、4C (228.2mm) および 6C (220.3mm) の順に生長しており、葉幅は U51 (57.6mm)、4C (47.7mm)、アオクビ (31.3mm) および 6C (30.7mm) の順に生長していた。

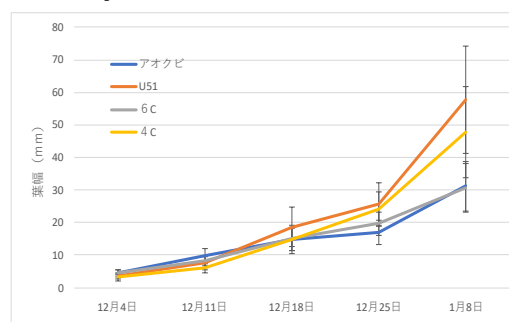
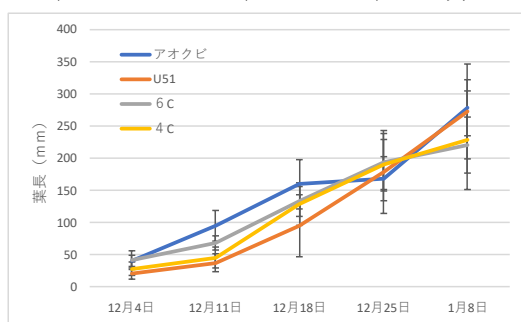


図 6 各株の葉長の推移（エラーバーは標準偏差） 図 7 各株の葉幅の推移（エラーバーは標準偏差）

1月8日に測定した葉長・葉幅（図8）および測定した葉長と葉幅から、推定葉体面積（葉長×葉幅×0.7）を算出した。（図9）

平均推定葉体面積は、U51 (113.9 cm<sup>2</sup>)、4C (79.9 cm<sup>2</sup>)、アオクビ (61.7 cm<sup>2</sup>) 及び 6C (48.4 cm<sup>2</sup>) の順に生長した。分散分析（Tukey の多重比較）の結果、6C は 4C 及び U51 に対して有意差（ $P < 0.05$ ）があり、4C は 6C 及び U51 に対して有意差（ $P < 0.05$ ）があったが、元株であるアオクビとは 6C、4C とともに有意差（ $P < 0.05$ ）は確認できなかった。

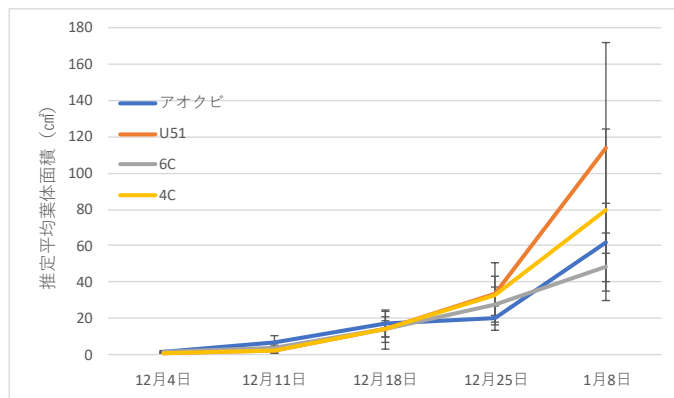


図8 各株の推定平均葉体面積の推移  
（エラーバーは標準偏差）

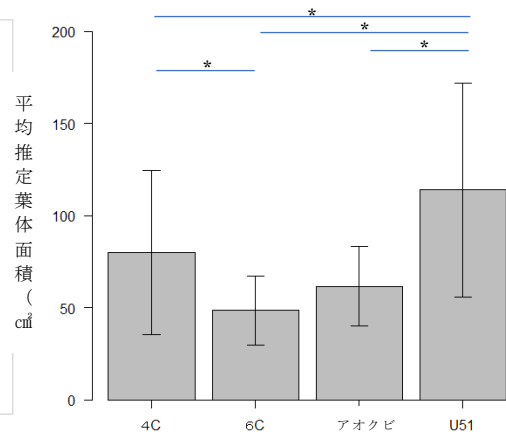


図9 各株の平均推定葉体面積  
（エラーバーは標準偏差）

アスタリスクは有意差があることを示す

# 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅳ（国庫委託 JV 平成 27(2015)～ 令和 3(2021)年度）

## （二枚貝の養殖等を併用したノリ養殖技術の開発）

### 緒 言

熊本県地先有明海及び八代海のノリ養殖漁場では、早期の色落ちが頻繁に発生し、ノリ養殖業の経営のみならず、地域経済に深刻な打撃を与えている。ノリの色落ち主因は栄養塩不足であり、ノリと栄養塩を競合する珪藻赤潮の発生に起因している。

本事業は、これら珪藻を餌料として利用する二枚貝養殖が漁場の栄養塩循環と珪藻類の発生に与える効果を明らかにすることを目的として試験を行った。

なお、本試験は、国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所等との共同研究機関（JV）による国庫委託事業であり、成果については「平成 31 年度 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発委託事業報告書（令和 2 年(2020 年)3 月 ノリ養殖技術開発共同研究機関）」にて報告した。

### 方 法

1 担当者 徳留剛彦、山下博和、向井宏比古、増田雄二

2 試験方法

（1）環境調査

ア 連続観測熊本県八代市地先（図 1）の鏡町漁業協同組合所属の漁業者が行っている垂下式のマガキ養殖筏（20m×10m）に多項目水質計（JFE アドバンテック社製）を設置し、水深 1m における水温、塩分およびクロロフィル a の 24 時間連続観測を 10 月から 1 月にかけて行った。

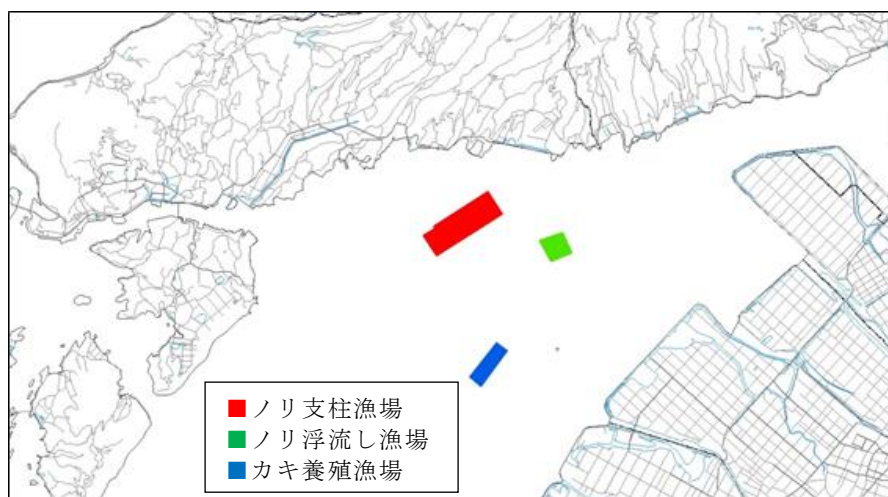


図 1 マガキ養殖筏及び養殖ノリ漁場の位置

イ 水質観測

12 月から 1 月にかけて、養殖筏の水深 0m 及びマガキ養殖が行われている水深 2m 層の採水を行い、溶存無機態窒素（以下「DIN」という。）及び溶存無機態リン（以下「DIP」という。）を測定した。また、10 月から 1 月にかけてクロロテック（JFE アドバンテック社製）を用いてクロロフィル a の鉛直観測を行った。

（2）マガキ生育状況調査

養殖筏から、12月から1月に計4回、30個ずつマガキを取り上げ、湿肉重量を測定した。

### (3) マガキ養殖筏におけるクロロフィルaの収支

12月から1月に2回、養殖筏の St. 1～St. 5 にクロロフィル濁度計を、St. 1、St. 2、St. 4 および St. 5 に流向流速計を設置し（図 2）、15 日間の連続観測を行い、得られたデータ（表 1）から図 3 によりマガキ養殖筏における1時間あたりのクロロフィルaの収支を算出した。

なお、流向流速計の観測値のうち、潮上より潮下の流速値が高く、その差がその二点の平均流速値の1割以上大きい場合は、異常値としてクロロフィルaの収支計算から除外した。

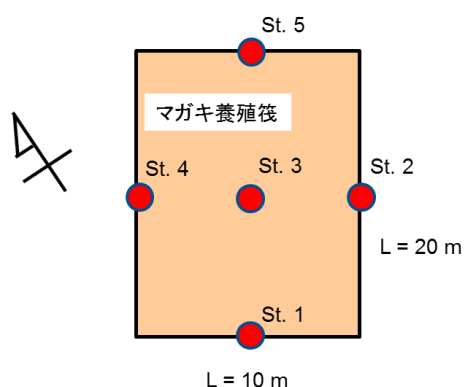


図 2 クロロフィル濁度計及び流向流速計の設置位置

$$d(CV)/dt = (\text{Flux}_{\text{in}} - \text{Flux}_{\text{out}}) + R$$

C: クロロフィル濃度      V: 養殖容積

$$\text{Flux}_{\text{in}} = C_{\text{in}} (\mu\text{g/L} = \text{mg/m}^3) * u_{\text{in}} (\text{水平流束: m/h}) * A : \text{断面積} (\text{m}^2)$$

$$\text{Flux}_{\text{out}} = C_{\text{out}} (\text{mg/m}^3) * u_{\text{out}} (\text{m/h}) * A (\text{m}^2)$$

※ $C_{\text{in}}$ 、 $C_{\text{out}}$ 、 $u_{\text{in}}$ 、 $u_{\text{out}}$  は、データから1時間の平均値を算出。  
 ※ $u_{\text{in}}$ 、 $u_{\text{out}}$  は、流向流速計のデータをベクトル分解して算出。  
 R(※): 養殖容積でのマガキによる、クロロフィル取り込み量 ( $\text{mg/m}^3/\text{h}$ )  
 ※R は養殖量、濾水量、クロロフィル値、マガキ乾燥肉重量から算出。

図 3 クロロフィルaの収支の算出方法

表 1 クロロフィルaの収支に用いた観測値

| 期間               | マガキ     |               | 平均水温<br>(°C) | 養殖断面積       |             |
|------------------|---------|---------------|--------------|-------------|-------------|
|                  | 養殖個数    | 湿肉重量<br>(g/個) |              | 長辺方向<br>(㎡) | 短辺方向<br>(㎡) |
| 12月21日から<br>1月4日 | 約17,000 | 22.4          | 12.9         | 100         | 50          |
| 1月21日から<br>1月28日 | 約14,000 | 20.3          | 12.5         |             |             |

| 期間               | 中央                            | 長辺方向           |                               |                |                               | 長辺方向           |                               |                |                               |
|------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
|                  | St. 3                         | St. 1          |                               | St. 5          |                               | St. 2          |                               | St. 4          |                               |
|                  | Chl. a<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 流速<br>(cm/sec) | Chl. a<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 流速<br>(cm/sec) | Chl. a<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 流速<br>(cm/sec) | Chl. a<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 流速<br>(cm/sec) | Chl. a<br>( $\mu\text{g/L}$ ) |
| 12月21日から<br>1月4日 | 2.2                           | 19.2           | 1.7                           | 21.2           | 2.0                           | 20.9           | 1.9                           | 21.5           | 2.2                           |
| 1月21日から<br>1月28日 | 2.0                           | 22.2           | 1.9                           | 20.7           | 1.8                           | 25.6           | 1.7                           | 25.1           | 1.8                           |

#### (4) ノリの黒み度による色落ちの評価

河内漁業協同組合の生産者から購入したノリ網を、熊本県水産研究センターにおいて貧栄養状態にした陸上水槽で培養し、重度の色落ちノリ試験網（以下「色落ち網」という。）を作出した。

色落ち網と色落ち操作を行わない正常ノリ試験網（以下「正常網」という。）を、1月9日から17日と1月17日から24日の2回、熊本県八代市地先のマガキ養殖筏（試験区）に張り込み、1週間の試験養殖を行なった。試験終了後、各試験区から葉体を30枚ずつ採取し、色彩色差計（コニカミノルタ社製）で測定してL\*値、a\*値及びb\*値から黒み度（ $100 - \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$ ）を算出し、表2により色落ちの評価を行なった。また、熊本県宇城市三角地先（図1）のノリ生産者の支柱式及び浮き流し式養殖ノリ（以下「対照区」という。）についても、黒み度による色落ち評価を行い、試験区と比較した。

表2 黒み度による色落ちの評価

| 黒み度 | 45以上 | 45未満<br>～35 | 35未満<br>～30 | 30未満<br>～25 | 25未満 |
|-----|------|-------------|-------------|-------------|------|
| 評価  | 正常   | 軽度          | 中度          | 重度          | 生産不能 |

### 結果および考察

#### (1) 環境調査

##### ア 連続観測

水温、塩分及びクロロフィルaの推移を図4に示す。期間中の水温、塩分及びクロロフィルaは、それぞれ22.7℃～11.6℃、25.6～33.7及び1.1～5.8μg-at/Lで推移した。観測期間中に、昨年度見られたようなクロロフィルaの顕著な上昇は見られなかった。

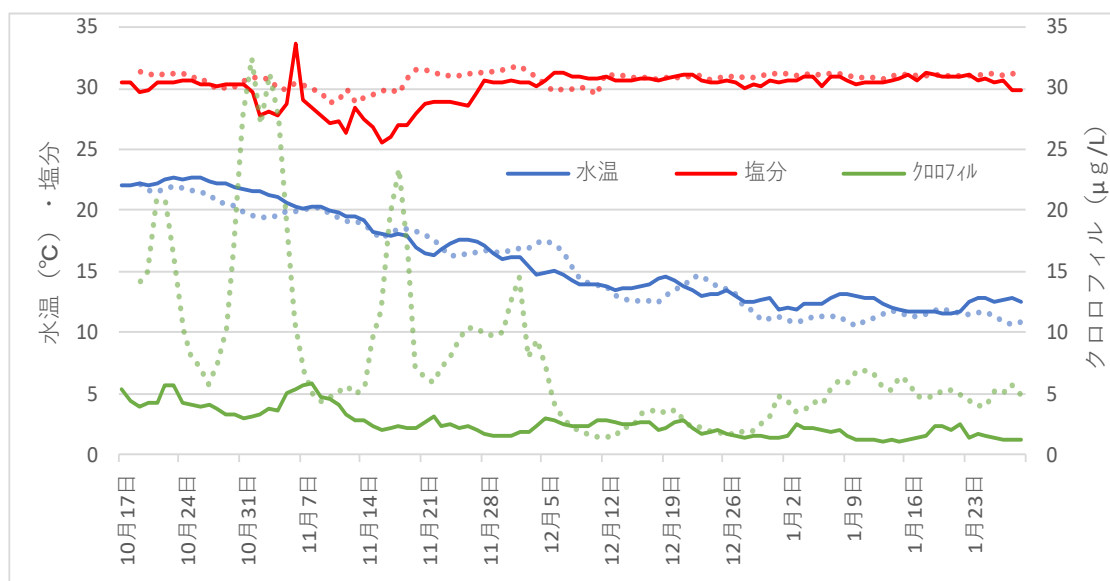


図4 マガキ養殖筏の水深1mの水温、塩分及びクロロフィルaの推移

※点線はH30観測値

## イ 水質観測

### (ア) DIN 及び DIP

マガキ養殖筏における表層及び水深 2m の DIN 及び DIP の推移を図 5 に示す。

表層の DIN および DIP は、それぞれ  $7.6 \sim 18.3 \mu\text{g-at/L}$  および  $0.5 \sim 0.7 \mu\text{g-at/L}$  で推移し、水深 2m の DIN および DIP は、それぞれ  $6.5 \sim 14.4 \mu\text{g-at/L}$  および  $0.3 \sim 0.7 \mu\text{g-at/L}$  で推移した。表層および水深 2m の DIN 及び DIP は、概ねノリ養殖で栄養塩の期待値 (DIN: $7.0 \mu\text{g-at/L}$ 、DIP: $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ) を上回っており、栄養塩環境は良好であった。

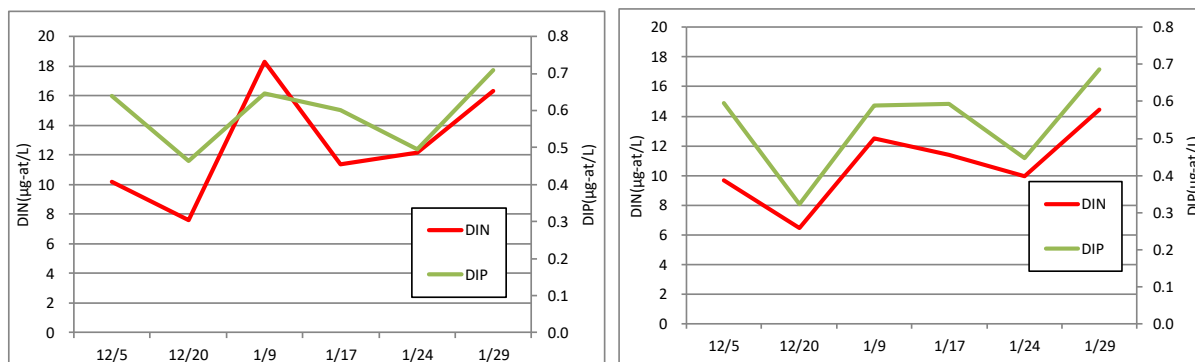


図 5 表層（左）及び水深 2m（右）の DIN 及び DIP の推移

### (イ) クロロフィル a

マガキ養殖筏における表層および水深 2m のクロロフィル a の推移を図 6 に示す。

表層は、 $0.6 \sim 5.2 \mu\text{g/L}$  で推移し、水深 2m は、 $1.2 \sim 6.0 \mu\text{g/L}$  で推移した。表層および水深 2m とともに、10 月中旬は高かったが、11 月から 1 月の期間は低く推移した。

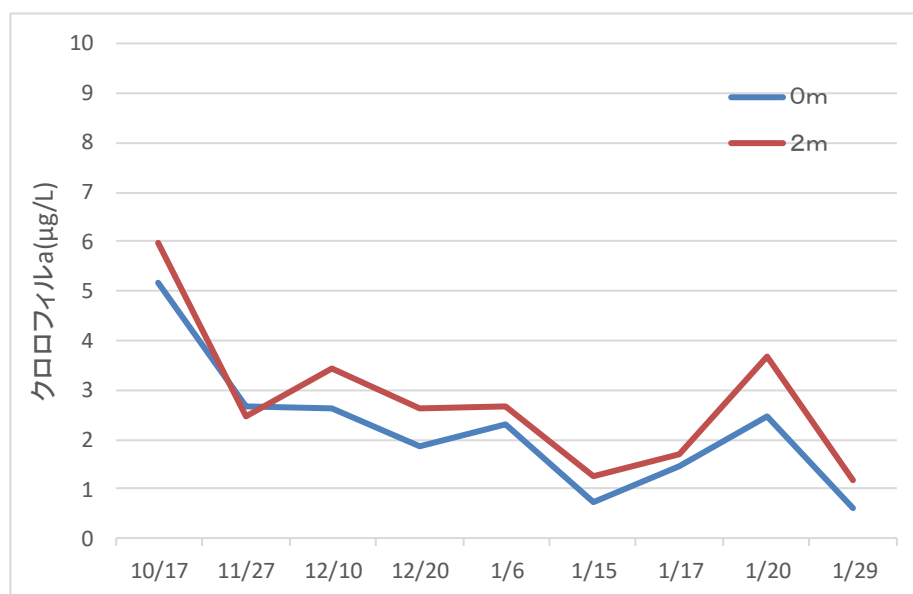


図 6 表層および水深 2m におけるクロロフィル a の推移

## (2) マガキ生育状況調査

12月5日、12月20日、1月9日および1月24日に測定したマガキの湿肉重量と殻高の推移を図7に示す。湿肉重量は、12月5日の13.5gから12月20日は22.35g、1月9日には20.32gとわずかに減少し、1月24日には12.06gとなった。これは、養殖マガキの出荷に伴い大型個体が選別出荷され小型個体しか残っていなかったため、サイズが小さくなったと考えられた。

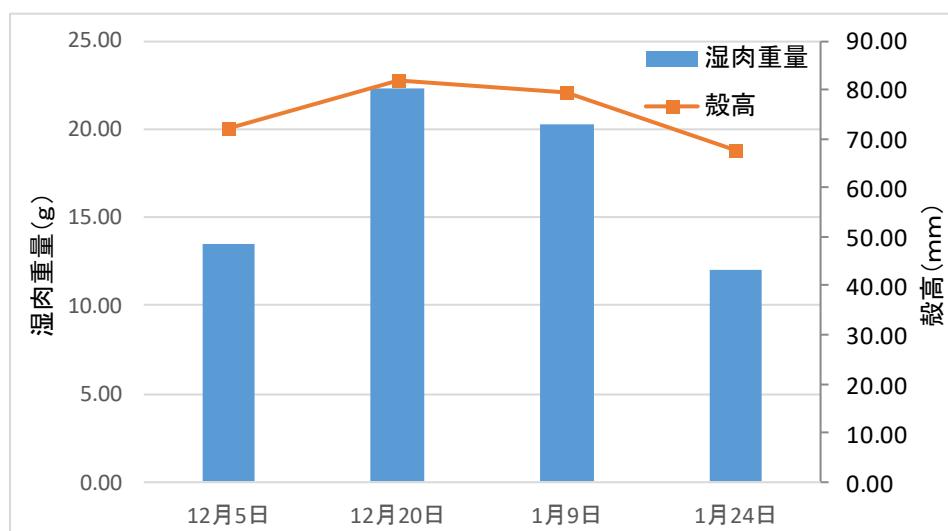


図7 マガキの湿肉重量と殻高の推移

## (3) マガキ養殖筏におけるクロロフィルaの収支

クロロフィルaの収支について、12月21日～1月4日の15日間、1月21～28日の8日間の検討を行った結果を表3に示す。1回目では、養殖容積1,000m<sup>3</sup>で、約17,000個のマガキを養殖した場合、クロロフィルaは1時間あたり15,996.6mg/L減少しており、このうちマガキ養殖による取り込み量は551.6mg/L、収支への寄与率は3.4%であった。また、2回目は、約14,000個のマガキを養殖した場合、クロロフィルaは1時間あたり11,045.6mg/L減少しており、このうちマガキ養殖による取り込み量は320.1mg/L、収支への寄与率は2.9%であった。

表3 クロロフィルaの収支の検討結果

| 期間               | クロロフィルaの収支                                                                    | マガキ養殖以外による変化                                                           |       |       | マガキ養殖による取込 |         |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------------|---------|
|                  | $d(CV)/dt \text{ (mg/h)}$<br>$= (\text{Fluxin} * A - \text{Fluxout} * A) + R$ | $\text{Fluxin} * A \text{ (mg/h)} - \text{Fluxout} * A \text{ (mg/h)}$ |       |       | R (mg/h)   | 収支への寄与率 |
|                  |                                                                               | 合成                                                                     | 長辺方向  | 短辺方向  |            |         |
| 12月21日から<br>1月4日 | 15,996.6                                                                      | 15,445.0                                                               | 7,262 | 8,183 | 551.6      | 3.4%    |
| 1月21日から<br>1月28日 | 11,045.6                                                                      | 10,725.5                                                               | 6,744 | 3,981 | 320.1      | 2.9%    |

※当初計画では15日間の観測を行う予定としていたが、2回目観測の期間中に養殖筏のアンカーロープが観測機器に接触していたため、正常なデータが取得できた期間のみのデータを採用した。

## (4) 試験養殖後のノリの色落ちの評価

2回行なった養殖試験について、開始時および終了時における黒み度、色落ち評価およびDINを表4に示す。

1 回目の試験では、正常網および色落ち網はともに、色落ち評価が正常となった。一方、対照区の試験開始時は、浮き流し漁場は「正常」で支柱漁場が「軽度」であったが、終了時には、ともに「正常」となった。

2 回目の試験では、試験区では正常網が開始時のまま色調が維持され、色落ち網は、「軽度」に改善した。対照区の開始時は、浮き流し漁場および支柱漁場ともに「正常」であったが、終了時にはそれぞれ「正常」「軽度」となり、支柱漁場では、やや色調の低下が見られた。

今回は、試験期間を通して海域の DIN が  $11.3 \mu\text{g-at/L}$  ~  $20.1 \mu\text{g-at/L}$  と良好であったため、マガキ養殖併用による効果に関わらず、ノリの色調は回復したものと思われた。

なお、2 回目の対照区で、色落ち評価が低下した。これは、あかぐされ病等の影響により色調低下が起こっていたと考えられた。

今年度の試験結果では、海域の栄養塩環境が良好であったため、ノリ色調の改善が、マガキ養殖によるクロロフィル a の削減と栄養塩の添加効果によるものかどうかは判断できなかった。

表 4 試験養殖開始時及び終了時の黒み度、色落ち評価及び DIN  
(上段：1 回目 (1 月 9 日～1 月 17 日)、下段：2 回目 (1 月 17 日～1 月 24 日))

|           | 試験網    | 開始   |       |                               | 終了   |       |                               |
|-----------|--------|------|-------|-------------------------------|------|-------|-------------------------------|
|           |        | 黒み度  | 色落ち評価 | DIN<br>( $\mu\text{g-at/L}$ ) | 黒み度  | 色落ち評価 | DIN<br>( $\mu\text{g-at/L}$ ) |
| 試験区 (カキ筏) | 正常網    | 52.2 | 正常    | 18.3                          | 52.4 | 正常    | 11.3                          |
|           | 色落ち網   | 25.7 | 重度    |                               | 49.5 | 正常    |                               |
| 対照区       | 浮き流し漁場 | 50.6 | 正常    | 18.4                          | 46.9 | 正常    | 13.2                          |
|           | 支柱漁場   | 44.9 | 軽度    | 20.1                          | 47.3 | 正常    | 14.5                          |

|           | 試験網    | 開始   |       |                               | 終了   |       |                               |
|-----------|--------|------|-------|-------------------------------|------|-------|-------------------------------|
|           |        | 黒み度  | 色落ち評価 | DIN<br>( $\mu\text{g-at/L}$ ) | 黒み度  | 色落ち評価 | DIN<br>( $\mu\text{g-at/L}$ ) |
| 試験区 (カキ筏) | 正常網    | 52.8 | 正常    | 11.3                          | 49.2 | 正常    | 12.2                          |
|           | 色落ち網   | 29.4 | 重度    |                               | 42.4 | 軽度    |                               |
| 対照区       | 浮き流し漁場 | 47.3 | 正常    | 14.5                          | 49.0 | 正常    | 13.6                          |
|           | 支柱漁場   | 46.9 | 正常    | 13.2                          | 43.0 | 軽度    | 13.2                          |

# 環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅴ（<sup>県 単</sup>平成 30(2017)～令和元(2019)年

## （ノリ養殖漁場海況観測調査）

### 緒 言

ノリ養殖生産では養殖漁場の気象や海況の変動を把握して網の干出や摘採などの養殖管理を適切に行う必要がある。

このため本事業では、ノリ養殖漁場の海況及び栄養塩、植物プランクトンの定点観測を行い、得られた結果をホームページ、FAX および新聞等を通じて生産者や関係機関に迅速に提供した。

### 方 法

1 担当者：向井宏比古、山下博和、徳留剛彦、増田雄二

2 調査方法

（1）海況観測

自動観測ブイによる連続観測を行った。

調査定点：長洲、小島、長浜（図 1）

調査頻度：10 月上旬～翌 3 月

調査項目：水温、比重（塩分から換算）

（2）栄養塩調査

漁業関係者に定点観測および海水の採取を依頼し、当センターで分析を行った。

調査定点：有明海 14 点、八代海 2 点（図 1）

調査頻度：1 回/週（23 回、10 月～翌 3 月）

調査項目：水温、比重（塩分から換算）、波浪 pH、栄養塩類、植物プランクトン

3 調査結果の提供

調査結果はデータベース化し、海況観測については水産研究センターのホームページにリアルタイムで掲載するとともに、読売新聞社、熊本日日新聞社、西日本新聞社の 3 社に対し 10 月 1 日から翌 3 月 1 日にかけて情報提供を行った。

また、栄養塩調査結果は毎週、採水日の翌日には栄養塩情報として取りまとめ、関係漁協に FAX したほか、ホームページに掲載した。なお、期間中栄養塩情報は、23 号発行した。

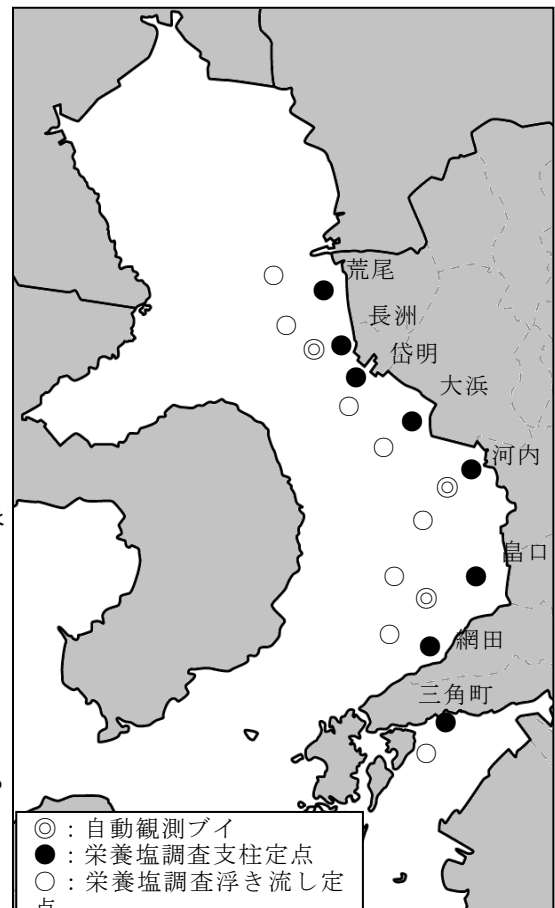


図 1 自動観測ブイ及び定点観測調査点

### 結果および考察

1 水温・比重（図 2-1、図 2-2、図 2-3）

（1）水温（日平均）

10 月上旬以降、水温は順調に低下し、ノリの採苗日である 10 月 26 日には、採苗適水温の目安とされる 23℃を下回った。

(2) 比重 (日平均)

小島沖で 11 月上旬に 16.2 まで低下したが、その後はどの地点においても約 20 から 24 の間で推移し、顕著な低下は観測されなかった。

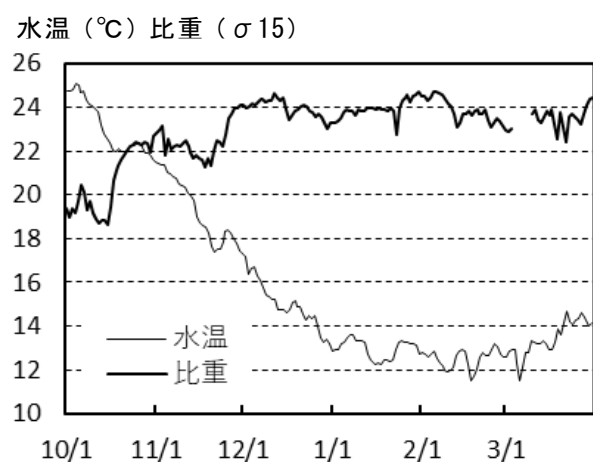


図 2-1 水温・比重の推移 (長洲)

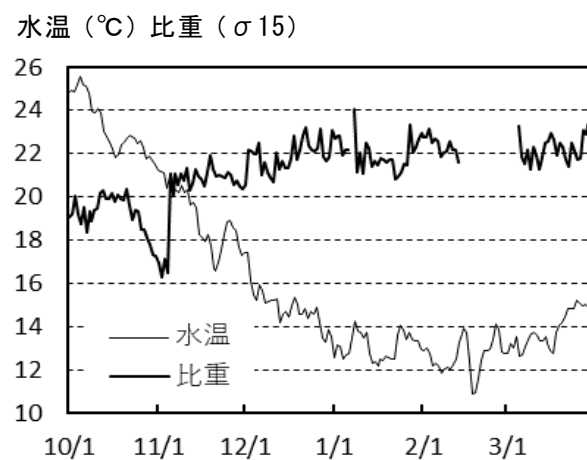


図 2-2 水温・比重の推移 (小島)

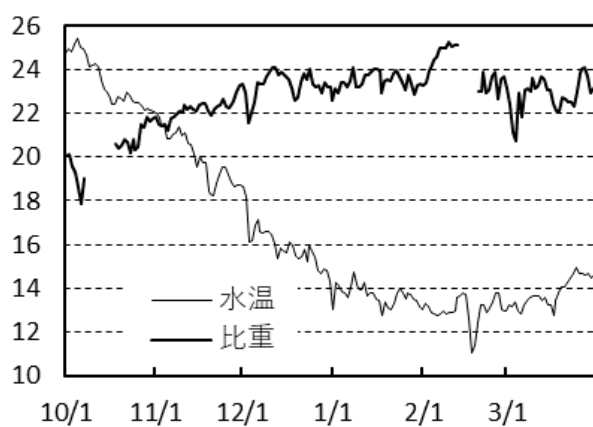


図 2-3 水温・比重の推移 (長浜)

## 2 栄養塩調査

### (1) 有明海 (図 3)

全地点平均の推移は、DIN、DIP とも浮き流し漁場、支柱漁場の両方で概ね 10 月上旬から 11 月の前半期までと 2 月中旬以降はノリ養殖の期待値 (DIN :  $7.0 \mu\text{g-at/L}$ 、DIP :  $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ) を下回ったが、その他の期間は期待値を上回った。栄養塩が期待値を下回っていた期間は、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属) が高密度で確認された。

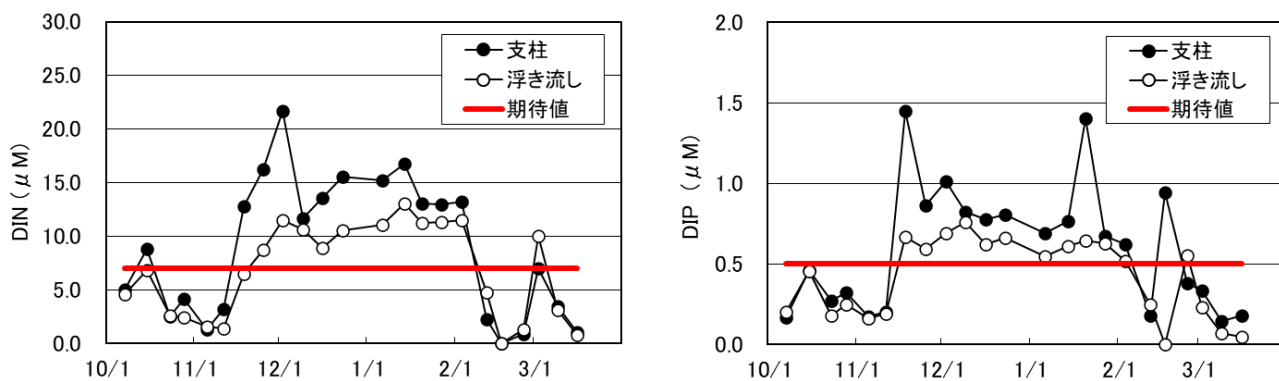


図 3 有明海の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

### (2) 八代海 (三角漁場) (図 4)

10 月上旬から 11 月の前半期までは、DIN、DIP とも浮き流し漁場、支柱漁場の両方で概ね期待値を下回っていたが、11 月の後半期以降は 3 月中旬 (調査最終回) まで期待値を上回った。

栄養塩が期待値を下回っていた期間は、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属) が高密度で確認された。

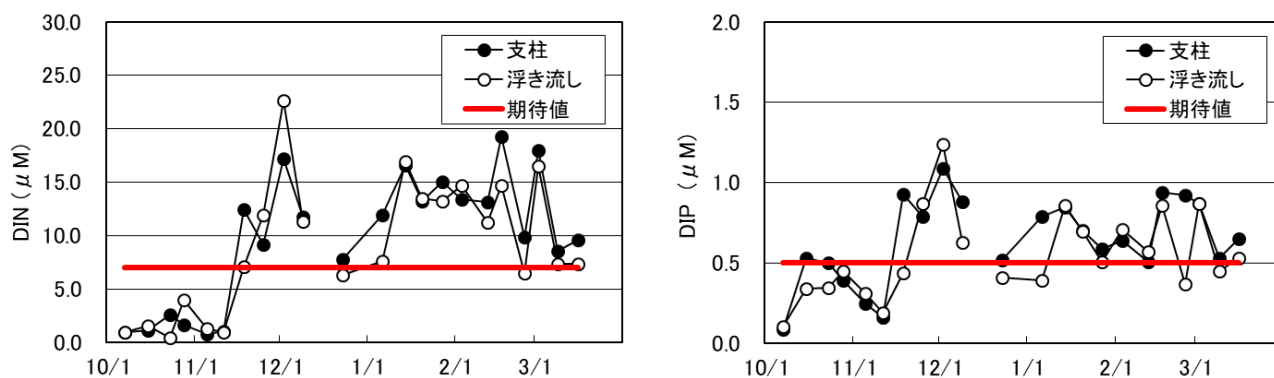


図 4 八代海の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

(3) 調査定点毎の推移 (図 5-1～図 5-7)

ア 荒尾 (図 5-1)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月下旬から 11 月上旬までと 2 月下旬以降期待値を下回った。

10 月下旬から 11 月上旬と、2 月中旬から下旬までは、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属) が高密度で確認された。

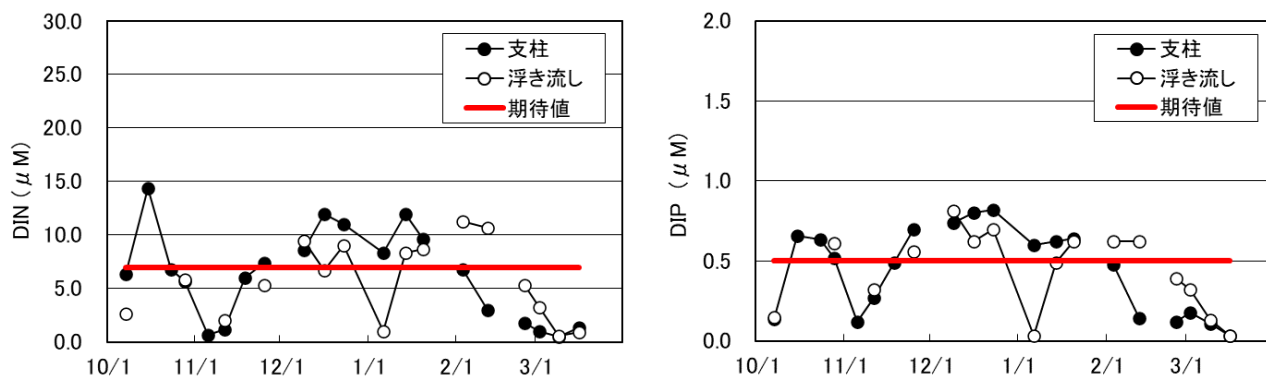


図 5-1 荒尾の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

イ 長洲 (図 5-2)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月下旬から 11 月上旬までと、2 月中旬以降は期待値を下回った。

10 月上旬から 11 月中旬までと、2 月中旬から下旬までは、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属) が高密度で確認された。

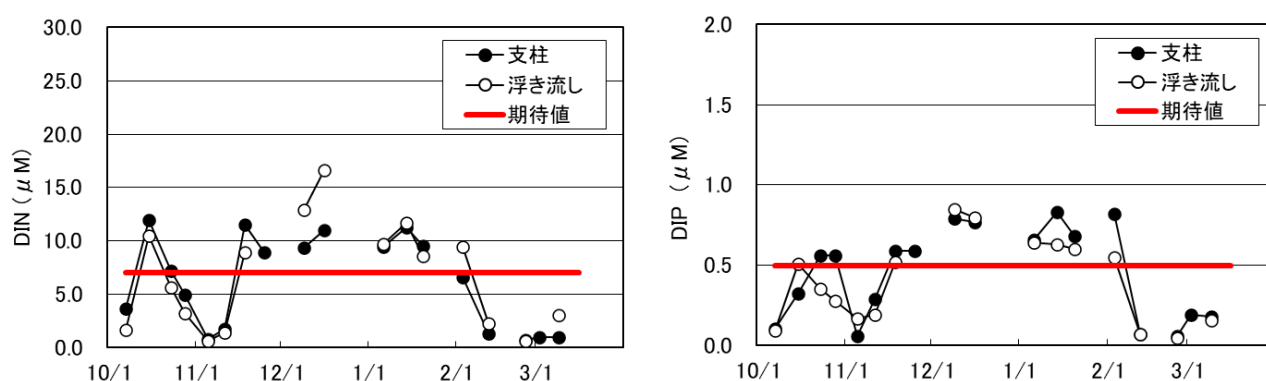


図 5-2 長洲の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

### ウ 岱明 (図 5-3)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月下旬から 11 月の前半までと、2 月中旬以降は期待値を下回った。

10 月上旬から 11 月前半までと、2 月中旬以降は、概して、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属）が高密度で確認された。

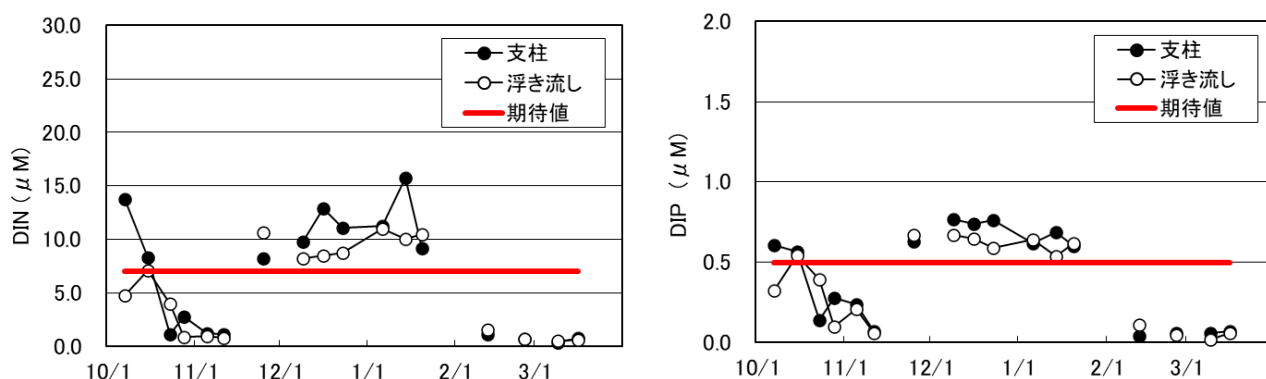


図 5-3 岱明の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

### エ 大浜 (図 5-4)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月中旬から 11 月の前半までと、2 月中旬以降は期待値を下回った。

また、支柱漁場の DIN は変動が大きく、河川から影響を受けやすい調査点であると考えられた。10 月上旬から 11 月前半までと、2 月中旬以降は、概して、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属）が高密度で確認された。

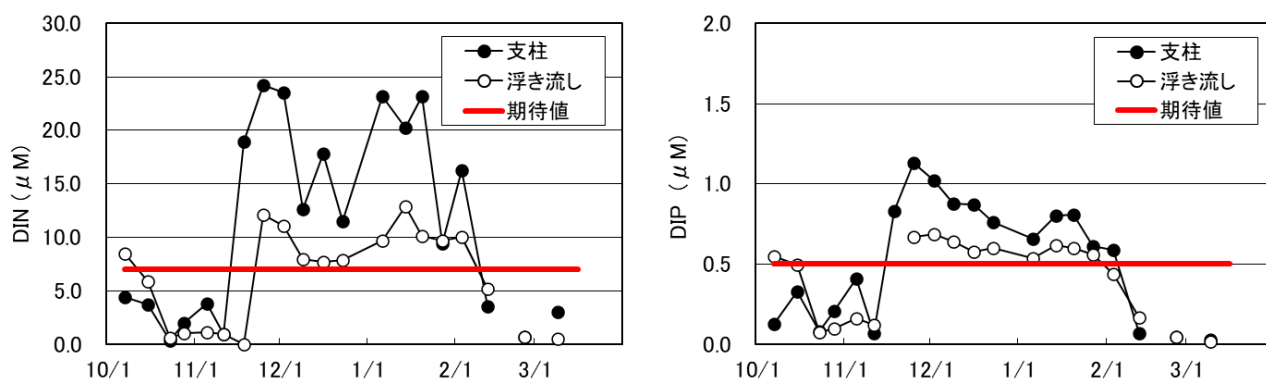


図 5-4 大浜の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

オ 河内 (図 5-5)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月中旬から 11 月の前半まで期待値を下回った。2 月中旬以降、DIN は 3 月初頭を除き 2 月末から 3 月末まで期待値を下回った。

また、支柱漁場の DIN は変動が大きく、河川から影響を受けやすい調査点であると考えられた。

10 月上旬から 11 月の前半までと、2 月下旬以降は、概して、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属）が高密度で確認された。

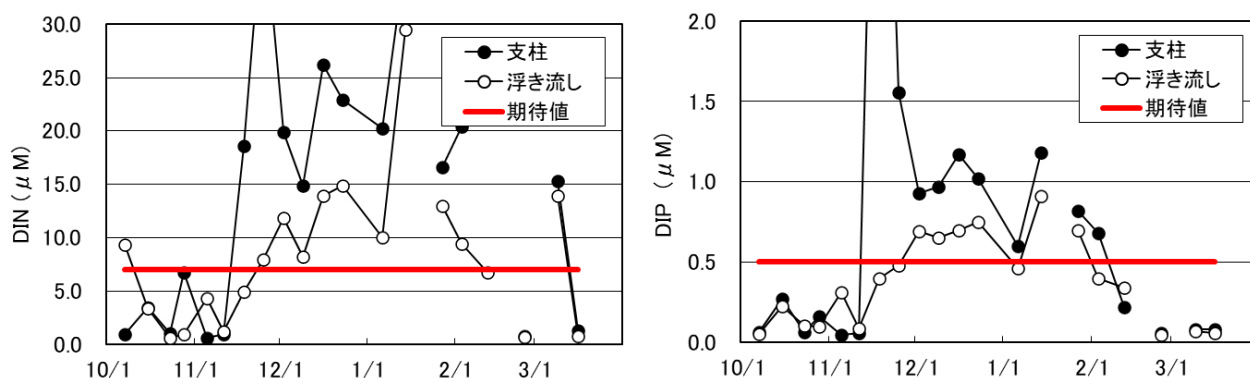


図 5-5 河内の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

カ 畠口 (図 5-6)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月中旬（10 月上旬は欠測）から 11 月の前半までと 2 月下旬以降は 3 月の初頭を除き期待値を下回った。

また、10 月中旬（10 月上旬は欠測）から 11 月の前半までと、2 月下旬以降は、概して、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属）が高密度で確認された。

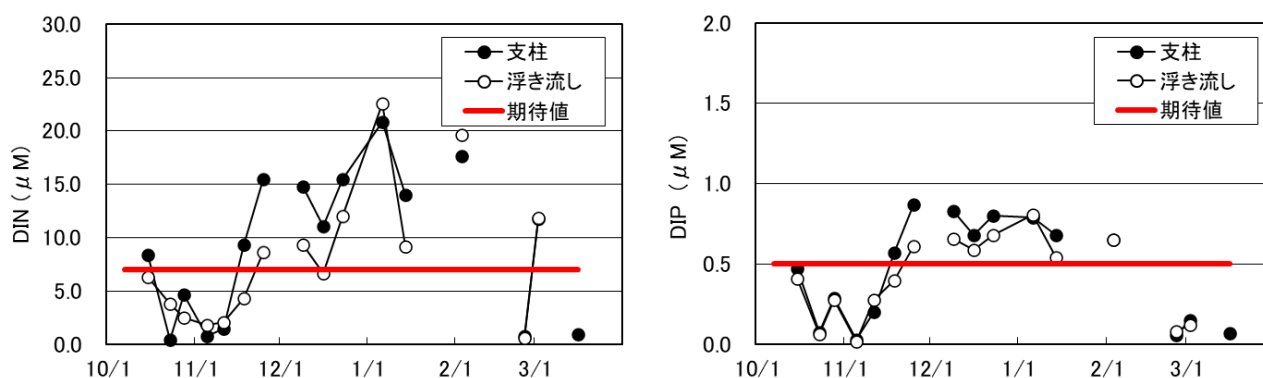


図 5-6 畠口沖の DIN、DIP の推移 ( $\mu\text{g-at/L}$ )

キ 網田 (図 5-7)

DIN、DIP とも支柱漁場、浮き流し漁場の両方で概ね 10 月中旬を除き、10 月上旬から 11 月前半まで、2 月中旬以降は 3 月の初頭を除き期待値を下回った。

また、10 月中旬を除き、10 月上旬から 11 月の前半までと 3 月上旬は、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属）が高密度で確認された。

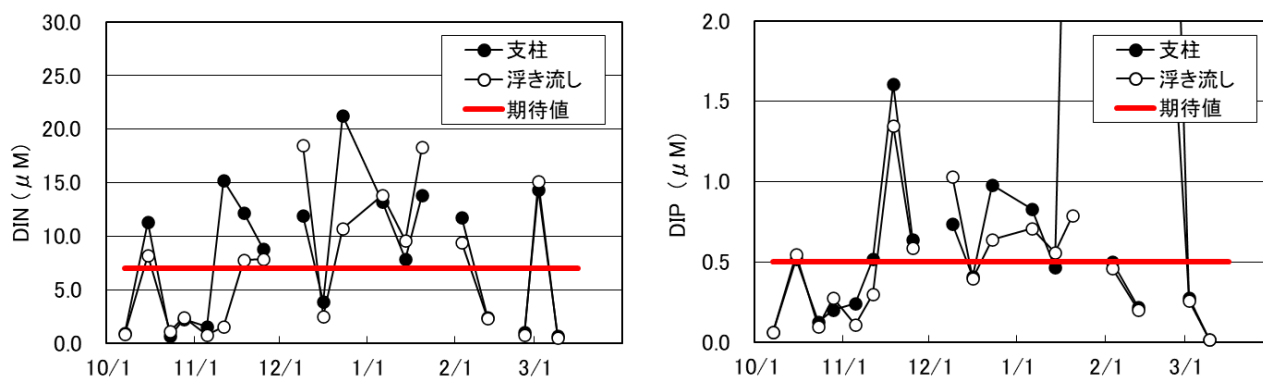


図 5-7 網田沖の DIN、DIP の推移 (μg-at/L)

### 3 調査結果の提供

熊本日日新聞社, 西日本新聞社熊本総局, 読売新聞社熊本支局の 3 社に対し、令和元年 (2019 年) 10 月 1 日から令和 2 年 (2020 年) 2 月 28 日にかけて計 98 回 (土, 日祝日を除く) 情報提供した。