

浅海干潟研究部

球磨川河口域アサリ漁場低塩分化影響調査事業 (県 単)

令和3(2021)年度～
令和5(2023)年度

(漁場塩分調査およびアサリ稚貝の低塩分耐性調査)

緒 言

八代海では、令和2年7月豪雨の影響によりアサリ資源が激減したため、アサリ資源の早期回復に向け、母貝団地設置による資源増殖を図る必要がある。今回、母貝団地として期待される八代海各地先の梅雨時期の塩分動向を把握し、球磨川流量と昨年度被害発生時に調査した八代市鏡地先のデータを基に、母貝団地設置場所を選定するための漁場塩分調査を行った。

また、令和2年7月豪雨後の現地調査では、親貝サイズのへい死は見られたものの、稚貝サイズは生き残っている事例も確認されたことから、アサリの大きさで低塩分耐性が異なる可能性が考えられた。そのため、八代海に生息する稚貝(殻長10mm程度)を用いた低塩分耐性に関する試験を行い、既知の成貝サイズ(殻長約30mm)の低塩分耐性(松田ら 2008)との比較を行った。

方 法

- 1 担当者 徳留剛彦、安藤典幸、栃原正久
- 2 試験方法

(1) 漁場塩分調査

ア 調査点

八代市鏡地先、大島地先、二見地先(図1)

イ 調査手法

調査地点の干潟に支柱を立て、メモリー式水温塩分計(JFEアドバンテック社製)を設置し、10分間隔の連続観測を行った。また、正確なデータを取得するため2～3週間毎に付着物清掃を行った。なお、測器は底泥の巻き上げによる汚れの影響を軽減するため、計器部分が現地盤から20～30cm程度の高さに設置した。

ウ 観測期間

八代市鏡地先(以下「鏡地先」という。) 5月14日～9月20日

八代市二見地先(以下「二見地先」という。) 5月28日～9月20日

八代市大島地先(以下「大島地先」という。) 5月28日～9月20日

※8月6日から8月10日までは測器回収のため欠測

エ 解析方法

得られた地先での塩分データ、国土交通省球磨川横石観測所水位から推測される流量および沖合の塩分データとして当センター実施の八代海中央ライン調査(St.1～St.3)の水深3mの鉛直塩分データの低塩分化の程度と継続期間のデータ解析を行った。沖合塩分データである八代海中央ライン調査(St.1～St.3)の塩分値は、調査海域の平均潮位差がおよそ3mであるため、水深3mの塩分値を解析に用いた。

(2) アサリ稚貝の低塩分耐性調査

ア 材料

八代海で採取した殻長10mm程度のアサリ稚貝を試験に用いた。

イ 試験環境および測定項目

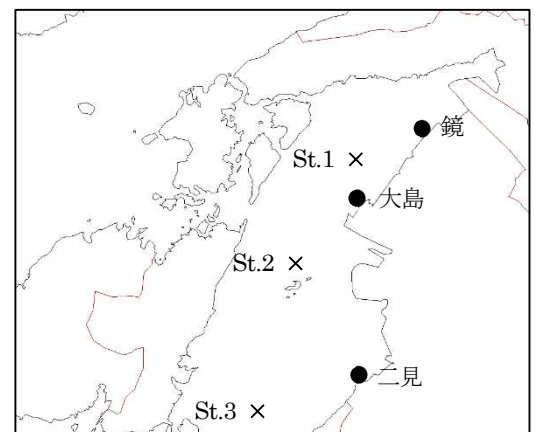


図1 調査地点

試験はインキュベーター内を 25℃に設定し、500ml ビーカーを用い、試験区は塩分値 0、2.5、5、7.5、10、12.5、15 に調整した海水、対照区は 100%海水（塩分値 32）とした。各区にアサリ 10 個体を収容し、実験開始から 96 時間後まで 24 時間毎に生残個体を計数した。また、へい死個体を取り上げて計数した。なお、試験中は 1 日 1 回全換水とし、エアレーションを施し無給餌とした。

試験開始 96 時間以降、松田らの報告^{※2}に基づき試験開始 1 週間後の経過を観察するため、ろ過海水をかけ流し、自然水温に戻して 24 時間毎もしくは 48 時間毎に生残個体を計数し、へい死個体を取り上げた。なお、この試験は 3 回実施した。

試験終了後、生残した個体のうち、50 個体の殻長、殻高、殻幅、軟体部重量および肥満度の計測を行った。また、試験に使用した試験開始から 264 時間経過後の各塩分試験区の生残率について、成貝の塩分耐性（松田ら 2008）との比較を行った。

結果および考察

1 漁場塩分調査

国土交通省球磨川横石観測所水位からの推定流量と 3 調査地点の塩分推移を図 2 に示す。今年の九州南部地方の梅雨入りは 5 月 11 日と平年より 19 日早く、梅雨明けは平年より 4 日早い 7 月 11 日であったが、梅雨期間中の降水は平年と比べて少なかった。まとまった降水があった 8 月中旬の推移をみると、二見地先の塩分値がほかの 2 地点よりも塩分が低下しにくく、塩分値の回復も早かった。鏡地先の塩分値については、9 月にほかの 2 地点より低い傾向にあるが、測器のメンテナンスを十分行うことができず、付着物による数値の低下が起きたものと考えられた。

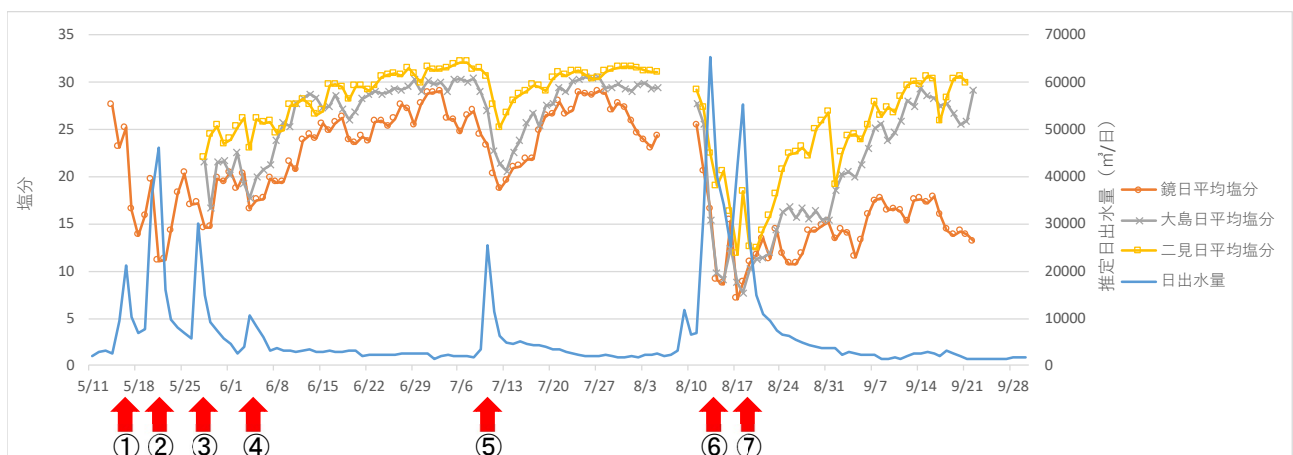


図 2 各調査地点の日平均塩分推移と球磨川横石水位からの推定水量の推移

球磨川推定出水量と塩分低下量の相関について検討を行った。具体的には、低塩分化の程度について、一定以上のまとまった降雨があり、球磨川推定出水量が増加した期間である図 2 中の①～⑦の出水直前の 13 時間移動平均塩分値の最高値から、出水後の 13 時間移動平均塩分値の最低値を差し引いた塩分低下量と、その期間における推定日出货量の最高値には、正の相関が見られた。（図 3）

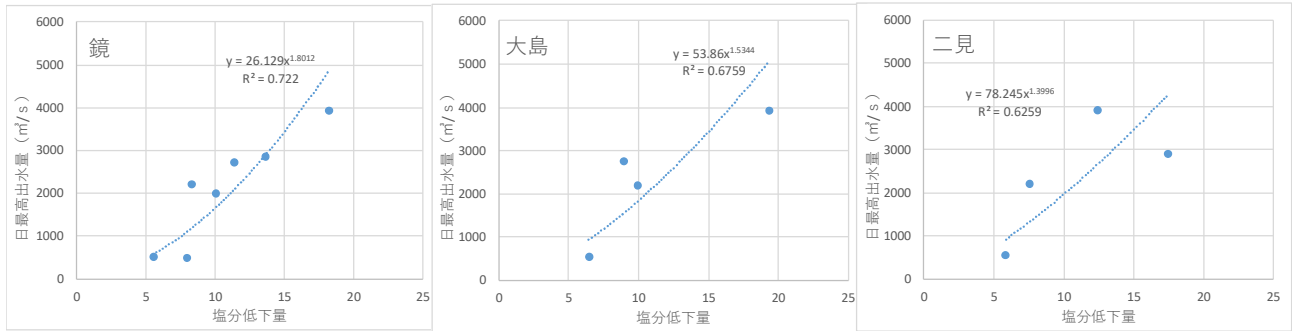


図3 各調査地点の日平均塩分推移と球磨川横石水位からの推定水量の推移

鏡、大島および二見地先の塩分値と八代海中央ライン調査 St. 1 から St. 3 の鉛直塩分値における水深 3m の塩分値および球磨川推定水量の推移を図 4 に示す。沖合の St. 1 から St. 3 の水深 3m の塩分値は、いずれも各地先の塩分値と同等か高く推移していた。また、8 月の出水では沖合の水深 3m の塩分値も低下しており、このような場合は地先塩分の低下が長期間続く傾向にあることがわかった。今後、出水量から各地先の塩分の低下期間の予測を行うには、さらなるデータの蓄積が必要であると考えられる。

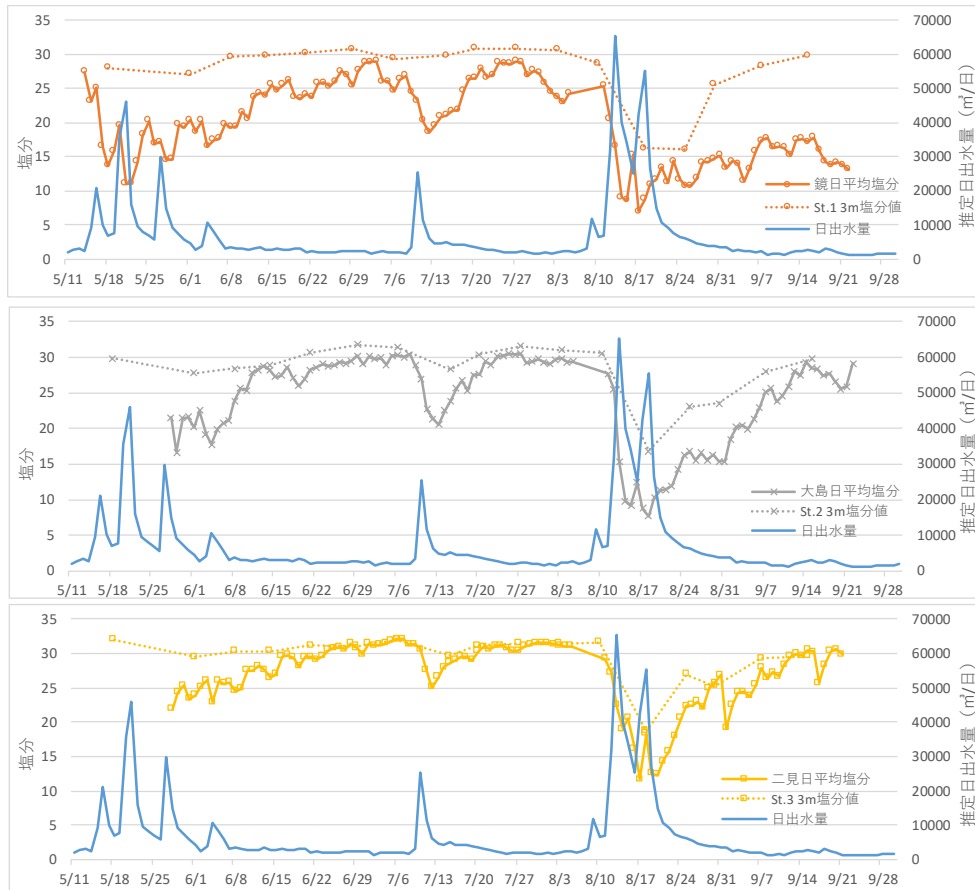


図4 各調査地点の日平均塩分推移と球磨川横石水位からの推定水量および St. 1 から St. 3 の 3m 塩分値の推移

2 アサリ稚貝の低塩分耐性調査

アサリ稚貝の生残率の推移および試験に使用したアサリ稚貝の測定結果を表 1、表 2、図 5 に示す。塩分 0 で 21%、塩分 2.5~7.5 で 48~59%、塩分 10~15 および 100% 海水の対照区では 93~100% の生残率であり、これらの群間の生残率には有意差 (log-rank test) が確認された。

この結果より、アサリ稚貝は塩分 2.5 以上かつ低塩分継続時間が 96 時間以下であれば半数程度以上が生残することが確認された。松田らは、成貝は塩分 10 以下では 96 時間後にはほぼ全滅すると報告していることから、アサリ稚貝は成貝よりも低塩分耐性が高いことが明らかになった。

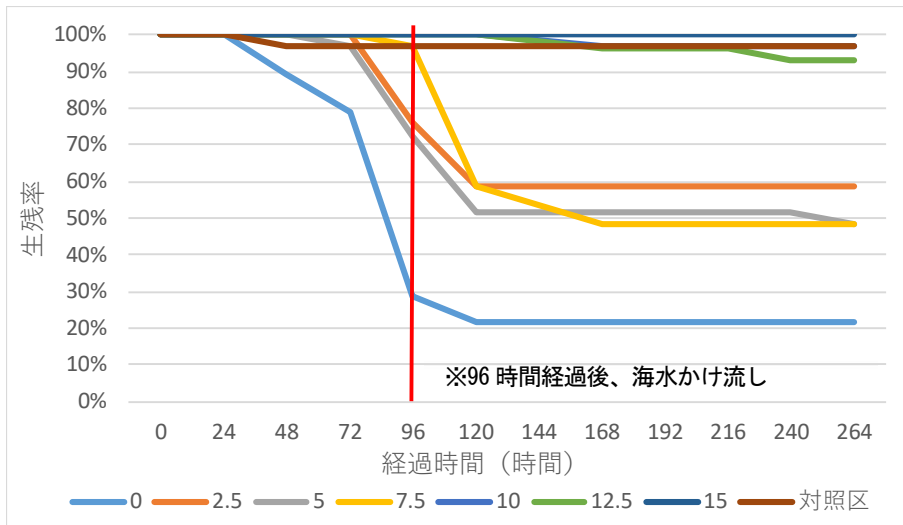


図5 各塩分試験区とアサリ稚貝生残率の推移

表1 生残率の推移

ここから100%海水 (かけ流し)

塩分 \ 経過時間	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
0	100%	100%	89%	79%	29%	21%	死貝 取り 上げ 無し	21%	21%	21%	21%	21%
2.5	100%	100%	100%	100%	76%	59%		59%	59%	59%	59%	59%
5	100%	100%	100%	97%	72%	52%		52%	52%	52%	52%	48%
7.5	100%	100%	100%	100%	97%	59%		48%	48%	48%	48%	48%
10	100%	100%	100%	100%	100%	100%		97%	97%	97%	97%	97%
12.5	100%	100%	100%	100%	100%	100%		96%	96%	96%	93%	93%
15	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%
対照区	100%	100%	97%	97%	97%	97%		97%	97%	97%	97%	97%

表2 今回試験したサンプル (n=50)

平均殻長	平均殻高	平均殻幅	平均重量	肥満度
12.46mm	9.26mm	5.01mm	0.37 g	12.5

文 献

- 1) 松田正彦 品川明 日向野純也 藤井明彦 平野慶二 石松惇 (2008) 低塩分がアサリの生残、血リンパ浸透圧および軟体部水分含量に与える影響 水産増殖 56 (1), 127-136
- 2) 松田正彦 平野慶二 (2019) アサリの低塩分暴露後の影響について 長崎県水産試験場研究報告 第44号

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 丸吉浩太、安藤典幸、向井宏比古、増田雄二、中村真理

2 方法

(1) 調査定点 (図1)

ア 沖側5点 (●印 水深25m～39m)

イ 岸側3点 (○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 6回(7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

解析のため、気象庁が公開しているアメダスデータおよび国土交通省が公開している河川の水位データを用いた。

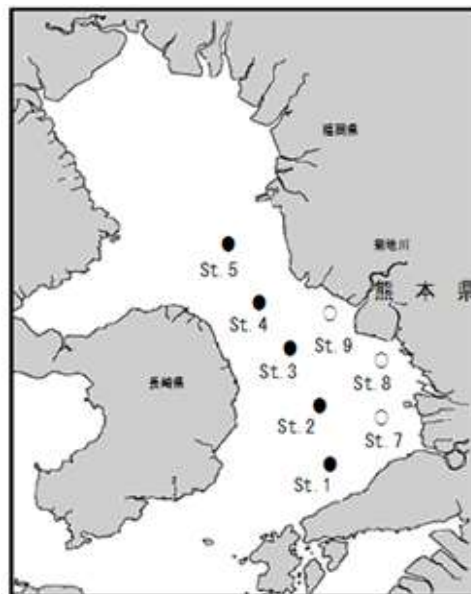


図1 調査定点

結果

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3年度(2021年度)漁場環境改善推進事業のうち栄養塩、赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発(3)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 ア.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

水温の推移を図2に示す。調査期間中、水温は22.0℃から30.8℃で推移した。7月中旬以降、表層付近から上昇しはじめ、鉛直差が大きくなり、St.3では表層付近で30℃を上回った。

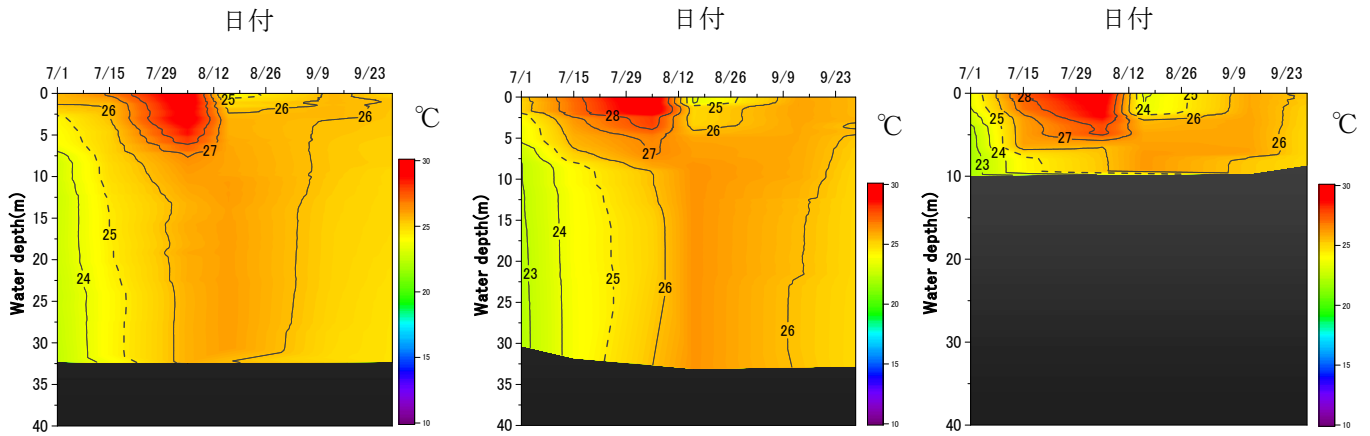


図2 水温の推移 (代表3点 : 左図から St. 1、St. 5、St. 9)

(2) 塩分

塩分の推移を図3に示す。調査期間中、塩分は1.8から32.7で推移した。8月中旬から8月下旬に表層付近で低下し、特に沿岸点のSt. 8での低下が大きかった。

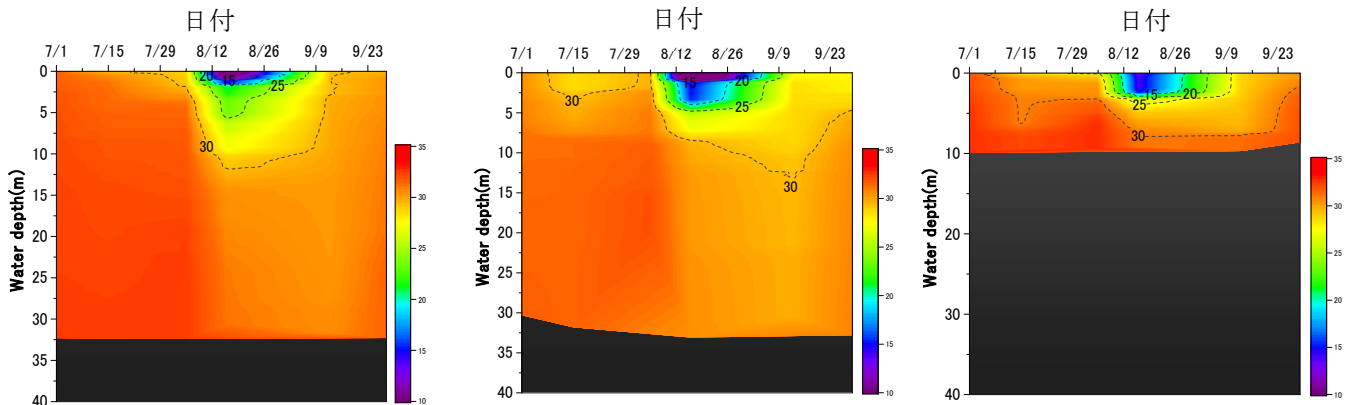


図3 塩分の推移 (代表3点 : 左図から St. 1、St. 5、St. 9)

(3) 海水密度 (σ_T)

海水密度 (σ_T) の推移を図4に示す。調査期間中、 σ_T は0.0から22.3で推移した。8月中旬から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。

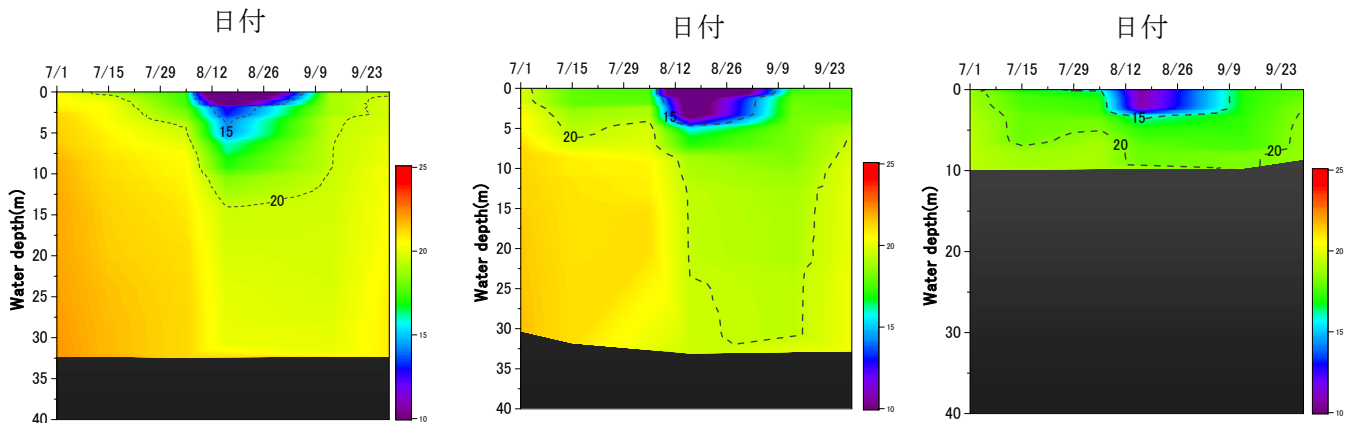


図4 σ の推移 (代表3点 左図から St. 1、St. 5、St. 9)

(4) クロロフィル a (植物プランクトン発生状況)

調査期間のクロロフィル a の推移を図 5 に示す。調査期間中、クロロフィル a は $0.63 \mu\text{g/L}$ から $39.6 \mu\text{g/L}$ で推移した。7月上旬から8月上旬および9月下旬に中層付近で増加した。

7月1日、St.7 でスケルトネマ属が約 $4,300 \text{ cell/mL}$ 確認され、他の調査点においても $60 \sim 3,300 \text{ cells/mL}$ 程度確認されたが、7月15日には減少した。

7月15日、St.3 でケラチウム属が約 $1,400 \text{ cell/mL}$ 確認され、他の調査点においても $11 \sim 100 \text{ cells/mL}$ 程度確認された。シャットネラ属も全調査点において、 $1 \sim 130 \text{ cells/mL}$ 程度確認された。

8月5日、再びスケルトネマ属が全調査点において $190 \sim 1,100 \text{ cell/mL}$ 程度確認されたが、8月16日には減少した。

9月13日、St.2 でキートセロス属が約 $1,400 \text{ cell/mL}$ 確認され、他の調査点においても $70 \sim 850 \text{ cells/mL}$ 程度確認された。

9月29日にキートセロス属は減少したが、スケルトネマ属が全調査点に拡大し、St.7 で最大 $3,200 \text{ cells/mL}$ 確認された。

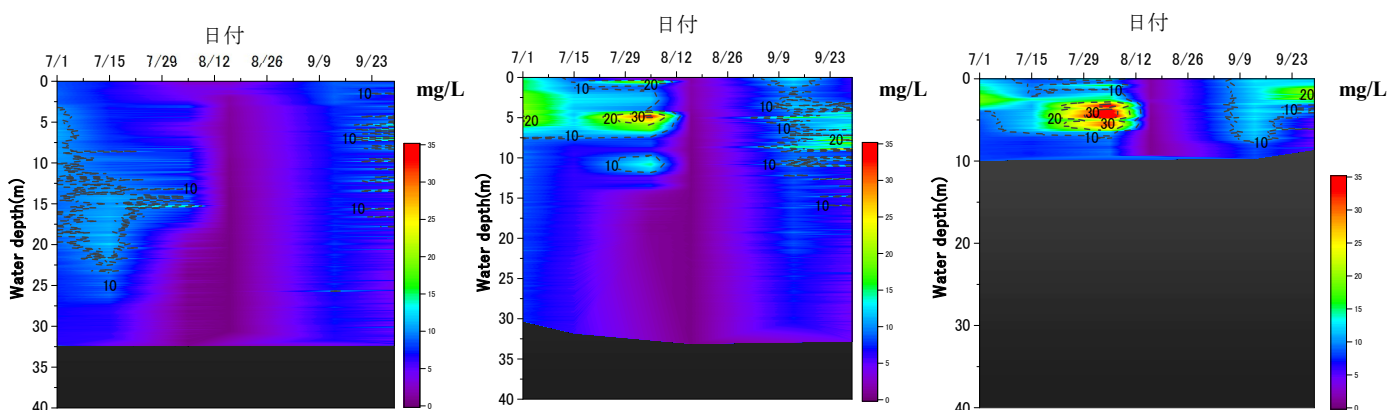


図 5 クロロフィル a の推移(代表 3 点 左図から St.1、St.5、St.9)

(5) 溶存態無機窒素 (DIN)

DIN の推移を図 6 に示す。調査期間中、DIN は $0.4 \mu\text{M}$ から $59.8 \mu\text{M}$ で推移した。8月中旬から8月下旬に表層付近で増加したが、その後低下し、9月中旬から低い状態が続いた。

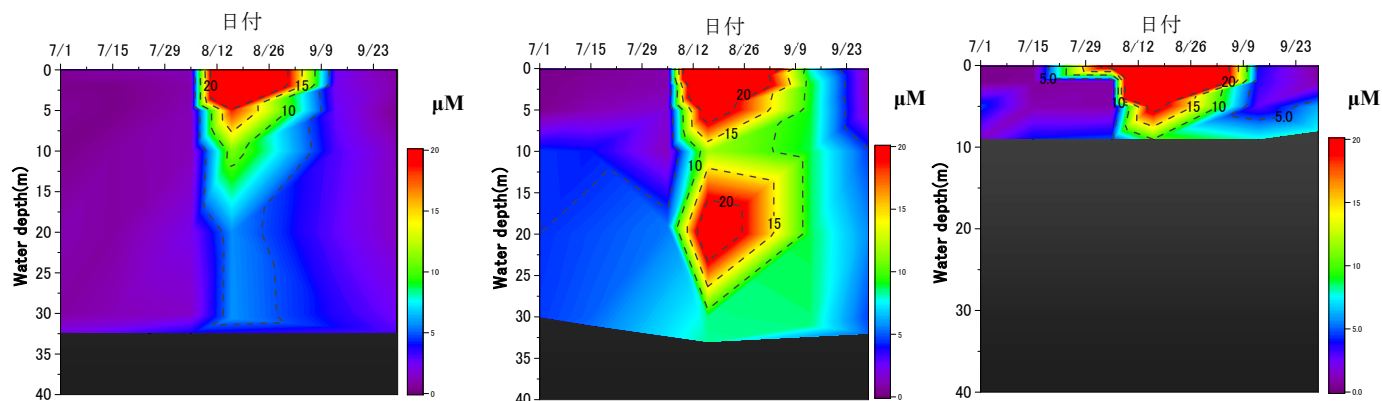


図 6 DIN の推移(代表 3 点 左図から St.1、St.5、St.9)

(6) 溶存態無機リン (DIP)

DIP の推移を図 7 に示す。調査期間中、DIP は $0.0 \mu\text{M}$ から $2.5 \mu\text{M}$ で推移した。8 月中旬から 8 月下旬で表層から 5m 付近で増加したが、それ以外は調査期間をとおして低かった。

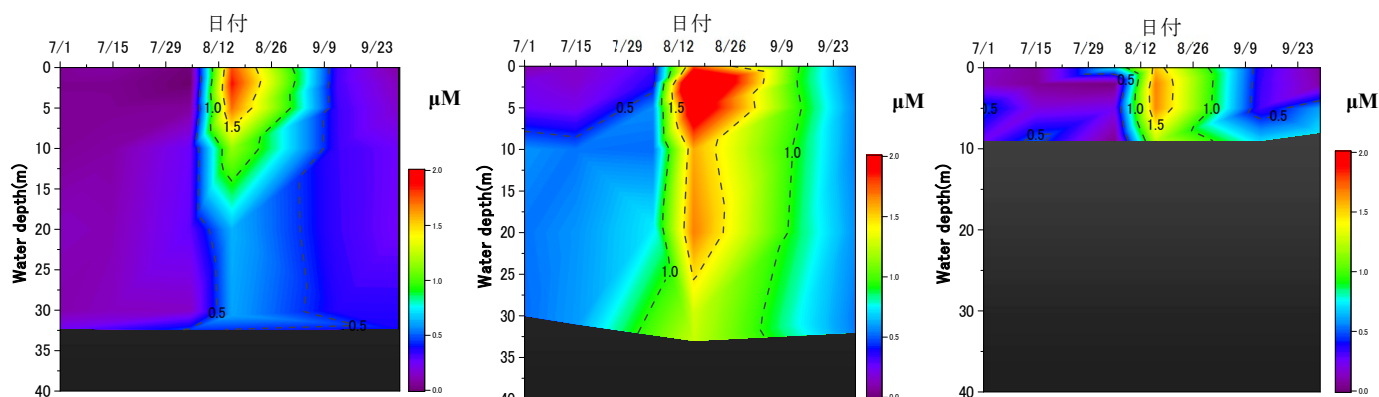


図 7 DIP の推移(代表 3 点 左図から St.1、St.5、St.9)

(7) 溶存態ケイ素 (DSi)

DSi の推移を図 8 に示す。調査期間中、DSi は $0.9 \mu\text{M}$ から $223.6 \mu\text{M}$ で推移した。DIN、DIP と同様、8 月中旬から 8 月下旬に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。

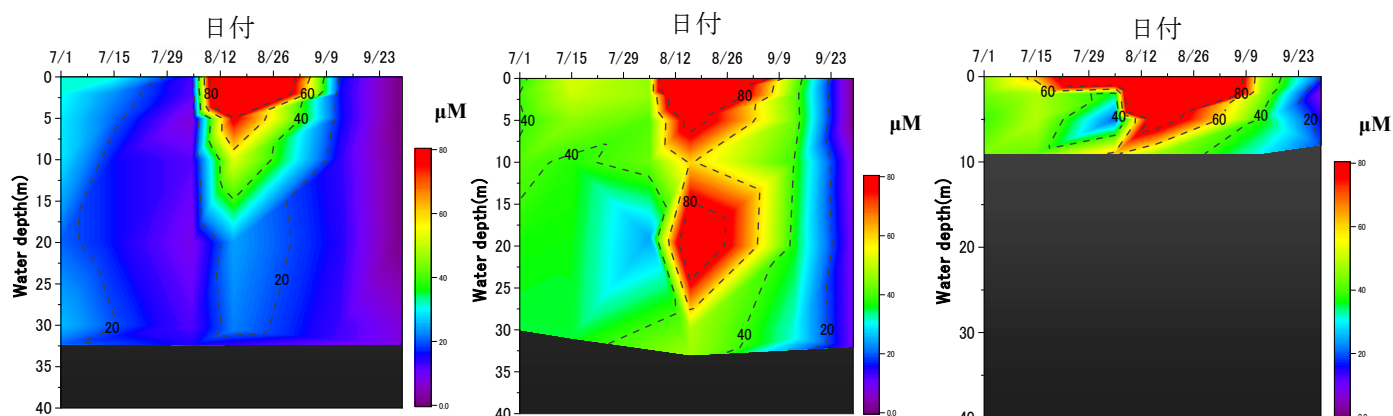


図 8 DSi の推移(代表 3 点 左図から St.1、St.5、St.9)

(8) 気象

調査期間中の気象庁熊本観測所のアメダスデータの気温、降水量、全天日射量の推移を図 9 に、気温、降水量、日照時間の旬毎の階級区分を表 1 に示す。

気温は、7 月は「平年並み」もしくは「高い」状態であり、この期間の気温の上昇は緩やかであった。8 月上旬から中旬は「低い」もしくは「かなり低い」であったが、8 月下旬は「平年並み」となり、9 月は降雨も少なく、気温の下降は緩やかであった。

降水量は、7 月に梅雨前線が停滞したが「少ない」もしくは「平年並み」であった。8 月は前線の発達により上旬から中旬が「かなり多い」であったが下旬は「かなり少ない」状態であった。9 月は降雨も少なく、「かなり少ない」状態であった。

日射量、日照時間は、降雨が多いときは少なく、少ないときには多い傾向であり、9 月は概ね安定した天候が続いた。

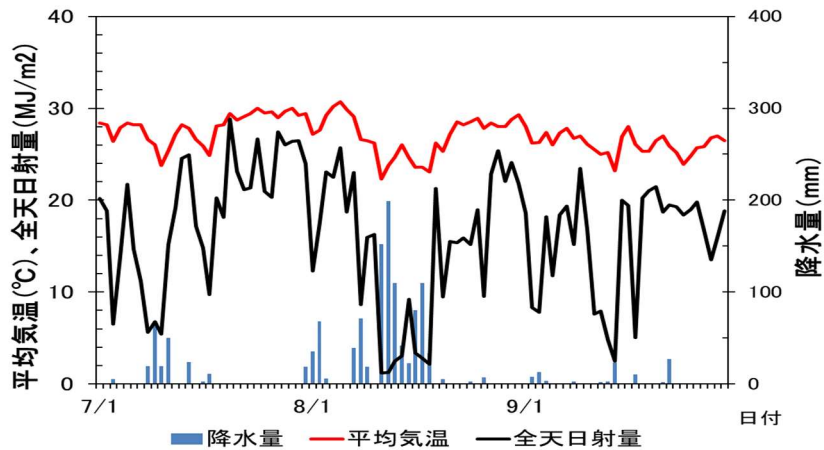


図9 気温、降水量、合計全天日射量の推移

出典 気象庁(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

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

出典 気象庁(観測点:熊本市)

(9) 河川水位

菊池川、白川、緑川の水位の変動を図10に示す。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。9月は三河川とも変動は小さかった。

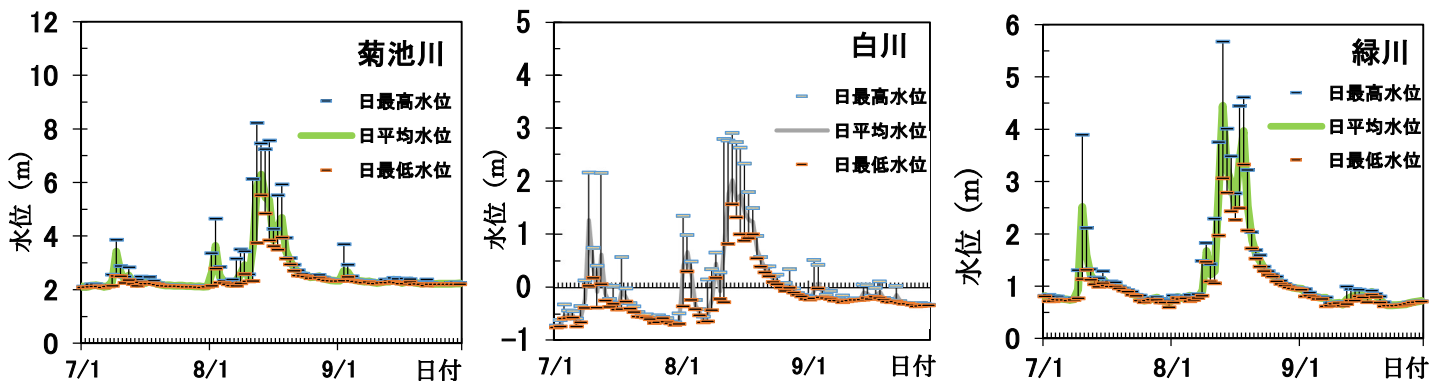


図10 河川の水位の変動

出典 国土交通省(観測点:菊池川(菰田) 白川(代継橋) 緑川(城南))

(10) 溶存酸素濃度（貧酸素水の発生状況）

溶存酸素濃度の推移を図 11 に示す。調査期間中、溶存酸素濃度は 2.6mg/L から 12.2mg/L で推移し、3.0mg/L を下回る貧酸素水が、8 月 5 日、8 月 16 日調査時の st.5 および 8 月 5 日調査時の st.9 で確認された。

7 月 1 日、7 月 15 日調査時は、海水の鉛直密度差の顕著な差は確認されなかった。

8 月 5 日、8 月 16 日調査時は、海水の鉛直密度差が大きかったが、これは表層水温の上昇および表層塩分の低下による鉛直密度差が影響したものと考えられた。8 月 5 日はシャットネラ属による赤潮も発生していた。

9 月 13 日、9 月 29 日調査時は、顕著な海水の鉛直密度差は確認されなかった。

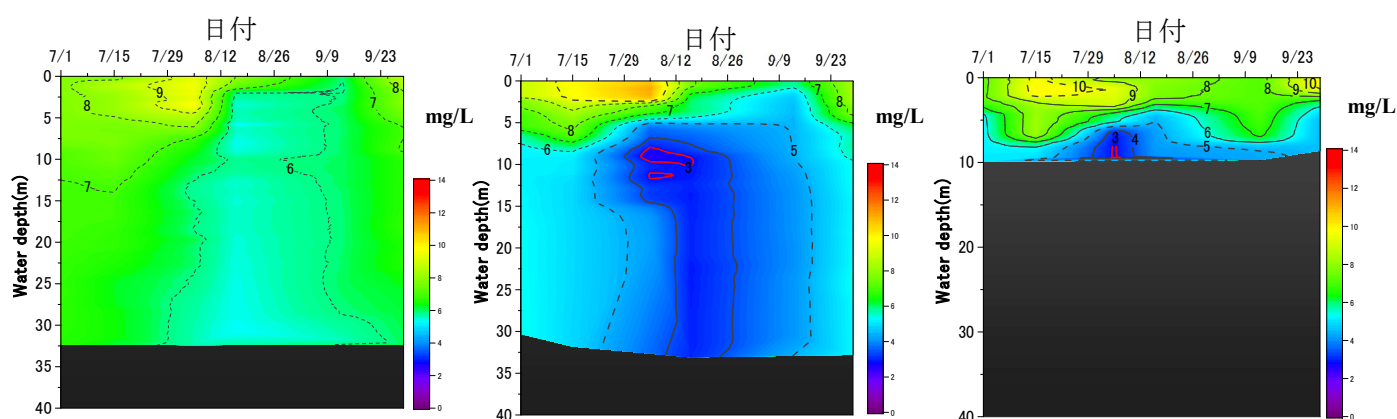


図 11 溶存酸素濃度の推移（代表 3 点 左図から St. 1、St. 5、St. 9）

考 察

(1) 気象・海況について

7 月の気温は、平年より早い梅雨明けであり、気温の上昇は緩やかであったが、安定した天候により 30℃付近まで上昇し、平年より高く推移した。8 月中旬には前線が九州付近に停滞し、断続的な雨により気温は下降した。8 月下旬以降は安定した天候により、気温は平年並みで推移した。

7 月上旬および下旬の降水量は、平年より少ない状況となった。8 月中旬は断続的な降雨により、全調査地点の表層付近の栄養塩の供給や塩分低下による海水の鉛直密度差の大きい（8 月 16 日に最大）状態が続いたが、その後は徐々に小さくなり、9 月下旬ごろには鉛直混合しやすい状況となった。

また、植物プランクトンについては、7 月上旬にはスケレトネマ属、キートセロス属の増殖、7 月中旬から 8 月中旬にはシャットネラ属等の増殖、9 月下旬にはスケレトネマ属、キートセロス属の増殖によりクロロフィル a が少し増加した。

調査期間をとおして、珪藻類の増殖は少ない状況であった。8 月中旬の降雨で供給された栄養塩については、珪藻類による赤潮の発生により消費されたと考えられる。

(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物理的要因として表層水温の上昇および表層塩分の低下による海水の鉛直密度差の増加、②生物学的要因として底層付近での酸素消費量の増加が考えられる。

①については、気温および降雨により状況が左右される。今年度は、前述の降雨の状況のとおり、全調査地点において、8 月上旬から 8 月下旬ごろまで海水の鉛直密度差の大きい状態が続き、それと同じくして、溶存酸素濃度の低下が確認され、8 月 5 日および 8 月 16 日に、st.5 の一部の水深で、8 月 5 日に st.9

の一部の水深で3.0mg/Lを下回る貧酸素水が確認された。

②については、赤潮の発生・衰退（7月～8月）によりプランクトンが斃死し、底層へ沈降、有機物が増加することで貧酸素化することが考えられる。今年度は、シャットネラ属による赤潮の発生中から衰退後にかけて溶存酸素濃度が低下しており、また、沿岸部や湾奥部での低下が顕著であった。7月中旬から下旬の溶存酸素濃度の低下前及び8月上旬から8月中旬ごろまでの溶存酸素濃度の低下時に、珪藻類の増殖は確認されなかった。また、8月中旬の溶存酸素濃度の低下時については、前線停滞による降雨の影響で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、昨年度発生した令和2年7月豪雨と同様、8月の前線停滞による大量の降雨や赤潮の発生・衰退により、沿岸部や湾奥部での溶存酸素濃度の低下が顕著となり、その結果、中底層の一部で貧酸素水が発生したと考えられた。今後は、大規模な出水や赤潮が発生した際に溶存酸素の低下が確認される状況から、有明海での水質環境と植物プランクトンの発生動向の継続的な調査を実施し、貧酸素水の動態を検証する必要があると考えられた。

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およ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モニタリング調査を実施した。

方法

1 担当者 向井宏比古、安藤典幸、上原美咲、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、海水密度、クロロフィルaについて、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

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

2層（沿岸：水深0m層、底-1m層、沖合：0m層、10m層）を分析した。

エ 気象条件

気象庁熊本観測所の気温、降水量、日照時間の各データを整理した。

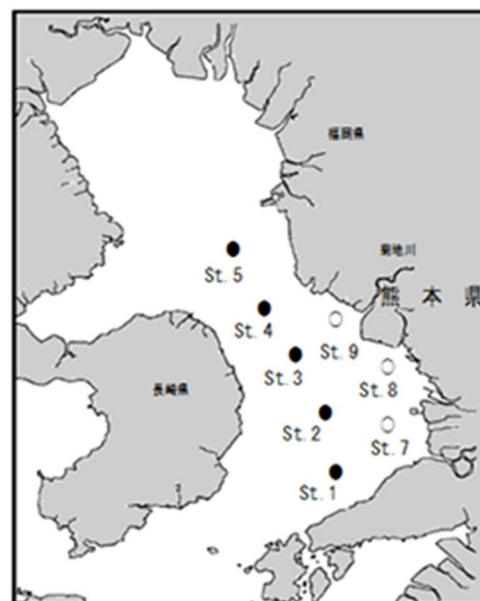


図1 調査定点図

結果および考察

調査結果は、データベース化し、水産庁委託事業「令和3年度漁場環境改善推進事業のうち栄養塩、赤潮・貧酸素水塊に対する被害軽減技術等の開発、赤潮被害防止対策技術の開発報告書、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、カ．有明海・八代海・鹿児島湾海域」として報告した。

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

(八代海漁場環境調査)

および赤潮対策事業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、丸吉浩太、増田雄二、中村真理、
安藤典幸

2 調査内容

(1) 調査定点

ア 有明海・八代海赤潮等被害防止対策事業

令和 3 年 (2021 年) 5 月～9 月の間、対象定点を 8 定点 (St. 2、St. 4～St. 6、St. 13、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. 1、St. 3、St. 7～St. 11) を加えた計 15 点を調査した (図 1)。

イ 赤潮対策事業

(ア) 令和 3 年 (2021 年) 4 月～5 月、令和 3 年 (2021 年) 10 月～令和 4 年 (2021 年) 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) 令和 3 年 (2021 年) 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 観測データ

気象観測データは気象庁ホームページ (<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>)、球磨川の水位データは国土交通省水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) より得た。

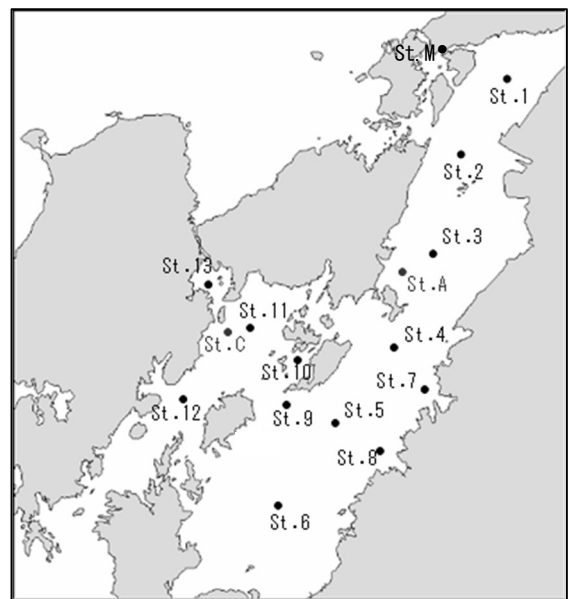


図 1 調査定点図

結果および考察

1 気象

図2に、八代市における2021年の5～9月までの気象条件の変化を示す。気温は期間中、14.2(5月2日)～29.8℃(8月5日)の範囲で推移した。5月上旬～8月上旬にかけて上昇したが、大雨の影響により8月中旬に23℃まで低下した。その後の好天で8月下旬に29.2℃まで上昇したが、それ以降は下降した。

降水量は、5月15、20、27日、7月10日、8月2、11、12、13、16、17日に50mmを超え、5月20日に145mm、8月13日に最高値182mmを記録した。8月に発生した記録的な大雨(2021年8月の大雨)では、熊本県のアメダス観測所25か所のうち13か所において、72時間雨量(8月)としては観測史上最大値(天草市本渡:521mm、宇城市三角:372mm等)を記録した。国土交通省水管理・国土保全局所管の球磨川水系の観測所では、72時間雨量として358mmを記録した。また、気象庁発表資料によると、八代海が含まれる九州北部地域の梅雨入りは5月11日で平年より24日早く、梅雨明けは7月13日で平年より6日早かった。八代観測所では梅雨入り直後の5月中旬の降水量は平年比543%と多かったが、その後6月上旬～7月中旬は平年比79%と少なく、特に6月下旬の日照時間は平年と比べて長かった。大雨が発生した8月中旬の降水量は平年比720%だった。

図3に、宇城市三角観測所における2021年の5～9月までの平均風速(時別値)と風向の推移を示す。10.0 m s⁻¹以上が観測されたのは、5月20日(10.8 m s⁻¹:梅雨前線の影響)、8月9日(10.4 m s⁻¹:台風9号の影響)、9月17日(12.3 m s⁻¹:台風14号の影響)であった。梅雨前線の影響で、7月4～9日に5.0 m s⁻¹以上が断続的に観測された。風向は、概して9月3日までは南成分が卓越し、9月4日以降は北成分が卓越した。東西成分については、南北成分と比べ風速への寄与は低めで推移した。

2 水質

調査期間中、水温は17.8(5月11日、St. 4、6、底層)～30.0℃(8月3日、St. 2、表層)で推移した(図4)。概して、水温は5月～8月第1半旬にかけて上昇し、その後の大雨で大きく低下した後、8月末にかけて再上昇し、その後は低下した。塩分は5月中旬の梅雨前線による降雨と8月の大雨時に、大きな低下が観測され、9.7(5月18日、St. K、表層)、9.1(8月17日、St. K、表層)～34.3(5月11日、St. C:10m～底層、St. 7:表層～底層)で推移した。記録的な大雨があった8月中旬～下旬では、St. 1、2、A、4、5、6、Kの表層付近において25を下回った(図5)。水温および塩分のデータより算出された密度(σ_t)は、塩分と同様に2度の大きな低下が観測され、5.5(5月18日、St. K、表層)、4.3(8月17日、St. K、表層)～24.7(5月11日、St. 4、底層)で推移した(図6)。密度(σ_t)のデータによると、密度成層は5月第4半旬～6月第2半旬、7月第3半旬～第5半旬、8月第4半旬～9月第2半旬に発達した。St. 2、A、4における密度躍層の位置は表層～6m層と推定された。

クロロフィル蛍光値は5月下旬と7月中旬にSt. 2、A、4の表層付近、8月上旬～中旬のSt. 2、8月下旬、9月下旬に全域で高くなった(図7)。

DIN、DIPおよびDSi濃度はそれぞれND(5月11日、St. 2、A、K、表層等)～18.4 μ M(8月17日、St. 2、表層)、ND(6月11日、St. 2、A、4、6、A、表層等)～1.2 μ M(8月17日、St. K、表層)、ND(9月28日、St. 4、表層)～97.1 μ M(8月17日、St. K、表層)の範囲で推移した(図8、9、10)。調査期間を通して、いずれの栄養塩種も北部で高い傾向にあった。DINおよびDIP濃度は全調査点で*Chattonella* spp.の増殖に必要となる半飽和定数(DIN:0.65 μ M、DIP:0.26 μ M、Nakamura et al. 1988)を下回ることがあり、特にその頻度は八代海南部のDIP濃度で多かった。10mより浅い深度層において、多くの調査定点(St. 2、A、4、5、K)でDIN、DIP、DSi濃度が5月中～下旬と8月中旬に上昇したが、塩分低下と同期していたことから、降雨および球磨川からの供給によるものと考えられた。一方、7月中旬には梅雨明け前のまとまった降雨や出水に伴う塩分低下が認められ、栄養塩類の供給があっ

たと考えられるが、DSi 濃度のみが増加し、DIN 濃度には大きな変化が認められず、DIP 濃度は低下した。DIN および DIP は、当該期間に赤潮を形成していた *Chattonella* spp. に吸収された可能性が高いと考えられた。また、9 月中旬の降雨は少なかったが、DIN、DIP、DSi 濃度は上昇した。当該時期は台風 14 号の接近で擾乱による密度成層の崩壊が認められたため、鉛直混合による海底や下層から上層への栄養塩供給の可能性が考えられた。DSi についても概して、DIN および DIP と同様の変動パターンが認められたが、珪藻の活発な増殖に必要とされる濃度 (DSi : 2.0 μM) を下回ったのは、珪藻が高密度化した影響と考えられる 8 月下旬と 9 月下旬の一部の深度層のみであった。水中光量子量は、熊本市の全日照量について、計算の単純化のため日照時間を 8 時間と固定して、平均光量子量を算出し、実測した水中光量子率に乗じて求めた。*Chattonella* の最高増殖速度を得るために必要な光量の半飽和定数 (61 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; 紫加田ら 2010) の境界は、深度 0.8 m (8 月 10 日、St. 2) ~ 29 m (5 月 11 日、St. 6) の範囲で推移した。また、8 月の大雨の期間に、全域 (St. 2、A、4、5、6、K、C、7) において、深度がそれぞれ 0.8、4、4、3、8、1、6、8 m に上昇した (図 11)。球磨川からの出水により濁度が増加したためと考えられた。

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

当センターにおけるほかの調査結果も含めた八代海全域の有害赤潮プランクトン細胞密度の推移を図 12、図 13 に、調査点別の発生概況を図 14 に示す。*Chattonella* spp. は 5 月 11 日に St. 2 で濃縮検鏡により $2 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ が初認されたが、その後 5 月末まで検出されなかった。6 月 1 日に $2 \times 10^3 \sim 1 \text{ cells mL}^{-1}$ が検出された後は、6 月 22 日まで 1 cell mL^{-1} 以下で推移し (St. 2、A、4、5、6、C)、6 月 29 日以降は、通常検鏡で複数の調査定点 (St. A、5、K) で検出されるようになった。本課題とは別の赤潮調査において 7 月 6 日に 13 cells mL^{-1} (戸馳島沖) が検出され、7 月 12 日に八代海北部~中部、楠浦湾など広範囲で $100 \text{ cells mL}^{-1}$ 以上に増加した

(<https://akashiwo.jp/>)。7 月 13 日には $1 \times 10^4 \text{ cells mL}^{-1}$ (St. A) と急速に増加するなど、八代海北部~中部を中心に全域で高密度化した (<https://akashiwo.jp/>)。他事業の情報も含めると、本種は 7 月 18 日に上天草市松島町樋合漁港で $1 \times 10^5 \text{ cells mL}^{-1}$ (八代海全域での最高細胞密度)、19 日に上天草市姫戸町牟田漁港地先で $9 \times 10^4 \text{ cells mL}^{-1}$ に達した (<https://akashiwo.jp/>)。その後も高密度化した地点が認められたものの (7 月 23 日 : $2 \times 10^4 \text{ cells mL}^{-1}$ [宇城市不知火町]、7 月 30 日 : $8 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ [氷川郡和加島樋門])、7 月下旬には八代海全域で $1 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 未満に減少した (<https://akashiwo.jp/>)。その後、再び八代海北部で 8 月 6 日に $3 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$

(八代市郡築沖) に増加したが、8 月 7 日以降には $1 \times 10^3 \text{ cells mL}^{-1}$ 未満に減少し、8 月 13 日以降に $100 \text{ cells mL}^{-1}$ 未満、8 月 15 日以降に 10 cells mL^{-1} 未満、8 月 19 日には 1 cell mL^{-1} と急激に衰退し、8 月下旬には mL レベルでは検出されなくなった (<https://akashiwo.jp/>)。9 月 7~16 日に濃縮試料 (1 cell mL^{-1} 以下) で細胞が検出されはじめ (St. 2、A、4、5、C、K)、9 月 21 日に 3 cells mL^{-1} (St. 5)、28 日には 4 cells mL^{-1} (戸馳島沖) が検出された

(<https://akashiwo.jp/>)。調査点別の発生概況をまとめると、北部 (St. 2、A、4) で 7 月中旬、8 月上旬、9 月下旬の 3 回、南部および西部 (St. 5、6、C、7) で 7 月中旬と 9 月下旬の 2 回、増殖のピークが確認された。また、概して北部において南・西部より発生密度は高く、長期化する傾向が見られた。

Cochlodinium polykrikoides は、6 月 15 日以降、 10 cells mL^{-1} 未満で散見されるようになり、7 月 20 日の 12 cells mL^{-1} から 8 月 10 日にかけて $2 \times 10^4 \text{ cells mL}^{-1}$ まで高密度化した後減少に転じ、8 月 13 日に 41 cells mL^{-1} 、8 月 19 日~9 月 14 日は 2 cells mL^{-1} 以下で推移したが、9 月 28 日には 12 cells mL^{-1} に上昇した (図 14)。

Heterosigma akashiwo は別の赤潮調査で4月21日に八代海湾奥部で 8×10^4 cells mL⁻¹、5月18日には天草下島南端の久玉浦で 1×10^4 cells mL⁻¹、5月19日に上天草市大矢野町宮津湾で 8×10^3 cells mL⁻¹が検出された。6月以降は、暫く本種による赤潮は検出されなかったが、別の赤潮調査で9月6日にSt. 2の近傍で 4×10^3 cells mL⁻¹が検出され、9月7日にはSt. 2、A、4、5、6で検出されたが、9月中旬に衰退した(図14)。

Karenia mikimotoi は7月21日に別の赤潮調査で3 cells mL⁻¹が検出されたが増加しなかった。また、*Heterocapsa circularisquama* は検出されなかった。

(2) 珪藻類の発生状況

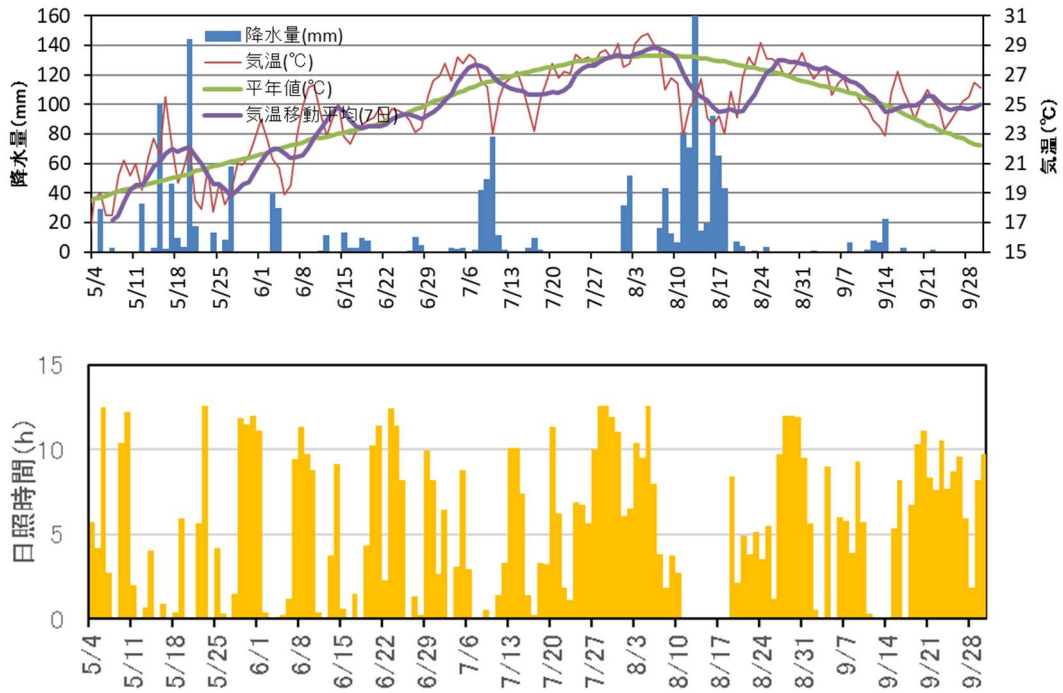
珪藻類の細胞密度は調査期間中、最高で 3×10^4 cells mL⁻¹ (5月25日、St. A、極大層) が検出された。また、 5×10^3 cells mL⁻¹ を超えたのは、5月25日にSt. 2の表層と5 m層、St. 4の表層、St. Aの表層と極大層、8月24日にSt. 2の表層と5 m層、9月21日のSt. 4の5 m層であった。多くの場合、優占種は *Skeletonema* spp. あるいは *Chaetoceros* spp. であった(図15-1、15-2)

(3) *Chattonella* spp. の消長要因

Chattonella spp. の消長への気象、水質の影響について、St. 2を代表例として、図16に整理した。*Chattonella* spp. は例年通り(図16中の①「以下番号のみを記す」)5月に初認されたが、②その後の梅雨入りで、降雨に伴う珪藻赤潮の発生により *Chattonella* spp. の増加が抑えられた。珪藻衰退後の6月上旬～中旬にかけても降雨がほとんどなく栄養塩不足により、*Chattonella* spp. の増殖は抑えられた。③6月下旬になると密度成層の崩壊と同時にDIP濃度が上昇し、水温も *Chattonella* spp. の増殖に至適な範囲である25℃以上となり、7月上旬には *Chattonella* spp. は13 cells mL⁻¹まで増加した。さらに、④梅雨前線の影響で7月4～9日の強風による擾乱と、7月8～11日のまとまった降雨や出水による栄養塩の供給により、7月15日には 2×10^3 cells mL⁻¹ (最高値)まで増加したが、⑤高密度化した *Chattonella* spp. による消費等によって栄養塩濃度が低下し、7月25日には6 cells mL⁻¹まで減少した。その後、⑥7月末に密度成層の崩壊によって栄養塩が供給され(推定)、⑦8月1日から2日の降雨による栄養塩供給で8月8日には390 cells mL⁻¹まで再び増加したが、⑧8月としては記録的な大雨(2021年8月11～19日にかけての大雨)による大規模な出水が起これ、*Chattonella* spp. は衰退した。

なお、八代海北部には、球磨川は八代海唯一の一級河川の河口が位置し、水深も中部～南部と比べると浅いため、大雨時の出水の影響範囲は約400km²である。7月10～12日における球磨川流量(横石観測所)は148 hm³、8月11～19日は1,123 hm³であった。これを球磨川の出水の影響を受けやすいと考えられる流入面積(400 km²)で除すると、流入した河川水の厚さを見積もることができる(図17)。7月10～12日の0.4 mに比較すると、8月11～19日は2.8 mと出水の規模が大きく、このことが *Chattonella* spp. 個体群の衰退に影響した可能性が高いと考えられる。実際は、これに球磨川水系以外からの流入(球磨川水系の流域面積の3割に相当、図18)や、海面への直接の降雨もあるので、8月の大雨時の影響は4m以上に達すると推定されます。

すなわち、7月上旬の球磨川の出水は栄養塩供給等の *Chattonella* spp. の増殖にとって正の影響があり、8月中旬の出水には個体群の拡散、流出や濁度による光量低下等といった負の影響があったと考えられる。その後、⑨8月下旬には天候の回復とともに水温が上昇して成層化し、珪藻類が卓越した。⑩9月に入ると気温低下に伴う鉛直混合により栄養塩が供給され、*Chattonella* spp. が再検出されるようになったが、⑪珪藻類が卓越したため高密度化しなかったと考えられた。



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

図2 八代市における気象条件の経日変化および旬別の平年値との比較

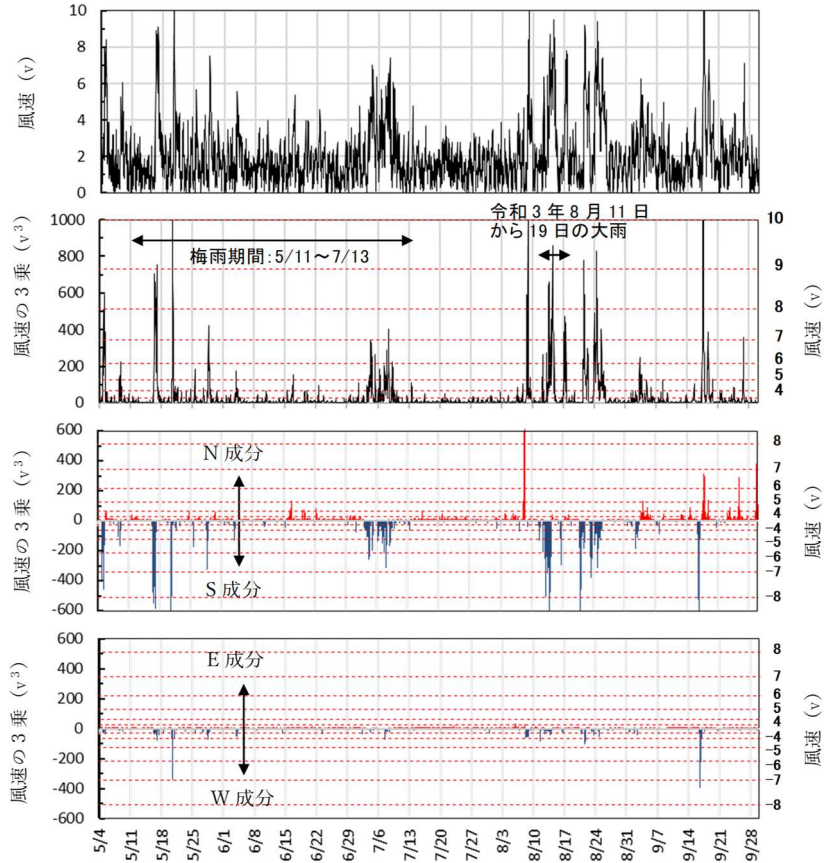


図3 宇城市三角町における風速、風速の3乗、風速のNS成分とEW成分の推移

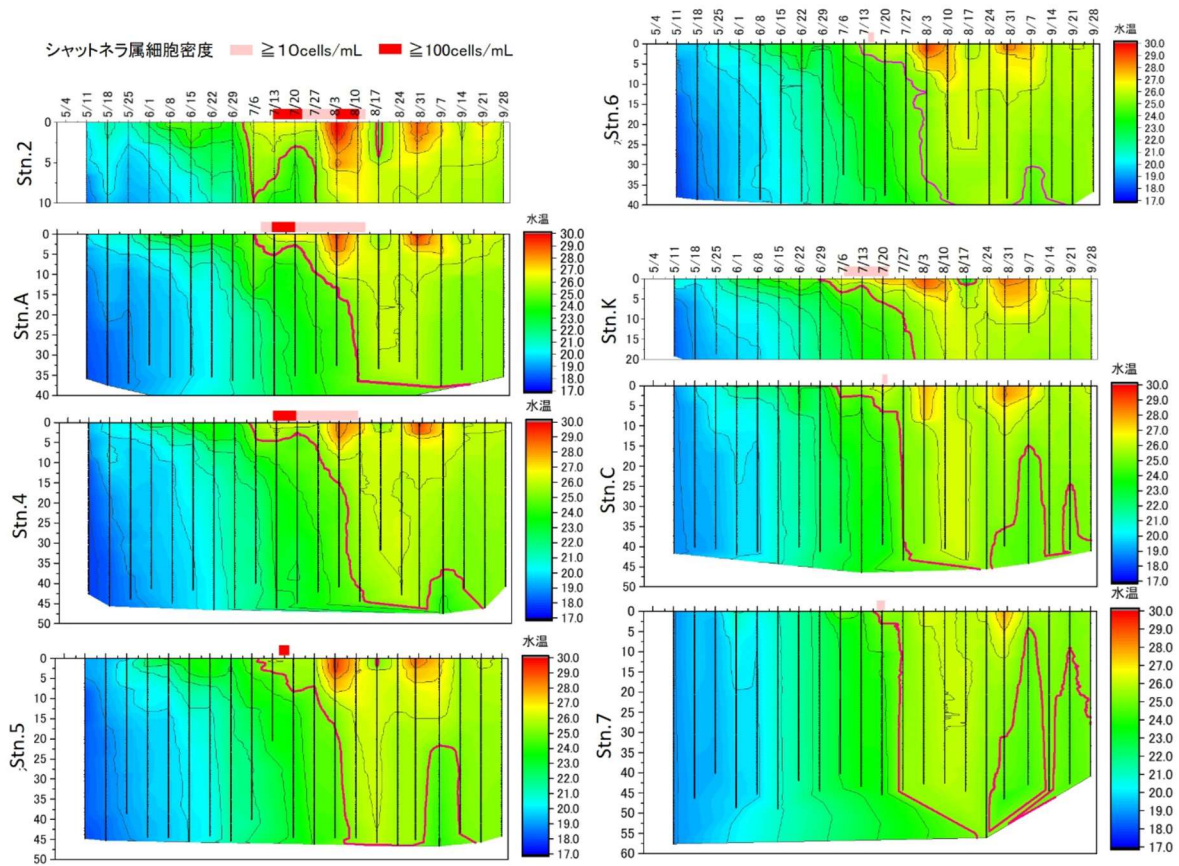


図4 八代海8定点における水温の推移 (ピンク線は25°C)

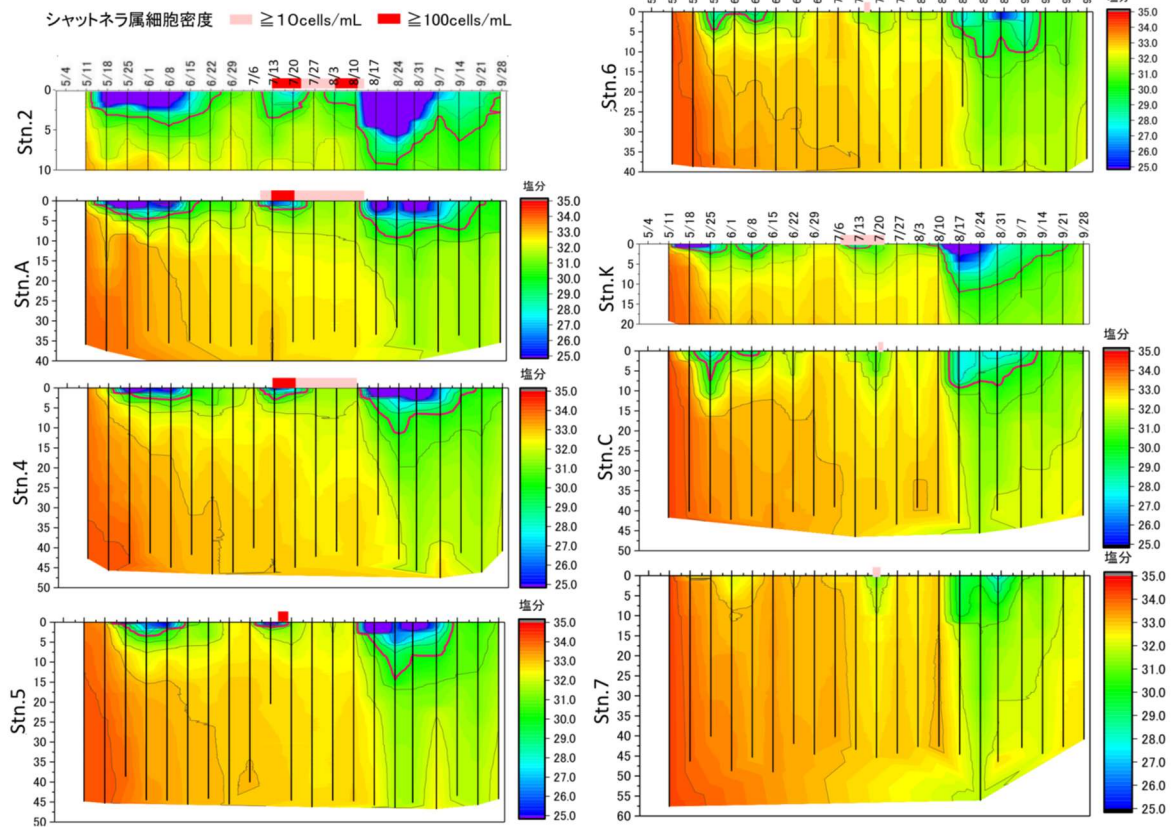


図5 八代海8 定点における塩分の推移 (ピンク線 : 30)

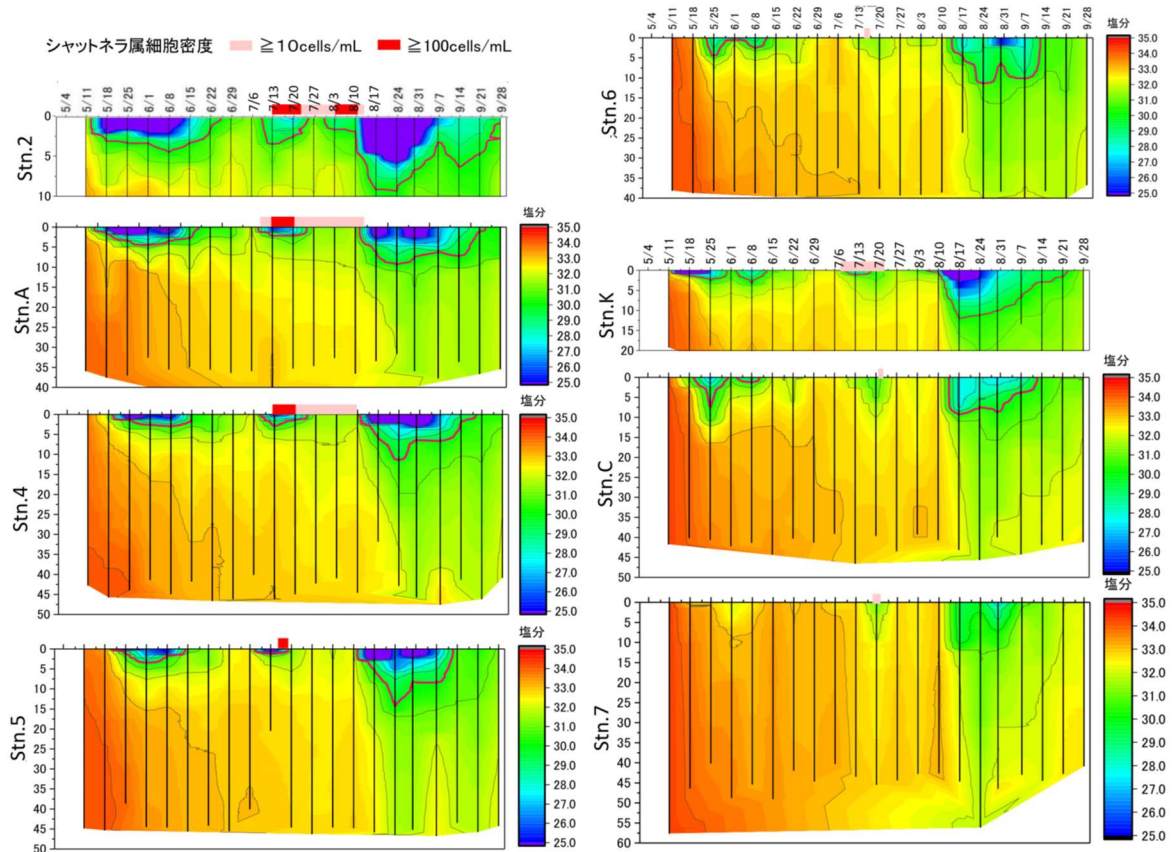


図6 八代海8 定点における密度 (σ_t) の推移 (ピンク線 : 20)

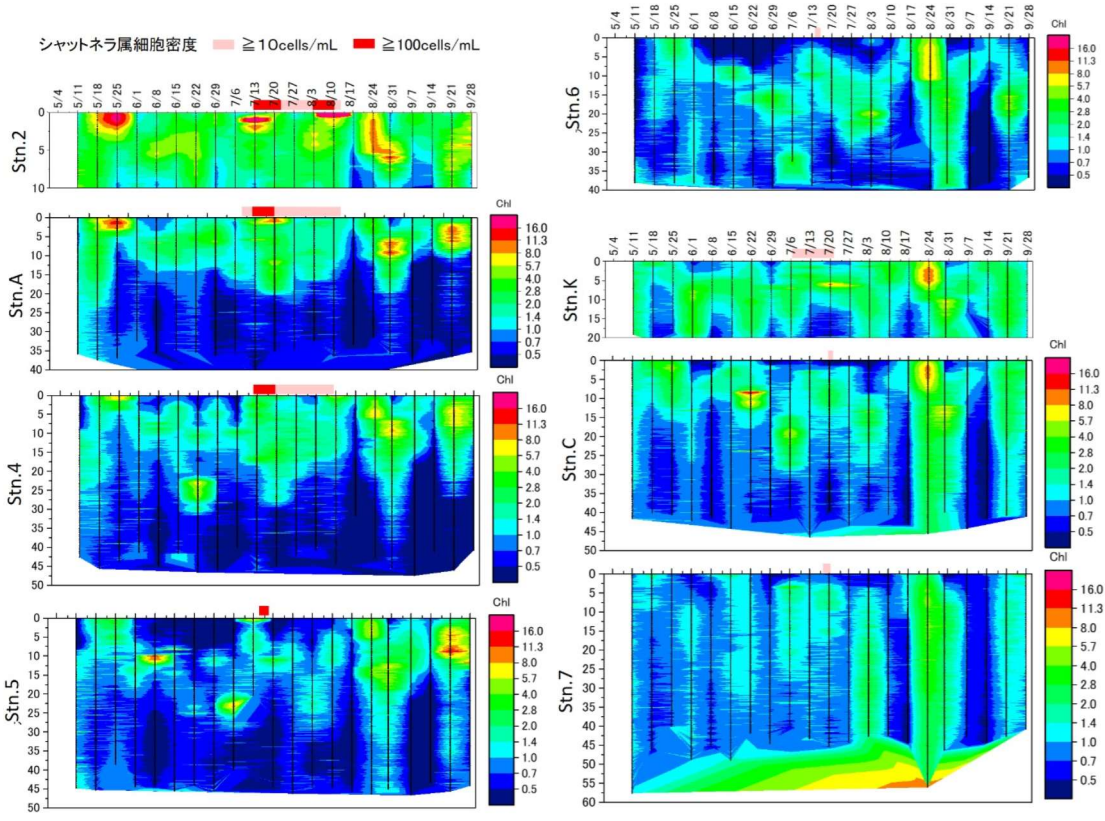


図7 八代海8定点におけるクロロフィル蛍光値の推移

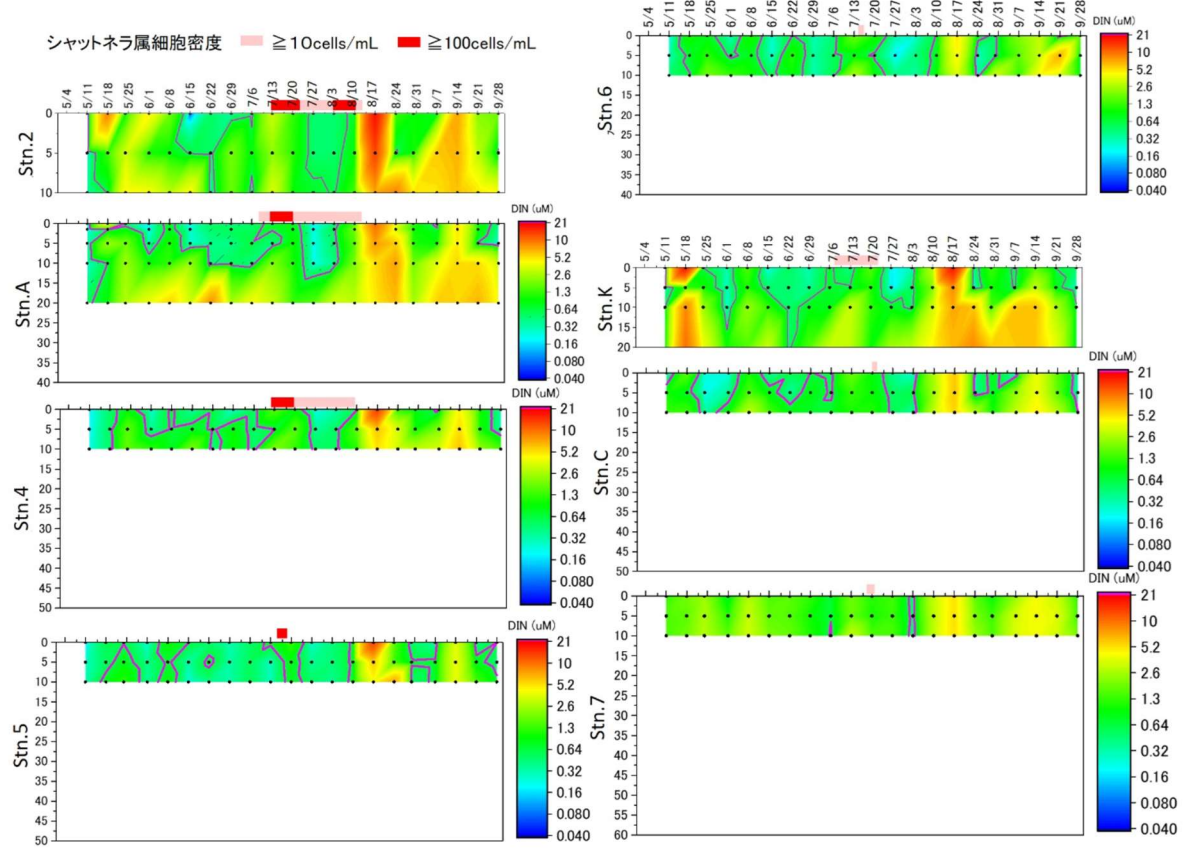


図8 八代海8定点におけるDIN濃度の推移 (ピンク線: 半飽和定数 0.65 μM)

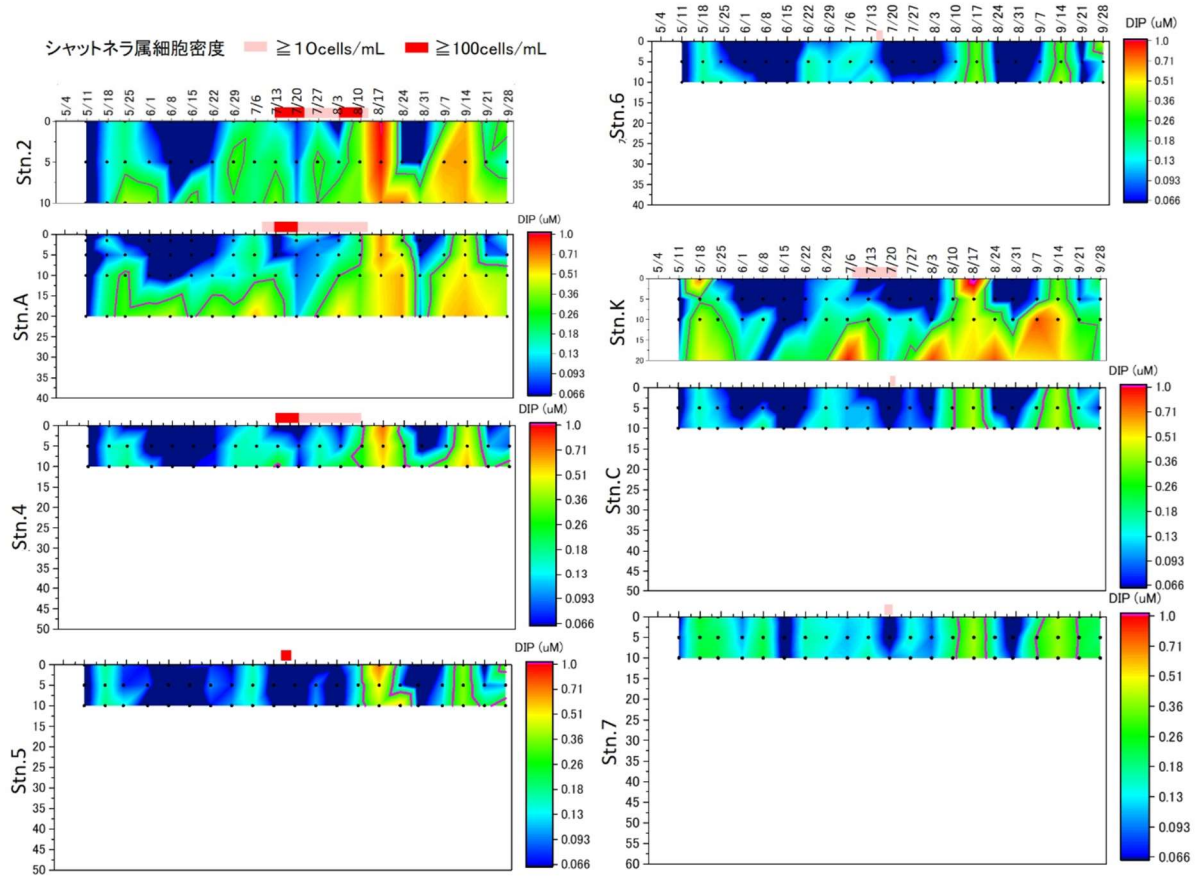


図9 八代海8定点におけるDIP濃度の推移（ピンク線：半飽和定数0.25 μM ）

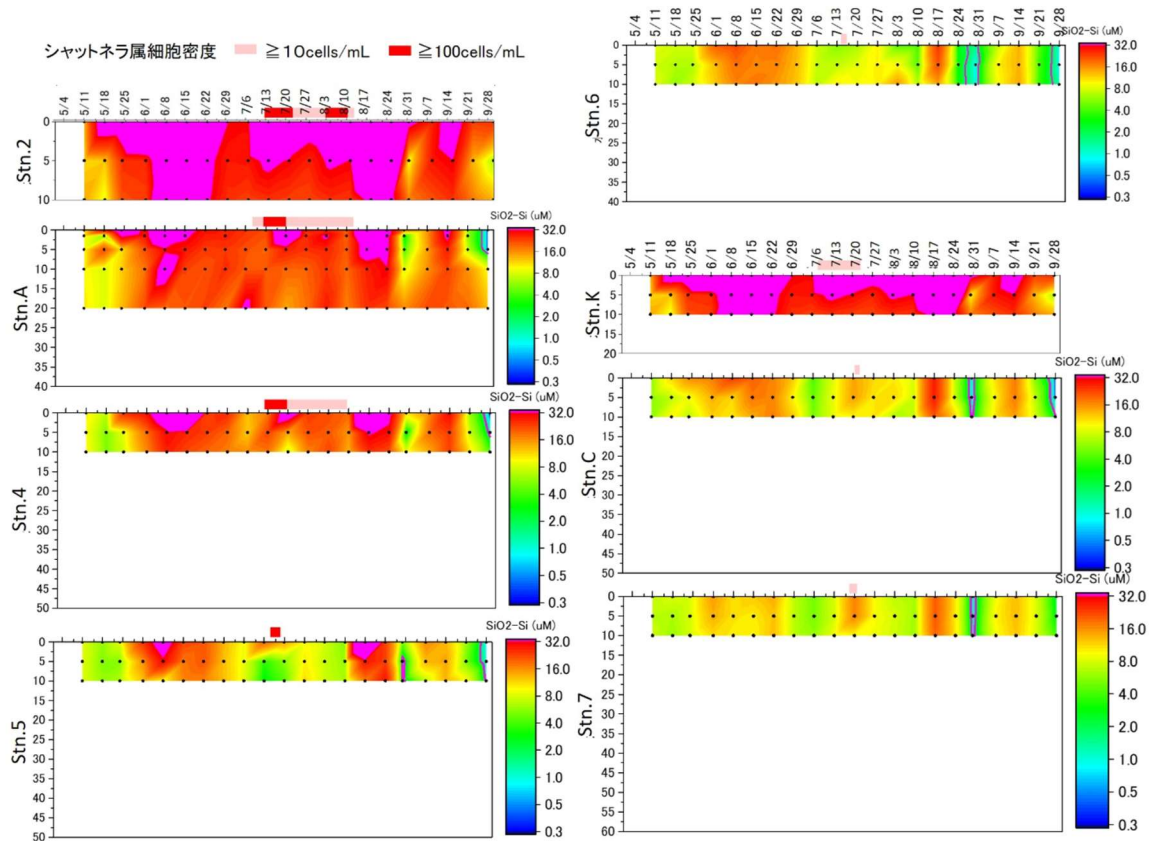


図10 八代海8定点におけるDSi濃度の推移（ピンク線：2.0 μM ）

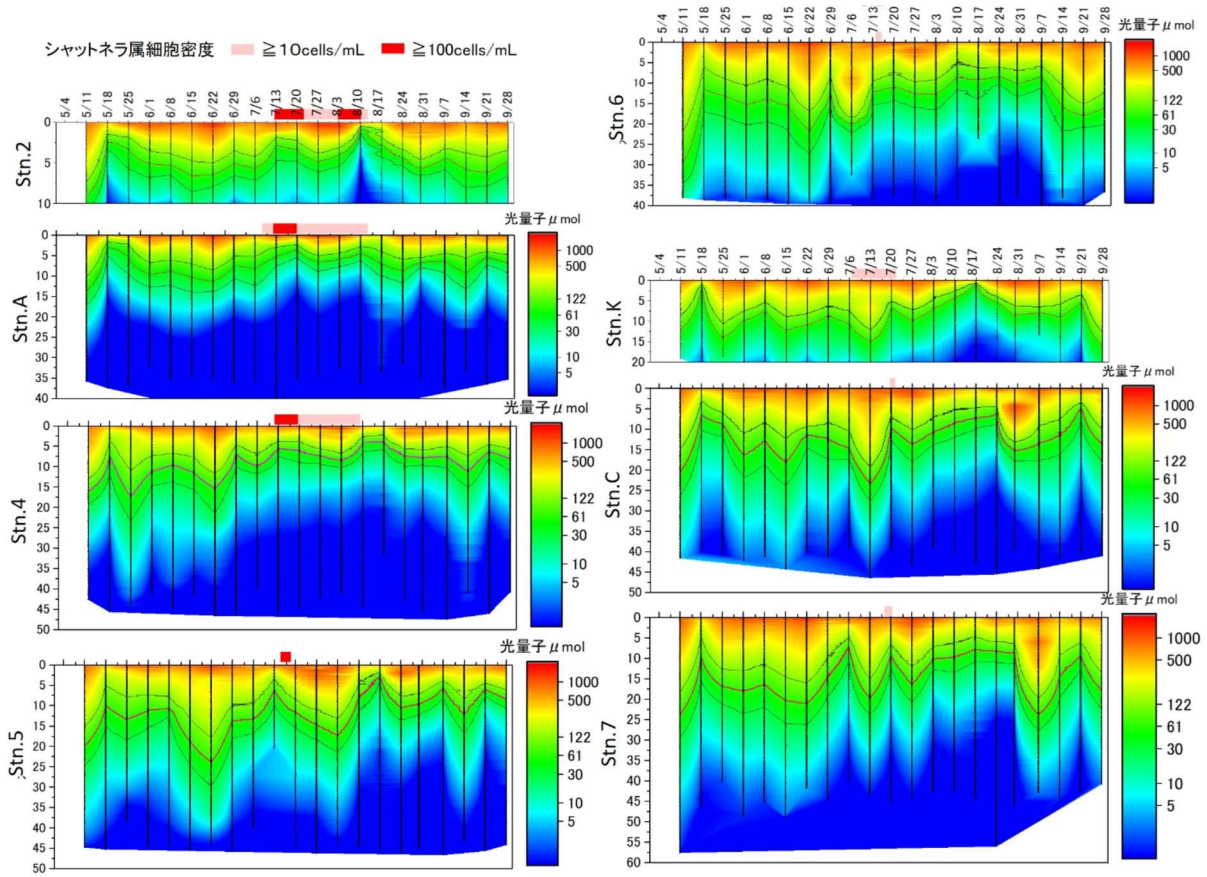


図 11 八代海 8 定点における水中光量子の推移 (ピンク線 : 半飽和定数 $61 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

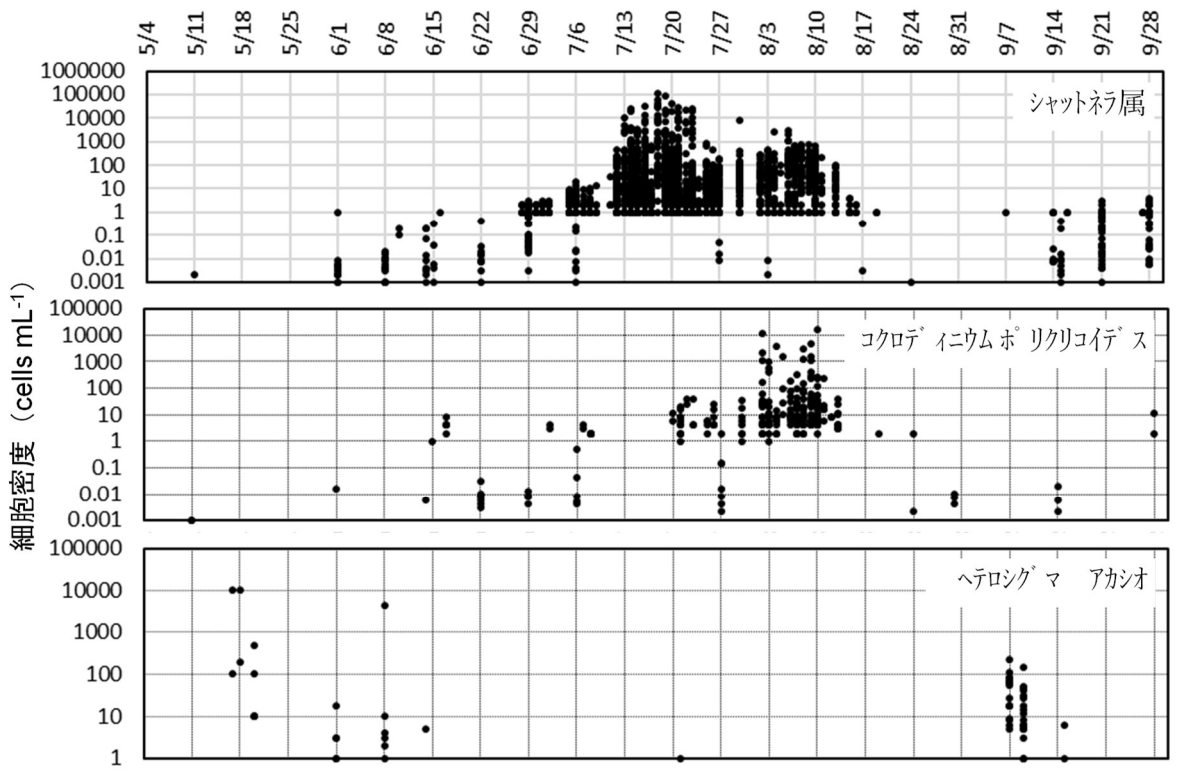
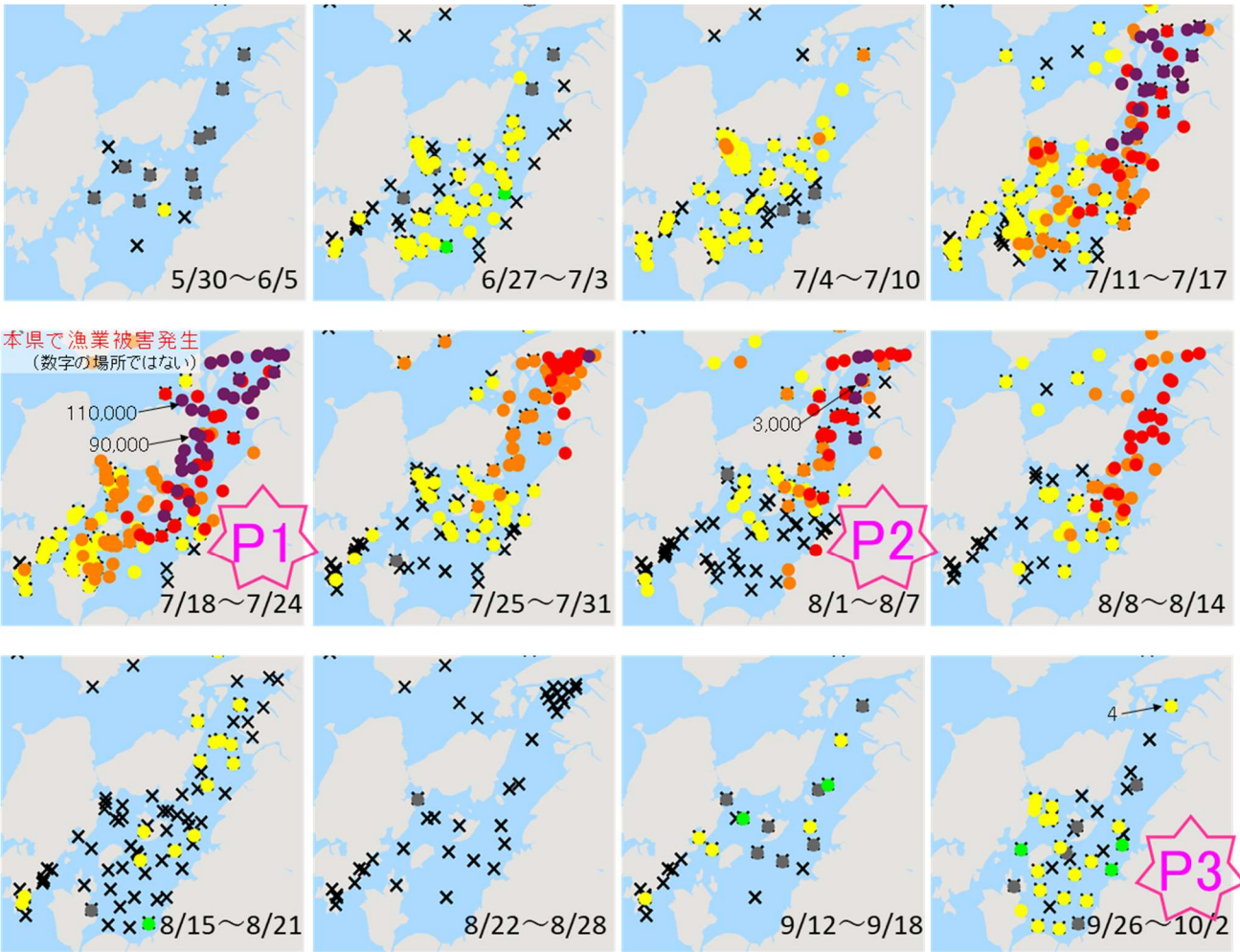


図 12 八代海における有害赤潮プランクトン種の発生状況



出典：赤潮ネット（本事業以外の調査データを含む）

図 13 *Chattonella* 属の分布状況



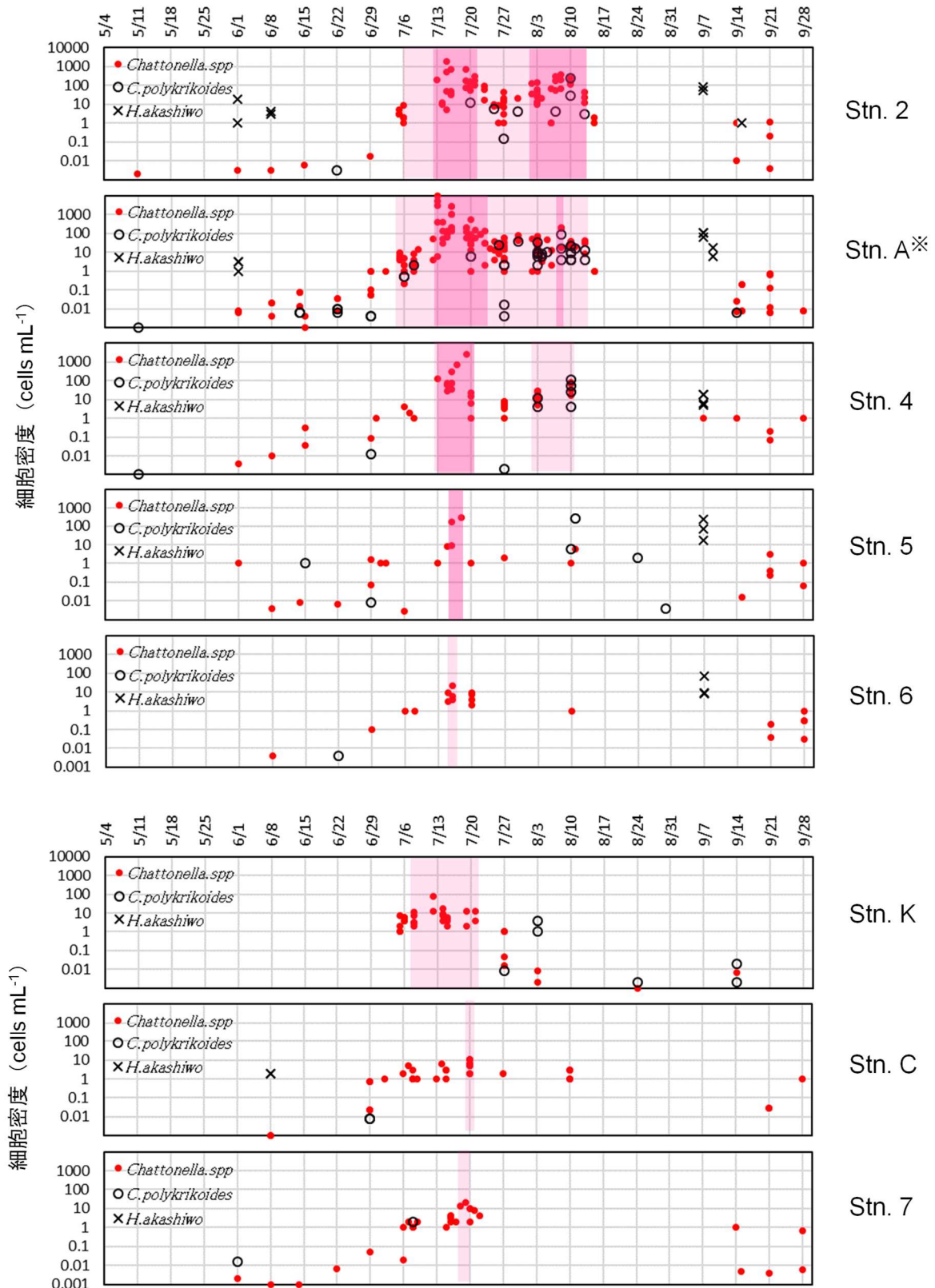


図 14 2021 年夏季八代海における有害プランクトンの発生状況 (*Chattonella* spp. 細胞密度: 淡ピンク ≥ 10 cells mL⁻¹、濃ピンク ≥ 100 cells mL⁻¹)。別の赤潮調査により得られた細胞密度 (2 定点、St. A より東方約 2 km) を含む*。

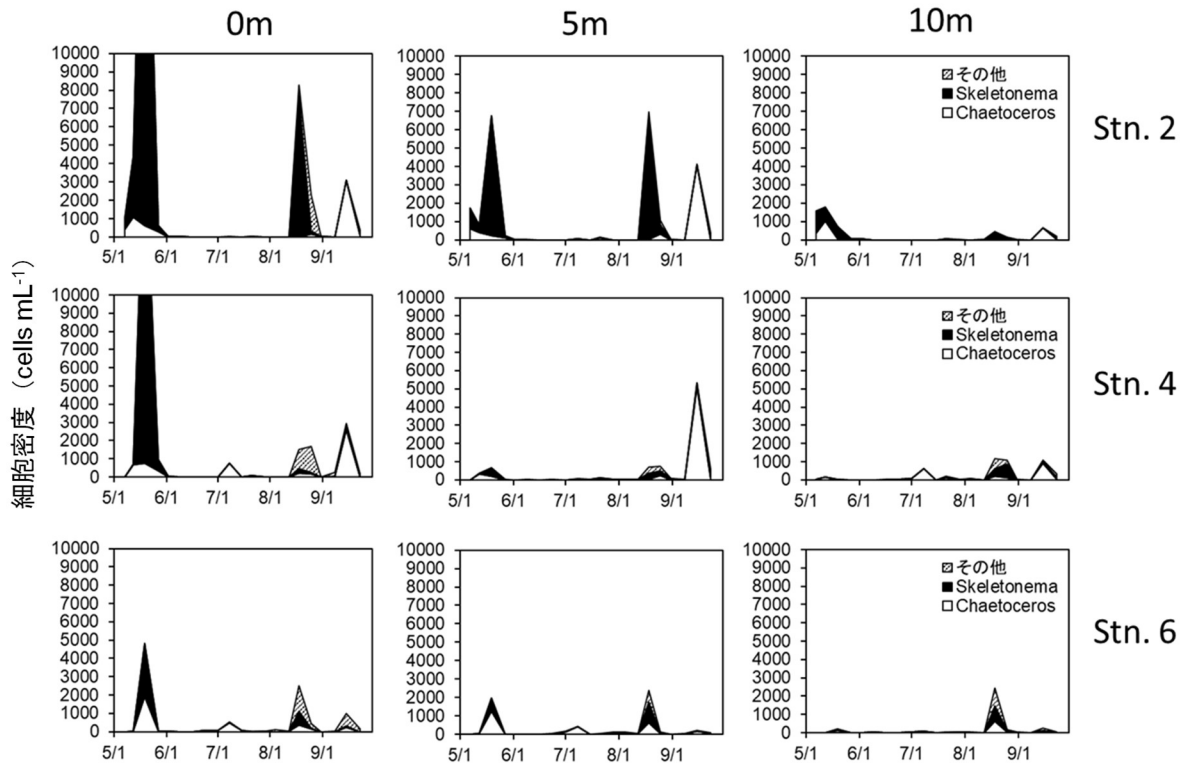


図 15-1 八代海 (St. 2、4、6) における珪藻類の推移

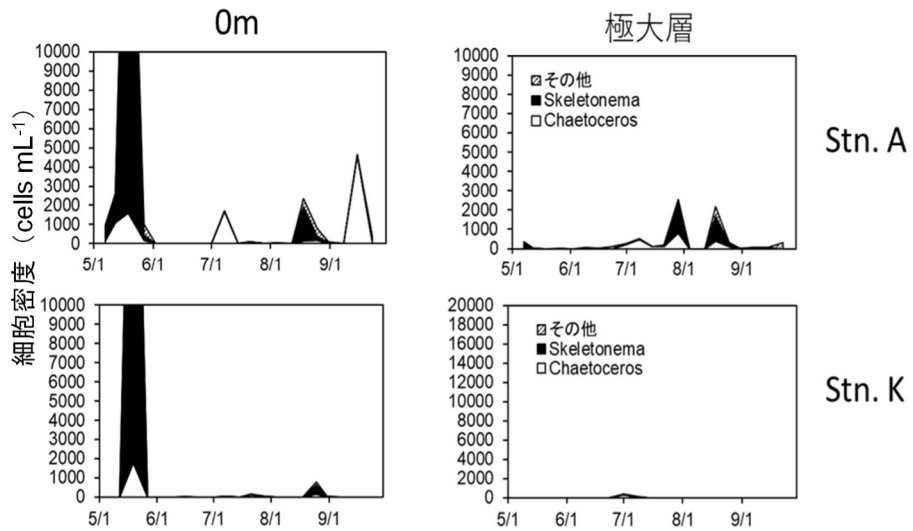


図 15-2 八代海 (St. A および K) における珪藻類の推移

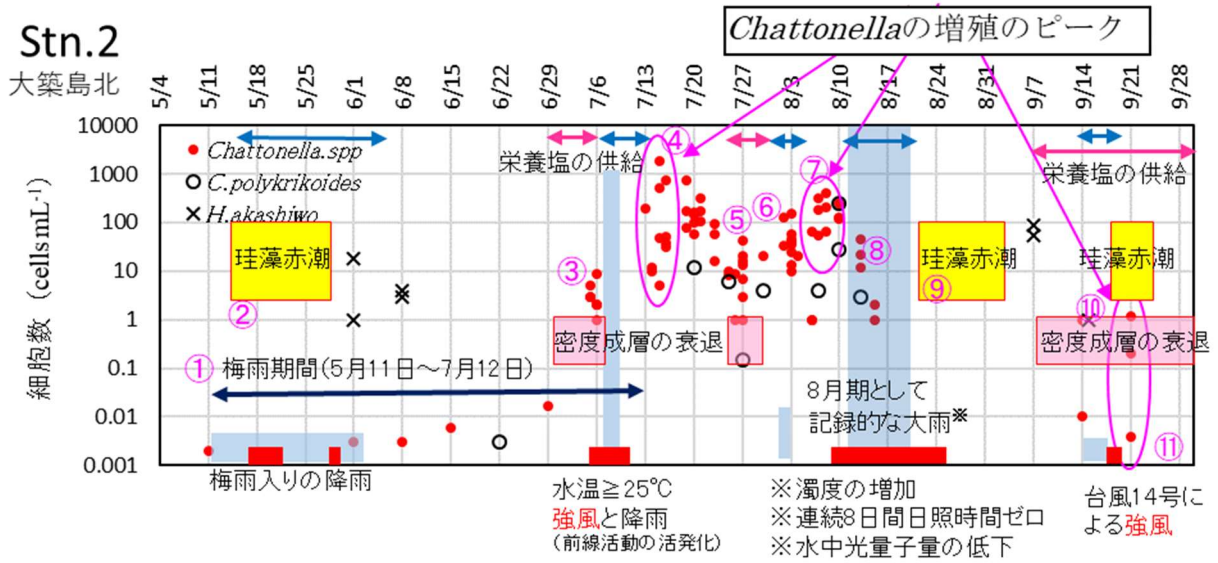


図 16 Chattonellaの消長と環境要因



図 17 球磨川の影響を受けやすい流入面積

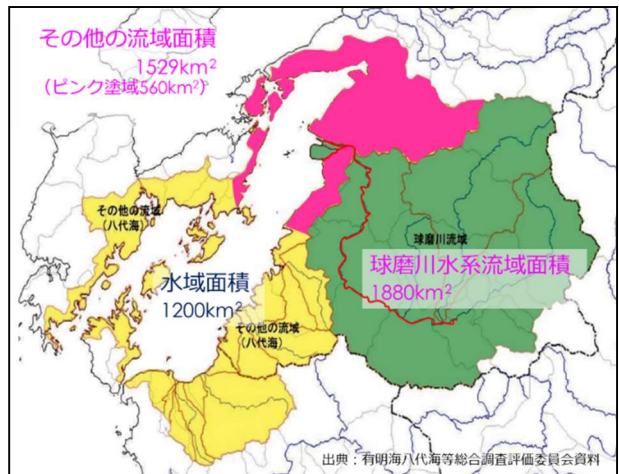


図 18 八代海に影響する河川の流域面積

漁場環境モニタリング事業 I (一部委託)

昭和 39(1964)年度～継続

(浅海定線調査および内湾調査)

緒 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、丸吉浩太、上原美咲、増田雄二、中村真理、安藤典幸
- 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

調査月日 (朔の大潮に実施)		調査船及び観 測定点	観測層 (m)	観測項目
有明海	八代海			
4月	14、15	ひのくに および あさみ 有明海 (18点) 八代海 (20点)	0,5,10,20,30m, 底層(海底上1 m)	水温 塩分 透明度 DO ※ COD ※ 栄養塩 ※ プランクトン沈殿 量 ※※ Chl-a ※※※
5月	12			
6月	11			
7月	13			
8月	12			
9月	8			
10月	7			
11月	4			
12月	6			
1月	4			
2月	1			
3月	3			

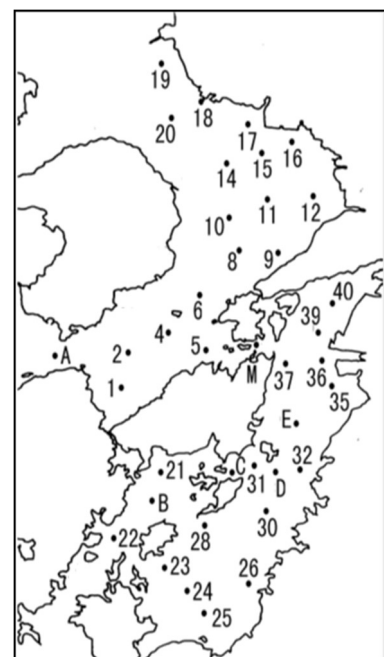


図 1 調査定点

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

平年値との比較は「偏差(当該月観測値－平年値)÷σ(昭和 49 年度(1974 年度)から平成 25 年度(2013 年度)の各月標準偏差)」により算出し、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)から平成 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の結果をとりまとめ、海況情報として 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4月がやや高め、10月、11月がかなり高め、12月から2月がやや高め、そのほかが平年並みであった。

八代海は4月、8月がやや高め、10月がかなり高め、3月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

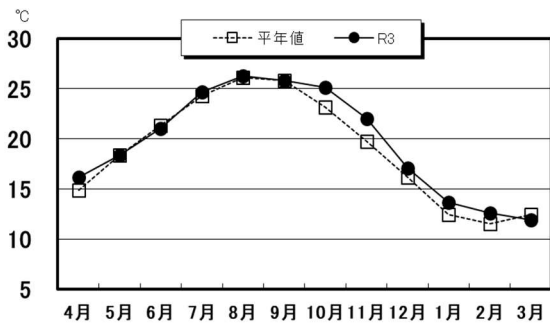


図 2-1 水温の推移 (有明海)

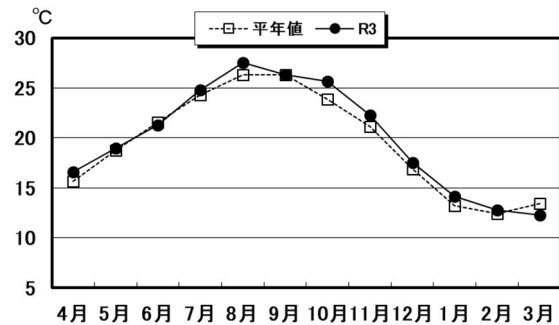


図 2-2 水温の推移 (八代海)

(2) 塩分 (図 3-1、図 3-2)

有明海は5月、7月がやや高め、9月がかなり低め、10月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

八代海は4月、5月がやや高め、6月、9月、10月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

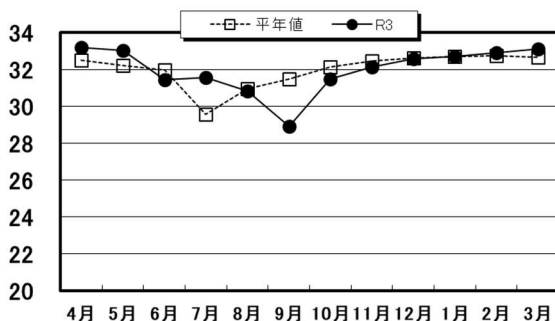


図 3-1 塩分の推移 (有明海)

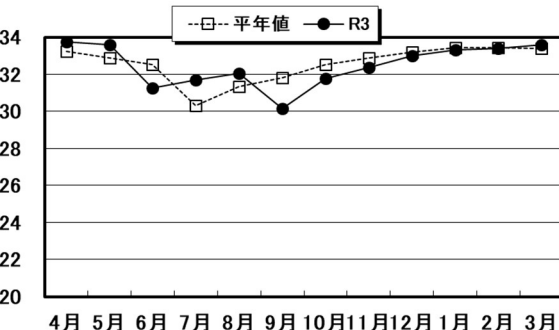


図 3-2 塩分の推移 (八代海)

(3) 透明度 (図 4-1、図 4-2)

有明海は3月がやや高め、そのほかが平年並みであった。

八代海は3月がやや高め、そのほかが平年並みであった。

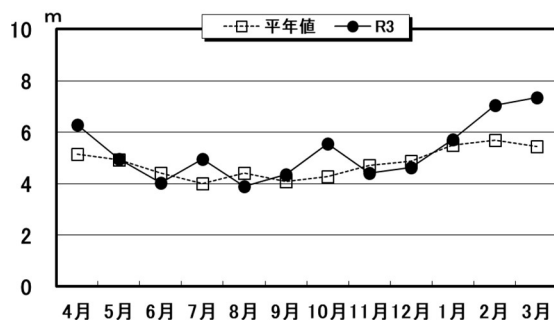


図 4-1 透明度の推移 (有明海)

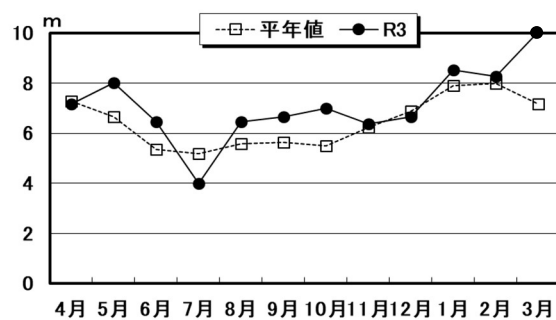


図 4-2 透明度の推移 (八代海)

(4) DO (溶存酸素量 図5-1、図5-2)

有明海は4月、5月、8月、10月、12月、1月、2月がやや低め、そのほかが平年並みであった。
八代海は4月、7月、9月、12月がやや低め、そのほかが平年並みであった(8月は欠測)。

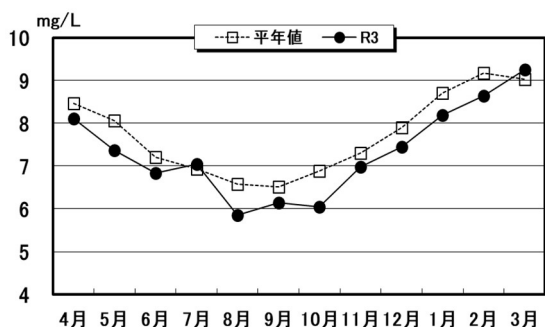


図5-1 DOの推移(有明海)

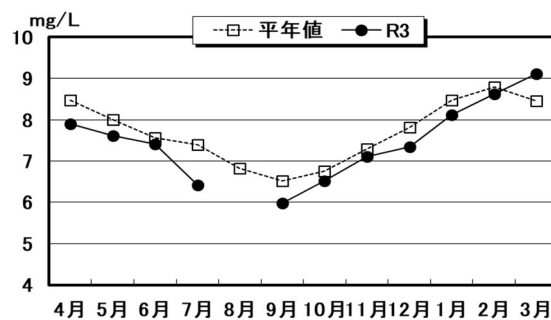


図5-2 DOの推移(八代海)

(5) COD (化学的酸素要求量 図6-1、図6-2)

有明海は5月、7月、8月、10月、12月、1月がやや低め、そのほかが平年並みであった。
八代海は6月、7月、9月、12月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

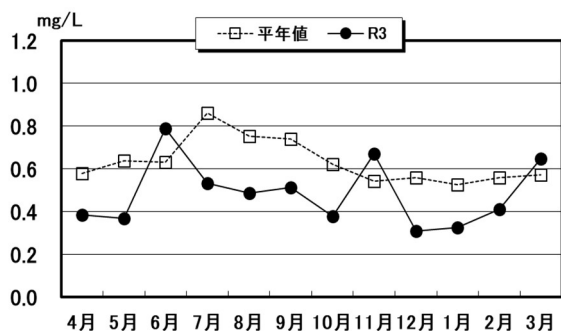


図6-1 CODの推移(有明海)

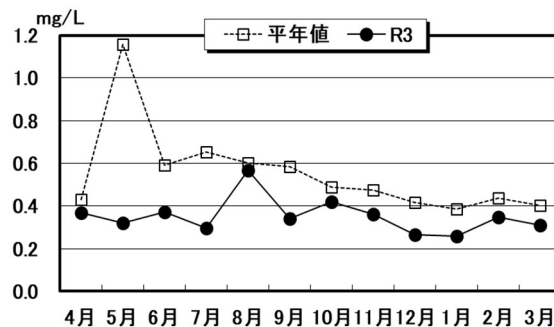


図6-2 CODの推移(八代海)

(6) DIN (溶存態無機窒素 図7-1、図7-2)

有明海は4月、10月、11月、3月がやや低め、そのほかが平年並みであった。
八代海は10月、2月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

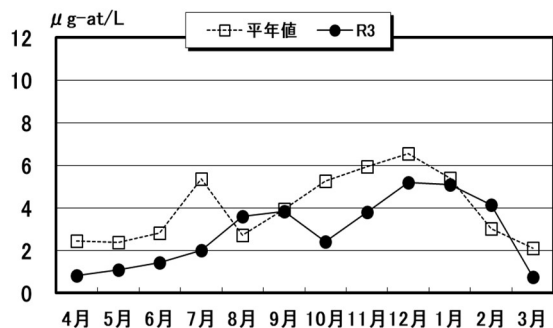


図7-1 DINの推移(有明海)

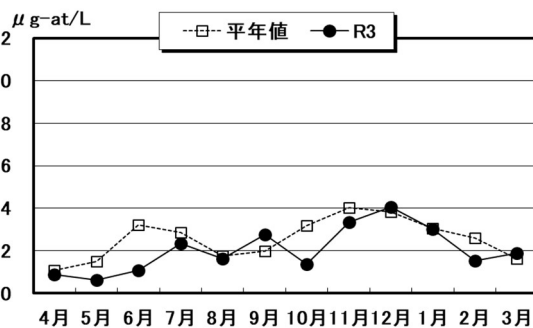


図7-2 DINの推移(八代海)

(7) DIP (溶存態無機リン 図 8-1、図 8-2)

有明海は5月、8月、2月がやや高め、11月がやや低め、そのほかが平年並みであった。
八代海は5月がやや高め、10月がやや低め、そのほかが平年並みであった。

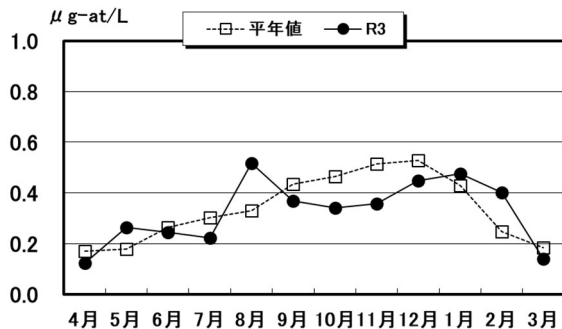


図 8-1 P04-P の推移 (有明海)

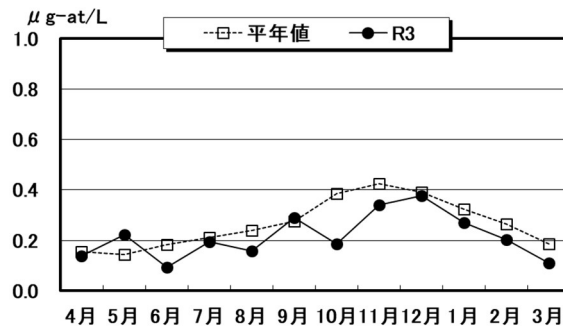


図 8-2 P04-P の推移 (八代海)

(8) DSi (溶存態ケイ素 図 9-1、図 9-2)

有明海は4月、10月～1月がやや低め、そのほかが平年並みであった。
八代海は4月、10月、1月がやや低め、6月、9月がやや高め、そのほかが平年並みであった。

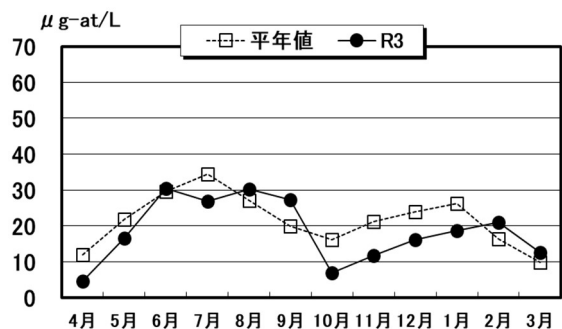


図 9-1 SiO₂-Si の推移 (有明海)

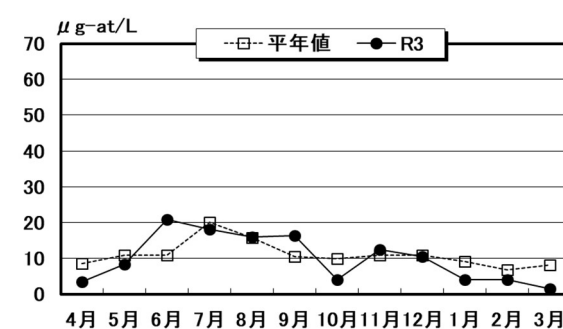


図 9-2 SiO₂-Si の推移 (八代海)

(9) プランクトン沈殿量 (図 10-1、図 10-2)

有明海は4月がやや低め、11月が甚だ多め（珪藻類：スケルトネマ属、キートセロス属による混合赤潮の発生による）、そのほかが平年並みであった。

11月については、が、菊池川河口地先から宇土市赤瀬沖で確認された。

八代海は9月、12月がやや少なめ、そのほかが平年並みであった。

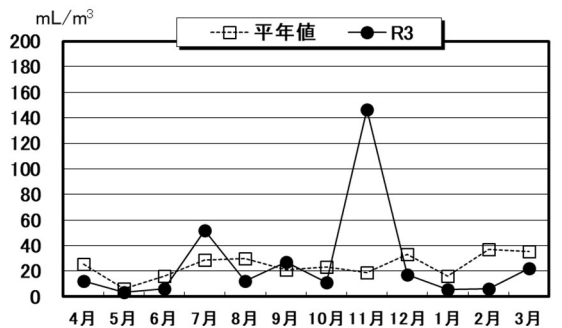


図 10-1 プランクトン沈殿量の推移 (有明海)

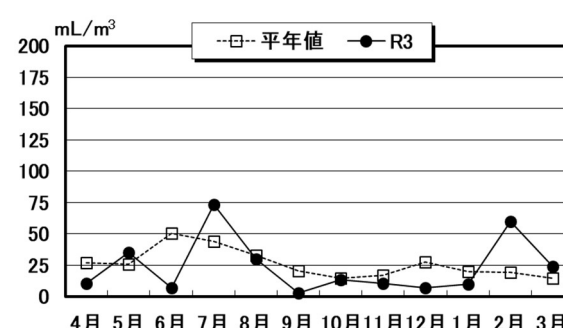


図 10-2 プランクトン沈殿量の推移 (八代海)

(10) クロロフィル a (図 11-1、図 11-2)

有明海は、最低値が1月、2月の3.8 μg/L、最高値が9月の17.4 μg/Lであった。

八代海は、最低値が3月の2.5 μg/L、最高値が7月の9.8 μg/Lであった。

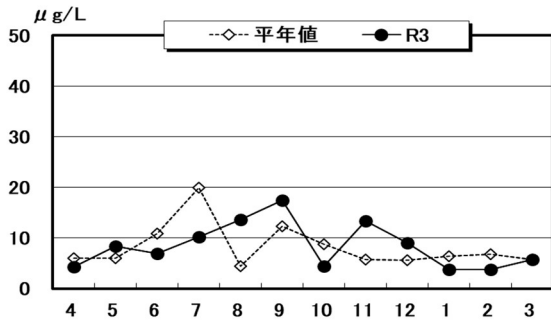


図 11-1 クロロフィル a の推移 (有明海)

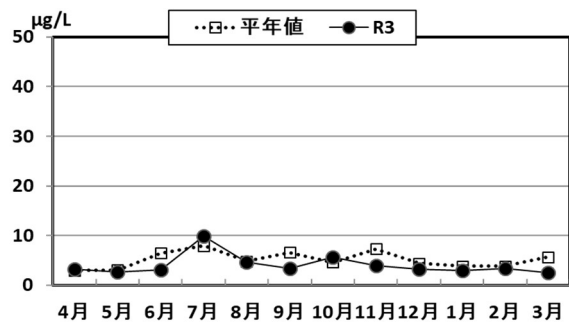


図 11-2 クロロフィル a の推移 (八代海)

※平年値として調査水深(表層)のデータが蓄積されていないため、参考値として水深5m層を掲載

2 令和3年度(2021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、熊本観測所の降水量は、梅雨時期を含む6月から7月は「平年並み」～「かなり少なめ」であったが、8月に記録的な大雨があり、平年比513%であった。

この影響で、塩分は、9月が年間の最低値(平年値では7月)となった。また、赤潮の発生状況を表2に示す(別事業の調査結果を含む)。

表 2 有明海における赤潮発生状況

整理番号は暦年表示

整理番号	発生期間		発生海域	赤潮構成プランクトン			漁業被害の有無	水色	最高細胞数 (cells/ml)
	発生日 ~ 終息日	日数		網	属	種			
KM-1	3/11 ~ 5/10 (61日間)		荒尾市地先から宇土市赤瀬地先	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	有	42	4,700
				珪藻	<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>	有	42	1,100
KM-2	4/20 ~ 6/14 (56日間)		宇城市三角町郡浦地先から八代市鏡川河口	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	24	76,000
								42	
KM-3	5/10 ~ 5/27 (18日間)		荒尾沖から宇土市赤瀬沖	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	33	22,000
								42	
KM-4	5/13 ~ 6/7 (26日間)		天草市久玉地先	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	41	10,000
KM-5	5/23 ~ 5/27 (5日間)		上天草市大矢野島西方沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	33	15,000
								24	
KM-6	5/24 ~ 6/8 (16日間)		八代海北部から天草市御所浦島東方沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	33	42,000
								42	
KM-7	5/31 ~ 6/11 (12日間)		荒尾市沖から宇土市赤瀬沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	42	6,800
								33	
KM-9	6/11 ~ 7/1 (21日間)		熊本有明海全域	ディクチオカ藻	<i>Dictyocha</i>	<i>fibula</i>	無	42	213
								45	
KM-11	6/28 ~ 7/9 (12日間)		宇城市不知火町松合漁港	渦鞭毛藻	微細藻類		無	24	4,000
								42	
KM-12	7/2 ~ 7/16 (15日間)		宇土市緑川河口	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	24	3,600
								15, 24	
KM-14	7/13 ~ 7/21 (9日間)		荒尾地先から菊池川河口地先	渦鞭毛藻	<i>Ceratium</i>	spp.	無	33, 36	1,500
								42	
KM-15	7/13 ~ 8/27 (46日間)		荒尾市地先から宇土市赤瀬沖	ラフィド藻	<i>Chattonella</i>	sp.	無	33	400
								42	
KM-19	8/23 ~ 9/13 (22日間)		有明海全域	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	24	72,000
								32	
KM-21	9/29 ~ 10/27 (29日間)		菊池川河口地先から宇土市赤瀬沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	42	3,200
				珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	無	33	340
KM-22	11/4 ~ 12/6 (33日間)		菊池川河口から宇土市赤瀬沖	珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	無	24	16,000
				珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	33	1,900
				珪藻	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	有		470
								24	
KM-24	12/15 ~ 1/4 (21日間)		菊池川河口地先から宇土市赤瀬沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	33	12,000
								42	
KM-2	1/13 ~ 1/26 (14日間)		熊本港地先から宇土市赤瀬沖	渦鞭毛藻	<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i>	無	210	
				珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	42	5,900
KM-4	2/24 ~ (継続中)		玉名市横島町地先から宇土市赤瀬沖	珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	有	42	440
				珪藻	<i>Guinardia</i>	spp.	有		510
				珪藻	<i>Leptocylindrus</i>	spp.	有		330
				珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	有		2,500
				珪藻	<i>Thalassiosira</i>	spp.	有		640

(2) 八代海

八代観測所の降水量も、熊本観測所と同様に8月としては記録的な大雨となり、平年比366%であった。

この影響で、塩分は、9月が年間の最低値（平年値では7月）となった。また、赤潮の発生状況を表3に示す（別事業の調査結果を含む）。

表3 八代海における赤潮発生状況

整理番号は暦年表示

整理番号	発生期間		発生海域 詳細	赤潮構成プランクトン			漁業被害 の有無	水色	最高細胞数 (cells/ml)
	発生日～終息日	日数		綱	属	種			
KM-2	4/20～6/14	(56日間)	宇城市三角町郡浦地先から八代市鏡川河口	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	24 42	76,000
KM-4	5/13～6/7	(26日間)	天草市久玉地先	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	不明	10,000
KM-6	5/24～6/8	(16日間)	八代海北部から天草市御所浦島東方沖	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	24 33 42	42,000
KM-8	6/3～6/24	(22日間)	天草市御所浦町大浦地先・唐木崎地先・嵐口沖、天草市宮野河内湾湾口沖、浅海湾、久玉浦	リトストマ (織毛虫)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	24	5,900
KM-10	6/11～8/18	(69日間)	天草市御所浦島唐木崎地先、御所浦島南、宮野河内湾中田地先、深海湾、宮野河内産島地先、楠浦湾、葦北郡津奈木町地先、水俣市湯の児島、恋路島、水俣市沖	渦鞭毛藻	<i>Gonyaulax</i>	<i>polygramma</i>	無	24	56,000
KM-11	6/28～7/9	(12日間)	宇城市不知火町松合漁港	渦鞭毛藻	微細藻類		無	24	4,000
KM-13	7/4～8/18	(46日間)	八代海北部から中部	ラフィド藻	<i>Chattonella</i>	sp.	有	15 24	110,000
KM-16	8/2～8/18	(17日間)	八代市大築島北、上天草市姫戸町牟田地先、龍ヶ岳町高戸沖、葦北郡津奈木町大門埦地先	渦鞭毛藻	<i>Cochlodinium</i>	<i>polykrioides</i>	無	24 33	17,000
KM-17	8/18～8/25	(8日間)	上天草市大矢野町宮津湾	渦鞭毛藻	<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i>	無		600
KM-18	8/23～9/7	(16日間)	八代海全域	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	無	42 45 51	17,000
				珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	無		1,300
				珪藻	その他の珪藻類		無		1,600
KM-20	9/6～9/21	(16日間)	八代市大築島北東	ラフィド藻	<i>Heterosigma</i>	<i>akashiwo</i>	無	42	3,800
KM-23	11/5～12/7	(33日間)	九州西部(八代海)	珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	有	33 42 45	7,700
				珪藻	<i>Rhizosolenia</i>	<i>imbricata</i>	有		470
KM-25	12/17～1/7	(22日間)	天草市宮地浦地先	リトストマ (織毛虫)	<i>Mesodinium</i>	<i>rubrum</i>	無	不明	2,000
KM-1	1/5～3/14	(69日間)	八代海北部	珪藻	<i>Skeletonema</i>	spp.	有	42	4,500
				珪藻	<i>Chaetoceros</i>	spp.	有		6,200
				珪藻	<i>Eucampia</i>	<i>zodiacus</i>	有		330
KM-3	1/19～2/2	(15日間)	天草市下浦町地先	渦鞭毛藻	<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i>	無	不明	160

漁場環境モニタリング事業Ⅱ（県 単） 平成 27 (2015)～継続

（自動海況観測ブイによる海況観測）

緒 言

ノリ養殖、魚類養殖業、漁船および採貝漁業等の生産性向上と経営安定化に資するため、有明海および八代海の主な漁場において、自動海況観測ブイを用いた海況観測を行い、漁場環境の変動を把握した。

方 法

- 1 担当者 丸吉浩太、安藤典幸、徳留徳彦
- 2 観測地点 長洲、小島、長浜、田浦地先 (図 1)
- 3 調査日 令和 3 年 (2021 年) 4 月 1 日～令和 4 年(2022 年)3 月 31 日
- 4 観測方法

水質観測システム(ザイレムジャパン株式会社)により、20 分間隔で海面下 50cm における水温、塩分(田浦局除く)、クロロフィル蛍光値(長洲局のみ)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に最新データ及び時系列図(図 2)をリアルタイムで表示し、漁業者などに情報提供した。

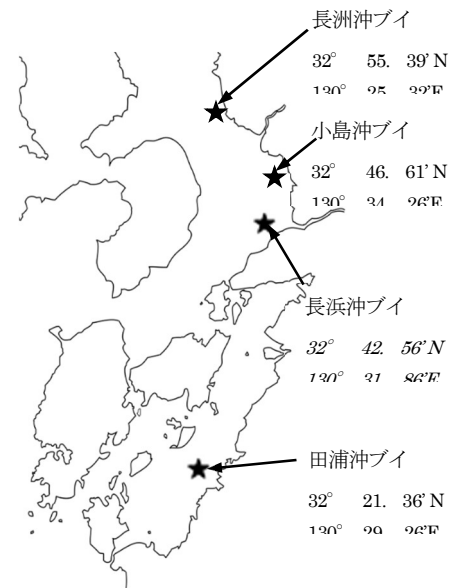


図 1 自動海況観測ブイ設

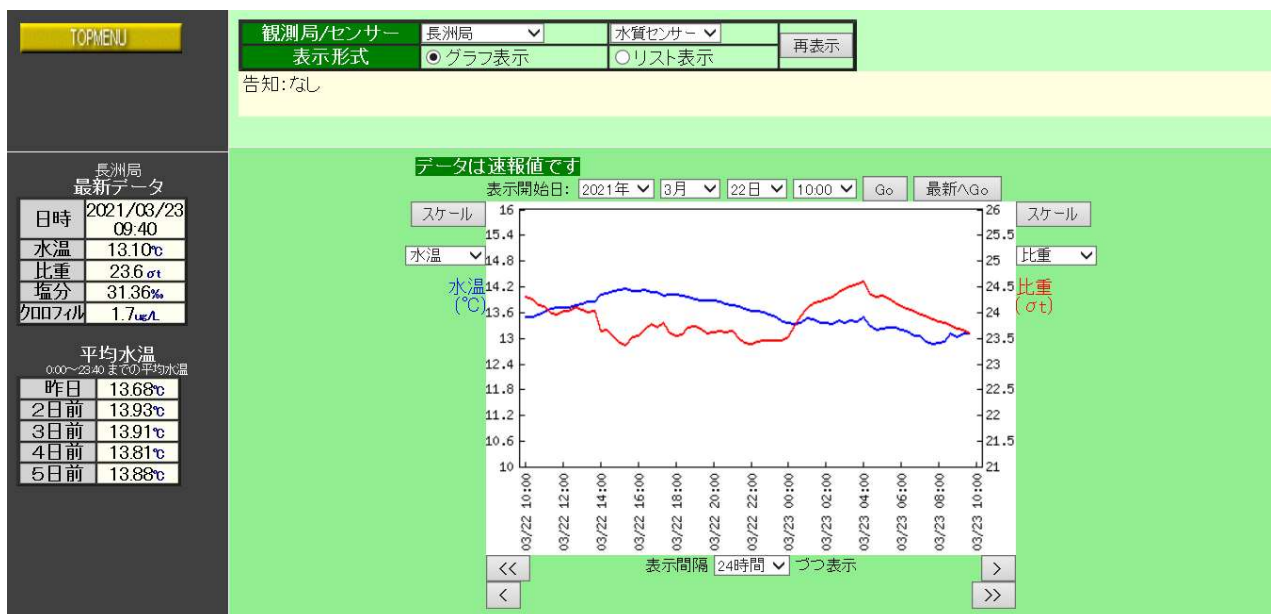


図 2 水産研究センターホームページ掲載の最新データおよび時系列

結果および考察

1 水温および塩分

自動海況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

水温の日平均値（以下「日平均水温」という。）の年最高値は、令和3年（2021年）8月3日、31日の30.2℃、年最低値は令和4年（2022年）2月7日、21日、22日の9.2℃であった。塩分の日平均値（以下「日平均塩分」）の年最高値は、令和3年（2021年）9月29日の37.9、年最低値は令和3年（2021年）8月17日の8.0あった。

イ 小島局ブイ

日平均水温の年最高値は、令和3年（2021年）8月31日の30.4℃、年最低値は令和4年（2022年）2月21日の9.0℃であった。日平均塩分の年最高値は、令和3年（2021年）4月25日の33.0、年最低値は令和3年（2021年）8月17日の8.3であった。

ウ 長浜局ブイ

日平均水温の年最高値は、令和3年（2021年）8月5日の30.4℃、年最低値は令和4年（2022年）2月7日の9.5℃であった。日平均塩分の年最高値は、令和3年（2021年）11月17日の34.7、年最低値は令和3年（2021年）8月16日の10.4であった。

(2) 八代海

ア 田浦局ブイ

日平均水温の年最高値は、令和3年（2021年）9月1日の29.4℃、年最低値は令和4年（2022年）2月21日の10.1℃であった。

2 ホームページアクセス件数

月別ホームページアクセス件数の推移を図3に示す。

令和3年度（2021年度）のアクセス件数は10,606件（前年比176%）、月最高は7月の3,872件（前年最高3月3,174件）であった。なお、パソコンからのアクセスが92%～100%大部分を占めていた。

※スマートフォンはパソコンとしてカウント

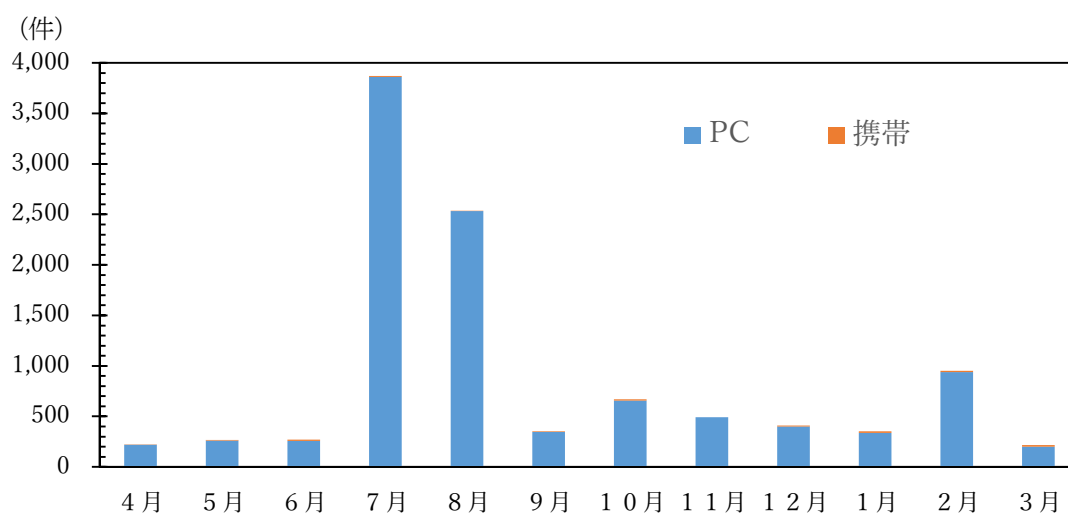


図3 ホームページアクセス件数の推移

表1 令和3年(2021年)4月～令和4年(2022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(μg/L)

日\項目	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	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル	水温	塩分	クロロフィル				
1	15.4	31.8	5.9	17.8	32.0	5.0	22.3	29.0	18.2	23.5	31.8	5.4	28.9	30.3	18.2	23.9	16.0	18.5	25.3	31.2	2.9	21.6	31.8	1.7	16.6	31.4	15.3	
2	15.4	31.9	6.2	17.6	32.0	4.7	23.0	26.6	15.5	24.7	31.5	9.8	29.6	26.6	30.8	29.3	17.4	22.3	25.1	31.2	3.3	21.3	31.7	1.9	15.7	31.1	20.1	
3	16.1	31.8	5.7	17.7	32.3	3.4	22.9	26.7	10.6	24.0	31.6	10.9	30.2	22.9	31.2	28.3	17.9	15.4	25.1	31.0	8.0	21.3	31.7	3.2	15.7	31.1	26.1	
4	16.0	31.8	6.6	17.8	32.1	5.5	22.5	26.0	11.5	26.0	30.4	7.3	30.0	21.8	15.0	28.1	19.6	5.4	25.2	30.6	9.3	21.2	31.7	5.2	15.6	31.5	20.8	
5	15.3	32.3	3.2	18.2	31.5	8.9	21.7	23.8	12.9	21.7	29.7	11.1	29.3	29.6	12.7	27.0	25.1	2.7	25.2	30.7	5.9	21.0	31.6	7.5	15.1	31.2	21.5	
6	15.4	32.4	2.0	18.1	31.9	5.5	21.9	24.8	12.2	21.1	29.9	12.7	29.1	28.7	11.3	26.7	28.2	5.0	25.3	30.8	3.3	20.7	31.4	9.5	15.0	31.1	17.3	
7	15.5	32.3	2.7	18.6	31.1	9.8	22.4	25.8	11.2	27.2	29.9	12.9	29.0	30.1	7.8	27.1	28.1	9.5	25.3	30.9	3.8	20.5	31.3	10.5	15.0	31.1	22.4	
8	15.7	32.4	3.0	18.8	30.8	11.4	23.2	26.4	11.2	26.7	30.0	8.9	28.6	30.6	7.3	27.3	26.7	10.7	25.2	30.8	3.5	20.4	31.2	13.9	15.0	31.3	21.1	
9	15.9	32.1	4.1	19.3	30.8	7.8	23.7	27.9	11.5	26.2	28.7	7.8	26.8	31.3	5.3	26.7	29.6	6.7	25.3	31.0	3.9	20.0	31.4	8.9	15.2	31.5	9.8	
10	15.9	32.3	4.2	19.8	31.1	8.0	24.6	27.6	13.5	25.7	25.2	13.5	27.2	28.7	18.3	26.6	29.9	7.5	25.5	31.0	6.2	19.4	31.2	9.8	15.5	31.7	4.8	
平均	15.7	32.1	4.4	18.4	31.6	7.0	22.8	26.5	12.8	25.8	29.9	10.0	28.9	28.8	15.8	27.7	23.8	10.4	25.3	30.9	5.0	20.7	31.5	7.2	15.4	31.3	17.9	
11	15.9	32.2	4.0	19.5	31.4	8.8	24.2	27.6	12.6	25.7	26.6	19.3	26.6	28.4	15.5	26.3	30.1	7.6	25.4	31.1	8.8	18.8	31.0	15.0	15.7	31.9	5.0	
12	15.9	32.1	4.6	18.8	31.7	5.0	23.5	27.9	12.4	26.1	27.3	22.3	25.7	24.5	6.7	26.1	31.0	7.0	25.6	30.9	6.3	18.1	30.7	33.1	16.0	32.0	5.4	
13	16.2	32.0	4.9	19.0	31.9	5.8	23.6	28.4	13.0	26.7	28.0	18.6	24.7	14.1	3.7	25.4	22.8	5.2	25.6	31.9	1.9	18.2	30.6	31.5	15.2	31.8	5.6	
14	16.2	32.0	4.3	19.4	31.9	5.3	23.7	29.5	13.2	27.3	28.7	10.6	24.7	12.6	2.5	25.3	29.8	4.2	25.4	32.1	1.9	18.2	30.2	31.5	15.5	32.0	5.2	
15	16.2	31.9	3.3	19.8	31.2	10.2	23.6	29.4	17.4	27.1	29.1	5.9	25.2	12.7	2.9	25.9	32.4	3.2	25.3	32.3	2.6	18.3	29.9	43.4	15.2	31.8	6.7	
16	16.2	31.8	4.1	20.6	29.6	15.3	23.0	29.3	16.1	26.5	29.4	5.1	24.5	8.5	2.1	26.0	33.8	2.6	25.2	32.2	4.9	18.9	30.7	30.9	14.9	31.5	9.1	
17	16.4	31.7	4.1	21.0	28.6	24.9	22.5	30.1	13.3	25.8	29.6	6.1	24.2	8.0	2.6	25.9	33.5	9.7	24.6	32.4	3.3	19.0	30.9	27.2	14.6	31.6	8.5	
18	16.1	31.8	3.6	20.9	24.3	33.2	22.5	30.4	23.3	26.3	29.8	6.1	24.2	10.0	2.9	25.7	33.5	9.5	23.9	32.4	2.9	19.0	31.3	18.9	13.5	30.9	5.5	
19	16.3	32.4	3.0	21.8	25.0	18.3	23.6	29.6	17.8	26.8	29.6	7.4	25.1	8.5	2.0	25.6	34.3	6.2	23.4	32.1	2.7	18.9	31.6	8.0	18.9	31.6	4.9	
20	17.1	32.5	3.9	21.9	25.1	15.2	22.8	30.9	10.0	26.7	29.5	9.6	26.0	9.1	5.7	25.8	34.5	7.0	22.9	32.1	2.5	18.8	31.6	8.2	18.8	31.6	3.4	
平均	16.2	32.0	4.0	20.3	29.1	14.2	23.3	29.3	14.9	26.5	28.8	11.1	25.1	13.6	4.6	25.8	31.6	6.2	24.7	31.9	3.8	18.6	30.9	24.8	15.1	31.7	6.4	
21	18.1	32.2	5.8	20.8	17.0	14.8	24.0	30.2	11.1	26.5	30.3	8.0	26.2	10.9	18.6	26.1	34.4	9.0	22.6	32.0	2.4	18.7	31.7	9.3	18.7	31.7	9.3	
22	18.7	31.8	6.6	20.6	18.8	9.0	23.8	30.3	11.8	25.9	31.1	6.9	26.8	12.9	26.4	26.5	34.3	8.8	22.2	31.9	4.0	18.5	31.7	8.0	18.5	31.7	8.0	
23	18.0	32.2	6.1	21.7	21.6	14.2	23.0	31.3	6.8	25.7	31.4	4.7	27.3	15.3	25.4	26.4	34.5	8.1	21.8	32.1	5.8	17.5	31.6	7.4	17.5	31.6	7.4	
24	17.6	32.4	4.7	21.1	26.9	10.2	23.8	31.0	7.8	25.7	31.5	4.1	27.3	16.0	21.1	25.8	35.6	6.0	21.5	32.0	7.8	17.0	31.4	7.4	13.8	31.7	5.0	
25	17.2	32.8	4.4	20.3	28.9	7.4	24.4	30.7	9.5	25.8	31.6	5.4	27.6	16.9	17.5	25.4	36.4	4.0	21.4	31.9	9.9	16.7	30.8	6.0	13.4	31.7	3.0	
26	16.8	33.0	4.5	20.4	28.2	10.3	24.3	30.6	11.5	26.2	31.6	5.5	27.6	17.4	48.1	25.4	36.9	3.3	21.3	32.0	10.5	17.1	31.3	6.8	12.1	31.2	3.4	
27	17.0	33.0	4.6	20.0	28.4	4.3	23.8	31.0	10.1	26.6	31.3	5.5	28.2	16.6	82.6	25.4	37.4	3.1	21.5	32.0	17.8	17.5	31.7	8.3	12.2	31.5	3.9	
28	17.5	32.7	5.5	20.3	26.2	5.1	23.5	31.1	8.3	27.1	31.5	6.3	28.8	15.9	136.3	25.4	37.8	3.9	21.3	31.7	12.1	17.5	31.8	7.2	12.6	31.7	3.6	
29	17.7	31.6	5.7	20.8	27.7	4.8	23.7	31.2	6.9	27.8	31.5	6.0	29.5	16.4	120.1	25.8	37.9	7.3	21.2	31.4	2.7	17.5	31.8	7.6	17.5	31.8	4.4	
30	17.9	31.2	5.6	21.0	29.0	5.5	23.7	30.7	6.2	28.4	31.4	17.1	29.9	17.5	36.3	25.8	33.0	8.2	21.9	31.8	1.9	17.2	31.7	8.2	12.8	31.9	4.6	
31				21.2	29.5	10.8				29.2	30.9	19.5				30.2	17.5	22.0		22.0	31.8	1.6						
平均	17.6	32.3	5.4	20.7	25.6	8.8	23.8	30.8	9.0	26.8	31.3	8.1	28.1	15.8	50.4	25.8	35.8	6.2	21.7	31.9	7.0	17.5	31.5	7.6	12.8	31.6	3.9	
月平均	16.5	32.1	4.6	19.8	28.7	9.9	23.3	28.9	12.3	26.4	30.0	9.7	27.4	19.3	24.4	26.4	30.4	7.6	23.8	31.6	5.3	19.0	31.3	13.2	14.7	31.5	10.6	

※ 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。

表2 令和3年(2021年)4月～令和4年(2022年)3月の小島局ブイによる日平均水温(°C) および塩分

日\項目	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	16.2	32.1	17.8	32.9	23.4	26.6	26.1	31.0	29.3	28.3	29.9	18.5	25.8	31.1	22.0	31.3	16.3	31.6	10.2	30.5	11.5	30.4	10.8	29.9
2	16.2	31.9	17.5	32.0	23.7	26.3	26.6	31.0	29.8	22.7	29.0	17.8	25.9	29.2	21.6	31.1	14.6	29.1	10.9	30.5	11.0	30.7	11.2	30.4
3	16.6	32.1	17.9	31.5	23.0	26.0	26.4	31.0	30.3	25.0	28.3	17.9	25.9	30.0	21.6	31.2	15.4	30.0	11.4	30.8	10.9	30.5	11.5	30.5
4	16.8	31.4	18.3	31.6	22.3	25.9	25.9	31.2	29.9	27.2	28.5	18.7	25.6	30.9	21.3	31.1	15.1	30.8	11.6	30.9	10.8	30.8	11.5	30.6
5	15.9	32.4	18.6	31.0	21.8	25.0	26.5	30.7	30.2	27.0	27.9	21.0	25.8	30.9	20.9	31.0	14.6	29.9	11.4	30.4	10.3	30.9	11.7	30.8
6	15.3	32.5	19.3	29.5	22.1	24.9	26.4	31.1	29.2	29.5	27.4	22.7	25.8	31.0	20.4	30.8	15.2	30.4	11.7	30.4	9.6	31.1	11.4	30.8
7	15.8	31.5	19.0	30.5	23.1	23.7	26.7	31.0	28.7	31.3	27.6	23.9	25.6	31.0	20.2	30.8	15.3	30.5	11.5	30.0	9.2	29.6	11.1	29.9
8	16.3	31.5	18.8	31.3	24.7	24.3	26.4	31.0	28.9	29.7	27.5	25.4	25.5	31.2	20.2	30.6	15.2	30.7	9.5	29.7	9.5	29.7	11.5	30.2
9	16.6	31.7	19.1	31.7	25.4	25.3	25.9	28.1	27.6	28.5	27.3	26.0	25.6	31.3	19.4	30.6	15.4	31.0	9.7	30.1	9.7	30.1	12.2	30.3
10	16.5	31.7	19.7	31.8	25.2	26.8	25.4	26.4	27.5	29.7	27.1	27.0	25.7	31.4	18.4	30.3	16.1	31.5	10.2	29.8	10.2	29.9	12.7	30.2
旬平均	16.2	31.9	18.6	31.4	23.5	25.5	26.2	30.2	29.1	27.9	28.1	21.9	25.7	30.8	20.6	30.9	15.3	30.6	11.2	30.5	10.3	30.4	11.6	30.4
11	16.7	31.9	19.6	31.9	24.0	27.8	25.5	28.5	26.7	28.7	26.6	27.4	25.8	31.3	17.4	28.8	15.9	31.2	10.3	29.6	10.3	29.6	13.4	29.6
12	16.6	32.0	19.2	31.6	23.4	28.2	25.8	26.0	25.3	21.9	26.2	27.5	26.1	30.7	16.9	28.4	15.8	31.2	10.5	29.2	10.5	29.2	14.1	29.2
13	16.7	31.9	19.3	31.5	23.6	28.9	26.8	26.8	25.1	20.1	25.9	27.6	26.3	31.2	16.9	27.9	14.9	31.1	10.9	29.9	10.9	29.9	15.2	29.2
14	16.6	31.8	20.0	31.5	24.7	28.7	27.8	26.9	24.6	14.8	25.0	21.6	26.0	31.8	18.1	29.6	14.7	30.9	11.4	30.0	11.4	30.0	15.7	30.0
15	16.7	31.4	20.0	31.6	24.7	28.8	27.7	26.5	24.4	8.4	26.2	28.3	25.7	30.1	18.6	29.7	14.9	31.0	11.7	30.3	11.7	30.3	15.9	30.4
16	16.5	31.5	20.5	31.3	23.9	28.7	26.9	27.3	24.4	9.7	26.4	27.5	25.6	30.9	18.6	29.7	15.1	31.2	10.9	30.8	10.9	30.8	16.0	30.2
17	16.5	31.4	21.0	27.8	23.4	29.0	25.7	28.7	23.6	8.3	25.7	29.6	24.6	31.8	18.7	29.5	14.6	31.3	9.9	30.6	9.9	30.6	15.4	30.8
18	16.3	30.7	20.6	22.3	23.7	29.2	26.4	27.7	24.1	11.8	25.7	29.5	23.3	31.2	18.9	30.2	12.8	30.7	9.7	29.4	9.7	29.4	14.7	30.7
19	16.5	31.3	21.6	20.1	24.1	29.1	26.8	27.4	24.8	10.4	25.8	29.1	23.1	31.6	18.9	30.9	12.6	30.1	10.6	29.8	10.2	30.2	13.9	30.0
20	17.5	31.7	21.1	25.2	24.8	28.6	26.0	29.8	26.0	10.7	26.2	29.2	22.5	31.3	18.9	31.1	13.0	30.3	10.7	29.8	9.7	30.8	13.7	30.6
旬平均	16.7	31.5	20.3	28.5	24.0	28.7	26.5	27.6	24.9	14.5	26.0	27.7	24.9	31.2	18.2	29.6	14.4	30.9	10.6	29.8	10.5	30.1	14.8	30.1
21	18.5	30.8	20.2	16.9	25.1	28.6	25.0	31.5	26.2	14.0	26.2	29.8	22.1	31.3	18.9	31.1	13.4	30.4	10.6	29.6	9.0	29.7	13.7	30.9
22	19.3	31.1	20.3	22.2	25.0	29.4	25.3	32.1	26.8	16.1	26.5	29.0	21.8	31.4	18.8	31.3	13.8	30.5	10.8	29.9	9.3	30.2	13.4	30.4
23	18.8	31.3	21.8	24.9	25.0	30.0	25.6	31.8	27.4	16.2	26.5	29.0	21.0	31.2	17.2	30.6	13.9	30.2	10.9	28.9	9.1	30.1	13.0	30.1
24	17.8	32.6	21.3	27.0	25.0	30.2	25.8	31.5	27.2	18.6	26.5	29.0	20.9	31.2	16.2	29.0	13.7	30.1	11.2	29.1	9.3	30.8	13.3	29.9
25	18.2	33.0	20.7	27.3	24.7	30.7	25.7	31.5	27.5	20.5	26.5	29.0	21.1	31.2	16.7	30.0	13.5	31.7	11.4	30.0	9.5	30.0	14.1	29.6
26	18.1	32.7	20.4	27.6	24.2	31.1	26.2	31.8	27.4	21.3	26.2	29.8	21.2	31.5	16.6	29.8	12.5	32.3	11.6	29.4	10.1	30.1	14.1	30.7
27	18.0	32.5	19.9	25.7	24.0	31.4	26.8	31.8	28.1	20.5	26.8	29.0	21.2	31.4	16.2	30.0	11.0	31.8	11.7	29.7	10.5	29.6	14.9	29.7
28	17.9	32.8	20.2	24.4	23.9	31.2	27.8	31.5	28.7	20.1	27.8	29.0	21.1	30.2	16.8	31.1	10.7	30.8	11.6	29.5	10.9	29.2	15.3	27.3
29	17.8	32.0	21.2	25.6	24.6	31.0	28.5	31.2	29.2	20.2	28.5	29.0	21.5	31.2	17.0	31.4	11.4	31.3	11.6	29.5	10.9	29.5	15.1	28.3
30	17.8	32.4	22.0	25.5	25.4	31.0	29.0	31.1	29.9	19.4	29.0	29.0	21.5	31.4	17.1	31.6	11.1	31.3	11.5	29.6	11.5	29.6	15.5	29.9
31			22.5	26.6			29.2	31.0	30.4	18.5			21.9	31.4			10.6	31.5	11.6	29.8			15.5	30.5
旬平均	18.2	32.1	21.0	24.9	24.7	30.5	26.8	31.5	28.1	18.7	26.4	29.4	21.4	31.2	17.2	30.6	12.3	31.1	11.3	29.5	9.7	30.0	14.3	29.8
月平均	17.0	31.9	20.0	28.1	24.1	28.2	26.5	29.8	27.4	20.3	27.0	25.2	23.9	31.1	18.7	30.4	14.0	30.9	11.2	29.9	10.2	30.1	13.6	30.1

※ 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 令和3年(2021年)4月～令和4年(2022年)3月の長浜局ブイによる日平均水温(℃) および極分

日\項目	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	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分	水温	極分		
1	15.8	27.3	17.4	34.3	23.2	28.1	25.4	31.6	28.3	31.0	29.5	19.5	25.6	30.6	32.6	22.0	32.6	16.9	31.8	11.8	31.1	11.8	32.3	11.2	32.9	
2	15.9	27.5	17.3	34.0	23.6	28.1	26.4	31.4	28.6	29.9	28.8	19.9	25.9	30.1	32.6	21.7	32.6	15.7	30.3	11.6	31.9	11.6	32.5	11.5	33.3	
3	16.6	26.9	17.7	33.0	22.8	27.7	25.8	31.7	29.5	28.7	28.2	20.6	25.7	31.0	33.1	21.7	33.1	16.8	32.0	11.7	32.0	11.7	32.7	11.8	33.4	
4	16.5	27.6	18.1	32.4	22.0	28.7	25.1	31.7	29.8	28.6	28.2	20.5	25.5	31.3	33.4	21.5	33.4	16.2	31.6	11.4	31.9	11.4	32.3	11.8	33.6	
5	15.9	24.6	17.9	33.4	21.5	28.3	25.6	31.8	30.4	28.7	27.6	22.0	25.4	31.6	33.6	21.4	33.6	16.1	31.5	11.2	31.8	11.2	32.2	12.0	33.8	
6	15.4	26.5	18.4	32.1	21.4	28.0	25.8	31.9	29.1	30.7	27.4	22.5	25.5	31.8	33.8	21.2	33.8	16.7	32.1	10.3	31.6	10.3	31.6	11.7	33.4	
7	15.8	25.1	18.7	32.7	22.3	26.9	25.8	32.0	28.7	31.4	27.4	24.4	25.5	31.9	33.7	21.1	33.7	16.5	32.1	9.5	31.5	9.5	31.2	11.3	32.8	
8	16.2	29.2	18.6	33.3	23.4	25.7	25.4	32.0	28.6	31.4	27.3	26.0	29.4	32.1	33.8	21.0	33.8	16.1	31.6	9.8	32.9	9.8	31.8	11.8	33.1	
9	16.4	33.0	18.6	33.9	24.3	26.9	25.1	31.8	27.4	31.2	27.2	26.1	25.6	32.3	33.3	20.2	33.3	15.8	31.6	10.3	32.8	10.3	31.9	12.4	33.0	
10	16.3	32.8	19.2	33.9	24.6	27.9	24.8	31.2	27.5	30.4	27.0	27.3	25.8	32.4	33.3	19.4	33.3	16.5	32.5	10.5	32.0	10.5	32.0	12.8	32.6	
旬平均	16.1	28.1	18.2	33.3	22.9	27.6	25.5	31.7	28.8	30.2	27.9	22.9	25.6	31.5	33.3	21.1	33.3	16.3	31.7	10.8	31.9	10.8	32.1	11.8	33.2	
11	16.6	32.7	19.3	34.0	24.0	28.7	25.1	30.8	26.7	29.8	26.6	27.8	25.7	32.3	33.3	18.8	33.3	16.4	32.2	12.5	31.7	11.0	31.8	13.5	31.6	
12	16.4	33.1	19.9	33.9	23.6	28.6	25.6	29.6	26.0	27.6	26.3	28.3	25.8	31.7	32.8	18.1	32.8	16.4	32.1	11.3	31.5	10.9	31.4	14.2	32.6	
13	16.3	33.1	19.0	34.1	23.8	29.3	26.5	29.5	25.7	25.3	25.9	29.0	25.8	32.1	31.8	17.2	31.8	15.7	31.9	10.9	31.3	11.5	32.1	14.1	32.6	
14	16.4	32.2	19.8	34.3	24.8	29.4	27.5	28.9	26.0	27.9	25.1	27.8	25.7	31.7	33.1	18.8	33.1	14.9	31.0	10.1	30.5	11.6	32.1	13.7	32.7	
15	16.5	32.0	19.9	34.1	24.5	29.8	27.4	28.2	24.6	12.3	26.0	28.3	25.6	31.3	34.3	19.8	34.3	15.3	31.7	10.6	31.0	11.7	32.0	14.2	32.6	
16	16.4	31.8	20.0	34.1	23.6	29.9	26.7	29.4	24.4	10.4	26.2	26.8	25.6	31.9	34.6	19.8	34.6	15.8	32.5	11.5	31.8	11.4	32.6	14.5	32.7	
17	16.3	31.9	19.9	33.6	23.3	29.1	25.7	30.2	25.0	17.7	25.9	29.6	24.7	32.4	34.7	19.7	34.7	15.4	32.2	11.3	31.3	10.8	32.4	14.3	32.9	
18	16.1	31.7	19.8	33.2	23.6	29.5	26.3	29.8	23.5	10.9	25.5	29.6	23.9	32.2	33.3	19.8	33.3	13.3	30.7	11.1	30.9	10.1	31.4	14.2	32.4	
19	16.3	31.7	20.4	33.4	23.8	30.0	26.8	28.9	25.0	12.1	25.5	28.6	23.6	32.4	33.3	20.0	32.9	13.3	30.7	11.2	31.3	10.8	32.4	13.7	32.3	
20	17.2	31.9	20.3	33.2	24.5	29.4	26.1	30.8	25.9	12.1	26.0	28.9	23.2	32.4	32.6	19.7	32.6	14.1	31.6	11.7	32.8	10.3	32.1	13.7	32.6	
旬平均	16.4	32.2	19.7	33.8	23.9	29.4	26.4	29.6	25.3	18.6	25.9	28.5	25.0	32.1	33.2	19.2	33.2	15.1	31.7	11.2	31.4	11.0	32.0	14.0	32.5	
21	18.1	31.5	19.8	33.2	24.7	29.8	25.1	32.1	26.2	16.3	25.9	29.9	23.1	32.8	32.8	19.7	32.8	14.4	31.7	11.7	32.7	9.7	31.5	13.6	33.0	
22	18.4	31.3	19.8	32.2	24.4	30.1	25.2	32.2	26.6	20.3	26.2	29.9	22.9	32.5	32.4	19.2	32.4	14.6	31.7	12.0	32.9	9.9	32.0	13.4	32.1	
23	18.6	32.4	20.5	32.2	24.4	30.1	25.5	32.1	27.0	18.6	26.0	29.8	21.8	31.9	30.8	17.8	30.8	14.6	31.5	11.6	32.4	9.8	31.7	13.0	31.7	
24	17.9	33.3	20.8	31.3	24.6	30.7	25.6	32.3	26.9	22.5	25.8	29.5	22.1	32.7	30.1	16.7	30.1	14.7	32.1	11.7	31.5	9.8	31.6	13.5	32.0	
25	17.8	33.4	20.6	30.3	24.3	31.3	25.7	32.4	27.3	23.6	25.6	30.0	22.6	32.9	31.0	17.1	31.0	14.1	32.3	11.7	31.5	10.4	32.2	14.0	32.4	
26	17.7	33.2	20.3	29.1	23.8	31.6	26.4	32.3	27.4	23.3	25.6	30.3	22.7	33.3	31.3	17.5	31.3	13.2	32.4	11.7	31.0	10.2	32.2	14.4	32.9	
27	17.9	33.4	20.1	28.2	23.6	31.7	26.7	32.3	27.8	22.7	25.7	29.7	22.0	32.6	31.9	18.0	31.9	11.3	30.9	11.7	31.1	10.3	32.5	14.8	30.9	
28	17.8	33.9	20.4	28.2	23.5	31.8	27.2	32.1	28.2	21.7	25.7	29.8	22.2	31.9	31.8	17.8	31.8	11.7	31.0	11.9	31.7	11.0	32.3	14.9	30.9	
29	17.4	33.9	21.0	28.5	24.3	31.7	28.0	31.8	28.6	20.9	26.4	29.4	22.3	32.3	32.1	18.1	32.1	12.9	31.9	11.9	31.7	11.0	32.3	14.8	31.2	
30	17.3	34.2	21.5	27.5	25.4	30.4	28.4	31.5	29.2	20.8	25.8	29.7	21.9	32.4	32.6	18.3	32.6	12.9	32.2	11.8	31.6	11.6	31.6	15.1	32.3	
31			22.3	27.8			28.5	31.5	29.9	19.4			22.0	32.2			11.4	31.4	11.4	31.4	11.6	31.3	11.4	31.4	15.1	32.6
旬平均	17.9	33.1	20.7	29.9	24.3	30.9	26.6	32.1	27.7	20.9	25.9	29.8	22.3	32.5	31.7	18.0	31.7	13.3	31.7	11.8	31.8	10.1	32.0	14.2	32.0	
月平均	16.8	31.1	19.6	32.2	23.7	29.3	26.2	31.2	27.3	23.2	26.5	27.0	24.2	32.0	31.7	19.4	32.8	14.8	31.7	11.9	31.7	10.7	32.0	13.4	32.5	

※ 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 令和3年(2021年)4月～令和4年(2022年)3月の田浦局ブイによる日平均水温(°C)

日\項目	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	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温
1	15.1	18.2	22.6	23.8	30.5	27.4	24.9	21.8	18.4	13.2		13.5
2	15.0	18.9	22.7	24.7	30.8	26.3	25.0	21.7	18.3	13.0		13.5
3	15.1	19.2	22.3	24.3	30.3	26.0	25.0	21.3	18.2	12.4		13.2
4	15.6	19.5	21.9	23.8	29.8	26.5	25.0	21.2	16.7		12.2	13.4
5	15.6	19.6	21.9	23.8	29.6	26.2	24.8	21.2	16.5		12.1	13.7
6	15.6	19.2	21.6	24.0	29.3	25.9	24.4	21.1	16.4		12.3	13.5
7	15.8	17.8	21.9	24.1	28.9	25.9	24.3	21.1	16.8		12.6	13.4
8	16.0	17.8	21.8	24.6	28.4	26.3	24.0	21.2	16.9		12.4	13.5
9	16.2	17.5	21.7	23.7	28.4	26.8	23.2	20.9	16.1		12.4	13.7
10	16.0	17.9	22.4	24.0	27.8	27.4	23.8	21.0	16.1		12.5	13.9
旬平均	15.6	18.5	22.1	24.1	29.4	26.5	24.4	21.3	17.0	12.9	12.3	13.5
11	16.0	18.4	22.5	24.1	27.8	27.4	23.8	20.9	16.4		12.6	14.0
12	15.9	18.9	22.6	23.3	28.8	27.0	23.9	20.7	16.7		12.6	14.1
13	15.3	19.1	22.9	22.9	29.6	27.0	23.9	20.7	16.5		12.8	14.1
14	15.5	19.0	23.2	24.4	30.2	26.6	23.8	20.6	15.6		12.9	14.3
15	16.0	19.2	23.3	23.4	30.4	26.7	23.6	20.6	14.3		12.9	14.4
16	16.3	19.8	24.2	23.6	30.5	26.5	23.4	20.6	14.3		12.6	14.4
17	16.1	21.1	25.0	24.8	29.6	26.3	23.1	20.7	13.8		12.3	14.7
18	16.4	21.3	24.3	26.3	28.6	26.3	23.0	20.8	14.2		11.7	14.7
19	16.3	20.7	23.6	26.7	27.7	26.3	22.9	20.8	14.3		12.9	14.7
20	16.3	21.1	23.2	27.5	28.1	28.1	22.8	20.6	13.5		12.9	14.7
旬平均	16.0	19.9	23.5	24.7	29.1	26.7	23.4	20.7	15.0	12.6	12.6	14.4
21	16.4	20.4	23.2	28.1	28.4		22.7	20.6	13.7		13.1	14.8
22	16.3	20.3	23.5	28.7	28.0		22.6	20.4	14.4		13.4	14.4
23	15.8	20.5	24.3	28.7	27.5		22.3	20.0	14.5		13.5	14.5
24	16.1	20.9	24.6	27.4	27.3		22.3	20.7	14.6		13.2	14.8
25	16.3	21.3	24.8	26.1	27.1		22.5	20.4	14.0		13.2	15.2
26	16.4	21.5	25.0	26.0	26.5	25.4	22.7	20.3	12.5		13.2	15.2
27	16.9	21.5	24.6	26.0	26.6	25.2	22.5	20.3	12.9		13.1	15.3
28	17.1	21.3	24.9	26.5	27.3	25.1	22.6	19.6	13.5		13.2	15.3
29	17.3	21.6	25.1	28.1	27.7	25.0	22.5	19.2	14.3			15.6
30	17.7	21.8	23.7	29.1	27.9	24.9	22.3	18.9	13.5			15.6
31		21.9		29.8	27.7		21.8		12.4			15.5
旬平均	16.6	21.2	24.4	27.7	27.4	25.1	22.4	20.0	13.7		13.3	15.1
月平均	16.1	19.9	23.3	25.5	28.6	26.3	23.4	20.7	15.2	12.9	12.7	14.4

※ 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。

漁場環境モニタリング事業Ⅲ (昭 和 48(1973) 県 単 令 和 3(2021) 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 丸吉浩太、安藤典幸、向井宏比古、増田雄二、
中村真理

2 調査内容

(1) 浦湾調査

ア 調査定点：8 定点 (図1)

イ 調査日：令和3年(2021年)9月27日

ウ 調査項目

(ア) 水質：水温、塩分、pH、DO、COD、SS、栄養塩類 (NH₄-N、
NO₂-N、NO₃-N、DIN、DSi、DIP) の水深0m、4m
および海底上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を分析

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：4 定点 (図2)

イ 調査日：令和3年(2021年)10月14日

ウ 調査項目：底質 (硫化物及びCOD)

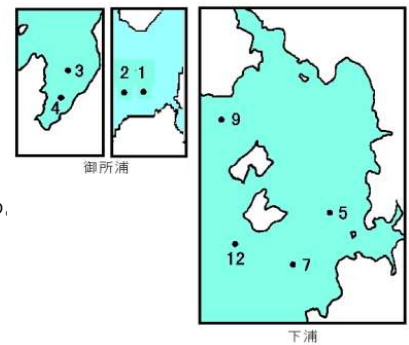
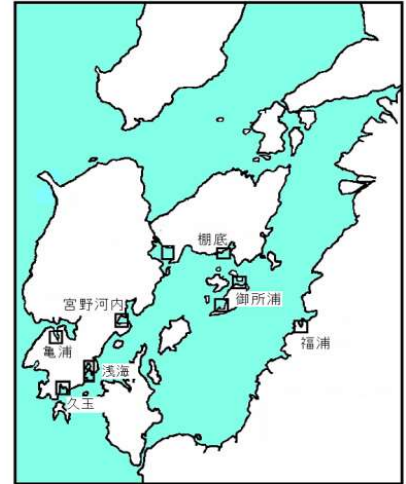


図1 調査定点 (天草市下浦4 定点および御所浦4 定点)

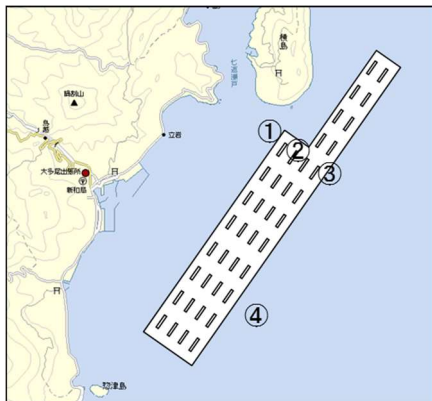


図2 調査定点 (天草市新和4 定点)

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「DO」という。）の経年推移

平成 6 年度（1994 年度）以降の 18 定点および令和 3 年度（2021 年度）の 8 定点における DO の平均値および熊本県魚類養殖基準（以下「基準値」という。）の 5.7 mg/ℓを上回った定点数の割合（以下「適合率」という。）の経年推移を図 3 に示す。

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

平成 6 年度（1994 年度）以降の 18 定点および令和 3 年度（2021 年度）の 8 定点における硫化物の平均値および適合率の経年推移を図 4 に示す。

平成 6 年度（1994 年度）以降の約 10 年間は、全体的に数値が高く基準の 0.14 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、3 定点が基準値を上回っている状況である。

(3) 令和 3 年度（2021 年度）の各漁場における観測結果の詳細

令和 3 年（2021 年度）9 月 27 日に実施した観測結果を表 1 に示す。

DO 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、硫化物については、8 か所中の 3 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

新和地先における平成 19 年度（2007 年度）以降の硫化物量および COD の経年変化を図 5 に示す。

硫化物量および 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。

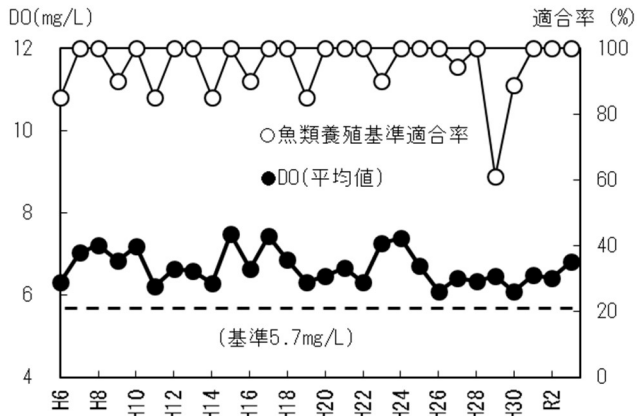


図3 DOと熊本県魚類養殖基準適合率の推移
平成6年度～令和元年度：18調査定点
令和2年度～令和3年度：8調査定点

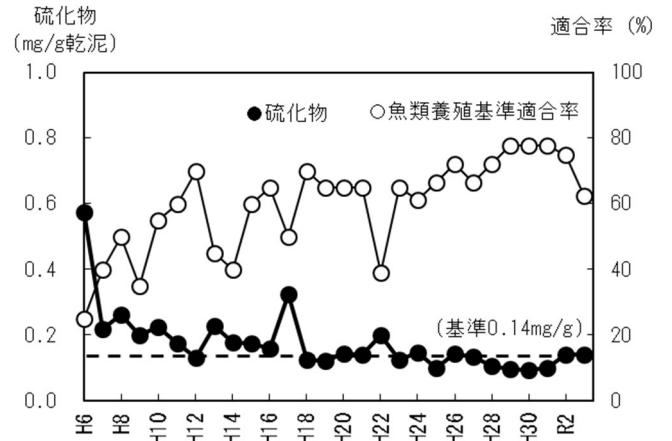


図4 硫化物と熊本県魚類養殖基準適合率の推移
平成6年～令和元年：18調査定点
令和2年～令和3年度：8調査定点

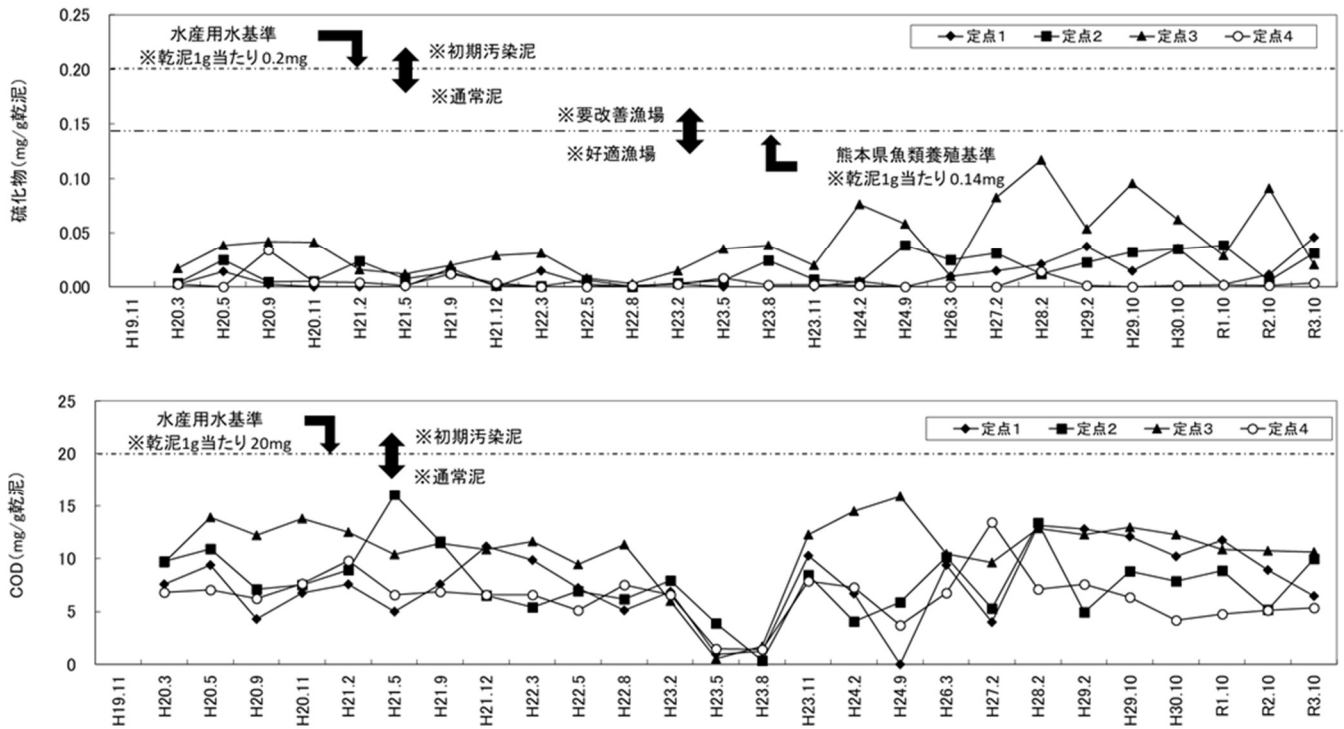


図5 新和地先漁場における底質の変化

表1 各定点における観測結果の一覧 (令和3年(2021年)9月27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			熊本県汚濁基準との照合結果		総合判定結果
		採水層 (m)	水温 (℃)	塩分	透明度 (m)	DO (mg/L)	DO (%)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	P04 (μM)	NH4 (μM)	NO2 (μM)	NO3 (μM)	DIN (μM)	底泥COD (mg/g・乾泥)	底泥硫化物 (mg/g・乾泥)	底泥1L (%)	D0	底泥硫化物		
5	9月27日	0	26.2	31.0		7.0	119.0	0.3	9.0	0.21	0.53	0.03	0.18	0.74	22.9	0.12	7.3	○	○	現状を維持しましょう。	
		4	26.1	31.2	8.6	7.1	119.1	0.3	10.4	0.22	0.61	0.04	0.22	0.88							
		B-1	25.5	31.6		4.2	69.5	0.2	15.4	0.85	3.77	1.00	2.22	6.99							
7	9月27日	0	26.3	31.1		7.0	119.2	0.3	8.4	0.14	0.84	0.11	0.15	1.10	20.3	0.14	7.0	○	○	現状を維持しましょう。	
		4	25.9	31.2	8.1	7.0	118.5	0.4	10.2	0.16	0.67	0.06	0.21	0.93							
		B-1	25.5	31.6		5.7	96.3	0.3	8.6	0.37	1.61	0.55	0.91	3.07							
9	9月27日	0	26.0	31.0		6.9	116.8	0.3	7.8	0.16	0.59	0.11	0.07	0.77	18.2	0.15	6.1	○	×	改善が必要です。	
		4	26.0	31.3	5.3	6.8	114.6	0.3	10.4	0.19	0.46	0.04	0.13	0.63							
		B-1	25.7	31.4		5.4	90.1	0.4	10.8	0.36	1.00	0.34	0.29	1.63							
12	9月27日	0	26.2	31.1		6.9	117.0	0.3	9.0	0.15	0.58	0.04	0.12	0.74	28.2	0.29	7.1	○	×	改善が必要です。	
		4	26.0	31.2	8.9	7.0	118.7	0.3	10.0	0.15	0.81	0.04	0.32	1.18							
		B-1	25.4	31.7		4.8	80.3	0.1	8.6	0.55	2.58	0.85	1.25	4.68							
1	9月27日	0	25.6	31.1		6.7	111.4	0.2	10.8	0.23	1.04	0.28	1.03	2.35	12.1	0.09	5.2	○	○	現状を維持しましょう。	
		4	25.6	31.3	7.5	6.6	110.6	0.2	28.0	0.27	1.08	0.29	0.66	2.03							
		B-1	25.5	31.6		6.1	102.9	0.2	10.4	0.33	0.99	0.45	1.06	2.51							
2	9月27日	0	25.6	29.5		6.7	110.9	0.2	10.2	0.20	1.15	0.22	0.56	1.92	7.5	0.00	3.8	○	○	現状を維持しましょう。	
		4	25.7	31.3	5.5	6.6	111.4	0.3	10.4	0.21	1.07	0.26	0.54	1.87							
		B-1	25.5	31.6		6.2	103.0	0.2	11.4	0.32	1.10	0.42	0.97	2.49							
3	9月27日	0	26.0	31.2		7.0	117.3	0.3	24.4	0.16	1.17	0.06	0.45	1.67	24.7	0.24	8.1	○	×	改善が必要です。	
		4	25.8	31.3	8.3	6.8	114.2	0.3	10.0	0.17	0.93	0.10	0.26	1.29							
		B-1	25.3	31.8		5.6	93.0	0.1	10.0	0.40	1.61	0.53	1.09	3.23							
4	9月27日	0	26.0	31.1		6.9	116.4	0.2	9.8	0.17	0.74	0.10	0.33	1.17	18.3	0.07	5.4	○	○	現状を維持しましょう。	
		4	25.8	31.4	8.9	6.6	110.6	0.3	9.8	0.19	0.89	0.10	0.36	1.34							
		B-1	25.4	31.7		5.6	93.0	0.1	10.8	0.42	1.89	0.57	1.24	3.71							

漁場環境モニタリング事業Ⅳ (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、貧酸素水塊の発生状況や有明海全域の海洋環境のモニタリング調査を行った。

方 法

- 1 担当者 丸吉浩太、安藤典幸、増田雄二
- 2 調査点 図1に示す11点
- 3 調査日 令和3年(2021年)8月2日、8月31日
小潮満潮前後4時間程度
- 4 観測項目 水温、塩分、クロロフィル量、濁度、
D0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
水産技術研究所、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

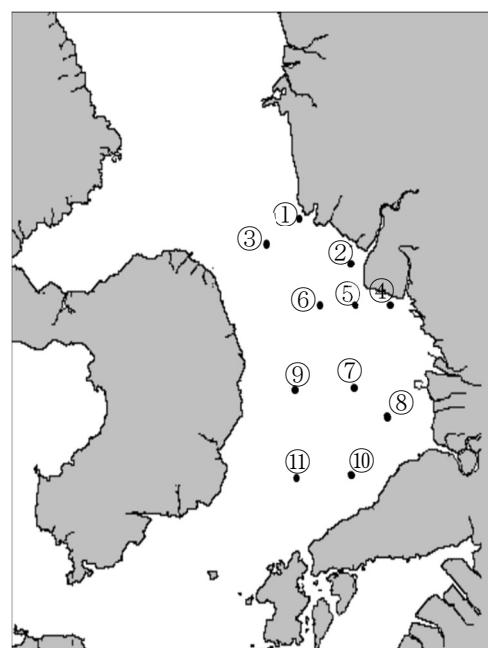


図1 調査点

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、クロロフィル量、D0(溶存酸素濃度(%およびmg/L))を表1に示す。

令和3年(2021年)8月31日の調査において、調査点①、②、④の底層で貧酸素の基準とされるD0(%)の40%を下回った。この要因は、表層の塩分低下により躍層が形成され、鉛直混合しにくい状況となったためであると推測された。

なお、D0(%)の最低値は、8月2日は調査点②、8月31日は調査点④の底層で観測され、それぞれ3.98%、1.97%であった。

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
8月2日	①	13.0	1.0	31.35	25.45	21.79	31.96	15.46	1.48	223.35	61.92	14.60	4.22
	②	11.1	0.5	32.50	25.74	5.12	31.97	4.58	2.79	105.31	58.71	7.40	3.98
	③	38.5	2.3	31.91	25.08	26.39	32.27	9.18	0.75	202.34	74.32	12.79	5.09
	④	7.6	1.1	33.35	27.82	16.99	31.66	25.50	4.03	268.79	91.86	17.49	6.03
	⑤	11.7	1.6	32.11	25.65	20.78	32.17	6.41	6.61	166.94	68.65	10.85	4.65
	⑥	27.4	4.1	30.66	25.30	25.72	32.23	1.10	2.11	118.75	75.70	7.69	5.16
	⑦	12.6	3.2	30.58	26.21	26.99	32.29	1.57	2.88	119.16	85.49	7.67	5.74
	⑧	3.0	1.4	33.25	28.40	18.95	31.60	10.23	4.73	198.60	107.06	12.81	6.95
	⑨	39.4	6.3	29.69	25.41	31.10	32.51	1.45	0.48	135.68	82.09	8.66	5.58
	⑩	11.9	5.9	31.49	26.39	30.16	32.30	4.03	2.12	134.84	100.87	8.40	6.75
	⑪	33.9	6.8	31.27	25.58	31.43	32.55	0.46	0.52	125.25	88.49	7.79	6.00
8月31日	①	13.0	2.0	30.70	25.95	17.97	29.58	3.98	0.49	150.89	34.24	10.17	2.34
	②	10.9	2.3	30.49	25.93	19.20	29.57	2.11	0.52	140.26	39.72	9.43	2.72
	③	38.5	5.2	31.60	25.70	17.22	30.30	0.86	0.43	144.40	70.21	9.62	4.81
	④	7.3	2.9	31.25	26.30	18.02	28.27	1.54	2.50	149.02	28.72	9.97	1.97
	⑤	11.5	2.9	31.32	25.94	18.52	29.55	0.98	0.47	132.12	46.57	8.80	3.19
	⑥	27.4	4.6	30.77	25.74	18.88	30.06	1.00	0.46	152.07	62.15	10.21	4.26
	⑦	12.4	3.9	31.23	25.98	18.42	29.56	1.08	0.62	141.46	64.30	9.44	4.40
	⑧	4.1	2.1	31.64	27.64	16.81	26.86	4.33	15.14	169.12	80.43	11.32	5.43
	⑨	39.1	4.0	30.71	25.68	19.03	30.66	0.81	0.45	139.39	79.87	9.36	5.46
	⑩	11.7	3.3	30.66	26.30	19.47	29.32	1.31	0.99	153.68	84.78	10.30	5.77
	⑪	33.9	3.2	32.47	25.51	17.39	30.97	2.70	0.80	155.41	82.97	10.24	5.68

県単
平成 30(2018)年度～
令和 3(2021)年度

環境に適応したノリ養殖技術の開発事業 I

(環境適応品種の開発)

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、海域によっては塩分の低下による葉体の障害の発生や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、高水温耐性、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、安藤典幸、丸吉浩太、増田雄二

2 試験方法

熊本市河内町地先の支柱漁場(図1)で、河内漁業協同組合所属の漁業者、宇土市網田地先の支柱漁場および浮き流し漁場で網田漁業協同組合所属の漁業者に表1に示す試験株等を用いた野外採苗と養殖管理を依頼した。

(1) 熊本市河内地先での養殖試験

令和3年(2021年)10月21日から初摘採前の11月22日までの葉体を適宜採取し検体とした。また、期間中の水温をペンダントロガーで計測するとともに栄養塩量の調査を行った。

葉体は、試験株および生産者が養殖に使用している株を対照株として養殖網から網糸を10cm程度切り取り、着生している葉体30枚の葉長計測と高水温形態異常であるくびれの計数を行い、色彩色差計で黒み度($100-\sqrt{L^{*2}+a^{*2}+b^{*2}}$)を計測した。

(2) 宇土市網田地先での養殖試験

通常養殖品種と同様の方法で支柱漁場および浮き流し漁場で養殖管理を行い、秋芽初摘採および冷凍網初摘採時に試験品種のみで製品生産を行った。また、試験品種の評価は網田漁協の入札結果や等級格付けについて、入札回次毎の主要等級と単価を比較して行った。また、養殖期間終了後、養殖管理等を依頼した漁業者に試験品種(AH)に対する使用感のアンケートを行った。

なお、以下で示す統計解析には、R version3.6.1を使用した。



図1 試験海域図

表1 試験品種

試験区名	試験に使用した株の由来および特性
試験区 (AH)	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)：品種(AH)
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 熊本市河内地先での養殖試験(水温、栄養塩、葉長・葉体の形態、色調)

(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2に示す。試験開始時である野外採苗開始日の10月21日の日平均水温は21.1℃であった。その後、23℃を超えるような高水温や23℃前後での停滞はなく、順調に低下し、試験終了時(秋芽網撤去時)の12月23日には12.8℃になった。



図2 期間中の河内地先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3に示す。11月中旬の冷凍入庫前後に、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、概ね期待値であるDIN:7.0 μg-at/L、DIP:0.5 μg-at/Lを上回っていた。

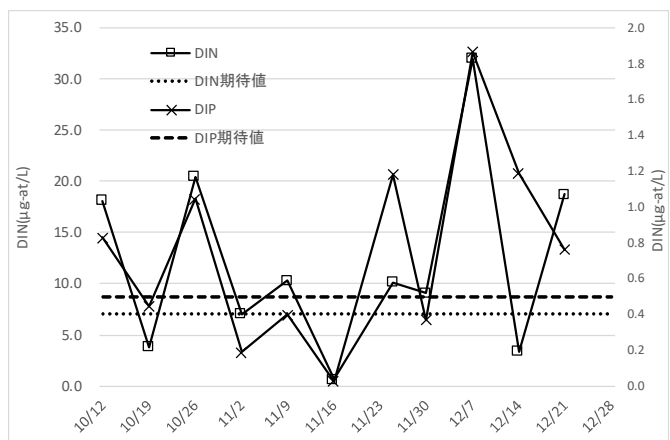


図3 期間中のDINおよびDIPの推移

(3) 葉長・葉体の形態

11月15日および11月22日の平均葉長を図4に、11月22日のさく葉標本を図5に示す。11月15日は試験区が17.28mm、対照区が17.50mmと差がなかったが、摘採前の11月22日には試験区が71.92mm、対照区が107.35mmと生産者が使用する養殖品種の葉長が大きく、有意差 (t検定、 $p > 0.05$) が確認された。

これは初期の芽数に由来するものと考えられ、試験区では芽数が100個/cm以上であったが、対照区は40個/cmと適正芽数であったことから、芽数が多すぎたことで生長が鈍化したと考えられ、摘採前に生長が鈍化する同様の現象は、森川らの報告^{*}でも確認されていることから、今回の試験では芽数の多少によって生長に差が出たものと推察された。

また、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、採苗日の10月21日の日平均水温は21.1℃であり、育苗期に23℃を超える高水温や水温停滞はなく、高水温の影響がなかったためと考えられた。

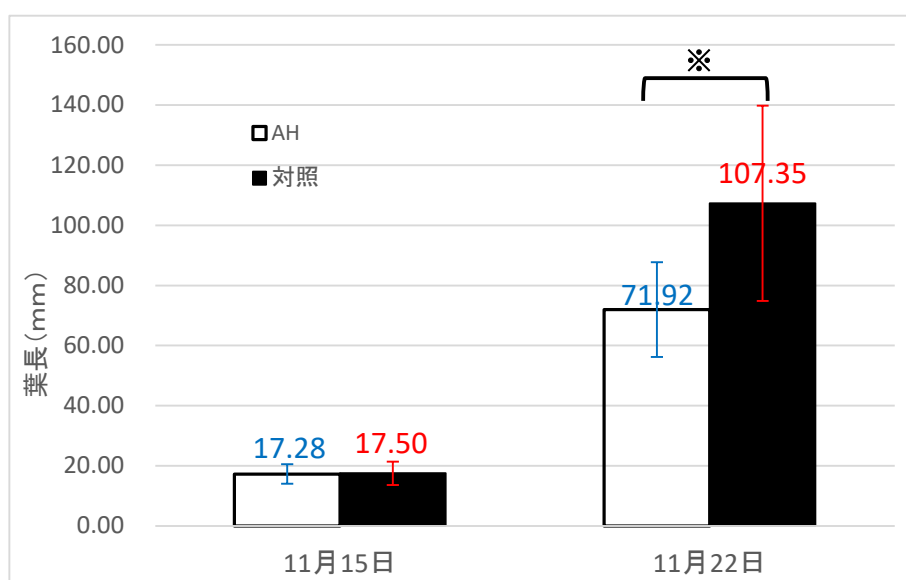


図4 11月15日および11月22日の葉長 (バーは標準偏差)

※はt検定 ($p < 0.05$) で有意差あり。

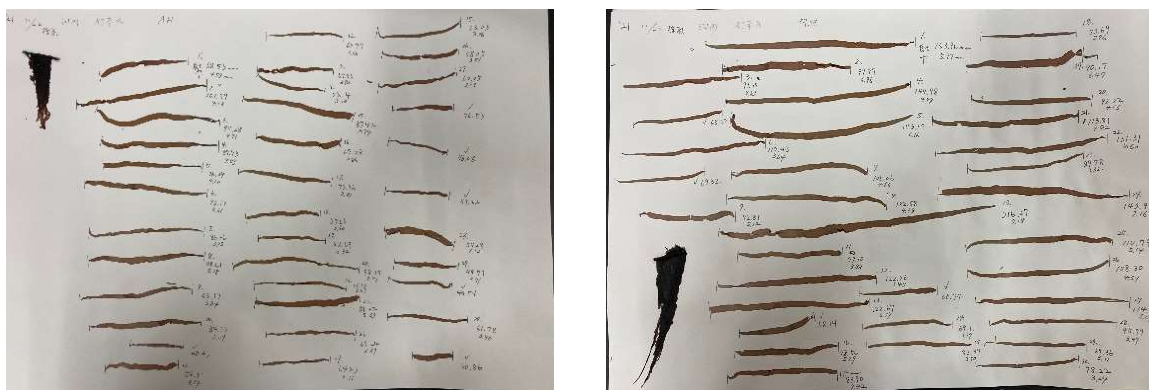


図5 11月22日の試験区 (左) と対照区 (右) のさく葉標本

(4) 色調

摘採開始後の11月29日の黒み度は、試験区が42.8、対照区が42.3で有意差は確認されなかった。しかし、昨年度試験でのアンケート結果では赤芽傾向であったとの回答があったことから a^* 値を比較したところ、試験区(AH)の方が対照区より有意に高く、赤芽傾向であった。(図6)このことから、昨年度試験時のアンケート結果を支持する結果となった。

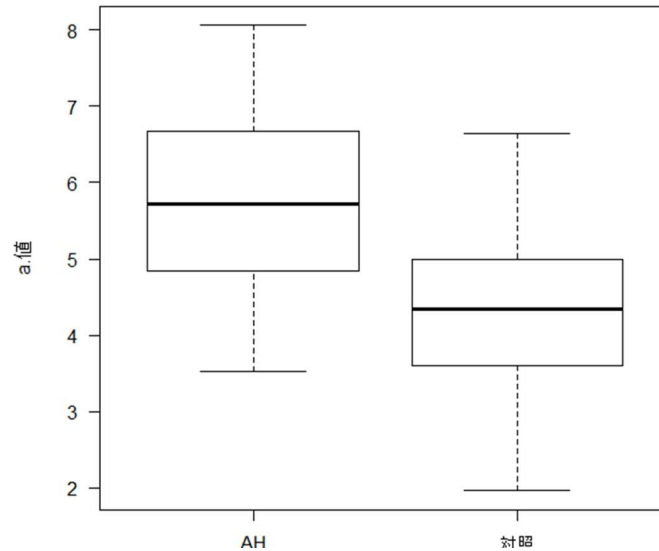


図6 11月29日の試験株と対照株の a^* 値(バーは標準偏差)
t検定($p < 0.05$)で有意差あり。

2 宇土市網田地先での養殖試験(製品の等級)

秋芽初摘み時に試験区で生産された製品の等級は初飛二であった。この時、初飛二の集荷箱数は全体の11.6%で最も多く、二等の集荷箱数は全体の54.7%と最も多かった。単価は15.3円であり、網田地区の平均単価15.82円を下回る結果となったが、単価に生産枚数を乗じた等級での生産金額においては、全体の11.3%と最も割合が高く、主力等級となっていた。

冷凍初摘み時に試験区で生産された製品の等級は初重〇二であった。この時、初重〇二の集荷箱数は全体の5.6%で二番目に多く、二等の集荷箱数は全体の56.5%と最も多かった。単価は15.69円であり、網田地区の平均単価15.04円を上回り、単価に生産枚数を乗じた等級での生産金額においては、全体の5.8%と初〇二の6.3%に次いで二番目に多く、主力等級となっていた。

3 生産者の試験品種(AH)に対する使用感

今回、養殖試験に協力いただいた生産者に対して使用した品種(AH)に関するアンケートを行い、以下の回答が得られた。

表2 アンケート調査結果

設 問	回 答
芽つき（採苗）に差があったか。	なし
育苗期の葉体で成長に差があったか。	あり 芽つきは少なかったが、スムーズに生長した。
育苗期の葉体で形態異常に差があったか。	あり 少なかった。
摘採期の葉体で、生長・収量に差があったか。	あり 他品種に比べて生長は良かった。
病害や色落ちなど、養殖管理上の差があったか。	なし
製品化した時の品質に差があったか。	あり マルの製品が少なく良かった。
そのほか	育苗は生長も良く、摘採までスムーズにいった。 製品は他品種と変わりなく、良い製品ができた。

文 献

- 1) 森川太郎、三根崇幸、柘植圭介：ノリ養殖における採苗密度が乾海苔の生産に及ぼす影響 水産増殖 67 (3)、257～264 (2019)

環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅱ（^{県単}令和3(2021)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、今後のノリ養殖の安定化に向け、問題点を明らかにし、技術開発の基礎資料とするため、今漁期のノリ養殖業の生産状況、海況の経過を整理した。

方法

- 1 担当者 徳留剛彦、安藤典幸、丸吉浩太、増田雄二
- 2 令和3年度（2021年度）漁期の概要、養殖概況および入札結果

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、県漁連、漁業者からの情報や気象庁（熊本地方气象台）の観測資料などを基に取りまとめた。

結果

- 1 令和3年度（2021年度）漁期の概要
(1) 気象状況

熊本地方气象台の資料を基に整理した、令和3年(2021年)4月から令和4年(2022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29年度（2017年度）～令和3年度（2021年度）の降水量を表1に示す。

ア 気温（図1）

4月、6月、10月および3月は平年よりかなり高い、9月は平年より高い、7月および2月は平年より低い、8月は平年よりかなり低く推移し、それ以外の月は平年並みで推移した。

採苗時期の10月は、高気圧に覆われて晴れる日が多く、10月上旬から中旬にかけての気温は平年よりかなり高く推移したが、10月中旬の後半から10月下旬にかけて強い寒気が流れ込んだことで低温となり、気温の変化が大きくなった。このため、カキガラ管理により気を使う状況であった。

イ 降水量、日照時間（図1、表1）

梅雨期となる6、7月の降水量は平年比42.3%と少なかったが、8月にまとまった降雨があり、4月から9月の累積降水量は平年比133.6%であった。10月、12月および2月の降水量は平年より少ないもしくはかなり少なかった。漁期を通した10月から3月までの累積降水量は、平年比71.7%であった。

日照時間は、漁期中の10月から3月のうち、11月、2月、3月は平年並、10月、12月、1月は長いもしくはかなり長い推移となった。

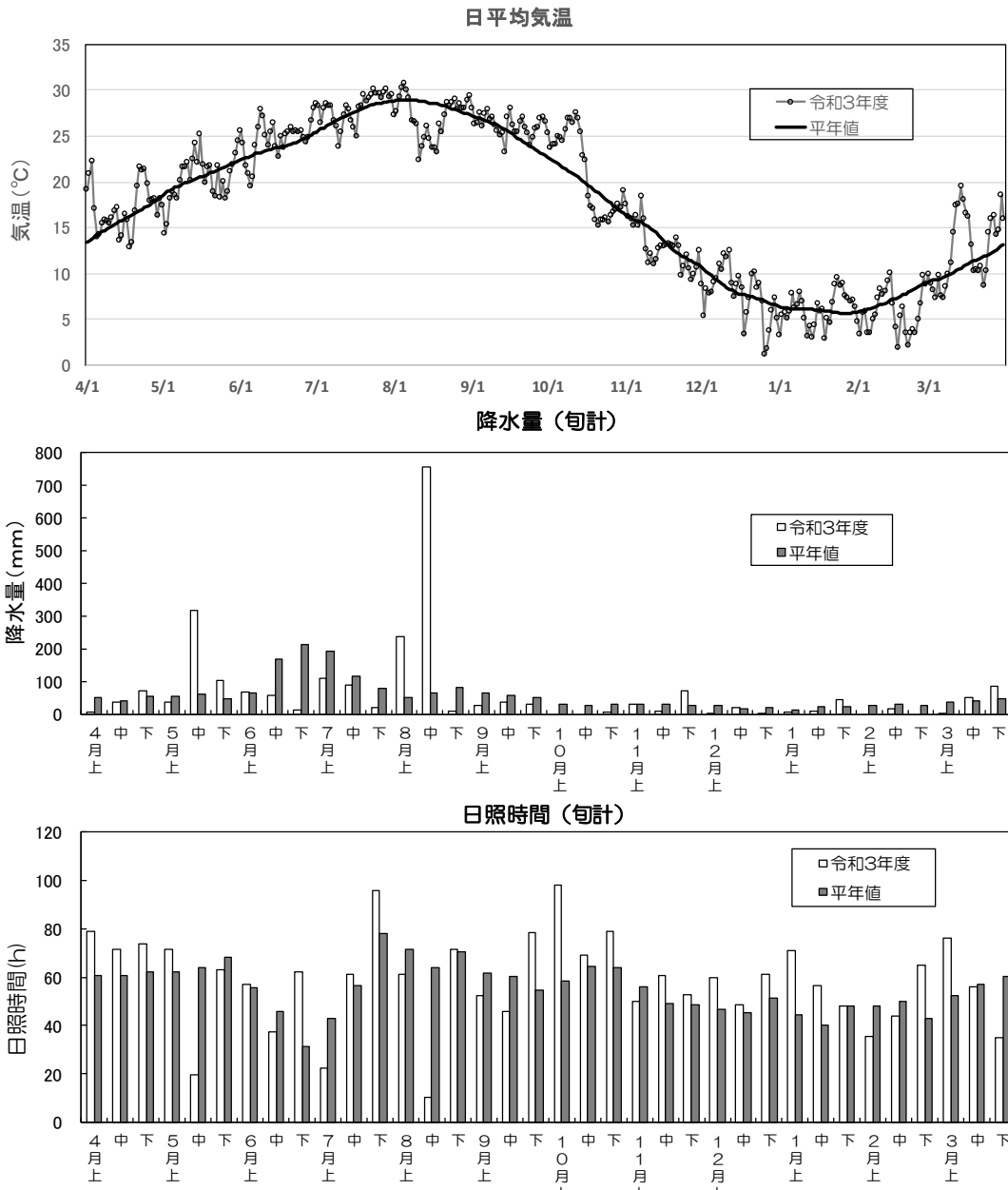


図1 日平均気温、旬別降水量および日照時間の推移（熊本地方気象台資料）

表1 各年度の降水量の比較

年度	H29	H30	R1	R2	R3	平年値	R3/平年値
年度降水量	1,811	1,961	2,072	2,339	2,374	2,008	118.3%
4月～9月（春夏期）	1,274	1,510	1,552	1,972	2,017	1,509	133.6%
6月～7月（梅雨期）	522	663	853	1,364	353	835	42.3%
春夏期－梅雨期	752	847	699	609	1,664	674	246.9%
ノリ漁期（10月～翌年3月）	537	451	520	367	357	498	71.7%
10月（採苗期）	196	53	61	79	5	87	5.7%
11月（育苗・秋芽前期）	61	58	49	78	115	84	135.7%
12月（秋芽後期・冷凍網前期）	16	66	91	22	23	61	36.8%
1月（冷凍網前期）	82	24	78	26	58	57	101.2%
2月（冷凍網後期）	51	108	136	67	18	83	21.0%
3月（冷凍網後期）	131	143	105	96	140	125	111.7%

「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3年度(2021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、表2)

10月から3月の漁期中の水温は、10月上、中旬は過去10年平均水温よりかなり高め、甚だ高めであったが、10月17日以降の冷え込みにより、平年並みまで低下した。その後、概ね平年並みで推移し、2月は過去10年平均水温より低く推移した。

また、換算比重は、漁期中、降水量が少なかったこともあり、概ね過去10年平均値以上で推移した。

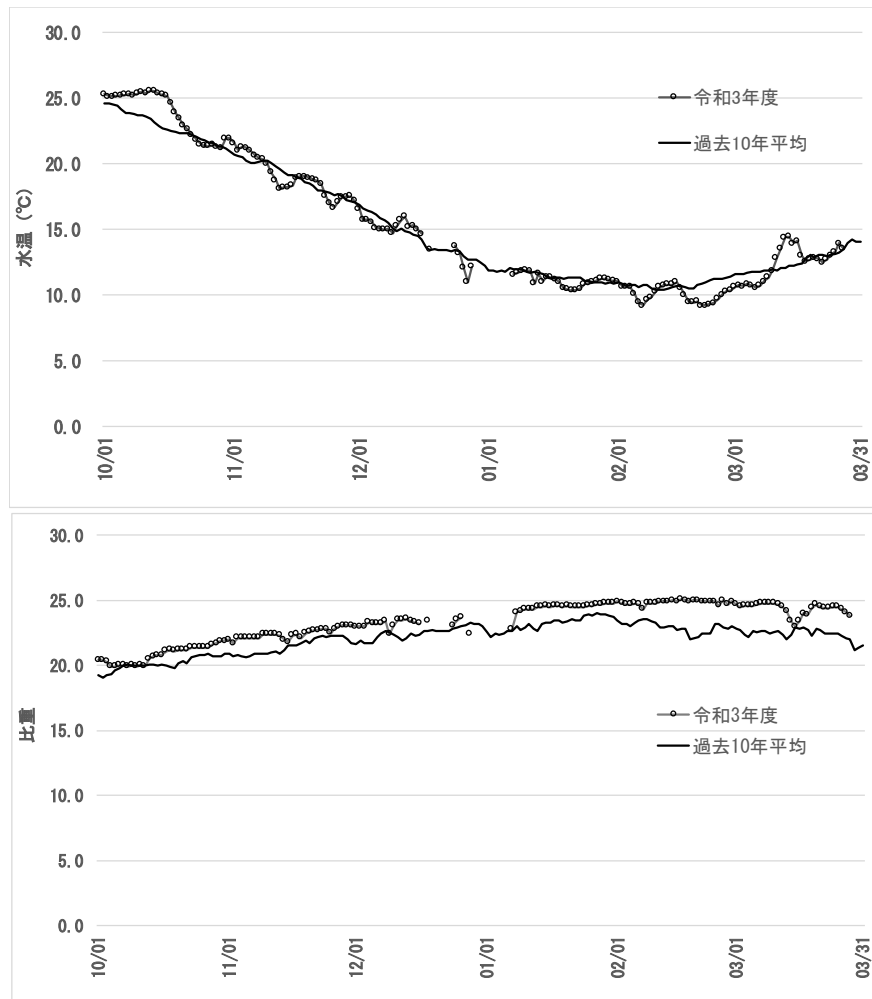


図2 長洲沖の水温・比重の推移

表2 旬別水温の過去10年平均比

上	かなり高め	上	平年並
10月中	甚だ高め	1月中	平年並
下	平年並	下	平年並
上	やや高め	上	やや低め
11月中	平年並	2月中	平年並
下	平年並	下	甚だ低め
上	やや低め	上	やや低め
12月中	平年並	3月中	かなり高め
下	平年並	下	平年並み

イ クロロフィル a (図3)

クロロフィル a 値は、11月中旬および12月上旬に著しい上昇が見られ、珪藻類(キートセロス属、スケルトネマ属)による赤潮が確認された。冷凍網を出庫した12月中旬から2月下旬までクロロフィル a 値の大きな上昇はなかったが、断続的な珪藻類の増殖が確認され、3月以降数値の上昇とあわせて珪藻類(スケルトネマ属)の増殖が確認された。

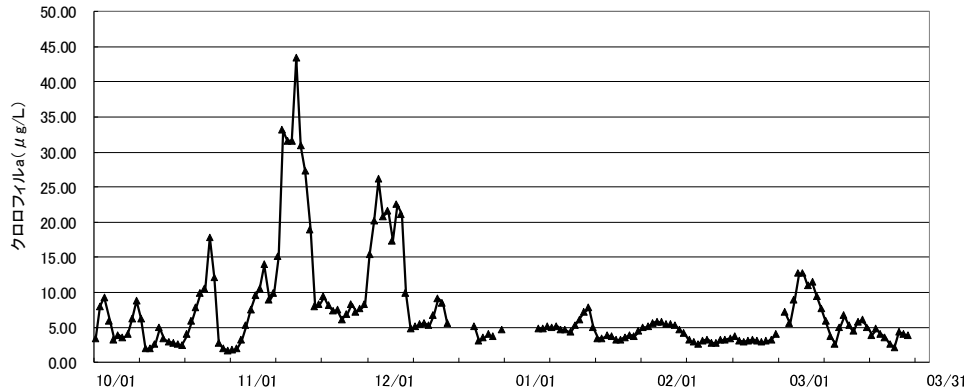


図3 長洲沖のクロロフィル a の推移

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21日以降と決定され、採苗作業が行われた。

採苗時の水温は、10月21日の長洲沖自動観測ブイの日平均水温で22.6℃と、採苗時の適水温である23℃未満であり、その後の水温降下も問題なかった。芽付きは適正からやや厚付きであった。

(2) 育苗期

採苗開始の10月下旬から冷凍入庫開始の11月中旬までの水温は、過去10年平均と同程度もしくはやや高めで推移した。また、有明海では10月下旬から冷凍網入庫の11月下旬にかけて、キートセロス属、スケルトネマ属等の珪藻赤潮による栄養塩低下によって、葉体の色調低下、ちじれ等の形態異常および付着基部の脆弱化がみられた。

(3) 冷凍入庫網の健全度

各漁協に対して、当センターが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12日から入庫が開始され、11月17日から11月19日に入庫のピークを迎え、11月28日で入庫が終了した。前述の育苗期での色調低下により、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、各地先の状況に合わせた対応が行われたが、平年より短い葉長での入庫となった。また、ノリ網の展開の見合わせを行ったことから、冷凍入庫までのスケジュールが全体的に遅れ気味となった。

冷凍入庫網の健全度評価割合については、有明海では「良好」が12.8%、「平年並」が77.3%で、「平年より悪い」が9.9%だった。

なお、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、11月25日から12月23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色調低下や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も発生した。

八代海では、11月上旬に珪藻類（キートセロス属、リゾソレニア属）が発生し、色調低下と生長鈍化・停滞が起こった。その後、断続的に珪藻赤潮が発生し栄養塩が低下したままの状況であったことから葉体が枯死し、摘採することなく終漁となった。

イ 病害

有明海では、11月25日にあかぐされ病が初認され、病勢は平年並みであった。また、壺状菌は確認されなかった。

ウ 葉体の色調

有明海では、12月中旬まで浮き流し漁場や一部の沖の漁場で溶存態無機窒素（以下「DIN」という。）および溶存態無機リン（以下「DIP」という。）が低い状態が断続的に発生し、色調の低下した葉体を確認された。河川水の影響が大きい河口漁場では栄養塩低下の影響はあまり見られなかった。

八代海においては、育苗期である11月上旬から漁期を通して記録的な低栄養塩状態が継続し、色調の低下および生長停滞が起こった。

(5) 冷凍網生産期（1～4月）

ア 摘採

有明海では、冷凍網の出庫は当初12月25日から行われる予定であったが、時化のため出庫は一部のみで、本格化したのは27日以降であった。出庫時の日平均水温は13.2℃であり、適水温帯で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。

イ 病害

有明海では、1月13日にあかぐされ病が確認されたが、感染は一部に留まり蔓延はしなかった。壺状菌は確認されなかった。

ウ 葉体の色調

有明海では、2月から降雨不足に起因すると考えられる栄養塩の低下が起こり、一部の浮き流し漁場や沖の漁場で色調低下が確認された。プランクトンは2月下旬にグイナルディア属、レプトキリンドルス属、スケルトネマ属等による混合珪藻赤潮が確認され、色落ちが重症化した。

3 入札結果（図4）

秋芽網生産期の生産状況は、生産枚数が251,408,300枚（前年比131.8%）、生産金額が3,119,499,946円（前年比131.5%）、平均単価が12.41円（前年比0.02円安）であった（図4-1）。

冷凍網期の生産状況は、生産枚数が737,375,600枚（前年比94.0%）、生産金額が8,468,004,582円（前年比101.7%）、平均単価が11.48円（前年比0.86円高）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988,783,900枚（前年比101.4%）、生産金額が11,587,504,528円（前年比108.3%）、平均単価が11.72円（前年比0.74円高）となった。昨年度よりも単価は上昇した。しかし、ここ数年、ノリの高単価が続いていたが、新型コロナウイルス感染症感染拡大に伴う需要減と考えられる単価の低下が継続して見られた。

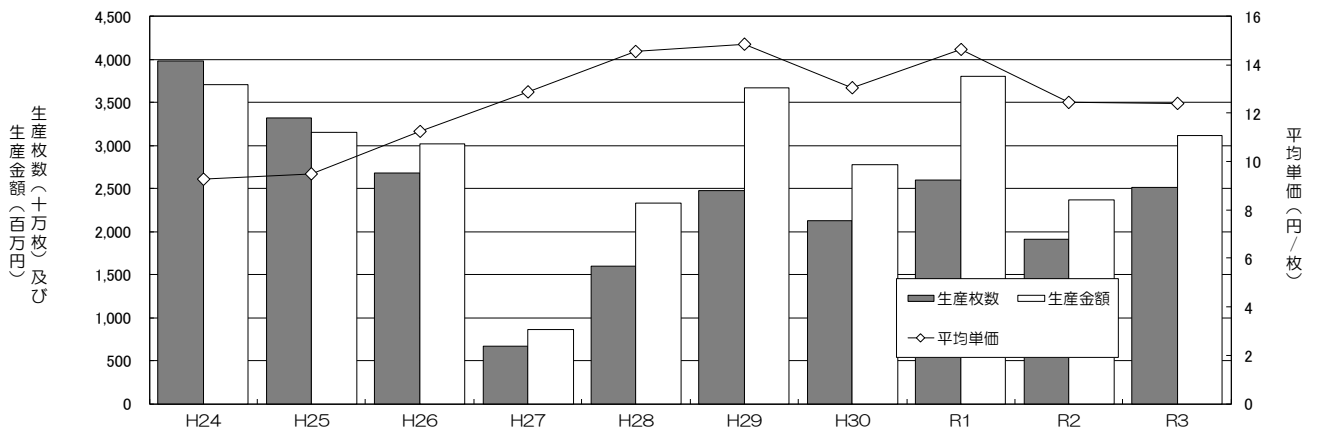


図 4 - 1 秋芽網生産期の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

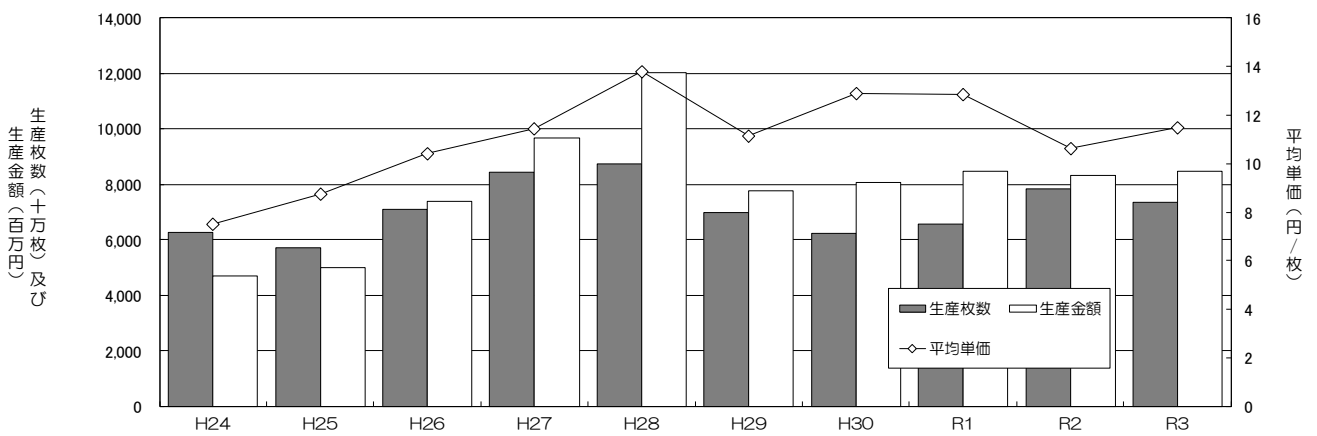


図 4 - 2 冷凍網生産期の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

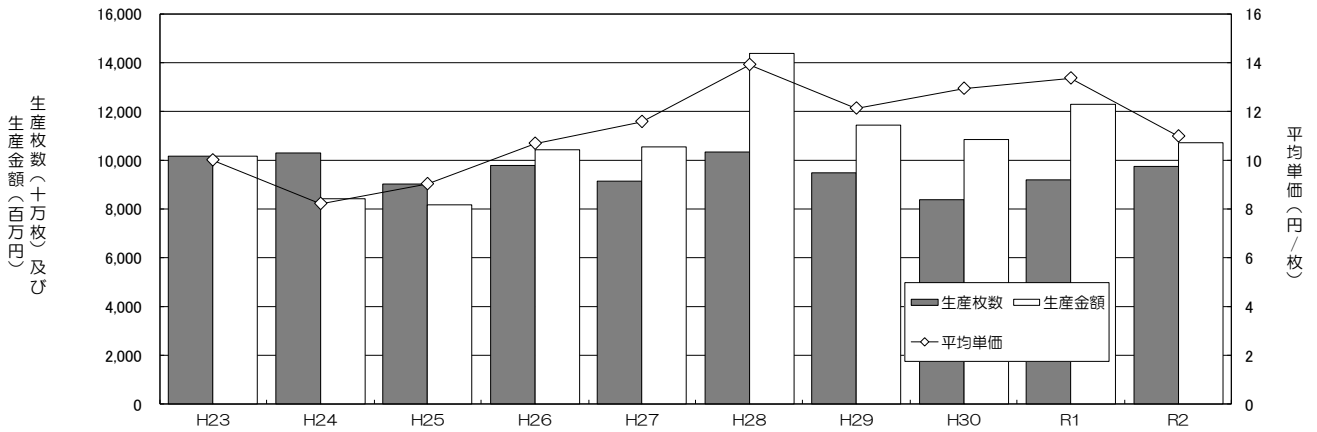


図 4 - 3 漁期別（秋芽網期＋冷凍網期）の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

国庫委託JV
平成30(2018)年度～
令和3(2021)年度

環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅲ ()

(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による色落ち被害の発生等、さまざま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、養殖漁場と類似した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、その選抜を進めることを目的として実施した。

なお、本試験は、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術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「令和3年度（2021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4年(2022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、安藤典幸、丸吉浩太、増田雄二
- 2 試験方法

(1) 野外培養試験

試験株は、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所が、農林水産技術会議の委託プロジェクト研究で開発した育種素材の4C、当センターが選抜した高水温耐性候補株のAHおよび全国標準株であるU51の3株を使用した。

これらの株を令和3年（2021年）4月から9月にかけて、当センターでカキガラ糸状体培養を行ったのち、9月中旬～9月下旬に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。

屋外培養試験は、10月8日に当センターの50m³角形水槽1基に3株をそれぞれ種付けした養殖網を展開した（図1）。培養9日目までは日射による水温上昇を緩和するため、遮光率70%の寒冷紗を水槽上部に張り、培養期間中は、屋島培地（表1）を適宜添加し、あわせて日中15分～3時間程度干出を行った。なお、換水率は2回転/日とした。



図1 培養初期の培養水槽

表1 屋島培地組成（1tあたり）

硫酸アンモニウム	過リン酸石灰	尿素	クレフット32
100g	15g	5g	5g

ア 水温、照度および比重調査

培養期間中、水温および照度は、測定間隔を1時間に設定したデータロガー（HOB0社製）で測定した。また、比重は1日1回比重計で測定した。

イ ノリ葉状体調査

11月2日（培養26日目）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。

(2) 室内培養試験

試験株は、4C、AH、全国標準株（U51）および育種素材の派生株である女川Dの4株を使用した。24℃、14日間培養後、18℃、14日間の合計28日間の培養を行う試験区と、18℃で28日間培養を行う対照区を設定し、色違いの網糸に4株を種付け後、1つの1,000ml丸底フラスコ内で通気培養を行った。培地は、ろ過滅菌した海水に1/2SWM-Ⅲ改変培地を添加したものを使用し、1週間ごとに全量換水した。その他の培養条件は、アマノリ養殖品種の特性に記されている基本的培養条件に準じて行った。

培養後の葉体は、葉長の長い葉体から30枚のくびれ数と葉長を計測し、高水温耐性を評価した。

(3) 選抜株の形質確認

試験株は、4C、4C1（選抜株）、AH、AH1（選抜株）、AH2（選抜株）、全国標準株（U51）を使用した。24℃、14日間培養後に18℃、14日間の合計28日間培養を行い、色違いの網糸に6株をそれぞれ種付けし、1つの1,000ml丸底フラスコ内で通気培養を行った。そのほかは（2）室内培養試験と同様の方法で行った。

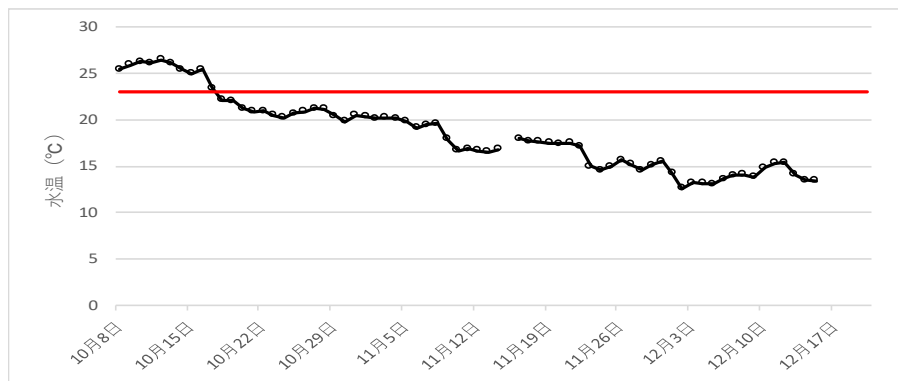
結果および考察

1 野外培養試験

(1) 水温および比重調査

期間中の日平均水温および照度の推移を図2に示す。10月8日から試験を開始し、日平均水温は開始後9日目までは25℃前後と高い水温を示した。

照度は、遮光幕を掛けた培養初期の晴天時日中の照度が40,000~60,000lux程度、遮光幕を撤去した培養8日目以降は、天候によって変動はあったが80,000~160,000luxの間で推移した。日照時間は11~13時間であった。



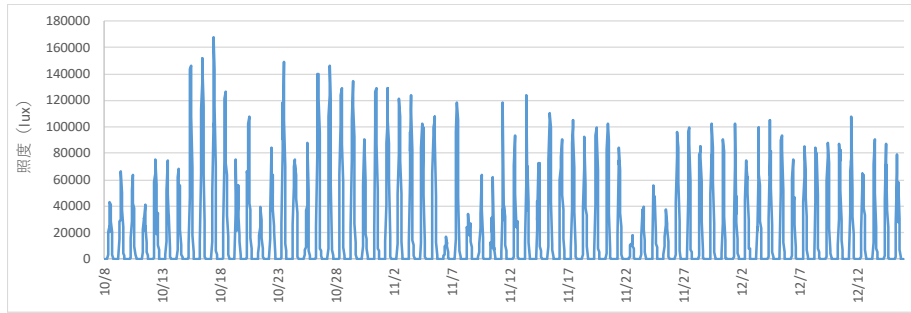


図2 期間中の培養水槽の日平均水温及び照度の推移

比重は、21.4～25.0の間で推移した。試験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みられなかった。

(2) ノリ葉状体調査

各株の平均くびれ数を図3に、くびれ発生個体率を表2に示す。11月2日（培養26日目）の平均くびれ数は、少ないものから4C、AH、U51の順であったが、有意差はみられなかった（Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$ ）。また、くびれ発生個体率は、4CとAHで同じで76.7%、U51が90.0%であり、くびれ数に有意差はなかったものの、育種素材の4CおよびAHはU51に比べてくびれが少ない傾向にあった。

11月2日（培養26日目）測定の前葉長を図4に示す。平均葉長はU51、AH、4Cの順に大きく、4CはAHおよびU51に対して有意差（Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$ ）が確認された。

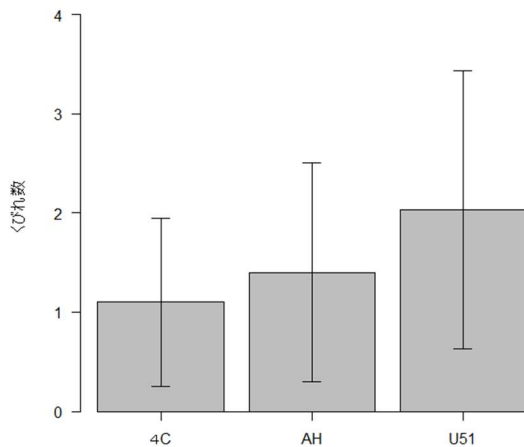


図3 各株の平均くびれ数
(エラーバーは標準偏差)

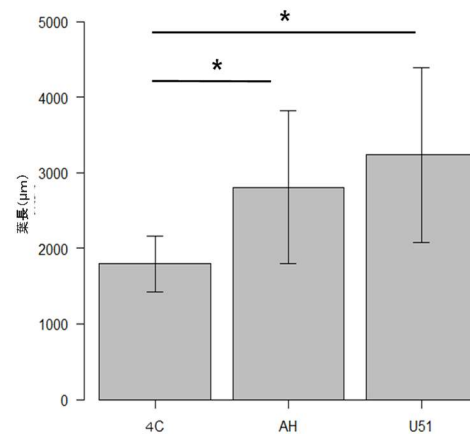


図4 11月2日の平均葉長
エラーバーは標準偏差、*は有意差をあらわす。

表2 平均くびれ数及びくびれ発生個体率

	4C	AH	U51
平均くびれ数	1.10	1.40	2.03
くびれ発生個体率	76.7%	76.7%	90.0%

2 室内培養試験

試験区のくびれ数を図5に、くびれ発生個体率を表3に示す。育種素材である4C、AH、女川DはU51に対して有意にくびれ数が少なかった (Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$)。また、くびれ発生個体率はU51が78.9%であったのに対して、4C、AH、女川Dは61.1~65.6とU51より低く、育種素材3株の高水温耐性が確認された。なお、育種素材3株間の平均くびれ数に有意差は確認されず、対照区の18°Cで培養を行った葉体は、どの株でも顕著なくびれはみられなかった。

試験区の葉長 (図6) は、長い方からAH、U51、女川D、4Cの順であり、女川DとU51株間にのみ有意差はなく、その他の株間で有意差があった (Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$)。また、対照区の18°Cで培養した葉体の葉長 (図7) は、U51、女川D、AH、4Cの順であり、女川DとU51株間にのみ有意差はなく、その他の株間で有意差があった (Kruskal-Wallis 検定 $p < 0.05$)。いずれの区においても4Cの平均葉長は最も短かった。

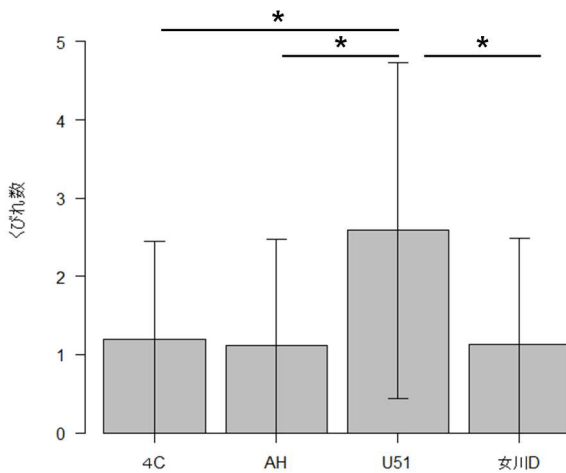


図5 24°C培養後のくびれ数

エラーバーは標準偏差、*は有意差をあらわす。

表3 平均くびれ数及びくびれ発生個体率

	4C	AH	U51	女川D
平均くびれ数	1.19	1.12	2.59	1.13
くびれ発生個体率	65.6%	61.1%	78.9%	61.1%

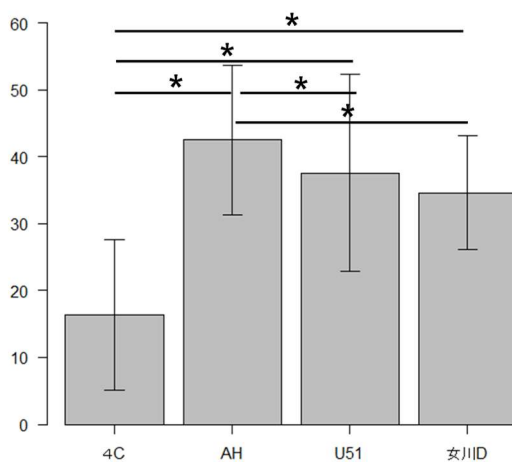


図6 高水温試験区の培養後の葉長

エラーバーは標準偏差、*は有意差をあらわす。

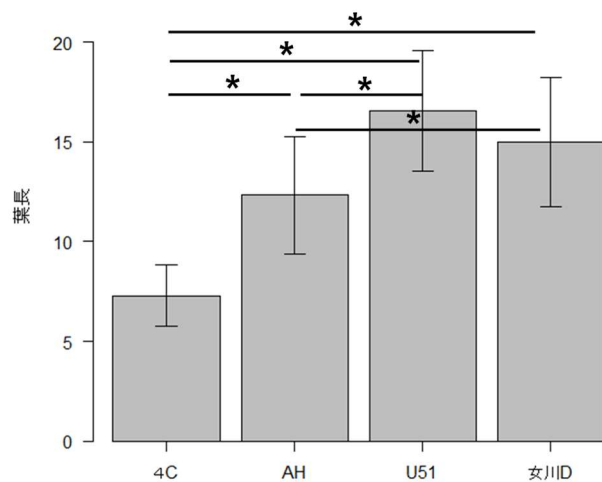


図7 対照区の培養後の葉長

エラーバーは標準偏差、*は有意差をあらわす。

3 選抜株の形質確認

培養後のくびれ数を図8に示す。選抜した4C1は元株4Cと有意差があり、AH1、AH2は元株と有意差はなく（Kruskal-Wallis検定 $p < 0.05$ ）、4C1は高水温耐性が低下していた。

培養後の葉長を図9に示す。選抜した4C1は元株4Cと有意差があり、生長性は向上していた。AH1、AH2は元株と有意差はなく（Kruskal-Wallis検定 $p < 0.05$ ）、AH選抜株はくびれ数、葉長ともに元株との差は確認されなかった。

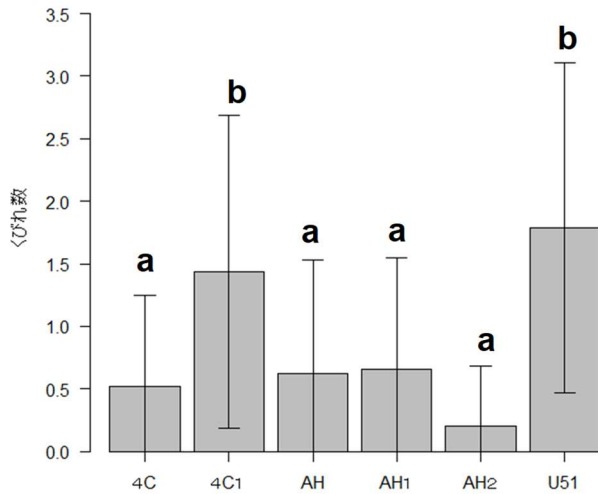


図8 培養後のくびれ数

エラーバーは標準偏差、異なるアルファベットは有意差をあらわす。

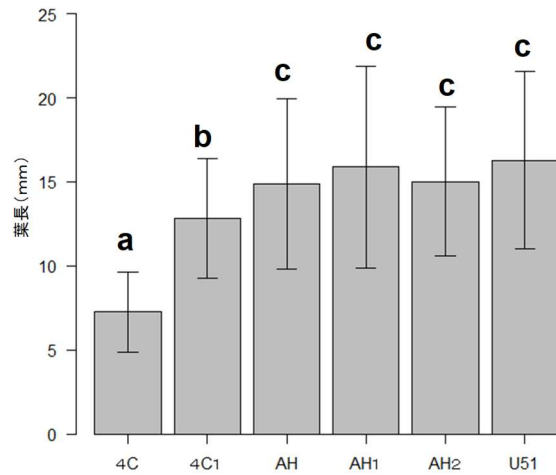


図9 培養後の葉長

エラーバーは標準偏差、異なるアルファベットは有意差をあらわす。

国庫委託 JV
(平成 27(2015)年度～令和 3(2021)年度)

環境変化に適応したノリ養殖技術の開発事業Ⅳ

(二枚貝の養殖等を併用したノリ養殖技術の開発)

緒 言

有明海およ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、ノリ養殖業の経営に深刻な打撃を与えている。ノリの色落ちの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、二枚貝とノリを併用した養殖試験を実施している。本年度は、葉体サイズの違いによって、二枚貝とノリを併用した養殖がノリ葉体に与える影響の違いを把握するための室内試験を行った。

なお、本試験は、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術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「令和 3 年度（2021 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 4 年(2022 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、安藤典幸、丸吉浩太、増田雄二

2 試験方法

(1) 試験環境

18℃に設定したインキュベーター内で試験を行った。秋芽期の条件を考慮して環境条件を、日長 11 時間明期 13 時間暗期、3 波長昼光色蛍光灯で照度 4,600lux 程度に設定した。また、培養海水は、ろ過滅菌した海水を塩分濃度 30 に調整して使用し、培養には 2L イルリガートルを用いて、底面から通気した（図 1）。



図 1 培養水槽

(2) 設定試験区

試験には、以下の 4 つの区を設定し、培養を 3 回繰り返した。

試験区①：人工珪藻赤潮海水＋色落ち育苗期ノリ＋マガキ 1 個体

対照区①：人工珪藻赤潮海水＋色落ち育苗期ノリ

試験区②：人工珪藻赤潮海水＋色落ち成葉ノリ＋マガキ 1 個体

対照区②：人工珪藻赤潮海水＋色落ち成葉ノリ

(3) 材料

培養海水には、人工珪藻赤潮海水を調整して使用した。培養海水の調整は、1 億 cell/ml の市販の濃縮珪藻（キートセロス・グラシリス：ヤンマーマリンファーム製）を 10 万 cell/ml 程度にろ過滅菌海水で調整したものを使用し、すべての試験区の培養海水は、毎日全換水を行っ

た。

使用した葉体は、室内採苗シラスコ内で培養した網糸から外した葉体 30 枚を使用し、育苗期は 50mm±10mm、成葉は 100~150mm のものを使用した。葉体の色調は、色彩色差計（ミノルタ製 CM-26 d）で測定し、黒み度（表 1）を「重度色落ち」もしくは「生産不能」レベルまで調整した。なお、試験区で使用したマガキは、殻高 50mm 程度のものを使用した。

表 1 黒み度による色落ちの評価

黒み度	45以上	45未満 ~35	35未満 ~30	30未満 ~25	25未満
評価	正常	軽度	中度	重度	生産不能

(4) 測定項目

色調：0 日目と 7 日目に色彩色差計でそれぞれの試験区の葉体 30 枚の黒み度を測定した。

7 日目の葉体の黒み度を比較し、マガキの濾水によるノリ葉体色調改善効果を把握するとともに、育苗期ノリと成葉ノリの黒み度について、開始時からの改善度を算出・比較した。

栄養塩：試験開始時の 0 日目、2 日目、4 日目、試験終了時の 7 日目に人工珪藻赤潮海水（培養海水）の栄養塩濃度を測定した。

マガキ：試験終了後、使用したマガキの湿肉重量を測定し、ろ水量を推定（赤繁ら 2005）して、1 日で試験水槽内の全ての海水をろ過していたかを確認した。

結果および考察

1 色調

3 回の試験のうち、1 回目および 3 回目は著しい色落ちで葉体が枯死に近い状態となり、色調の測定が困難となった。色調測定が可能であった 2 回目の結果を図 2 および表 2 に示す。

育苗期の葉体について、マガキを併用した試験区では、開始時に 20.6 であった黒み度が 21.2 と生産不能レベルではあるが、数値を維持していた。しかし、マガキを入れていない対照区では黒み度が 10.6 へと低下し、試験区と対照区の黒み度には有意差がみられた（Mann-Whitney U test $p < 0.05$ ）。成葉の葉体では、試験区、対照区ともに試験開始時から黒み度が半分程度に低下しており、終了時の試験区、対照区の黒み度に有意差はなかった。そのため、葉体のサイズが小さい方が、マガキと併用してノリを養殖することで、その色調に与える影響が大きいと考えられたが、色調を悪化させない程度の効果であった。

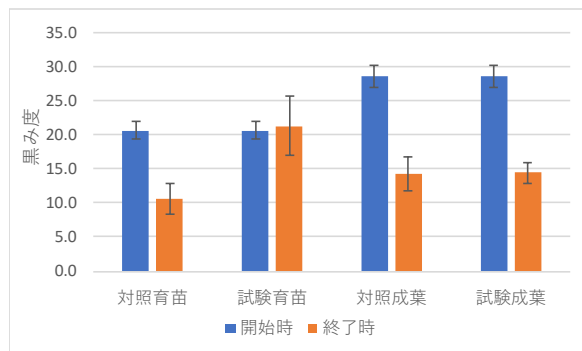


図 2 試験終了後の葉体黒み度の変化

表 2 試験開始時と終了時の黒み度とその変化率

	開始時	終了時	黒み度 変化率
対照育苗	20.6	10.6	51.5%
試験育苗	20.6	21.2	103.2%
対照成葉	28.6	14.3	50.0%
試験成葉	28.6	14.4	50.5%

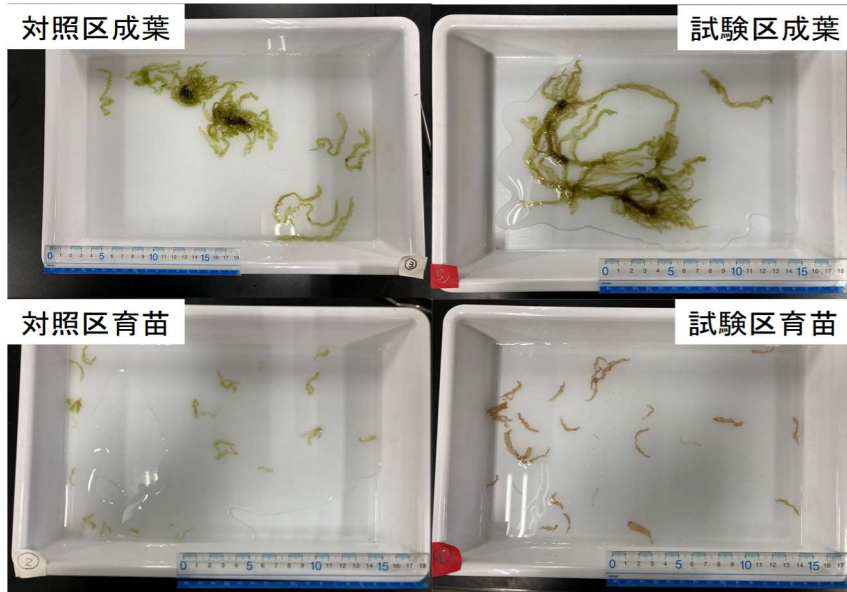


図3 試験終了後の葉体様子

(2) 栄養塩

試験時の溶存無機窒素 (DIN)、アンモニア態窒素 (NH_4^+) および溶存無機リン (DIP) の推移を図4に示す。3回の試験のうち、1回目および2回目では、2日目に育苗期試験区の栄養塩の数値の上昇がみられた。しかし、4日目、7日目および3回目の栄養塩の数値は、低い状態が続き、マガキを併用することによる明確な違いは見られなかった。また、数値の上昇時には水槽内にマガキ排泄物が多く、分析海水をろ過したろ紙上にマガキ排泄物が確認されたことから、数値の上昇はマガキ排泄物由来と考えられた。

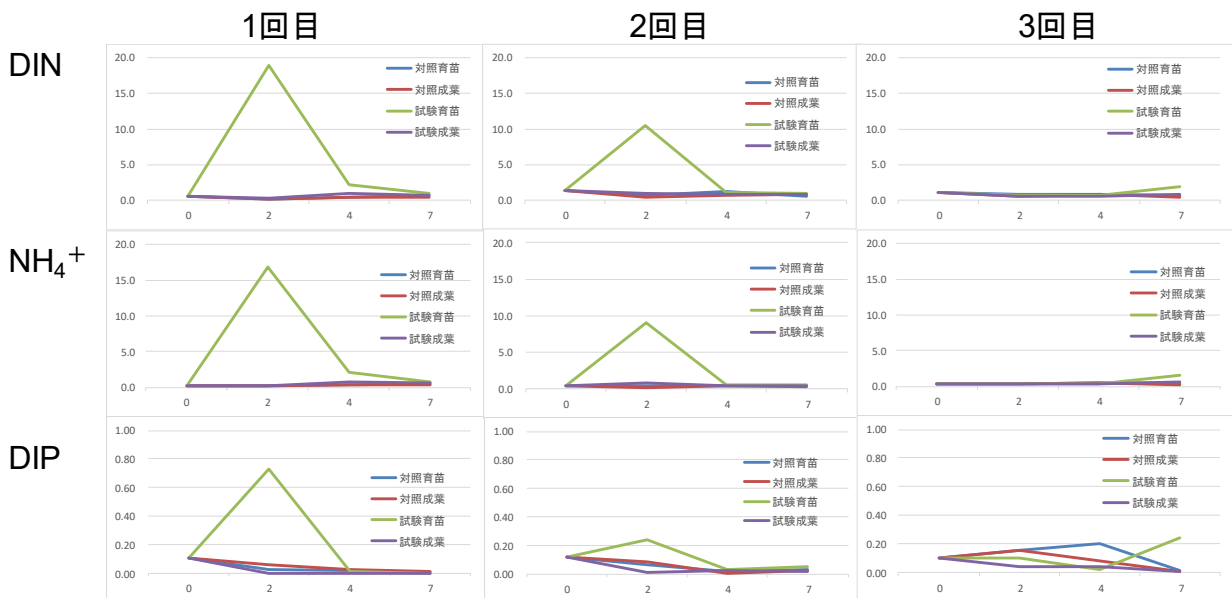


図4 DIN、 NH_4^+ 、DIPの推移

(3) マガキ

試験に使用したマガキの測定結果を表3に示す。使用したマガキの24時間推定ろ水量は87.5

～137.20であり、容量20のイルリガートル内の海水をすべて濾水していたと考えられた。

表3 試験に使用したマガキ測定結果と推定濾水量

		殻長(mm)	殻高(mm)	殻幅(mm)	軟体部重量(g)	24時間濾水量
1回目	育苗期	36.9	60.5	16.6	3.8	137.2
	成葉	33.7	61.6	19.4	3.6	131.2
2回目	育苗期	29.0	55.9	17.5	3.4	123.4
	成葉	35.5	48.9	17.3	2.4	87.5
3回目	育苗期	32.8	57.9	15.1	3.1	110.9
	成葉	35.7	55.5	19.0	3.0	106.6

文 献

- 1) 赤繁悟 養殖マガキの酸素消費量および濾過水量の季節変化 日本水産学会誌 71 (5) 762-767

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

(ノリ養殖漁場海況観測調査)

緒言

養殖ノリの生産は、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、ノリ養殖漁場の海況や栄養塩類、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とFAXを通じて生産者や関係機関に提供した。

方法

1 担当者 丸吉浩太、安藤典幸、向井宏比古、徳留剛彦、増田雄二

2 調査方法

(1) 海況観測

自動海況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 令和3年(2021年)10月~令和4年(2022年)3月

調査項目 水温、比重(塩分から換算)

(2) 栄養塩類

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16点、八代海1点 (図1)

調査頻度 1回/週(23回、令和3年(2021年)10月~令和4年(2022年)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

海況観測は、データベース化し、水産研究センターホームページにリアルタイムで掲載した。

また、栄養塩類は毎週、採水日の翌日に栄養塩情報(累計23号)を発行して関係漁協等にFAXしたほか、ホームページに情報掲載した。

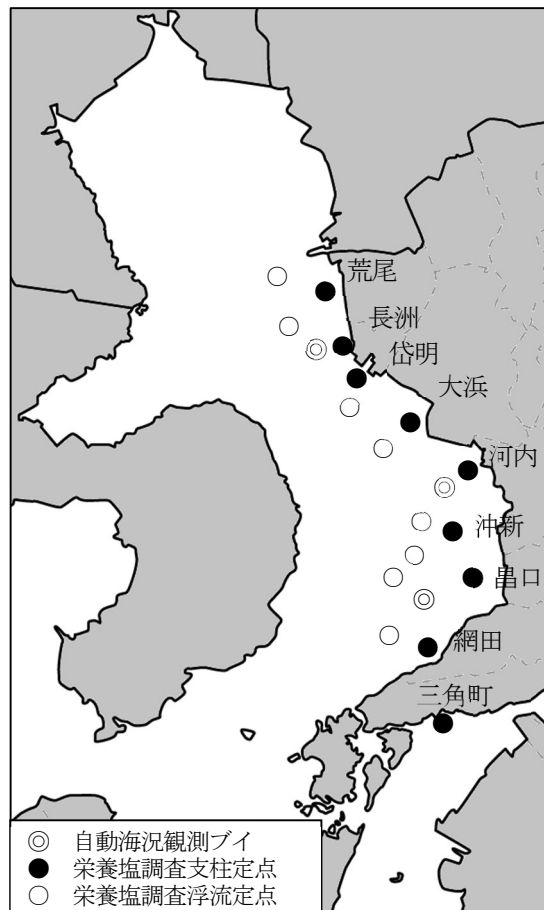


図1 自動海況観測ブイ
及び栄養塩類調査定点

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)

令和3年(2021年)10月中旬以降、水温は顕著に低下し、ノリの採苗日である10月21日には、採苗適水温の目安とされる23°Cを下回った。11月から令和4年(2022年)1月は概ね平年並みで推移したが、漁期の終盤となる2月以降は

令和2年度同様、過去10年平年値を上回る高水温で推移した。

(2) 比重 (日平均)

18.7から25.7の範囲で推移し、顕著な低下は観測されなかった。

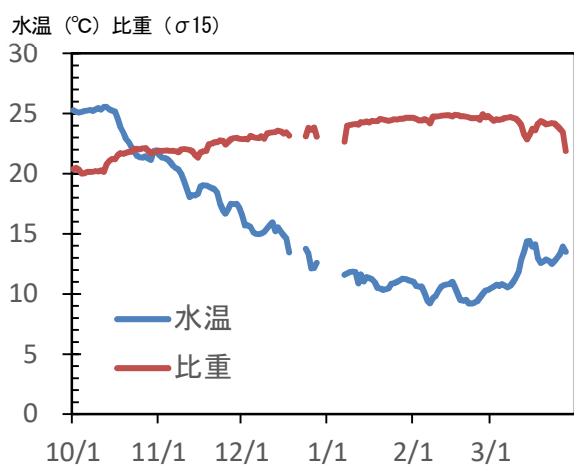


図 2-1 水温・比重の推移 (長洲)

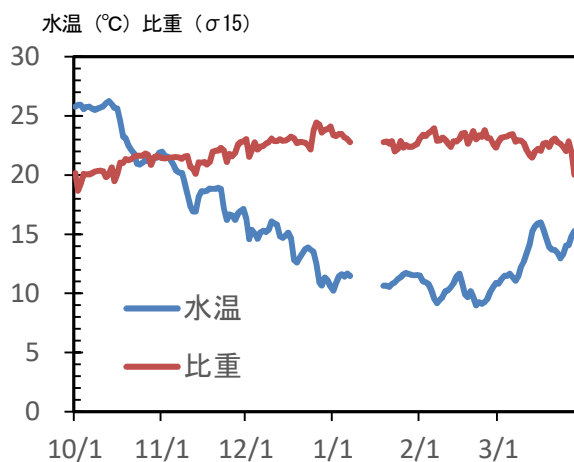


図 2-2 水温・比重の推移 (小島)

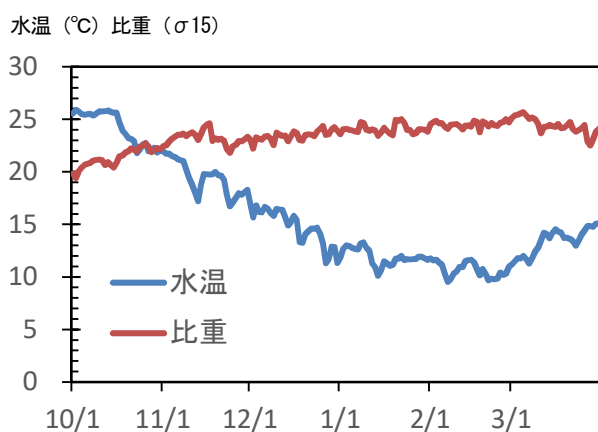


図 2-3 水温・比重の推移 (長浜)

2 栄養塩類調査

(1) 有明海

全調査定点のDIN、DIPの平均値の推移を図3に示した。支柱漁場および浮き流し漁場のDIN、DIPは、令和3年(2021年)10月中旬から11月上旬は、ノリ養殖の期待値(DIN:7.0 $\mu\text{g-at/L}$ 、DIP:0.5 $\mu\text{g-at/L}$)を概ね上回った。その後、11月中旬から令和4年(2022年)2月上旬は、支柱漁場では期待値を概ね上回ったものの、浮き流し漁場では期待値を概ね下回った。2月中旬以降は、支柱漁場も浮き流し漁場も期待値を概ね下回って推移した。

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、スケレトネマ属など)が高密度で確認された。

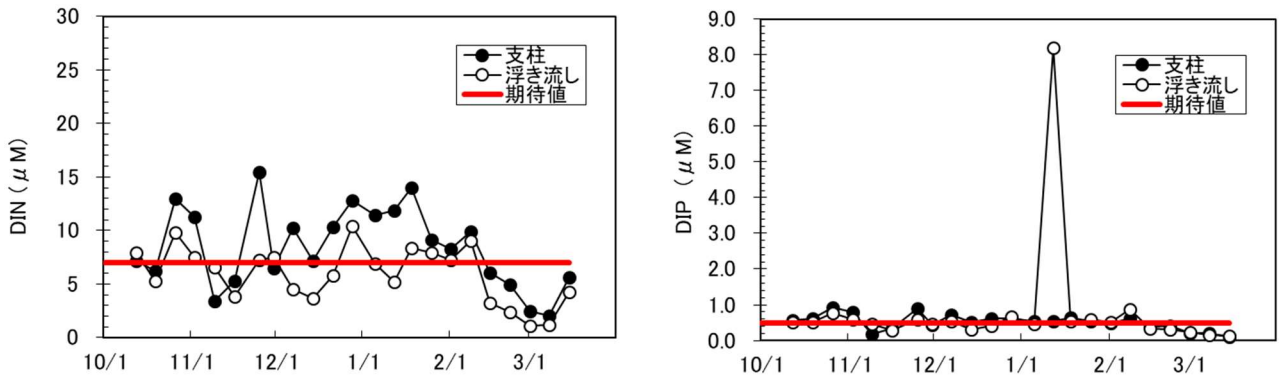


図3 有明海のDIN、DIPの推移

(2) 八代海（三角町）(図4)

支柱魚場および浮き流し魚場のDIN、DIPは、令和3年（2021年）10月中旬に期待値を概ね上回ったものの、それ以外の期間は期待値を概ね下回って推移した。

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、スケルトネマ属など）が高密度で確認され、大型珪藻類（リゾソレニア属、ユークンピア属など）も確認された。

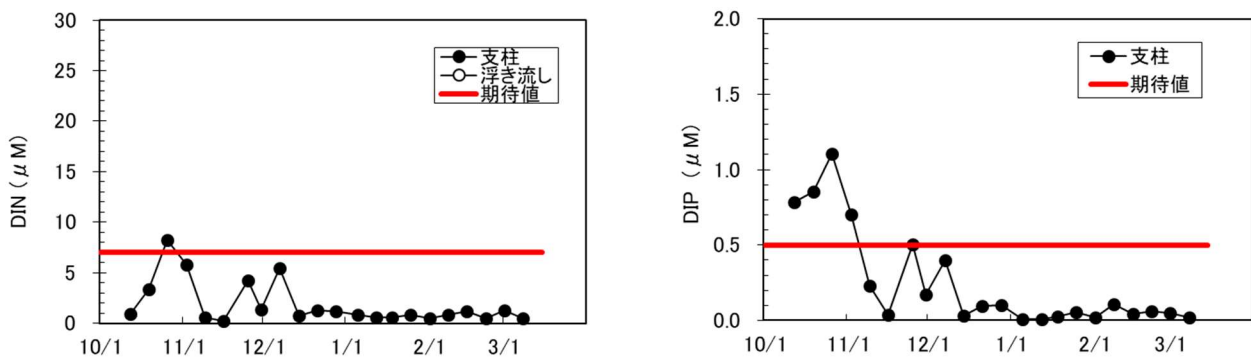


図4 八代海のDIN、DIPの推移

(3) 調査定点毎の推移 (図5-1～図5-8)

ア 荒尾 (図5-1)

支柱魚場および浮き流し魚場のDIN、DIPは、令和3年（2021年）10月中旬から11月中旬および令和4年（2022年）1月上旬は、期待値を概ね上回っていたが、その他の期間は期待値を下回った。

令和3年（2021年）11月上旬から11月中旬と、12月上旬から12月中旬は、小型珪藻類（キートセロス属、スケルトネマ属など）が高密度で確認された。

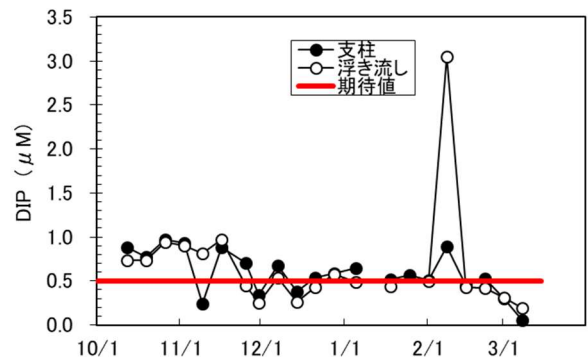
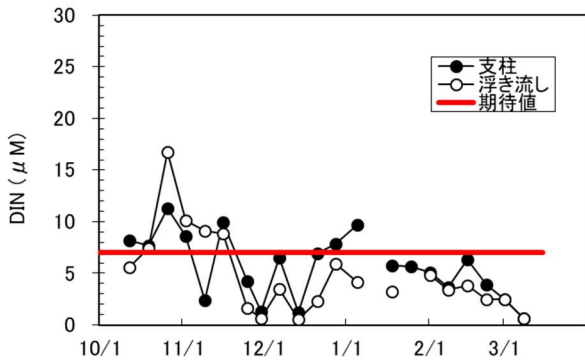


図 5-1 荒尾の DIN、DIP の推移

イ 長洲 (図5-2)

支柱漁場および浮き流し漁場の DIN、DIP は、令和3年 (2021年) 11月上旬から12月上旬および令和4年 (2022年) 2月中旬以降、期待値を概ね下回っていたが、その他の期間は期待値を概ね上回った。

令和3年 (2021年) 10月下旬から11月中旬と、令和3年 (2021年) 2月中旬から3月上旬は、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属など) が高密度で確認された

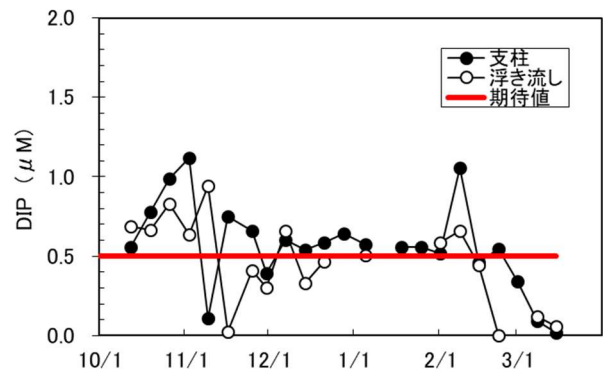
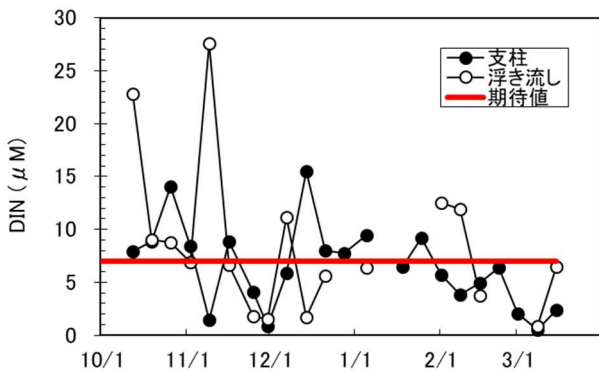


図 5-2 長洲の DIN、DIP の推移

ウ 岱明 (図5-3)

支柱漁場および浮き流し漁場の DIN、DIP は、令和3年 (2021年) 10月中旬から11月上旬および令和4年 (2022年) 1月中旬から1月下旬は期待値を概ね上回っていたが、その他の期間は期待値を下回った。

令和3年 (2021年) 10月中旬と11月上旬から11月下旬は、小型珪藻類 (キートセロス属、スケルトネマ属など) が高密度で確認された。

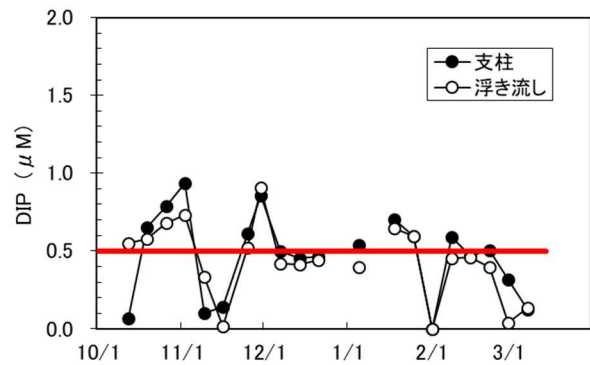
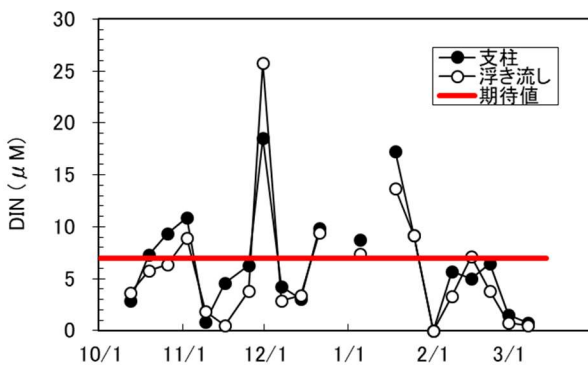


図 5-3 岱明の DIN、DIP の推移

エ 大浜 (図5-4)

支柱漁場および浮き流し漁場のDIN、DIPは、令和3年(2021年)10月中旬、11月上旬から11月中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、概ね期待値を下回っていたが、その他の期間は期待値を概ね上回った。

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。

令和3年(2021年)10月中旬と11月上旬から11月中旬は、小型珪藻類(キートセロス属、スケルトネマ属など)が高密度で確認された。

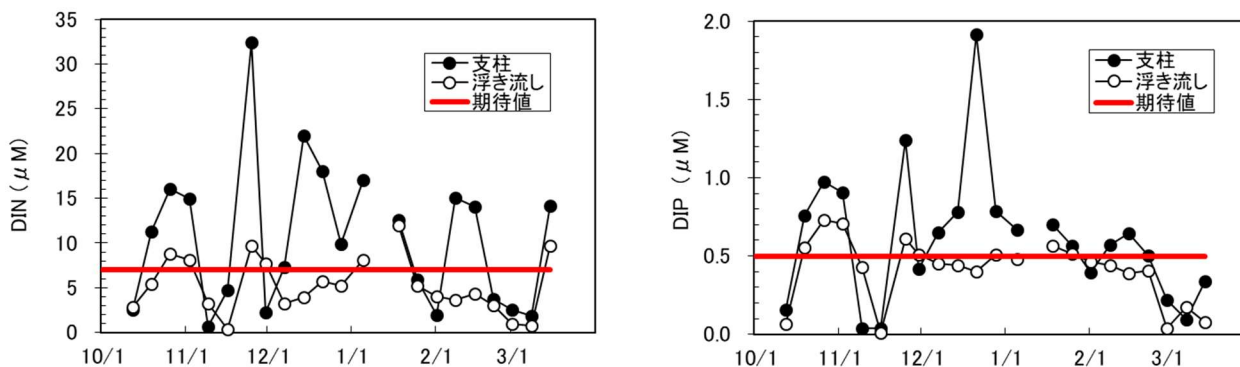


図 5-4 大浜のDIN、DIPの推移

オ 河内 (図5-5)

支柱漁場のDINは、令和3年(2021年)10月中旬、11月中旬、12月中旬および令和4年(2022年)2月中旬から3月上旬、支柱漁場のDIPは、令和3年(2021年)10月下旬から11月中旬、12月上旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、期待値を下回っていたが、その他の期間は期待値を上回った。

浮き流し漁場のDINは、令和3年(2021年)11月上旬から12月中旬、令和4年(2022年)1月上旬から2月上旬および2月中旬以降、浮き流し漁場のDIPは、令和3年(2021年)11月上旬から12月上旬、12月中旬から令和4年(2022年)1月中旬および2月上旬以降、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。

令和3年(2021年)11月上旬から11月下旬、12月中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降は、小型珪藻類(キートセロス属、スケルトネマ属など)が高密度で確認された。

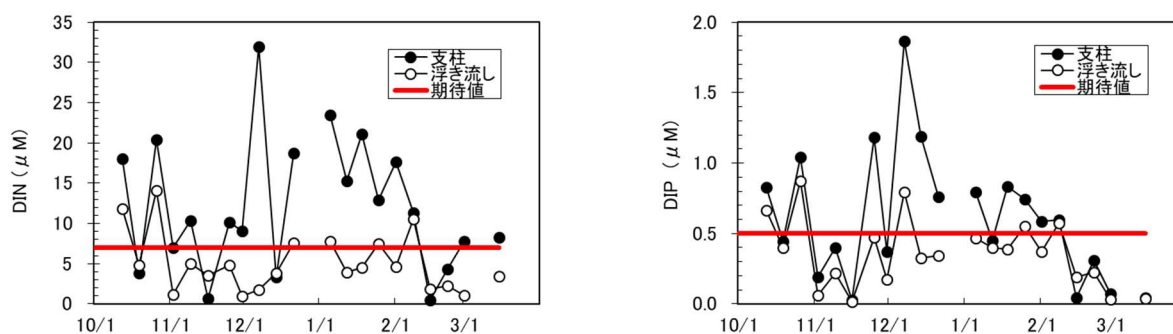


図 5-5 河内のDIN、DIPの推移

カ 沖新 (図5-6)

支柱漁場のDINは、令和3年(2021年)10月中旬、11月中旬、12月上旬から中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、支柱漁場のDIPは、令和3年(2021年)10月中旬、11月上旬から11月中旬、12月上旬から12月下旬、令和4年(2022年)2月中旬から2月下旬および3月中旬に期待値を下回っていたが、その他の期間は期待値を上回った。

浮き流し漁場のDINは、令和3年(2021年)10月中旬から11月中旬、11月中旬から12月中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、浮き流し漁場のDIPは、令和3年(2021年)10月中旬、11月上旬から中旬、11月下旬から12月中旬、1月中旬および2月中旬以降、概ね期待値を下回った。

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。

令和3年(2021年)11月上旬から11月下旬、12月中旬から下旬、令和4年(2022年)1月中旬および3月中旬は、小型珪藻類(キートセロス属、スケレトネマ属など)が高密度で確認された。

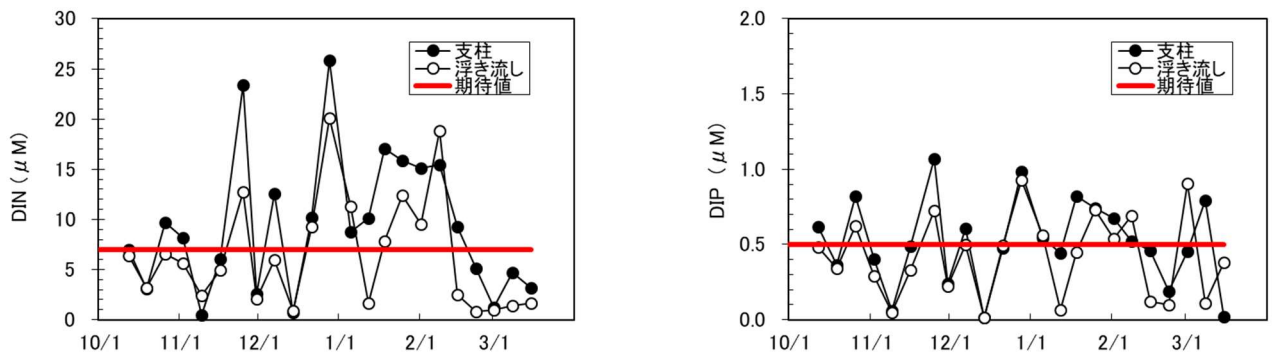


図 5-6 沖新のDIN、DIPの推移

キ 畠口 (図5-7)

支柱漁場および浮き流し漁場のDIN、DIPは、令和3年(2021年)10月中旬、11月上旬から12月中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、期待値を下回っていたが、その他の期間は期待値を概ね上回った。

令和3年(2021年)11月上旬から11月中旬、12月中旬および令和4年(2022年)3月中旬に、小型珪藻類(キートセロス属、スケレトネマ属など)が高密度で確認された。

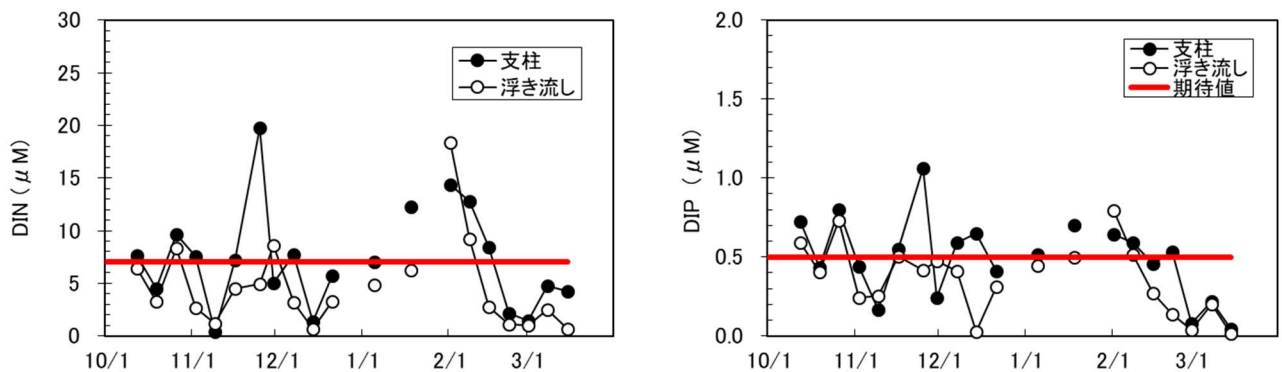


図 5-7 畠口のDIN、DIPの推移

ク 網田 (図5-8)

支柱漁場および浮き流し漁場のDIN、DIPは、令和3年(2021年)10月中旬、11月上旬から11月中旬および令和4年(2022年)2月中旬以降、期待値を概ね下回っていたが、その他の期間は期待値を上回った。令和4年(2022年)1月中旬の浮き流し漁場のDIPについては、他地区と比較しても高い値で推移した。

令和3年(2021年)11月上旬から11月中旬は、小型珪藻類(キートセロス属、スケルトネマ属など)が高密度で確認された。

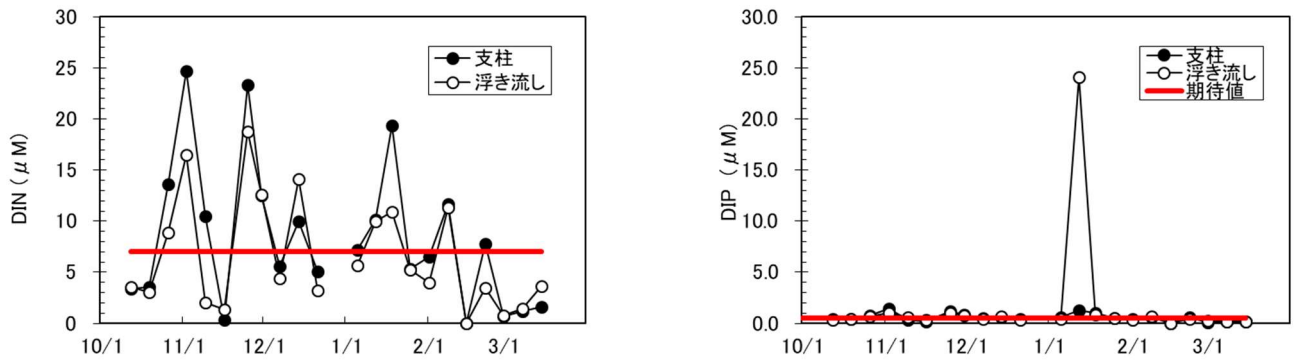


図 5-8 網田の DIN、DIP の推移