

有明海の環境変化の要因に関する調査 (参考資料)

目 次

1. 貧酸素現象調査	1
1. 目的	1
2. 調査データの提供	1
3. これまでに得られた知見	3
4. 令和5年度の状況（調査継続中）	5
2. 赤潮調査	8
1. 目的	8
2. 調査データの提供	8
3. これまでに得られた知見	10
4. 令和5年度の状況（調査継続中）	13
【参考】衛星画像データによるクロロフィル a 濃度分布の閲覧	16
3. 底質環境調査	18
1. 目的	18
2. これまでに得られた知見	18
3. 令和5年度の状況（調査継続中）	20
4. 二枚貝類等生息環境調査（ナルトビエイによる水産有用二枚貝類への影響）	21
1. 目的	21
2. これまでに得られた知見	21
3. 令和5年度の状況（調査継続中）	25

1. 貧酸素現象調査

1. 目的

貧酸素水塊の発生と淡水の流入状況や気象・海象等との関係を明らかにするため、水産庁・環境省（水産技術研究所に委託）及び九州農政局が共同で（水温、塩分、D0（溶存酸素）、濁度、クロロフィル等）の観測を実施。

【調査内容】

◆九州農政局

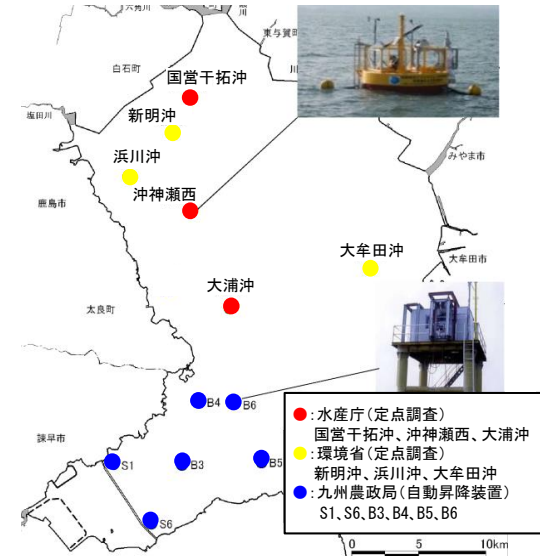
方法：自動昇降観測装置による鉛直連続観測

項目：水温、塩分、D0、濁度、クロロフィル、pH

◆水産庁、環境省（水産技術研究所）

方法：観測ブイによる連続観測及びテレメータ配信（大牟田沖除く）

項目：水温、塩分、D0、濁度、クロロフィル、流速



図－1 調査位置図

2. 調査データの提供

（1）ホームページによる提供

観測速報値については、漁業関係者の方々を含めて、広く一般の方にも伝えることとし、水産技術研究所が管理・運営する「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」に集約のうえ、随時、情報提供を実施。

沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト

<http://akashiwo.jp/>

《携帯情報対応版》《PC情報対応版》



（水産庁、環境省）

《携帯情報対応版》《PC情報対応版》



（九州農政局）

有明海・八代海等の水質観測情報

有明海及び八代海等における赤潮・貧酸素水塊に関する調査研究

平成11年（平成23年改正）に、有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律「有明海・八代海等特別措置法」が施行され、同法附則第1項に基づき、海域の環境の保全及び改善等をはかるために様々な調査が実施されています。

国立研究開発法人 水産研究・教育機構では、水産庁、環境省などの連携等に基づき、有明海及び八代海において赤潮及び貧酸素水塊の発生機序の解明、発生予測技術ならびに被害軽減技術の開発のため、有明海及び八代海沿岸各県の水産試験研究機関、大学、市、漁業協同組合と共同して調査研究を実施しています。

お知らせ

令和5年6月6日に八代海・堀戸ブイの今年度の観測を開始しました。

令和5年6月22日に、有明海における大浦沖観測ブイおよび沖神瀬西観測ブイの今年度の観測を停止しました。なお、流向流況計は故障のため観測を停止しています。

沖神瀬西観測ブイは機器改修のため観測を休止しています。再開は令和5年10月頃です。



(2) Eメールによる提供

水質の経時変化と天気予報や予報潮位の情報を基に、水産技術研究所が躍層や貧酸素水塊の推移を推定し、漁業関係者への注意情報として、Eメールによる配信を実施。

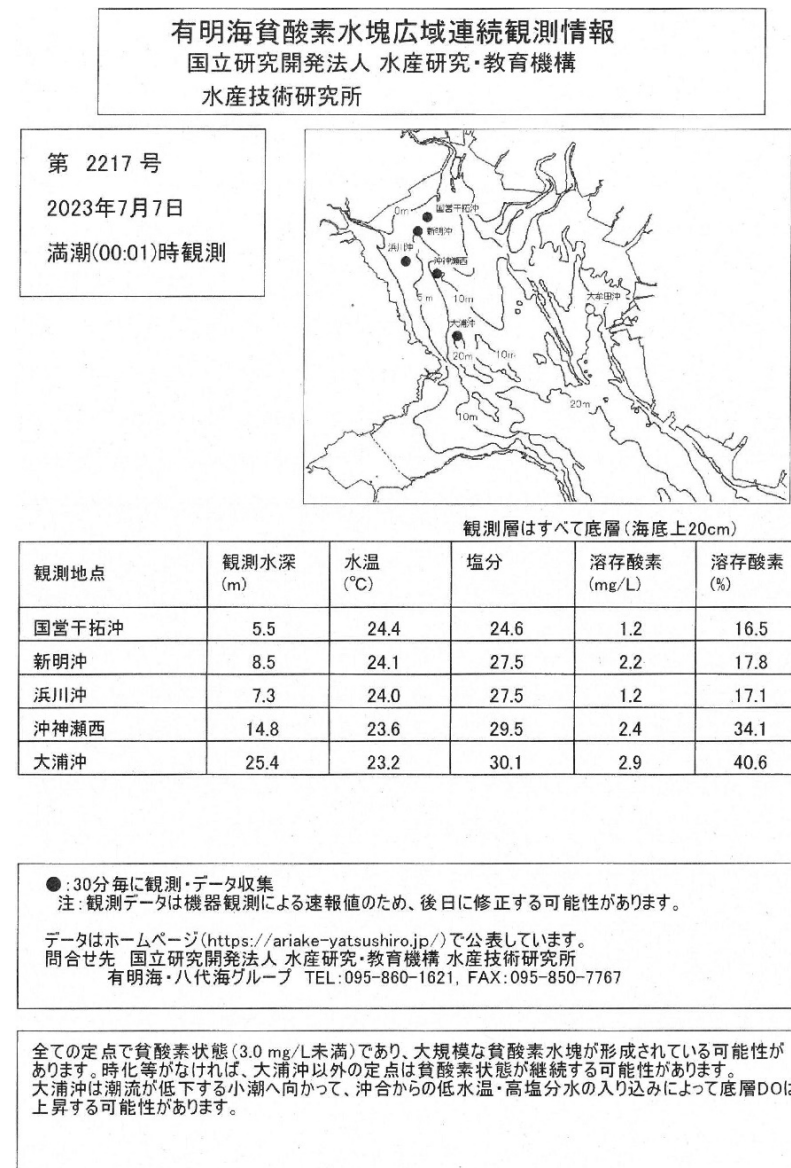
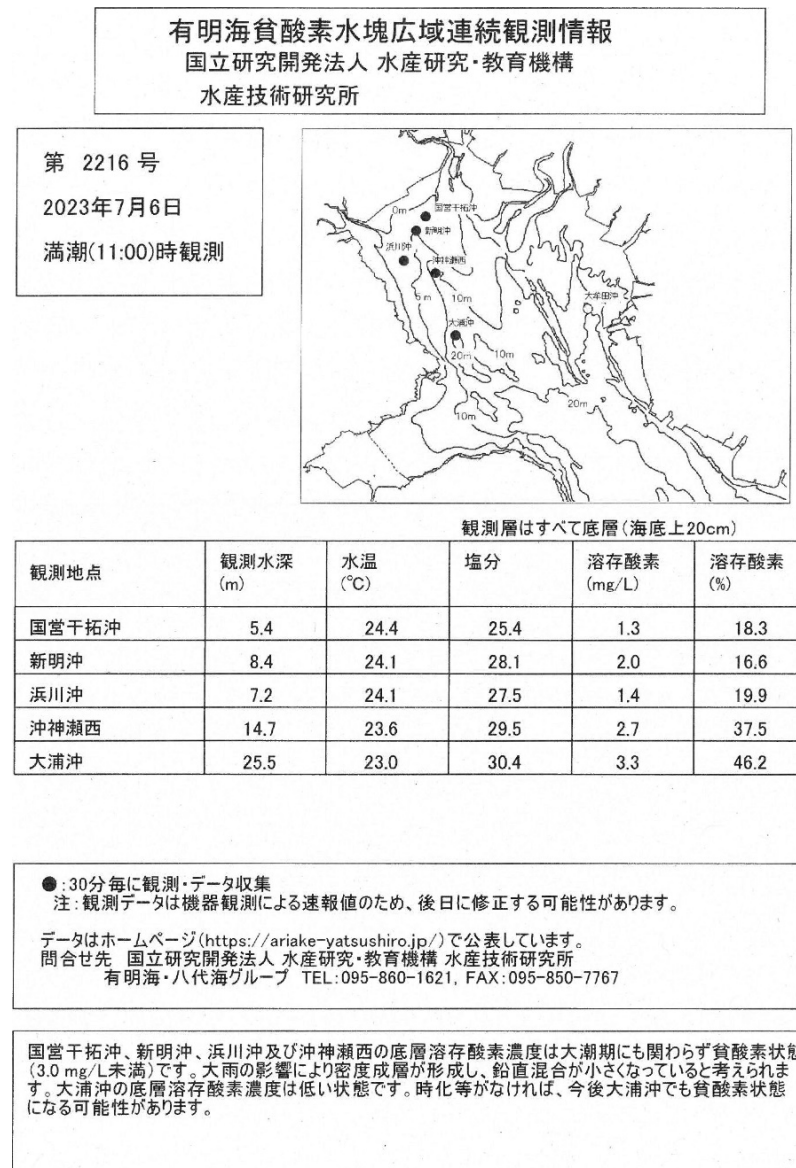
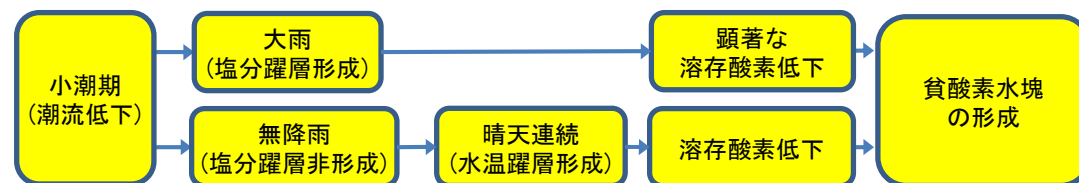


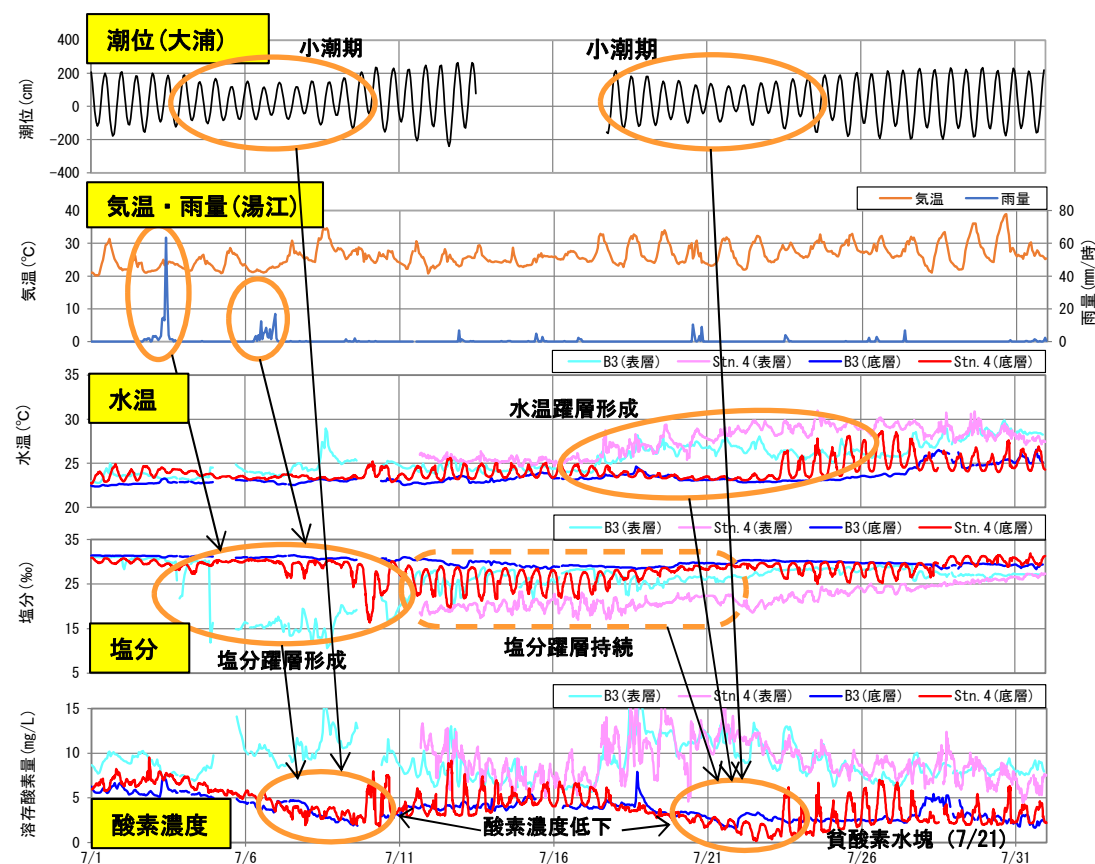
図-3 水産技術研究所による注意情報の例

3. これまでに得られた知見

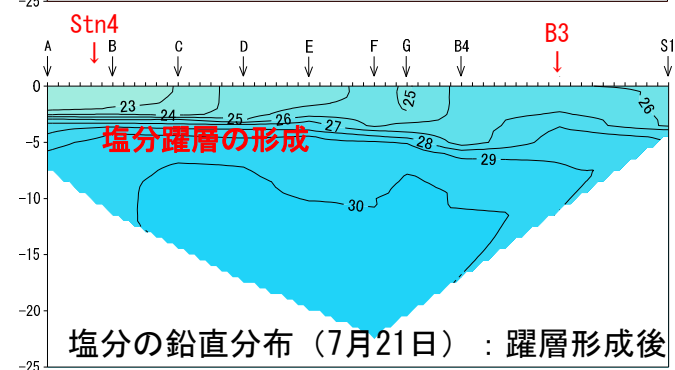
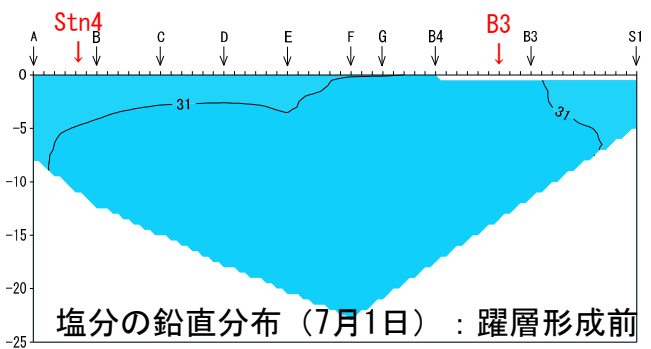
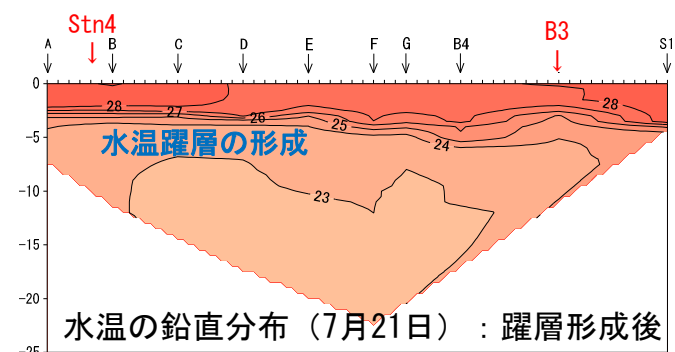
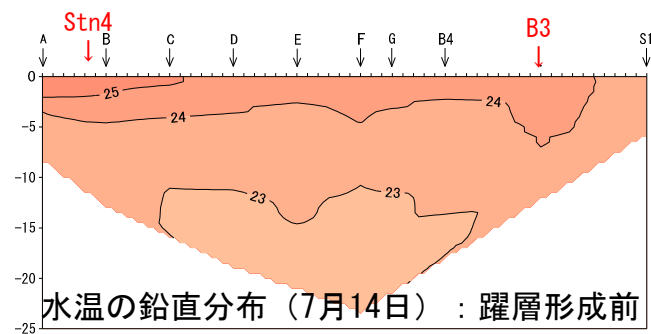
- 底層の酸素濃度は、小潮期の潮流速低下、塩分躍層の形成（降雨後の河川流量増大に伴う表層塩分低下）、水温躍層の形成（晴天の連続による表層水温の上昇）により低下し、貧酸素水塊を形成。（図－4～6）
- 貧酸素水塊の発生頻度は、有明海湾奥部西側海域と諫早湾中央から北部沿岸域で高く、これらの海域では貧酸素水塊が別々に形成。（図－7）
- 河川から供給された有機懸濁物質や、増殖した植物プランクトンの死骸等が、水中や海底面で好氣的分解を受けることにより、溶存酸素が消費され、溶存酸素濃度が低下するものと推定。
- 有明海湾奥部西側海域や諫早湾中央から北部沿岸域では、海中の有機懸濁物や底泥の有機物が多い粘土やシルトの堆積物が多く、底泥の酸素消費量が多いため貧酸素水塊が頻発しているものと推定。



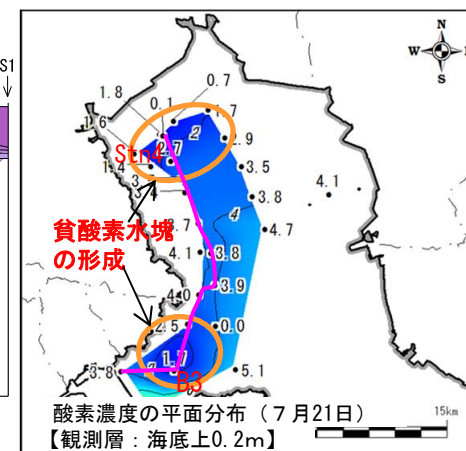
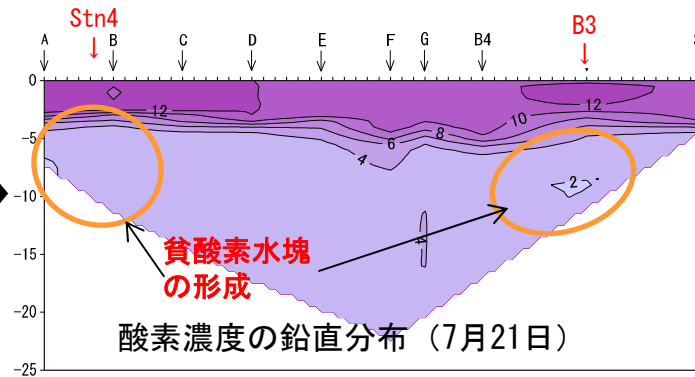
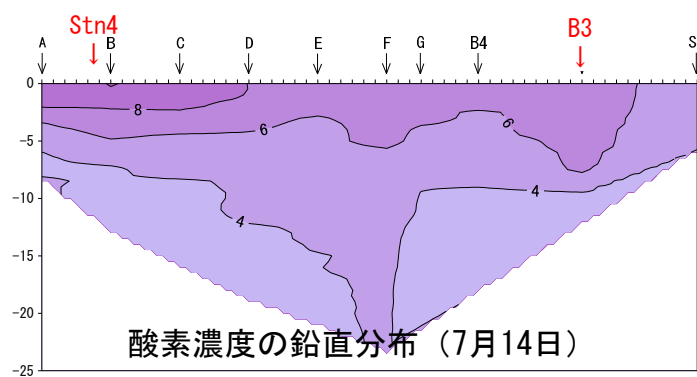
図－4 貧酸素水塊形成のメカニズム



図－5 貧酸素水塊形成時の潮位、気象、水温、塩分の変化（平成26年7月）



図－6 水温躍層と塩分躍層の形成状況（平成26年7月1日、7月14日、7月21日）

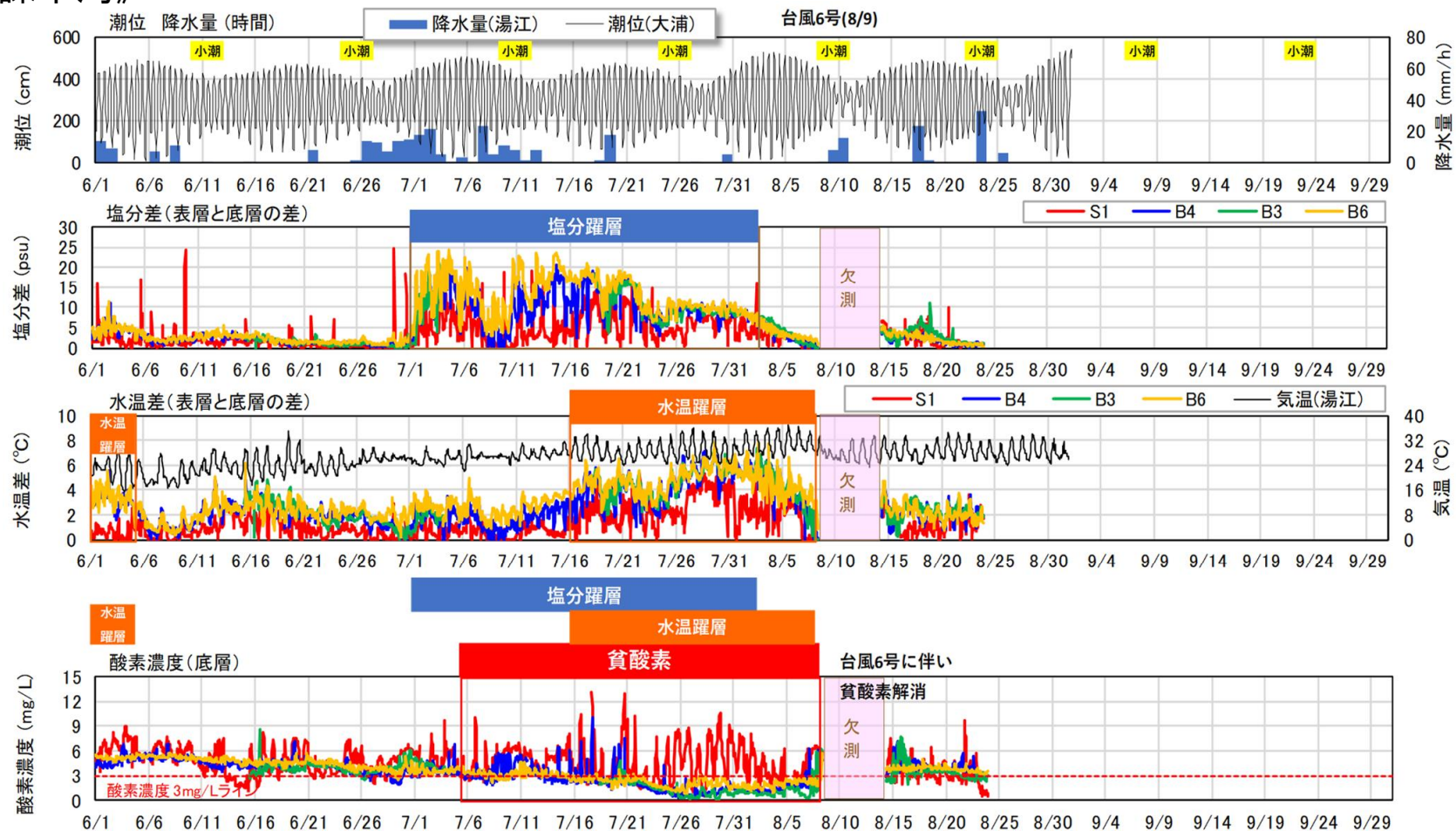


図－7 貧酸素水塊の形成状況（平成26年7月14日→7月21日）

4. 令和5年度の状況（調査継続中）

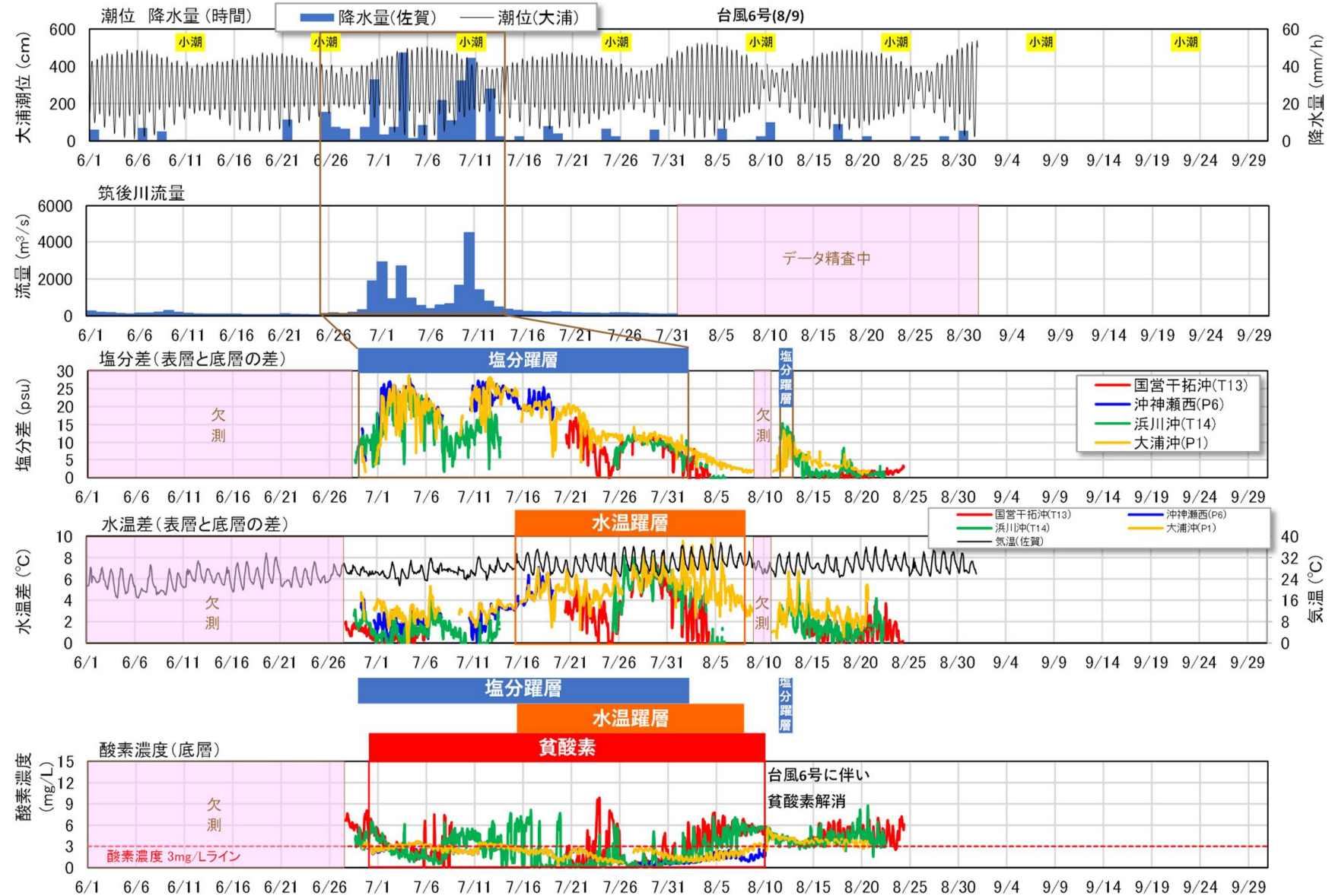
- 有明海湾奥部西側海域及び諫早湾では、7月上旬以降の塩分躍層の形成（6月下旬から7月上旬の降雨）、及び7月中旬以降の水温躍層の形成（7月中旬以降の晴天の連続や気温の上昇による表層の水温上昇）により成層化したため貧酸素状態となった。8月9日の台風6号の接近に伴い、塩分・水温躍層が解消され、貧酸素状態は解消された。

《諫早湾》



- 溶存酸素濃度3mg/L
貧酸素の定義は定まっていないが、一般的に溶存酸素が3mg/L以下で生物の生息が困難になるため、この程度以下が貧酸素と呼ばれる。
(参考文献: 日本海洋学会(2005): 有明海の生態系再生をめざして. 211pp, 恒星社厚生閣, 東京)

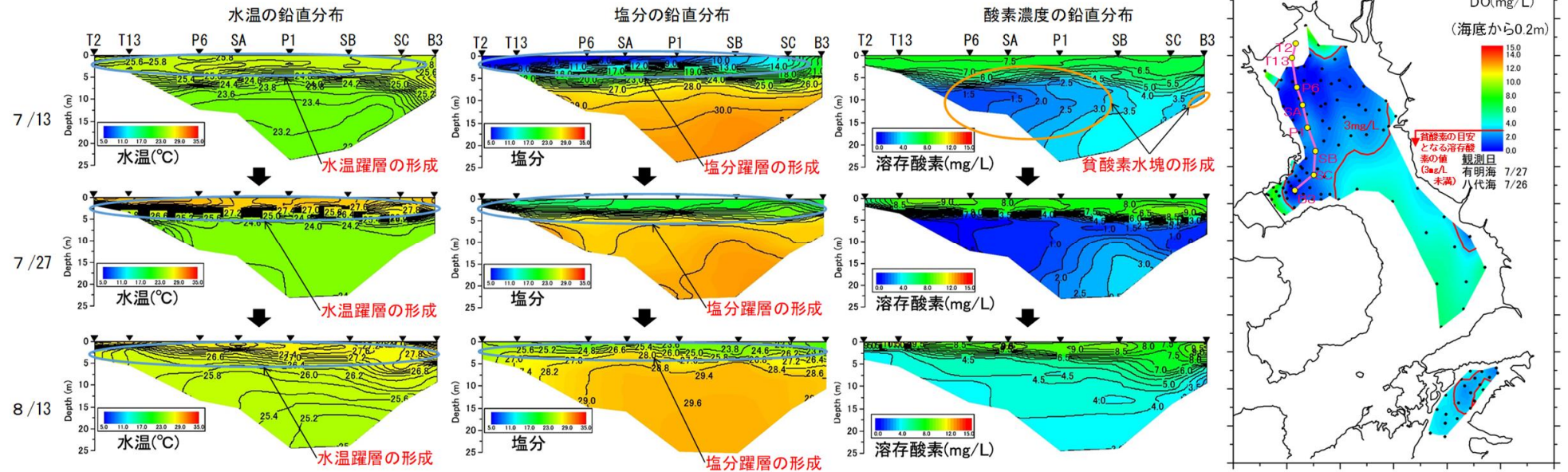
《有明海湾奥部西側海域》



○ 溶存酸素濃度3mg/L
 貧酸素の定義は定まっていないが、一般的に溶存酸素が3mg/L以下で生物の息が困難になるため、この程度以下が貧酸素と呼ばれる。
 (参考文献: 日本海洋学会(2005): 有明海の生態系再生をめざして. 211pp, 恒星社厚生閣, 東京)

出典元 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所
 「水産庁委託事業「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」及び環境省請負業務「有明海・八代海等再生評価支援(有明海二枚貝類の減少要因解明等調査)」において、国立研究開発法人水産研究・教育機構が取得した観測データ」

- 酸素濃度の鉛直分布をみると、7月13日には水温躍層や塩分躍層の形成に伴い、貧酸素水塊が発生し、有明海湾奥部西側海域と諫早湾で別々に形成されていることが確認されその後、7月下旬から8月上旬にかけて貧酸素水塊が拡大した。
- 8月9日に台風6号が接近した後の8月13日以降は、貧酸素水塊は解消した。



図－8 貧酸素水塊の形成状況（令和5年7月13日→7月27日→8月13日）

酸素濃度の平面分布
（7月27日）
（有明海一斉観測及び八代海共同観測結果）

出典元：水産技術研究所 環境・応用部門 沿岸生産システム部

2. 赤潮調査

1. 目的

水産庁、水産技術研究所及び有明海沿岸4県とが連携し、

- ①定期的な各種水質やプランクトン調査（図－1）
- ②クロロフィルa衛星画像データによる赤潮の拡大状況の解析等を行い、赤潮の発生海域や拡大状況を明らかにする。

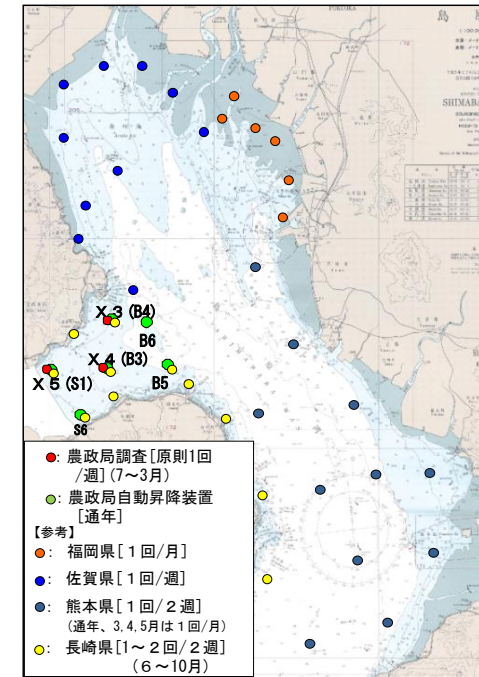
2. 調査データの提供

（1）ホームページによる提供

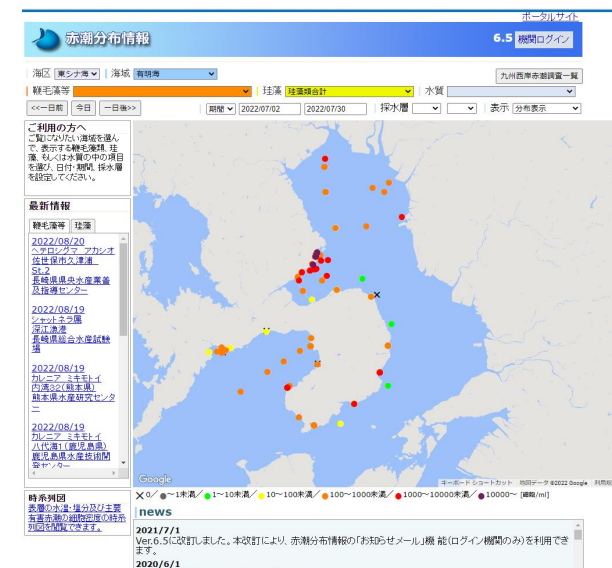
①水産技術研究所

観測速報値については、漁業関係者の方々を含めて、広く一般の方にも伝えることとし、水産技術研究所が管理運営する「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」に集約し、随時、情報提供を実施。（図－2）

「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」の
ホームページアドレス
<http://akashiwo.jp/>



図－1 調査位置図



図－2 「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」

②有明海沿岸 4 県

各県で調査している赤潮情報については、発生～継続～終息情報について、各県のホームページにより配信。（漁業関係者にはFAXによる送付）

福岡県 <https://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/seamap/ariakekai/akashio.html>



佐賀県 <http://www.pref.saga.lg.jp/kiji00320278/index.html>

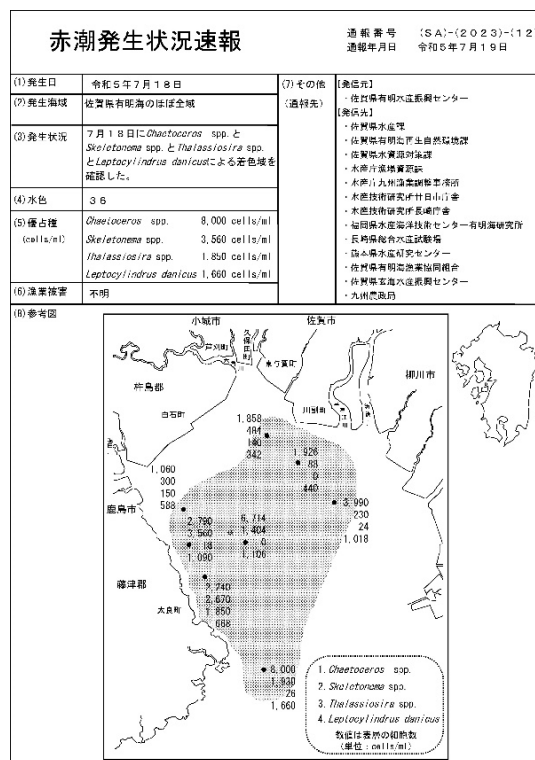


長崎県 <https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/shigoto-sangyo/suisangho/suisan-shiken-suishi-nu-su/suisan-shiken-suishi-nu-su-akashiosokuho/>

熊本県 <https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/95/1794.html>



《佐賀県の例》



《熊本県の例》

漁業者の皆様へ

令和5年（2023年）7月19日

赤潮情報第51号

（有明海：カレンニア ミキモトイ、シャットネラ属 警報 続報）

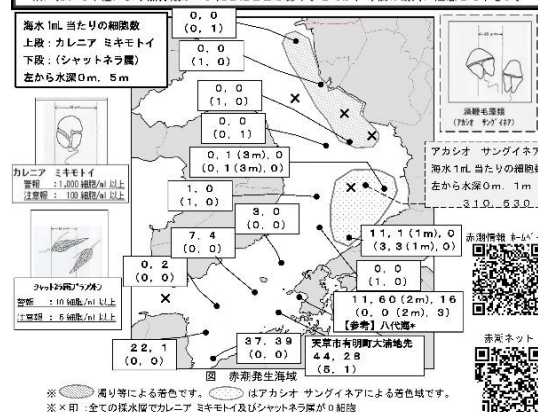
熊本県水産研究センター 陸海干潟研究部
TEL.0964-58-2813 FAX.0964-4533

赤潮情報ホームページ <https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/95/1794.html>

有明海でカレンニア ミキモトイ及びシャットネラ属が確認されています。

本日、熊本県が有明海を調査したところ、天草市有明大浦地先でカレンニア ミキモトイが海水1mL当たり最大45細胞、シャットネラ属が海水1mL当たり最大5細胞、確認されました（詳細は下図を参照して下さい）。
両種は極めて有害で、魚介類がへい死することがありますので、周辺海域で魚介類の養殖、蓄養等をされている方は、阻止等の対策を行うとともに、海の水色の変化や養殖魚等の状態に十分注意してください。

また、赤潮地先から熊本港地先にかけてアカシオ サンギネアによる着色が確認されました。本県において本種により魚介類がへい死したことはありませんが、今後の動向に注意して下さい。



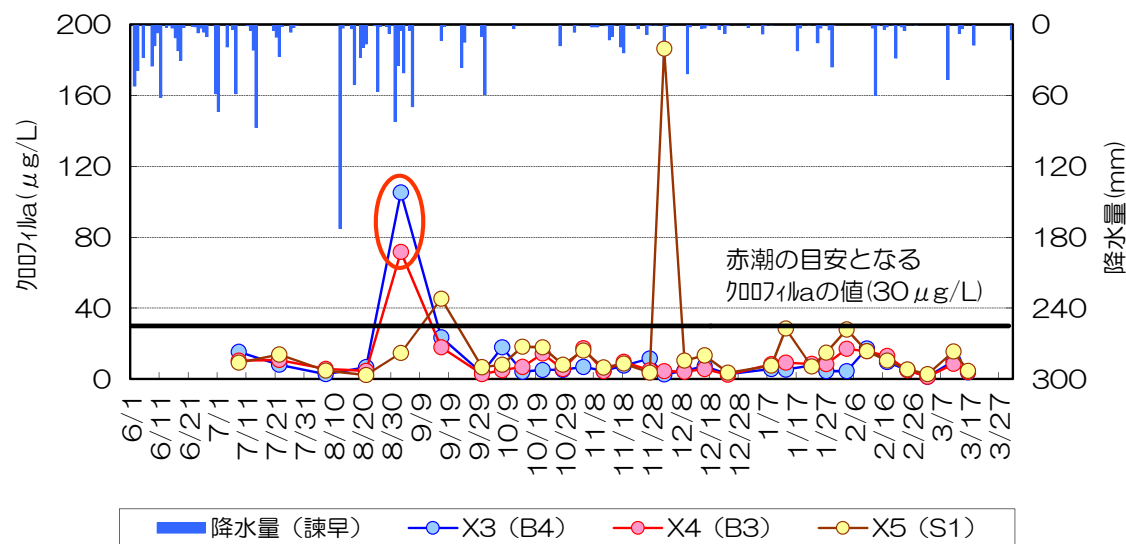
（2）赤潮発生状況

水産庁九州漁業調整事務所により、赤潮発生件数及び発生日数を年度別・類別に集計し、「九州海域の赤潮」として関係機関に共有。

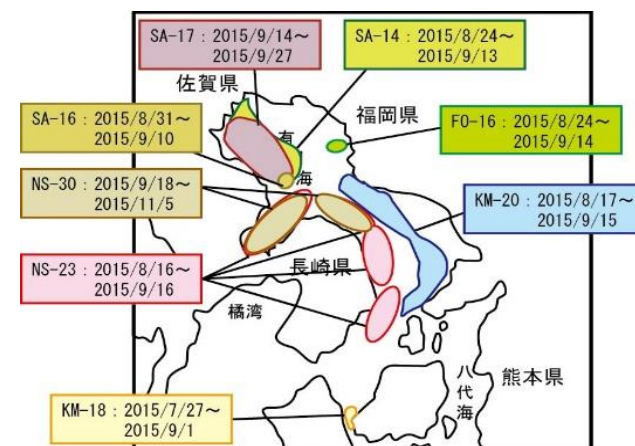
3. これまでに得られた知見

(1) 海況調査

- 諫早湾では、降雨に伴う栄養塩類の流入後や、晴天の継続に伴う高水温により、高いクロロフィル a 濃度（赤潮）を確認。（図－3）
- 高いクロロフィル a 濃度時の赤潮の発生分布をみると、諫早湾、有明海湾口部（長崎県沖）、有明海湾奥部（福岡県沖・佐賀県沖）、有明海中央東部（熊本県沖）など、それぞれの海域で増加しており、赤潮が特定の海域から有明海全域へと拡大する状況はみられていない。（図－4）

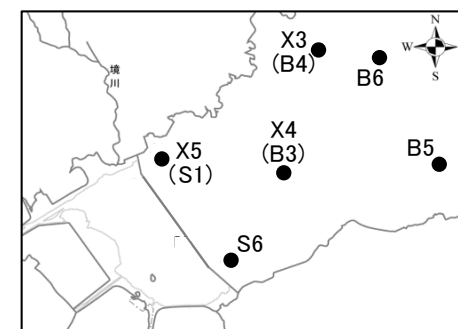


図－3 海況調査（諫早湾）におけるクロロフィル a の推移（平成27年度）



※水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」データを基に作成

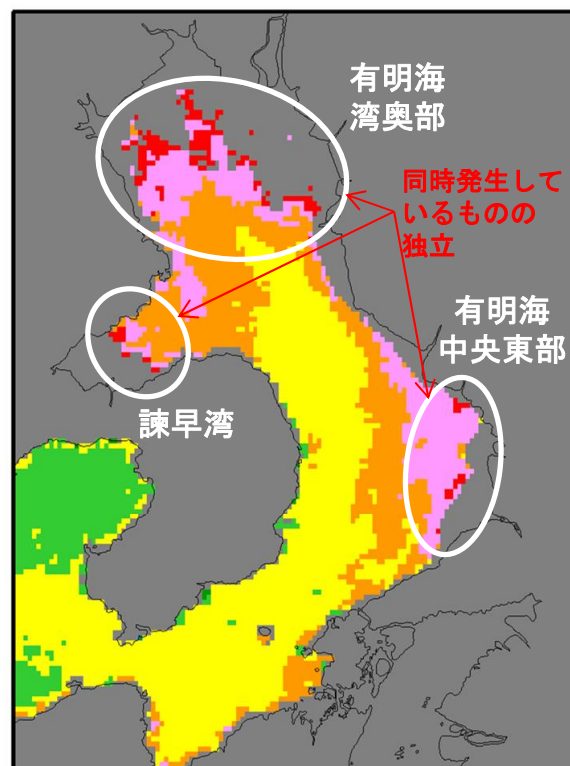
図－4 赤潮の分布状況（平成27年8月下旬～9月上旬）



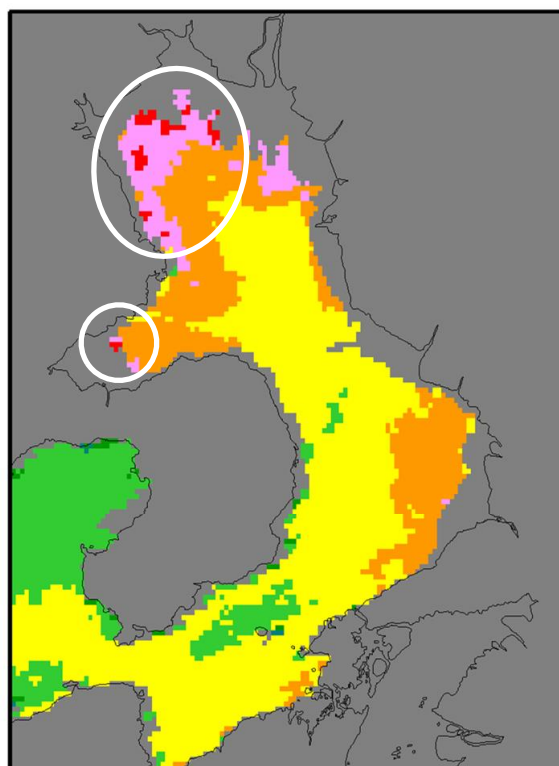
（参考）赤潮調査地点位置図

- クロロフィルa衛星画像データから赤潮の拡大状況を見ると、クロロフィルaは諫早湾内と有明海湾奥部（福岡県沖・佐賀県沖）、有明海中央東部（熊本県沖）など、それぞれの海域で増加しており、赤潮が特定の海域から有明海全域へと拡大する状況は見られていない。（図－5）

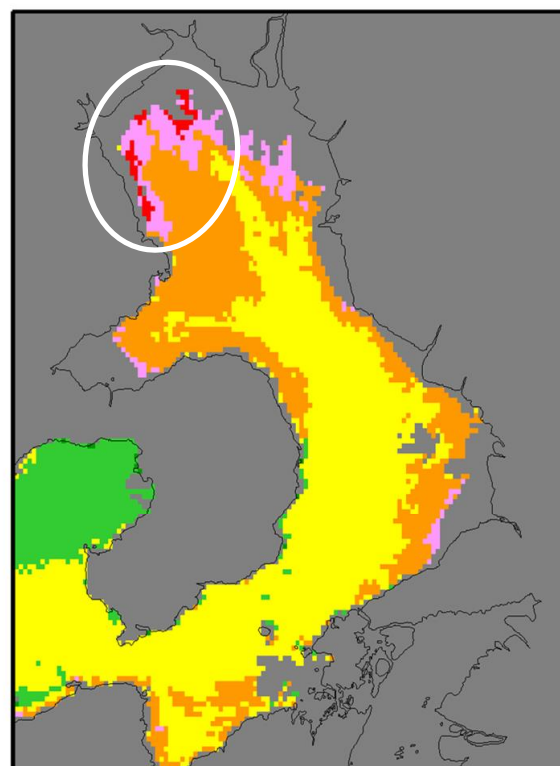
令和元年7月31日 13:49



令和元年8月1日 12:53

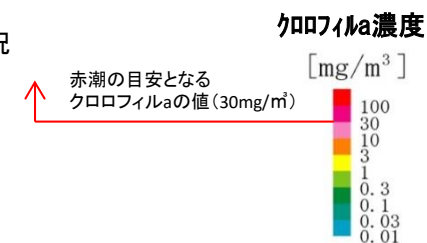


令和元年8月2日 13:37



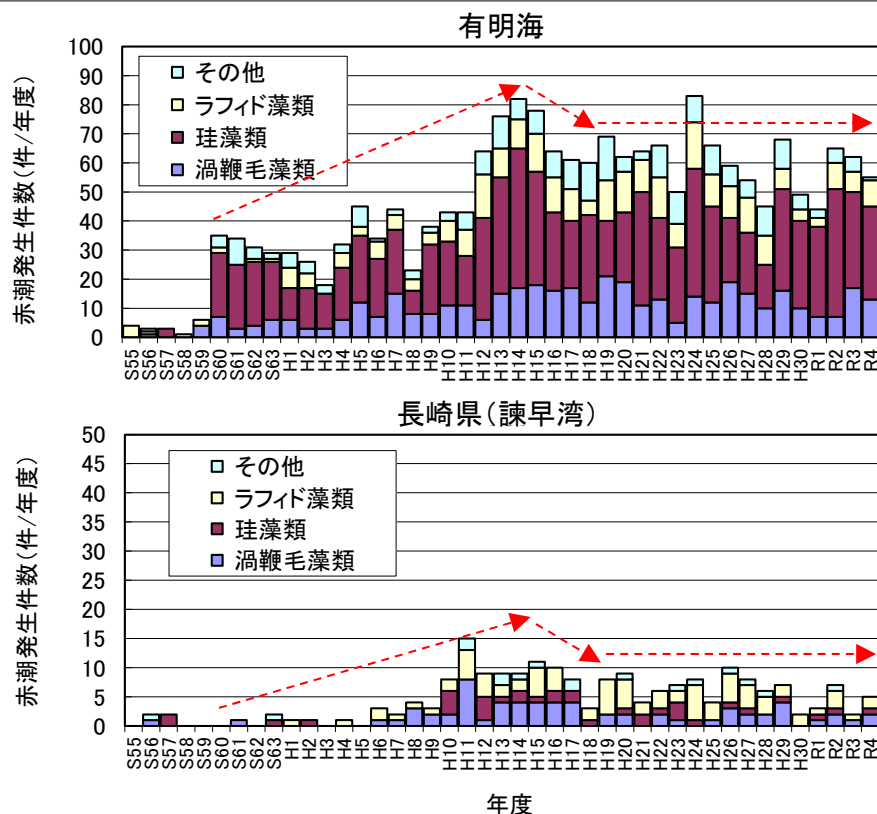
注) 衛星画像データによるクロロフィルa濃度は濁りの影響を受けるため、浅海域(基本水準面0m以浅)は除外

図－5 衛星画像データ（クロロフィルa）で見た令和元年7月下旬～8月上旬の赤潮の発生状況



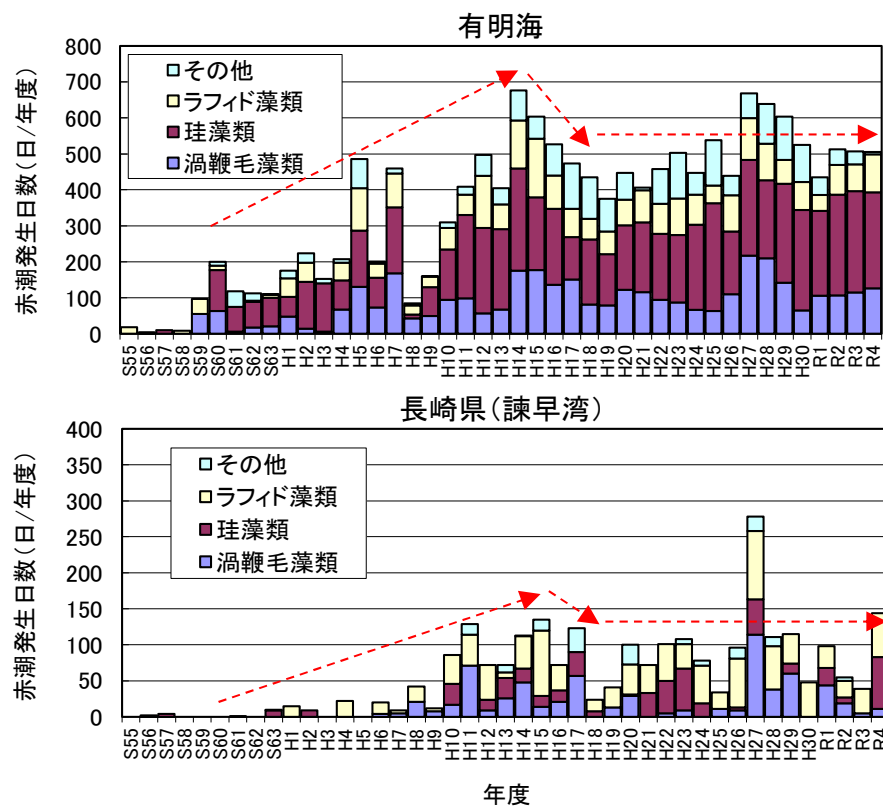
(2) 赤潮発生状況

- 年間の赤潮発生件数及び発生日数は、有明海では平成14年度まで増加傾向にあったが、それ以降平成18年度まで減少傾向となり、平成19年度以降は概ね横ばいで推移。(図-6、7)
- 諫早湾では、有明海と同様に、平成15年度まで増加傾向にあったが、それ以降平成18年度まで減少傾向となり、平成19年度以降からは概ね横ばいで推移している。なお、平成27年度は諫早湾で渦鞭毛藻類の赤潮発生期間が長く、他の年度と比べて赤潮発生日数が多い。(図-6、7)
- また、シャットネラ属などのラフィド藻類による赤潮発生件数及び発生日数は、有明海では平成11年度以降、増加傾向にあったが、平成19年度以降は概ね横ばいで推移。(図-6、7)



※水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」データを基に作成
※各年度とも4～3月の集計値

図-6 有明海及び諫早湾における赤潮発生件数の推移



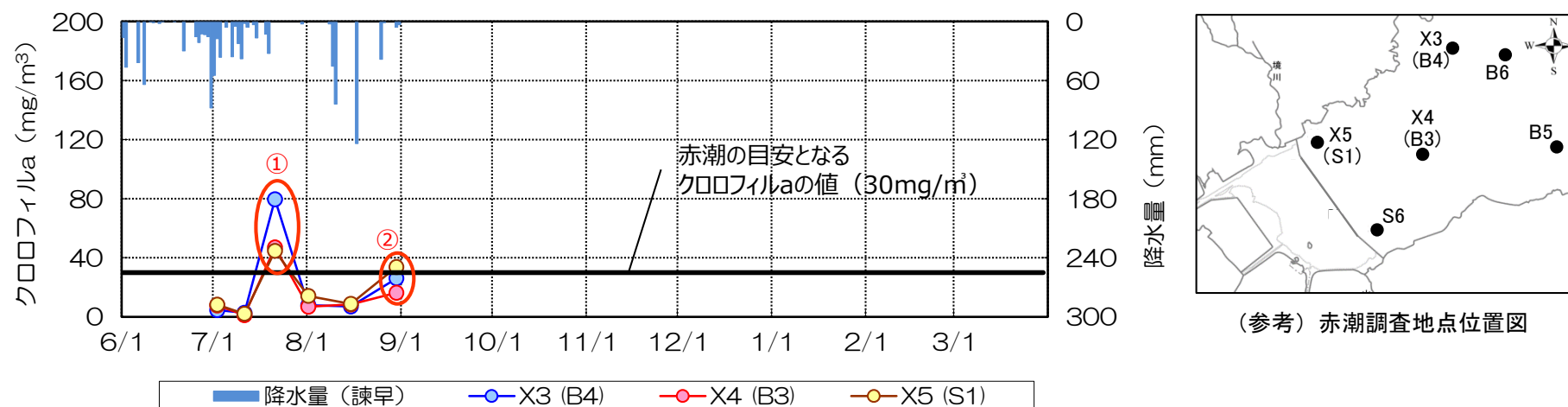
※水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」データを基に作成
※各年度とも4～3月の集計値

図-7 有明海及び諫早湾における赤潮発生日数の推移

4. 令和5年度の状況（調査継続中）

《令和5年7月から8月にかけての諫早湾内のクロロフィルaの経時変化》

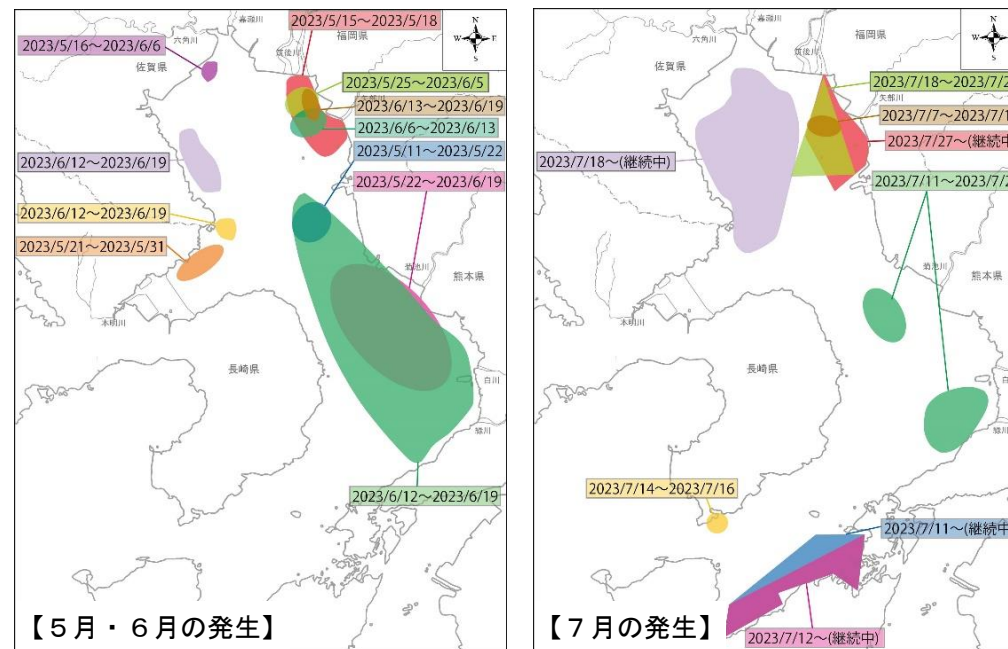
- 諫早湾では、雨が降った後、晴天が継続した7月下旬において、X3(B4)地点、X4(B3)地点、X5(S1)地点でクロロフィルa濃度 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以上となった（図－8 赤囲み①）。
- 晴天が継続した8月下旬において、X5(S1)地点でシャットネラ赤潮の発生（クロロフィルa濃度で $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以上）を確認。



図－8 海況調査による諫早湾内における赤潮発生状況（令和5年度、速報値）

《諫早湾及び有明海における赤潮発生状況》

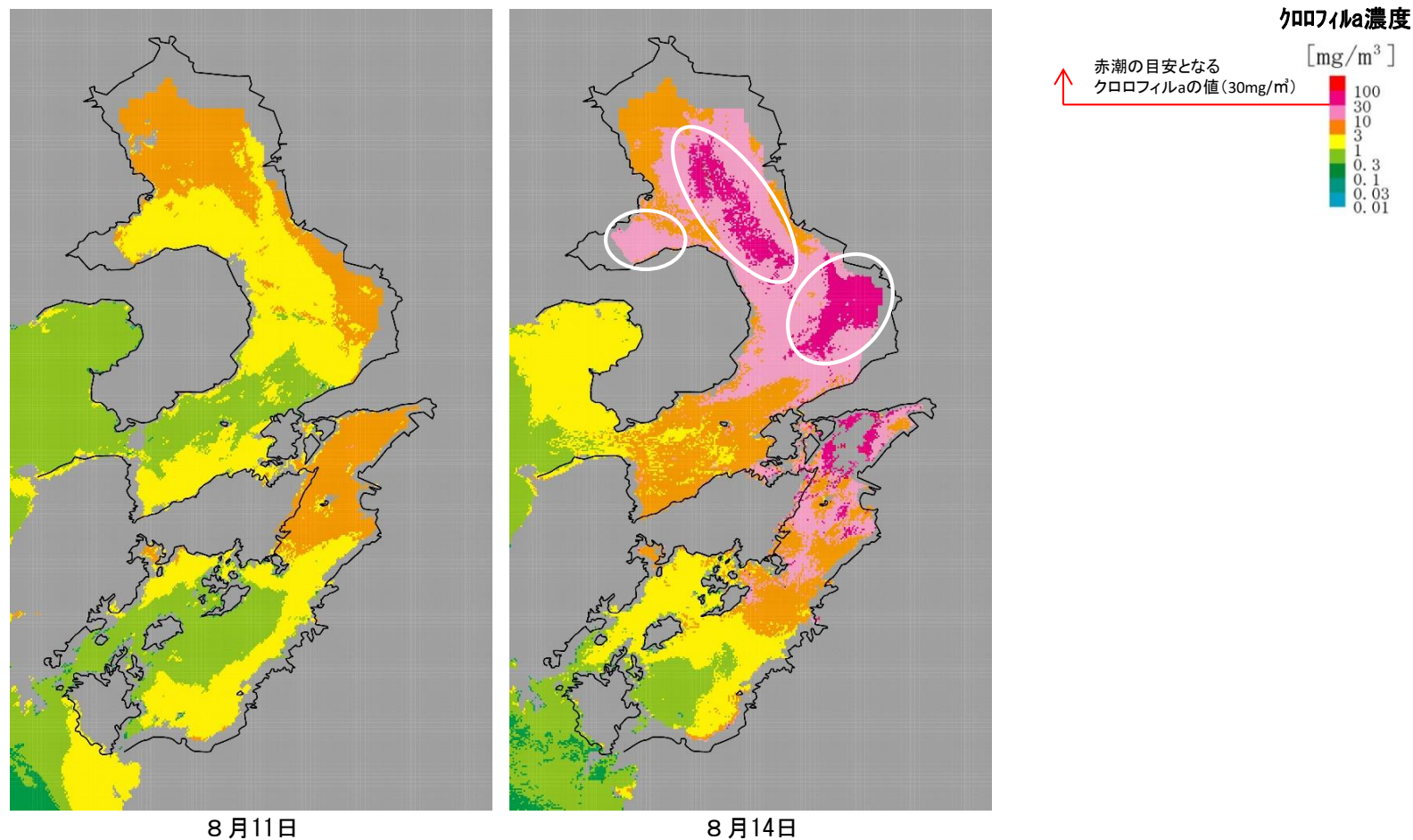
- 5月中旬から下旬には、有明海湾奥部（福岡県沖・佐賀県沖）や諫早湾（長崎県沖）、有明海中央東部（熊本県沖）において、珧藻類の*Skeletonema* spp.（スケルトネマ属）やラフィド藻類の*Heterosigma akashiwo*（ヘテロシグマ アカシオ）、クリプト藻類による赤潮が発生。
- 6月上旬から中旬には、有明海湾奥部（福岡県沖）や有明海中央東部（熊本県沖）において、5月下旬の降雨後に、珧藻類の*Skeletonema* spp.（スケルトネマ属）や渦鞭毛藻類の*Noctiluca scintillans*（ノクティルカ シンチランス）、微細藻類による赤潮が発生。
- 7月には、有明海湾奥部（福岡県沖・佐賀県沖）や有明海中央東部（熊本県沖）、有明海湾口部（長崎県沖）において、7月上旬までの降雨の後に、珧藻類の*Skeletonema* spp.（スケルトネマ属）や*Chaetoceros* spp.（キートセロス属）など、渦鞭毛藻類の*Akashiwo sanguinea*（アカシオ サングイネア）や*Prorocentrum* spp.（プロロセントラム属）、*Heterocapsa* sp.（ヘテロカプサ属）による赤潮が発生。
- 6月中旬から下旬に八代海で発生したラフィド藻類の*Chattonella* sp.（シャットネラ属）や渦鞭毛藻類の*Karenia mikimotoi*（カレニア ミキモトイ）の赤潮が、有明海湾口部（熊本県沖）でも発生。



※ 7月末までの九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮発生状況」を基に作成

《衛星画像データからのクロロフィルa 濃度分布》

- 8月中旬における衛星データによるクロロフィルa 濃度の分布をみると、有明海湾奥部～中央部（福岡県沖・佐賀県沖・熊本県沖）と諫早湾、有明海中央東部（熊本県沖）など、それぞれの海域で増加しており、赤潮が特定の海域から有明海全域へと拡大する状況は見られておらず、これまでと同様の傾向であった。



注) 衛星画像データによるクロロフィルa 濃度は濁りの影響を受けるため、浅海域(基本水準面0m以浅)は除外

図-10 衛星画像データによるクロロフィルa 濃度の分布状況（令和5年8月11日～8月14日）

【参考】衛星画像データによるクロロフィルa濃度分布の閲覧

【9月現在配信が一時停止されています。】

衛星画像データによるクロロフィルa濃度分布は、JAXA（宇宙航空研究開発機構）のホームページでも閲覧が可能です。

JAXA（宇宙航空研究開発機構）のホームページアドレス
https://www.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/adeos/modis_index.cgi



- ① ホームページにアクセスすると、右の画面が見えます。
「Browse Images」（右図の赤枠）をクリックします。



- ② 閲覧したい月※に枠にある「500m_chl-a」（右図の赤枠）をクリックします。

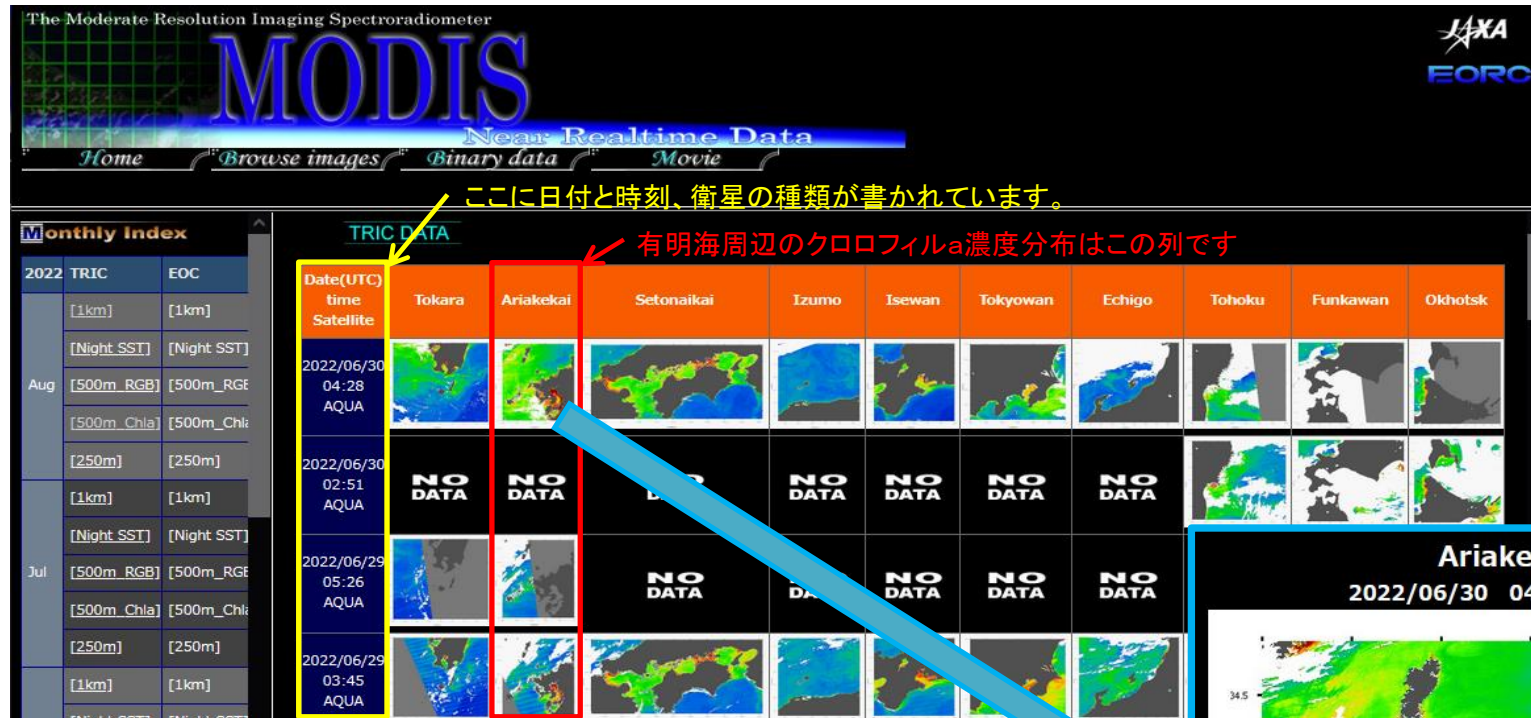
※ 月は英語の略称で記載されています。

Jan : 1 月	May : 5 月	Sep : 9 月
Feb : 2 月	Jun : 6 月	Oct : 10 月
Mar : 3 月	Jul : 7 月	Nov : 11 月
Apr : 4 月	Aug : 8 月	Dec : 12 月

提供：MODIS準リアル（宇宙航空研究開発機構（JAXA）/東海大学（TSIC/TRIC））

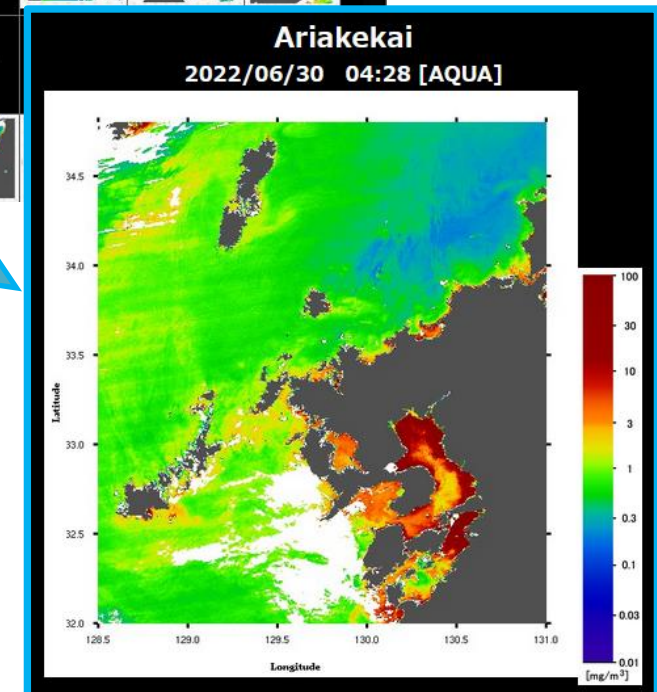


- ③ 「Ariakekai」と書かれた列（下図の赤枠）の画像が有明海周辺のクロロフィルa濃度分布です。左側（下図の黄枠）に日付が載っています。データは適宜更新されています。



画像をクリックすると、クロロフィルa濃度分布が表示されます。

- ※1 衛星画像は雲がある部分はデータが欠測となり、右図のように白くなります。
- ※2 衛星の種類は「AQUA」と「TERRA」があり、両者で同じ日でもクロロフィルa濃度の値が少し異なります。
- ※3 衛星画像のクロロフィルa濃度分布は、川から入る濁りの影響があると高い値となることがあります。
- ※4 本資料で図示しているクロロフィルa濃度分布は、濁りの影響を受けやすい浅い水域（基本水準面0m以浅）を除外しています。そのため、JAXAの掲載されているクロロフィルa濃度分布とは表示される分布域が若干異なります。



3. 底質環境調査

1. 目的

各海域の底質環境の特性等を把握する底質攪拌等の調査を行い、底質改善対策の検討に資する底質特性別海域区分図を作成

2. これまでに得られた知見

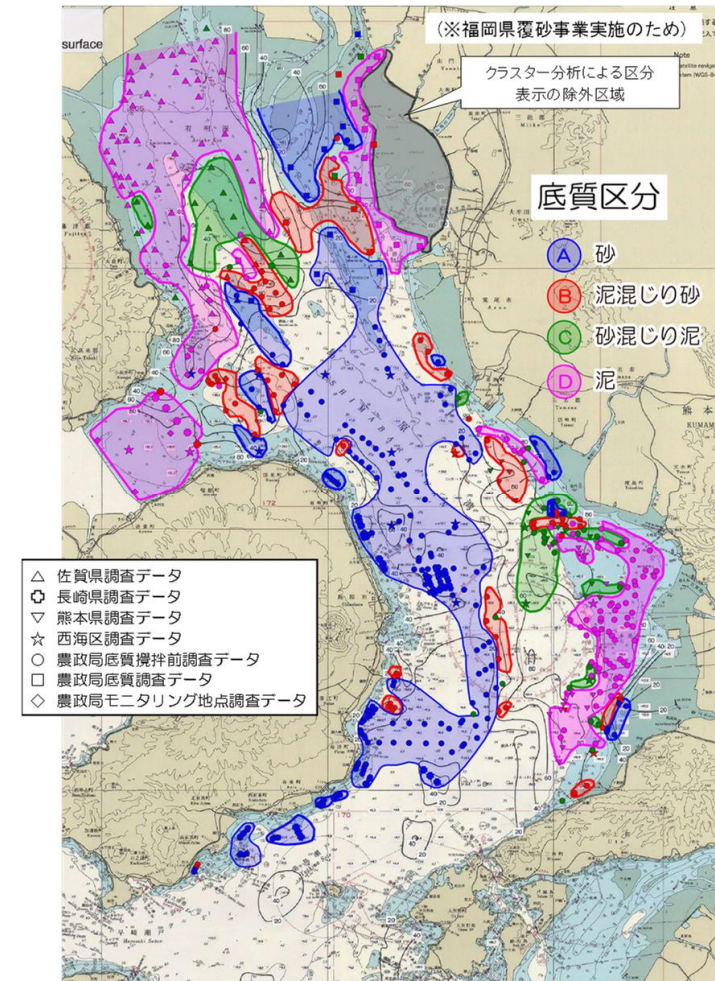
(1) 底質特性別海域区分図の作成

- 平成19年度までの底質攪拌調査結果及び有明海沿岸4県が実施した福岡県沖、佐賀県沖、熊本県沖及び諫早湾の既往底質調査結果をもとに、平成20年度に底質特性に基づくクラスター分析※を行い、底質特性別海域区分図を作成。
- その後、各年度の調査結果を追加し、クラスター分析結果及び底質特性別海域区分図の精度を向上。

※クラスター分析
異なる性質のものが混ざり合っている集団の中から、互いに類似したものを集めてグループ化する方法

表－1 クラスター区分による底質データの平均値 (H16～R4のデータ)

区分	底質名	中央粒径	含泥率	含水率	硫化物	強熱減量	COD	全窒素	全リン
		φ	%	%	mg/g	%	mg/g	mg/g	mg/g
A	砂	1.40	9.5	28.0	0.05	4.3	3.3	0.48	0.48
B	泥混じり砂	2.64	38.1	37.0	0.18	7.5	8.5	0.79	0.48
C	砂混じり泥	4.46	64.6	50.0	0.23	8.8	11.3	1.08	0.53
D	泥	6.18	89.9	67.0	0.62	10.5	15.1	1.75	0.66



- A (砂) : 有機物量が少なく嫌気化していない
- B (泥混じり砂) : 有機物量はAよりも多いが、富栄養化は問題ない
- C (砂混じり泥) : 有機物量がさらに増加して富栄養化が進んでいる
- D (泥) : 富栄養化と嫌気化により底質環境が悪化している

(2) 底質攪拌による底生生物の変化（令和4年度）

熊本県における攪拌区での底質攪拌前後における軟体動物（二枚貝類等）と環形動物（ゴカイ類等）の増減を、対照区での増減と比較して、底質攪拌による底生生物の変化を確認。

- 大浜南沖の改良器具による攪拌区で、攪拌直後に軟体動物や環形動物の種類や量（個体数、湿重量）の増加を確認。しかし、攪拌3か月後には攪拌前と大きく変わらない状況。
- そのほか、大浜北沖や熊本港北沖、熊本港南沖では、一部では底質攪拌直後には種類や量の増加が、環形動物を中心に確認されたものの、攪拌後3か月後まで継続した増加はみられず。



底質攪拌の様子

表－2 底質攪拌による底生生物の変化

地区	地点	底質区分	種数 (種)		個体数 (個体/m ²)		湿重量 (g/m ²)		時期	種数 (種)		個体数 (個体/m ²)		湿重量 (g/m ²)		攪拌前（6月）からの増減						底質攪拌による増加						優占種			
			軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物		軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物		
																														種数	個体数
大浜北沖	対照区	D	8	11	52	21	4.90	0.51	攪拌前 (6月)	6	8	12	11	0.41	0.29	↓	↓	↓	↓	↓	↓							シズ'クガイ	ナリウロコムシ科 フクロハネエラスビ'オ		
	攪拌区	既存器具	B	12	27	196	226	1.56		2.12	6	15	14	64	0.79	0.39	↓	↓	↓	↓	↓	↓							シズ'クガイ	モロコ'カイ	
		改良器具	A	8	29	130	322	3.01		2.59	7	24	27	169	2.09	2.44	↓	↓	↓	↓	↓	↓							シズ'クガイ	モロコ'カイ	
大浜南沖	対照区	C	7	13	415	35	2.60	0.17		攪拌直後 (7月)	7	7	139	18	1.76	0.38	→	↓	↓	↓	↓	↓	↓							シズ'クガイ	モロコ'カイ
	攪拌区	既存器具	C	7	10	277	23	1.63			0.36	6	11	96	23	0.59	0.37	↓	↑		→	↓	→			↑		↑		シズ'クガイ	モロコ'カイ
		改良器具	B	7	8	136	14	0.83			0.42	10	10	332	30	1.47	0.33	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑		ウメノハナガイ	ナリウロコムシ科
熊本港北沖	対照区	D	11	9	72	19	1.58	0.37	攪拌3か月後 (10月)		11	7	89	12	0.32	0.31	→	↓	→	↓	↓	↓	↓							ウメノハナガイ	モロコ'カイ
	攪拌区	既存器具	D	8	9	55	33	0.66			0.72	5	6	35	12	0.81	0.94	↓	↓	↓	↓	↑	↑					↑	↑	ウメノハナガイ	Spiochaetopterus 属 Cirriformia 属
		改良器具	D	9	9	65	23	3.21			1.16	9	9	63	22	0.82	2.46	→	→	→	↓	↓	↑					↑		ウメノハナガイ	ナリウロコムシ科
熊本港南沖	対照区	D	6	10	65	37	0.27	1.72		攪拌3か月後 (10月)	4	6	67	7	0.21	7.92	↓	↓	→	↓	↓	↑							ウメノハナガイ	モロコ'カイ	
	攪拌区	既存器具	D	13	5	141	20	4.33			0.59	8	5	35	10	0.33	0.22	↓	→	↓	↓	↓	↓	↑						ウメノハナガイ	ナリウロコムシ科
		改良器具	D	10	11	45	16	2.71			0.42	8	6	39	13	2.31	0.35	↓	↓	↓	↓	↓	→	↓				↑		ウメノハナガイ	イトコ'カイ科
地区	地点	底質区分	種数 (種)		個体数 (個体/m ²)		湿重量 (g/m ²)		時期		種数 (種)		個体数 (個体/m ²)		湿重量 (g/m ²)		攪拌前（6月）からの増減						底質攪拌による増加						優占種		
			軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物			軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物	軟体動物	環形動物					
																											種数	個体数			湿重量
大浜北沖	対照区	D	8	11	52	21	4.90	0.51	攪拌3か月後 (10月)	5	1	9	4	0.83	0.14			↓	↓	↓	↓	↓	↓								
	攪拌区	既存器具	B	12	27	196	226	1.56		2.12	4	10	11	68	1.21	0.36	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓							
		改良器具	A	8	29	130	322	3.01		2.59	4	11	11	101	0.64	0.33	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓							
大浜南沖	対照区	C	7	13	415	35	2.60	0.17		攪拌3か月後 (10月)	6	5	116	18	2.00	0.13			↓	↓	↓	↓	↓	↓							
	攪拌区	既存器具	C	7	10	277	23	1.63			0.36	12	3	153	10	0.87	0.07	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑							
		改良器具	B	7	8	136	14	0.83			0.42	6	5	123	9	0.41	0.12	↓	↓	→	↓	↓	↓	↓			↑				
熊本港北沖	対照区	D	11	9	72	19	1.58	0.37	攪拌3か月後 (10月)		7	2	65	11	0.54	0.13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓							
	攪拌区	既存器具	D	8	9	55	33	0.66			0.72	5	7	34	14	0.68	0.60			↓	↓	↓	→					↑			
		改良器具	D	9	9	65	23	3.21			1.16	7	5	34	13	0.86	0.38	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓						
熊本港南沖	対照区	D	6	10	65	37	0.27	1.72		攪拌3か月後 (10月)	6	6	66	8	0.25	0.31	→	↓	→	↓	→	↓									
	攪拌区	既存器具	D	13	5	141	20	4.33			0.59	9	4	57	13	0.72	0.27	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓						
		改良器具	D	10	11	45	16	2.71			0.42	7	6	38	26	0.10	0.37			↓	↑		→				↑		↑		



既存器具 (1)



注1) 底質区分A：砂、B：泥混じり砂、C：砂混じり泥、D：泥

注2) ↑：攪拌前よりも増加、↓：攪拌前よりも減少、→：横ばい
なお、個体数、湿重量については値の変動が大きいため、対数値（小数点以下1桁）としたもので、増減を判断した。

注3) 底質攪拌による増加に「↑」で該当するものは、以下の場合とした。

- ・攪拌区で増加しているのに対して対照区では横ばいもしくは減少
- ・攪拌区で横ばいに対して対照区では減少

注4) 軟体動物と環形動物の優占種は、攪拌前（6月）と攪拌直後（7月）、攪拌3か月後（10月）の種別個体数の合計値が最も多かった種を記載（同数の場合は複数種）。



既存器具（貝桁）



改良器具
(平成28年度作成)

底質攪拌に使用する

19- 既存器具と改良器具の外観

3. 令和5年度の状況（調査継続中）

（1）目 的

各海域の底質環境の特性等を把握するため、底質攪拌調査及び柱状採泥調査を行い、底質改善対策の検討に資する底質特性格海域区分図（図－1）を作成。

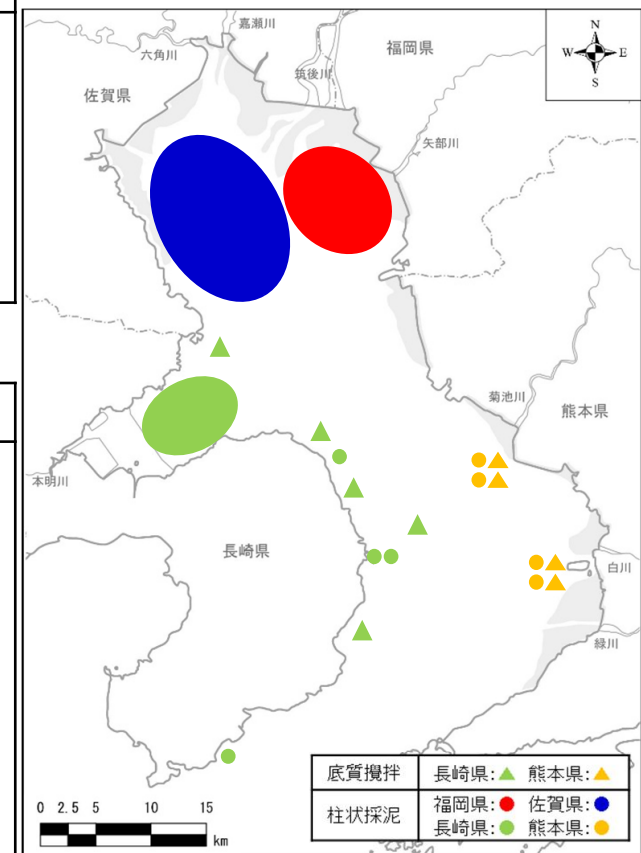
（2）調査内容

《底質調査（底質攪拌）》

県	エリア	調査概要
長崎県	島原半島周辺海域	○底質環境の改善を図り、二枚貝増殖や種苗放流等との連携による水産資源の増殖効果を把握。（9地区） ○底質攪拌前後における強熱減量、酸揮発性硫化物等の底質の変化状況を把握し、効果を把握するための底質分析を実施 ・調査項目：強熱減量、酸揮発性硫化物、粒度組成、COD 水生生物調査（甲殻類、魚類）、底生生物調査（ベントス類）
熊本県	有明海熊本県地先	

《底質調査（柱状採泥）》

県	エリア	調査概要
福岡県	柳川沖地先 大牟田沖地先	○柱状採泥により、有明海の底質状況や中期的な変動状況とタイラギ稚貝調査を実施（160地点×1回/年） ・調査時期：11月 ・調査項目：浮泥厚、強熱減量、酸揮発性硫化物、粒度組成、COD、タイラギ稚貝混入調査 ○柱状採泥の同一地点において、タイラギの生息状況と環境条件との関連性把握のため、広域タイラギ調査を実施（160地点×2回/年） ・調査時期：11月、2月 ※柱状採泥の調査は、11月の同時期に実施する。
佐賀県	有明海湾奥部	
長崎県	島原半島周辺海域 諫早湾周辺海域	
熊本県	有明海熊本県地先	



図－2 調査位置図

（3）調査時期

令和5年6月～令和6年3月

4. 二枚貝類等生息環境調査（ナルトビエイによる水産有用二枚貝への影響）

1. 目 的

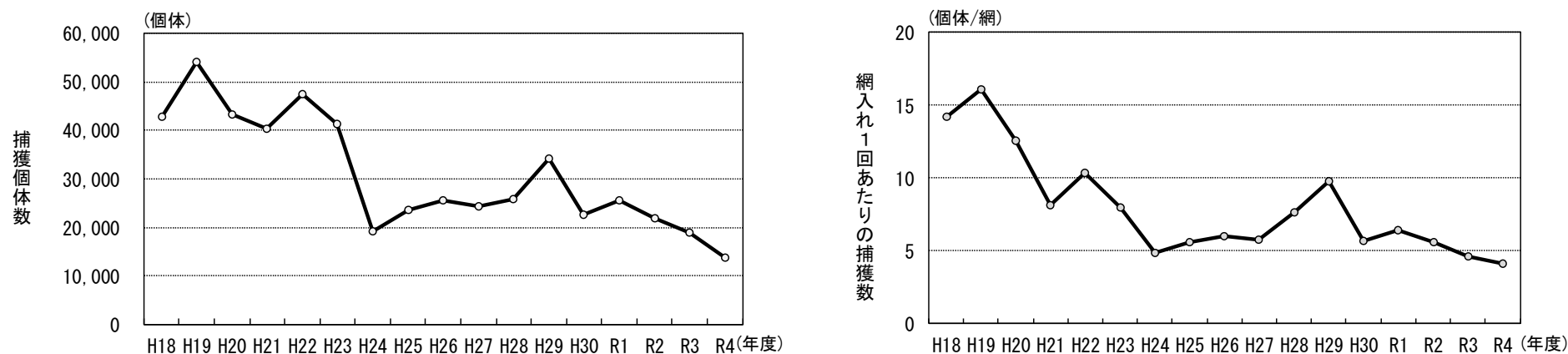
水産有用二枚貝類への影響を把握するために、有明海沿岸4県、水産庁、農村振興局が連携して、有明海全域で水質浄化機能を有する水産有用二枚貝類等を捕食するナルトビエイの摂餌状況等の調査を実施。

2. これまでに得られた知見

（1）有明海における捕獲実績

- ナルトビエイの捕獲状況については、平成20～23年度は総量で約4万個体・約400トンが捕獲されているのに対し、平成24年度は約2万個体・約200トンに減少し、平成25年度以降は横ばいの状況。
- ナルトビエイの来遊量と関係性の強いCPUE※についても、概ね同様の傾向。
- 令和4年度、4県全体の捕獲個体数、CPUEはいずれも前年度から減少し、平成18年度以降で最小。

※CPUE（Catch Per Unit Effort）：1網当たり（一定努力量あたり）の捕獲数



注1) H18：農政局調査＋県単事業の集計値

注2) H19～R4：農政局調査＋県単事業＋水産庁事業の集計値

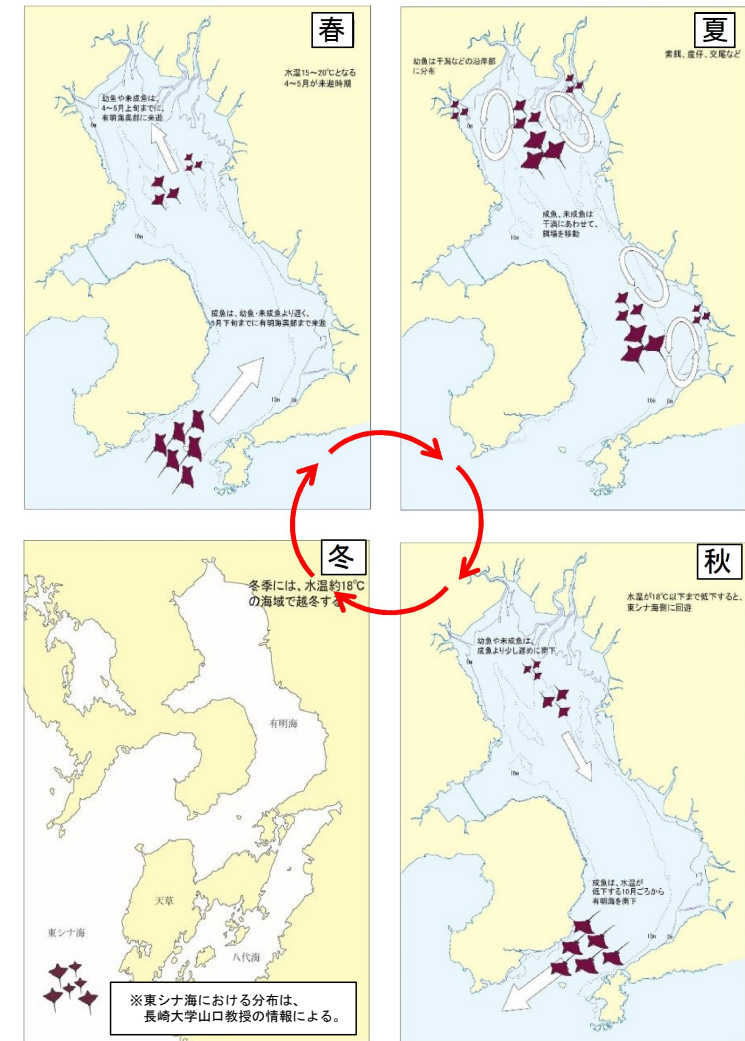
注3) 漁業者による日報をとりまとめた結果であり、ナルトビエイ以外の混獲魚種を含んでいる可能性有

図－1 広域分布調査における捕獲状況

(2) ナルトビエイの移動・分布

- 平成29年度以降、調査時期を早めて5月から各県の調査を実施した結果、来遊時期はこれまでの想定より早いことを確認。
- ナルトビエイは、水温15～20℃に上昇する4～5月に有明海へ来遊し、水温が低下する10～11月に有明海外へ移動。
- 有明海に来遊してからは、一帯を生息場として、餌となる二枚貝類が多い場所を探して遊泳しているものと推定。
- 幼魚・未成魚は、4月下旬から5月上旬には来遊し、成魚は5月下旬以降に多くなるなど、サイズによる移動特性に差異有り。
- 成魚は夏場の時期に、産仔や交尾などを行うため、餌場のほか、産仔の場所として有明海を利用しているものと推定。
- 冬季の回遊行動については、長崎大学（山口敦子教授）から提供された情報※により、天草南部の東シナ海側に分布していると推定。
- 有明海における移動・分布に関しては、長崎大学（山口敦子教授）の先行した研究報告※と同様な結果が得られている。

※出典1：山口敦子(2005)日本の沿岸域へのナルトビエイの出現と漁業への影響。月刊海洋号外45:75-79
 出典2：Yamaguchi, Kawahara, Itoh (2005) Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. Environmental Biology of Fishes 74:229-238
 出典3：Yamaguchi, Furumitsu, Wyffels (2021) Reproductive Biology and Embryonic Diapause as a Survival Strategy for the East Asian Endemic Eagle Ray *Aetobatus narutobiei*. Front. Mar. Sci., 21:1-22

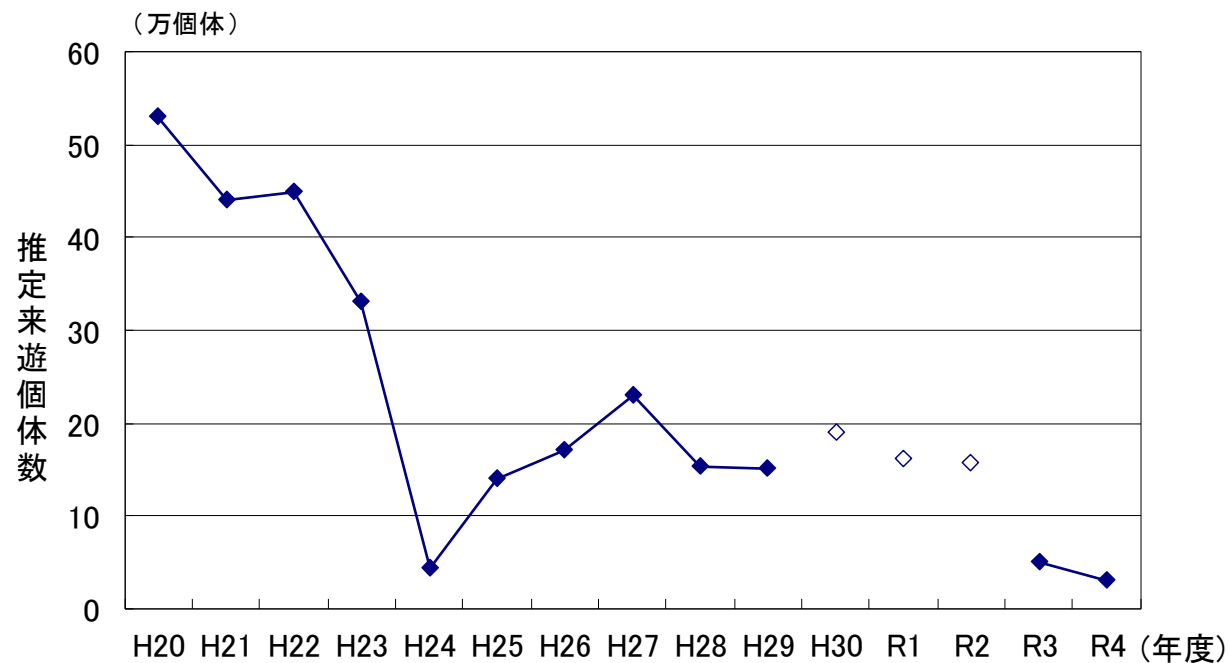


図ー2 ナルトビエイの移動・分布の概念図

(3) 来遊量の推定結果

- 経年変化では、平成20～22年度には40～50万個体のナルトビエイの来遊量があったが、平成23年度以降減少し、平成24年度以降は概ね10～20万個体で推移。
- 有明海における令和4年度のナルトビエイの来遊量は、DOIRAP法※で約3.0万個体と過去最少と推定。
- 以上のように、捕獲取り上げ効果により、調査が開始された平成20年度に比べて、ナルトビエイの来遊量は10分の1にまで減少。

※DOIRAP法: 捕獲されたナルトビエイのサイズデータを元に、年齢構成、寿命、生残率、産仔数などの生態情報を加味して、年齢別の来遊量を推定する方法



※平成30年度は体盤幅、生残率、混獲率、令和元年度、令和2年度は生残率、混獲率の調査を実施していないため、平成27～29年度の3カ年の平均値を使用してDOIRAP法で推定した参考値を示した。

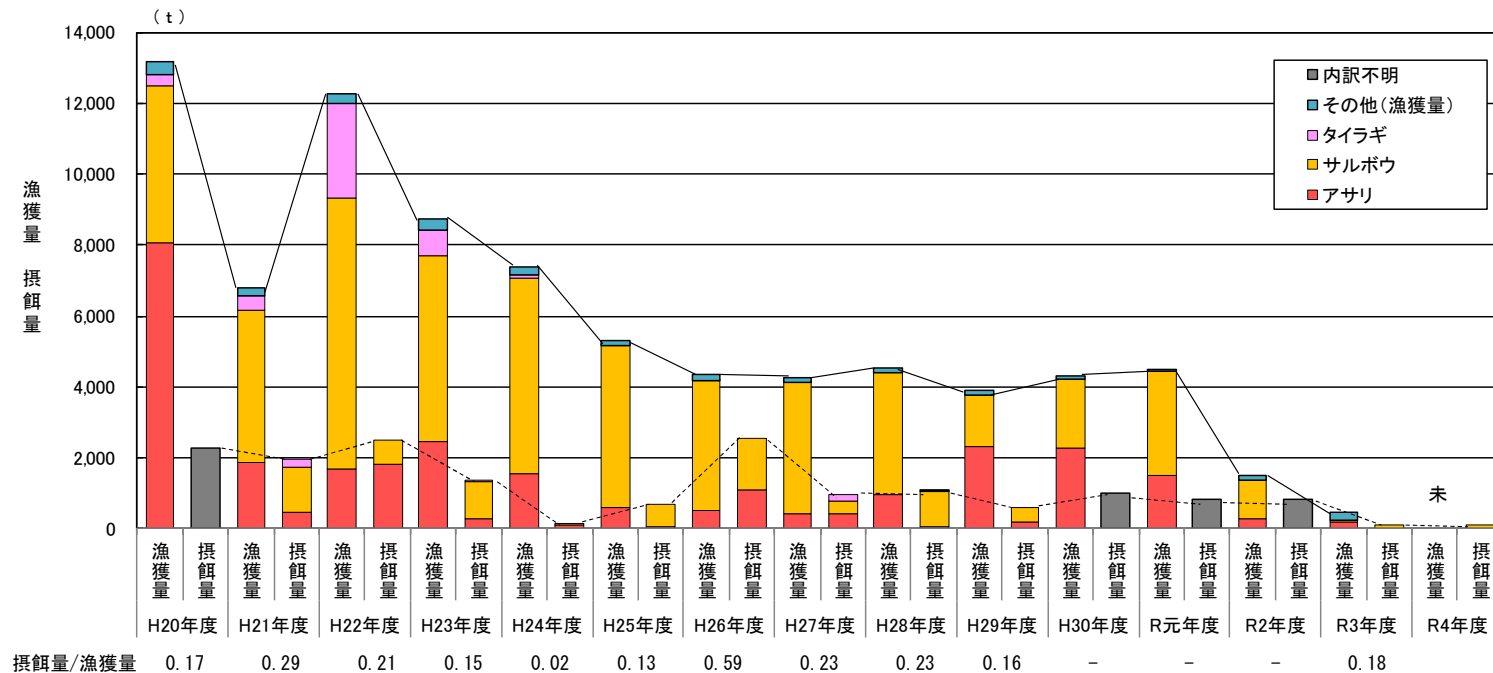
図ー3 ナルトビエイ推定来遊量の経年変化 (DOIRAP法)

(4) 摂餌量の推定結果

○ ナルトビエイが摂餌した水産有用二枚貝類の摂餌量は、平成20～22年度の2,000～2,500トンから、平成24年度には200トン以下にまで減少した。平成25年度以降は1,000トン程度で横ばいの状況。令和4年度は94トンと推定され、平成20年度以降で最小。

○ 平成20年度以降の水産有用二枚貝類の漁獲量は概ね13,000トン以下で、平成26年度までは減少傾向、その後横ばいで推移。

ナルトビエイの摂餌の大半を占めるサルボウは漁場外での摂餌も見られるとの研究成果があるものの、ナルトビエイの水産有用二枚貝類の摂餌量は漁獲量の13～59%(平成24年度は除く)と小さくないと推察。



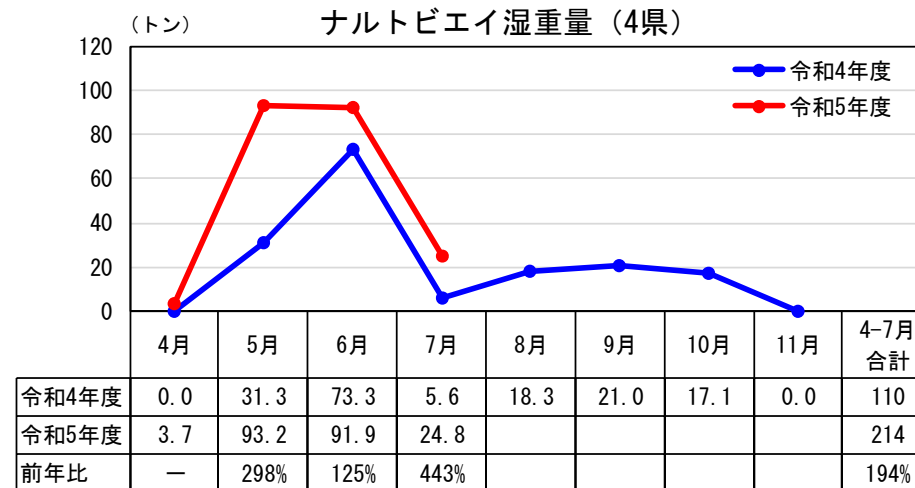
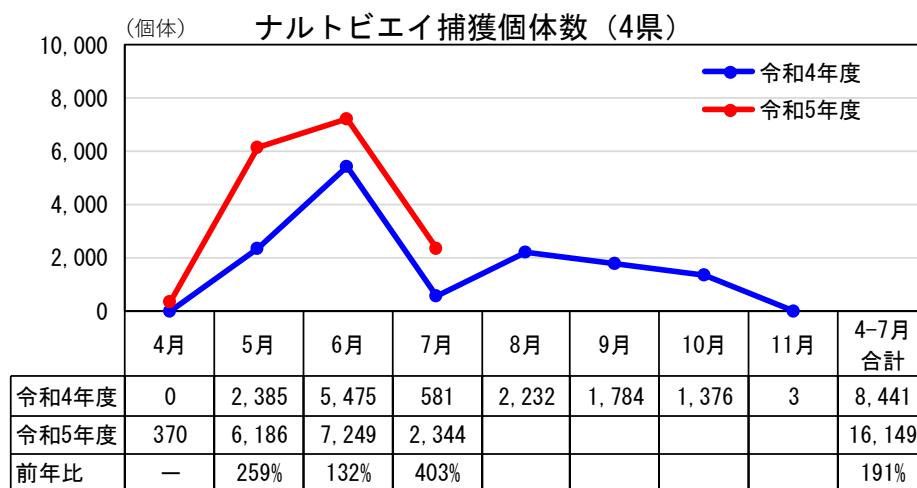
※漁獲量データは『九州農林水産統計年報（九州農政局統計部）』より抜粋。R4年度の未は、令和5年8月現在、未集計を示す。
 ※平成20年度は胃内容物調査を実施していないため内訳不明の参考値を示した。
 ※平成30～令和2年度は来遊量が参考値であり、胃内容物調査を実施していないため、内訳不明の参考値を示した

図ー4 水産有用二枚貝類漁獲量とナルトビエイによる摂餌量の経年変化

3. 令和5年度の状況（調査継続中）

（1）広域分布調査の状況

- ナルトビエイの7月までの捕獲個体数は16,149個体と、前年度同時期の8,441個体から191%に増加した（図－5）。
- 重量に関しても、7月までに214トンが捕獲され、前年度同時期の110トンから194%に増加した（図－5）。
- 令和5年度の捕獲量は、令和4年度に対して倍増している。



※令和5年度の値は、7月末までの暫定値である。

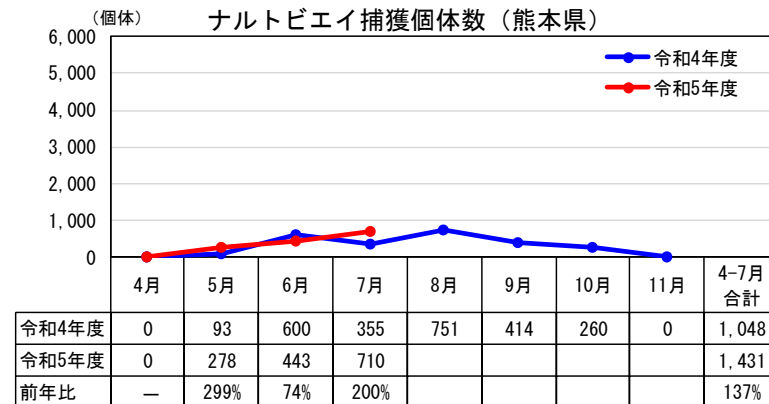
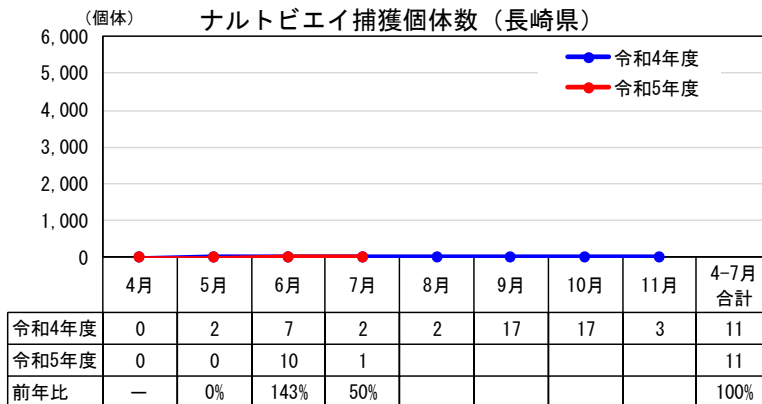
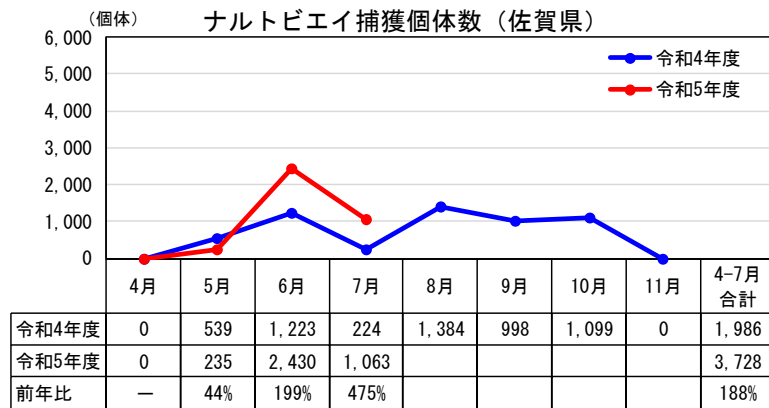
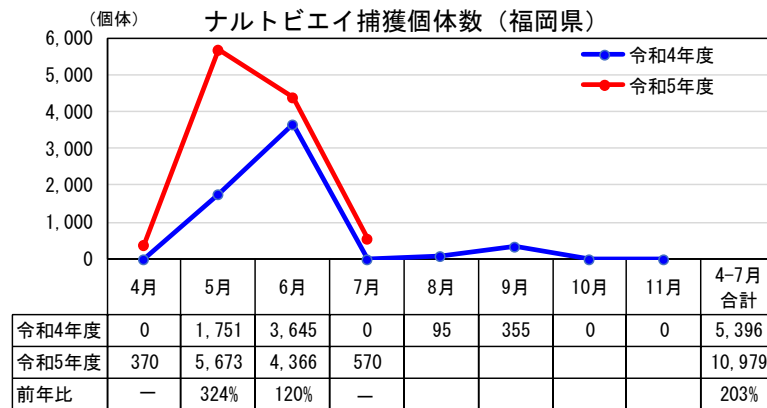
令和4年度、令和5年度の合計は、いずれも4～7月の合計値である。

図－5 有明海の月別ナルトビエイ捕獲個体数、重量^{注)}

注1) R4、R5：農政局調査＋県単事業＋水産庁事業の集計値

注2) 漁業者による日報をとりまとめた結果であり、ナルトビエイ以外の混獲魚種を含んでいる可能性有

- 福岡県: 4～7月の合計捕獲個体数は、前年度の約203%に増加(R4: 5,396 → R5: 10,979)。
- 佐賀県: 4～7月の合計捕獲個体数は、前年度の約188%に増加(R4: 1,986 → R5: 3,728)。
- 長崎県: 4～7月の合計捕獲個体数は、前年度の約100%と同程度(R4: 11 → R5: 11)。
- 熊本県: 4～7月の合計捕獲個体数は、前年度の約137%に増加(R4: 1,048 → R5: 1,431)。
- 福岡県と佐賀県の増加量が多くなっている。



※令和4年度の値は、7月末までの暫定値である。
令和3年度、令和4年度の合計は、いずれも4～7月の合計値である。

図－6 有明海沿岸4県の月別ナルトビエイ捕獲個体数

注1) R4、R5：農政局調査＋県単事業＋水産庁事業の集計値

注2) 漁業者による日報をとりまとめた結果であり、ナルトビエイ以外の混獲魚種を含んでいる可能性有

(2) ナルトビエイの食性 (H21~H29、R3~R5 調査)

- 長崎大学山口教授の先行研究※により、ナルトビエイの食性は二枚貝類の専食性が強いことが分かっている。
- 本調査でも貝類を専食し、アサリ、サルボウ、タイラギなどの水産有用二枚貝類を一定量摂餌していることを確認。
- しかし、産仔後2年までの幼魚サイズ(体盤幅55cm未満)では、巻貝類や小型二枚貝類などの非有用資源を多く摂餌していることを確認。
- 未成魚、成魚では、アサリ、サルボウ、カキの3種が優占しており、年度によってその割合が相違しており、資源量を反映しているものを推定。
- タイラギの確認は平成21、23、27年度の3カ年のみで、ごくまれ。
- 1日の摂餌量は、0歳で体重に対して0.9%から19歳で0.2%まで大型になるほど低下する傾向。
- 令和4年度の調査でも過年度同様、二枚貝類を専食していることが確認されたが、水産有用二枚貝類の比率は低く、幼魚ではその他小型二枚貝、成魚、未成魚では地ガキの比率が増加している。

※ 調査は引き続き実施しており、本資料は途中報告の値となる。

※出典2: Yamaguchi, Kawahara, Itoh (2005) Occurrence, growth and food of longheaded eagle ray, *Aetobatus flagellum*, in Ariake Sound, Kyushu, Japan. Environmental Biology of Fishes 74:229-238

表-1 成長段階別の胃内容物重量に占める各餌生物の百分率(%)

成長段階	調査年度	水産有用二枚貝類(%)				カキ(%)	その他の二枚貝(%)	巻貝(%)	その他(%)	個体数(n)	平均体盤幅(cm)
		アサリ	サルボウ	タイラギ	小計 ^注						
幼魚	H21	5.6	16.7	0.0	22.3	0.0	18.9	53.6	5.1	30	48
	H22	7.3	7.1	0.0	14.4	0.0	33.0	41.8	10.8	41	43
	H23	8.2	34.6	0.0	42.8	0.0	16.3	34.8	6.1	49	46
	H24	1.7	0.0	0.0	1.7	0.0	17.6	61.0	19.6	59	44
	H25	4.5	70.9	0.0	75.4	0.8	11.3	5.0	7.6	40	48
	H26	43.0	3.4	0.0	46.4	0.0	42.7	8.6	2.4	35	42
	H27	21.0	12.9	0.0	33.9	0.0	32.4	26.2	7.5	29	45
	H28	0.0	62.4	0.0	62.4	0.0	0.0	25.0	12.6	8	48
	H29	0.0	2.9	0.0	2.9	0.0	34.3	30.9	23.5	35	44
	H30										
	R1										
	R2										
	R3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	16.7	0.0	6	43
	R4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.3	10.3	15.4	13	43
未成魚	R5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	1	44
	全期間	9.4	18.5	0.0	28.0	0.1	54.1	7.9	9.9	346	45
	H21	19.4	36.8	3.0	59.2	8.8	21.4	0.0	10.7	67	72
	H22	42.6	14.3	0.0	56.9	0.0	17.0	5.7	20.4	58	72
	H23	20.5	58.8	0.3	79.6	9.3	6.2	2.8	2.1	64	69
	H24	31.1	9.1	0.0	40.2	30.4	14.7	14.6	0.1	55	69
	H25	5.9	56.6	0.0	62.5	13.3	22.8	0.0	1.4	72	68
	H26	42.2	40.0	0.0	82.2	12.2	3.9	0.0	1.7	72	72
	H27	19.5	13.9	0.0	33.4	21.5	25.6	13.9	5.6	36	72
	H28	4.6	62.0	0.0	66.6	6.2	14.7	8.2	4.4	25	71
	H29	14.5	29.8	0.0	44.2	21.2	28.6	0.2	1.8	26	71
	H30										
	R1										
	R2										
雄成魚	R3	0.0	26.3	0.0	26.3	21.0	46.9	5.3	0.5	19	73
	R4	7.1	7.1	0.0	14.3	48.2	7.1	9.0	21.4	14	76
	R5	50.0	0.0	0.0	50.0	33.3	16.7	0.0	0.0	6	76
	全期間	23.0	34.9	0.4	58.4	14.5	19.6	5.2	2.3	514	71
	H21	22.9	43.0	0.0	65.9	1.2	32.9	0.0	0.0	9	88
	H22	44.4	28.1	0.0	72.5	0.0	9.1	9.1	9.3	11	87
	H23	3.7	67.8	0.0	71.5	8.8	5.6	0.0	14.0	27	87
	H24	1.4	11.4	0.0	12.8	77.2	10.0	0.0	0.0	10	82
	H25	0.0	66.7	0.0	66.7	11.1	22.2	0.0	0.0	9	83
	H26	7.7	75.9	0.0	83.6	9.4	6.3	0.2	0.5	32	86
	H27	14.3	14.8	0.0	29.0	27.6	42.4	0.0	0.9	14	87
	H28	0.0	42.5	0.0	42.5	23.2	32.6	1.4	0.3	12	86
	H29	0.0	25.1	0.0	25.1	37.3	36.7	0.0	0.9	8	85
	H30										
雌成魚	R1										
	R2										
	R3	0.0	35.7	0.0	35.7	42.9	7.1	14.3	0.0	14	86
	R4	11.1	21.9	0.0	33.0	55.5	11.1	0.0	0.3	9	87
	R5	20.0	0.3	0.0	20.3	40.0	39.7	0.0	0.0	5	87
	全期間	8.5	45.8	0.0	54.3	23.2	17.8	4.0	0.7	160	85
	H21	0.0	29.1	18.9	48.0	23.6	7.0	0.0	21.4	15	111
	H22	57.2	21.5	0.0	78.7	15.9	0.2	0.8	4.5	12	103
	H23	7.7	43.0	0.0	50.7	41.1	0.0	1.0	7.2	12	112
	H24	7.1	11.4	0.0	18.6	67.2	0.0	7.1	7.0	14	108
	H25	0.0	83.4	0.0	83.4	16.6	0.0	0.0	0.0	12	110
	H26	0.0	60.8	0.0	60.8	26.3	8.7	4.0	0.1	23	109
	H27	0.1	5.1	15.3	20.5	56.0	16.6	6.3	0.7	16	105
	H28	0.0	1.1	0.0	1.1	78.6	20.0	0.0	0.3	5	101
雌成魚	H29	0.0	9.9	0.0	9.9	48.9	28.5	3.9	8.8	10	120
	H30										
	R1										
	R2										
	R3	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	9	117
	R4	0.0	8.3	0.0	8.3	66.7	0.0	0.0	25.0	12	103
	R5	14.7	0.0	0.0	14.7	85.2	0.1	0.0	0.1	7	120
	全期間	6.3	29.3	3.8	39.4	42.2	10.5	5.0	2.9	148	109

※表中の濃い網掛けは50%以上、淡い網掛けは20%以上を示す
 その他の二枚貝類にはアサリ、サルボウ、タイラギ、カキ以外の二枚貝類と消化が進んだ二枚貝、不明二枚貝を含む。
 その他にはヤドカリなどの甲殻類や貝類以外の生物群と、同定困難な不明種を含む。

(3) アカエイ類の胃内容物調査の状況(調査期間：令和3～5年度)

- 二枚貝類を専食するナルトビエイ来遊量の減少傾向がみられる一方で、その他の食害生物として、熊本県や福岡県の漁業関係者からアカエイ類が二枚貝類を摂餌しているとの情報が多く寄せられた。
- 令和3年度の8～10月、令和4年度の5～10月、令和5年度の6～7月の調査で、有明海で生息が確認されているアカエイ類6種※のうち、イズヒメエイを除く5種を捕獲した。ズグエイは空胃個体で胃内容物は採取されなかったため、残り4種の有胃個体について胃内容物を採取した。
- 佐賀県大浦や福岡県沖端、川口、長崎県島原、深江、熊本県荒尾、川口で捕獲されたアカエイ74個体、ヤジリエイ21個体、アリアケアカエイ11個体、シロエイ6個体の胃内容物を採取し、種類を調べた。

※出典：山口敦子、古満啓介、田北徹（2009）2章 有明海の魚類相、干潟の海に生きる魚たちー有明海の豊かさと危機ー（日本魚類学会自然保護委員会編、田北徹・山口敦子責任編集）、p.15～21、東海大学出版会
古満啓介、山口敦子（2010）日本産アカエイ属1種に対する新和名の提唱、長崎大学水産学部研究報告、No.91、p.61～63

表－2 胃内容物の有胃及び空胃個体数

単位：個体



胃内容物採取状況

年度	県	アカエイ			シロエイ			アリアケアカエイ			イズヒメエイ			ヤジリエイ			ズグエイ		
		有胃	空胃	合計	有胃	空胃	合計	有胃	空胃	合計	有胃	空胃	合計	有胃	空胃	合計	有胃	空胃	合計
R3	福岡	4	6	10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	佐賀	39	9	48	1	0	1	1	0	1	0	0	0	5	3	8	0	0	0
	長崎	1	4	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	熊本	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R4	福岡	0	0	0	2	0	2	3	1	4	0	0	0	5	2	7	0	0	0
	佐賀	13	8	21	2	4	6	4	13	17	0	0	0	9	5	14	0	0	0
	長崎	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	熊本	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R5	福岡	7	2	9	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0
	佐賀	7	1	8	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	長崎	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	熊本	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計		74	30	104	6	5	11	11	18	29	0	0	0	21	10	31	0	1	1

- アカエイ74個体のうち5個体、アリアケアカエイ11個体のうち2個体の胃内容物からそれぞれ二枚貝類が確認され、有用二枚貝類のアサリも検出されたが、多くの個体は甲殻類、魚類、多毛類を摂餌していた。ヤジリエイ、シロエイはそれぞれ21個体、6個体の確認において二枚貝類は確認されず、甲殻類、多毛類、魚類を多く摂餌していた。

※ 調査は引き続き実施しており、本資料は途中報告の値となる。

表－3 アカエイ類の胃内容物重量に占める各餌生物の百分率(%)

種名	サイズ		二枚貝類	巻貝	頭足類	甲殻類	多毛類	魚類	その他	不明	個体数 (n)	平均体盤 幅(cm)	体重比 (%)
アカエイ	雄未成魚	33cm未満	0.0	0.0	0.0	51.8	23.2	0.0	0.0	25.0	4	27	－
	雄成魚	33cm以上	0.2	0.0	2.5	39.6	22.2	32.9	0.1	2.5	40	39	－
	雌未成魚	53cm未満	6.5	0.0	0.0	52.1	16.5	6.3	0.5	18.1	16	40	－
	雌成魚	53cm以上	11.6	0.0	0.0	58.5	5.2	3.9	7.1	13.7	14	57	－
	全個体		3.7	0.0	1.4	46.5	17.8	19.9	1.5	9.2	74	42	0.115
ヤジリエイ	雄		0.0	0.0	0.0	68.9	9.1	13.0	0.0	9.1	11	66	－
	雌		0.0	0.0	2.1	70.4	0.0	27.5	0.0	0.0	10	118	－
	全個体		0.0	0.0	1.0	69.6	4.8	19.9	0.0	4.8	21	91	0.108
アリアケアカエイ	－		18.2	0.0	0.0	28.0	26.6	9.1	0.0	18.2	11	42	0.082
シロエイ	－		0.0	0.0	0.0	50.0	33.3	0.0	0.0	16.7	6	28	0.088
ズグエイ	－		－	－	－	－	－	－	－	－	0	－	－
イズヒメエイ	－		－	－	－	－	－	－	－	－	0	－	－

※表中の濃い網掛けは50%以上、淡い網掛けは20%以上を示す。赤字の二枚貝類を分析したところ、有用二枚貝類のアサリの他、マテガイ属、ウネナシトマヤガイ、シカメガキが確認された。

アカエイの成魚のサイズはFurumitu, Eyffels, Yamaguchi (2019)による。

イズヒメエイは捕獲されなかった。ズグエイは1個体採取されたが、空胃であった。

アカエイ



ヤジリエイ



アリアケアカエイ



シロエイ



胃内容物を確認したアカエイ類4種