

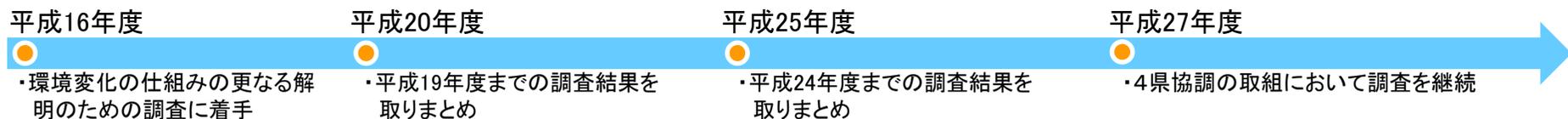
有明海の環境変化の要因に関する調査

目 次

1	貧酸素に関する調査と既往知見	1
2	赤潮に関する調査	3
3	底質環境に関する調査と既往知見	5
4	二枚貝類等生息環境調査	7

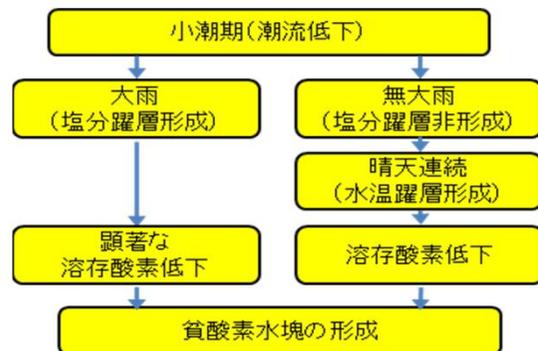
1-1 貧酸素に関する調査と既往知見

- 貧酸素水塊の発生と淡水の流入や気象・海象などとの関係を明らかにするため、平成16年度から、九州農政局・水産庁・環境省が共同で溶存酸素等の調査を開始。
- 平成20年度には、学識経験者等の助言・指導を得ながら、調査結果を取りまとめ。

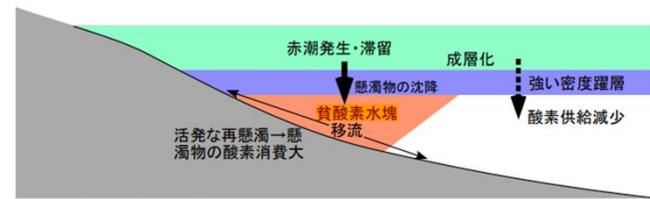


既往の知見

- 潮汐混合の影響を強く受けており、潮流が弱い小潮期に成層が発達するため貧酸素水塊も発達しやすく、大潮時に緩和・解消することが多い。台風などの強風により、成層が弱まり、貧酸素水塊が緩和・解消することもある。
- 鉛直的には、出水等による密度躍層（表面水温上昇、表層塩分低下）よりも下層に形成される。
- 躍層の上で赤潮が発生し大量の有機物が底層に供給されると、底泥・底層水の酸素消費が増大し、急速な貧酸素化が生じる。
- 主要な貧酸素水塊は、夏季に有明海湾奥部と諫早湾の2か所で別々に発生。
- 有明海湾奥部と諫早湾では、海中の有機懸濁物や表層堆積物中の有機物が多く、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。



貧酸素水塊形成のメカニズム



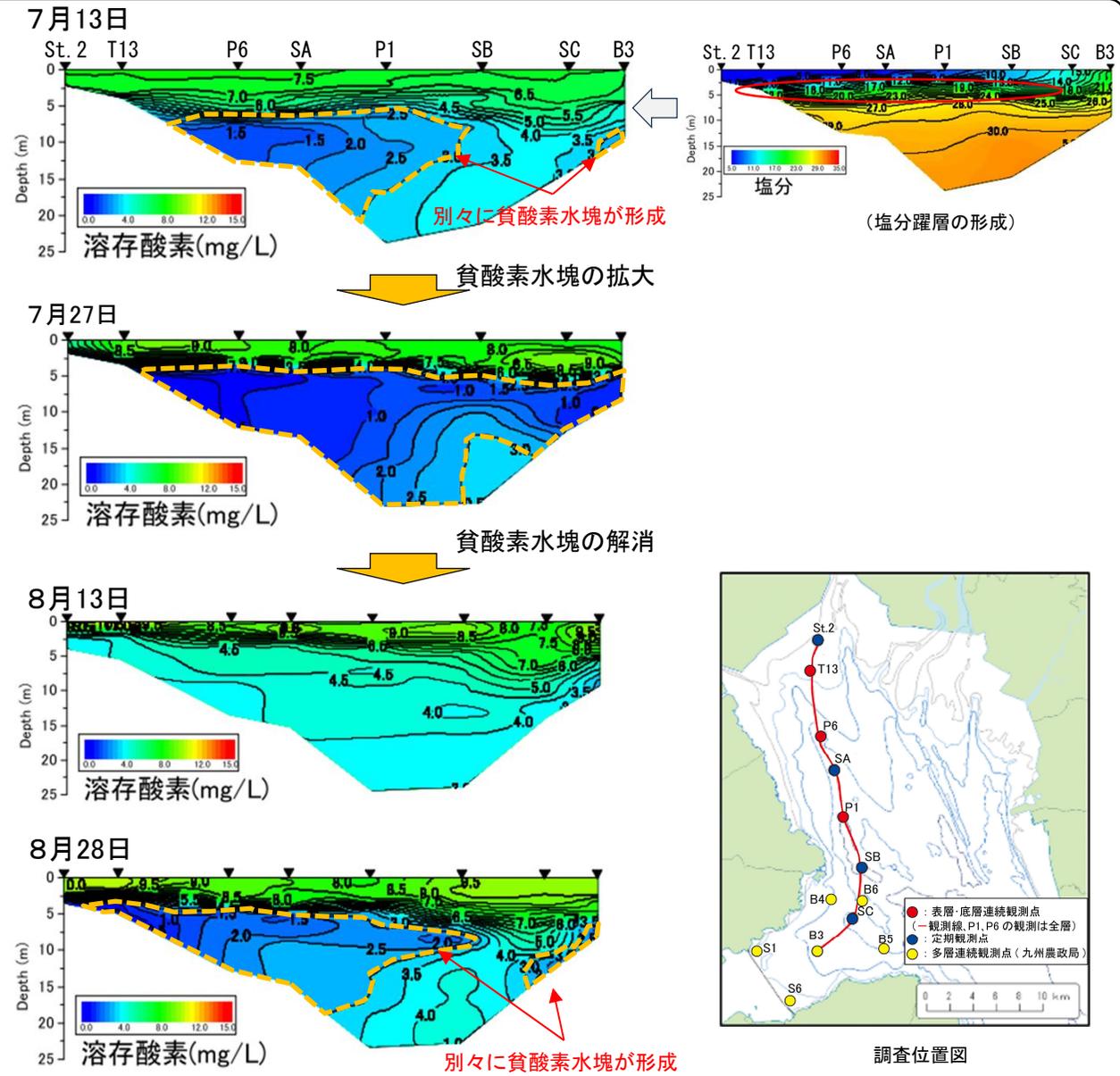
- ① 夏季の出水・沖から沿岸向きの高密度水進入によって成層発達
- ② 密度躍層が発達し、表層から躍層以深への酸素供給減少
- ③ 底泥・懸濁物の酸素消費で貧酸素化
- ④ 潮汐によって移動

躍層に加えて赤潮が発生した場合の貧酸素化のメカニズム
(平成28年度有明海・八代海等総合調査評価委員会報告より)

1-2 令和5年度の貧酸素に関する調査結果

令和5年度調査結果

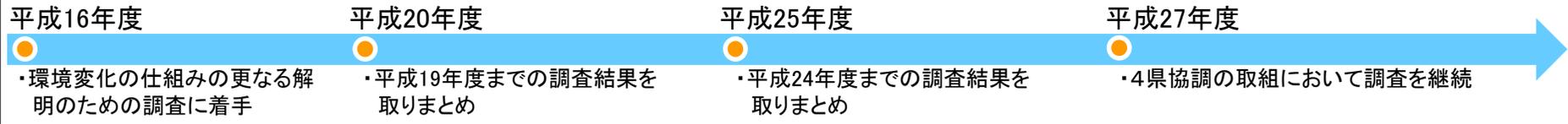
- 令和5年度は、有明海湾奥部西部において7月1日頃、諫早湾において7月6日頃に貧酸素水塊が別々に形成。
- 鉛直分布をみると、7月上旬以降の塩分躍層（6月下旬から7月上旬の降雨）及び7月中旬以降の水温躍層の形成に伴い、その下層に貧酸素水塊が形成。
- その後、8月上旬にかけて貧酸素水塊が拡大したが、8月9日の台風6号の接近に伴い、塩分・水温躍層が解消され、貧酸素状態は解消。
- その後、有明海湾奥部西部及び諫早湾の一部では、8月下旬と9月中旬の小潮期前後に貧酸素状態となり、大潮期に解消された。



(有明海における水質の鉛直観測結果)
出典元：水産研究教育機構

2-1 赤潮に関する調査

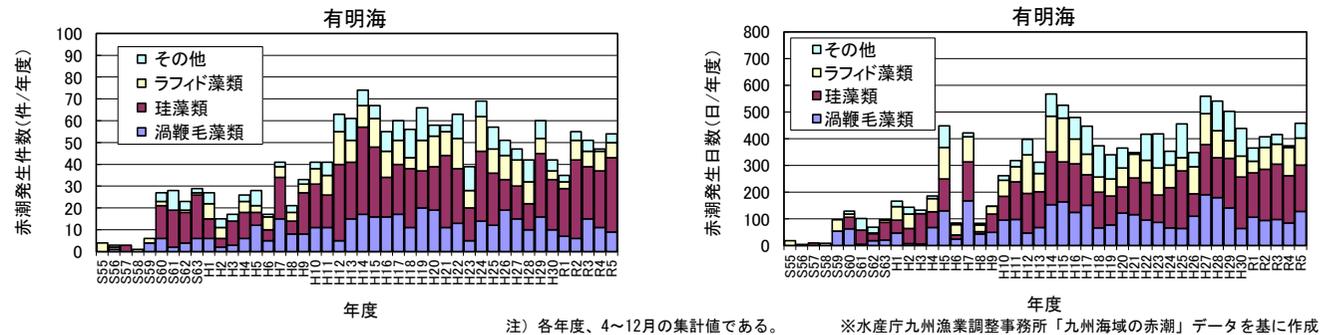
- 赤潮の発生海域や拡大状況の実態を明らかにするために、平成16年度から、沿岸4県・水産庁・九州農政局が連携して定期的な水質やプランクトン調査を開始。
- 平成20年度には、学識経験者等の助言・指導を得ながら、調査結果を取りまとめ。



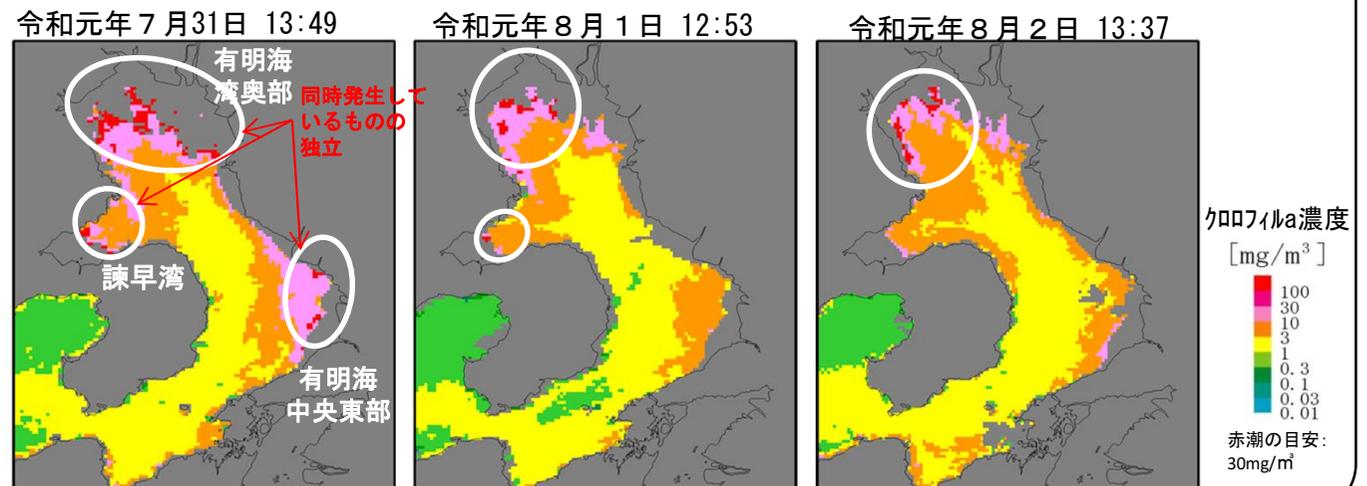
既往の知見

- 有明海の赤潮発生件数と日数は平成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、平成19年度以降は概ね横ばいで推移。
- クロロフィルa衛星画像データによると、諫早湾内と有明海湾奥部、有明海中央東部など、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。
- 河川から栄養塩が供給され晴天が続くと小型珧藻類、秋期～冬期に高塩分で晴天が続くと大型珧藻類の赤潮が発生する。夏期には富栄養化や貧酸素の発生（栄養塩の溶出）、珧藻類の衰退によってラフィド藻類（シャットネラ属など）の赤潮が発生する。

有明海における赤潮発生件数及び赤潮発生日数の推移



衛星画像データ（クロロフィルa）で見た赤潮の発生状況



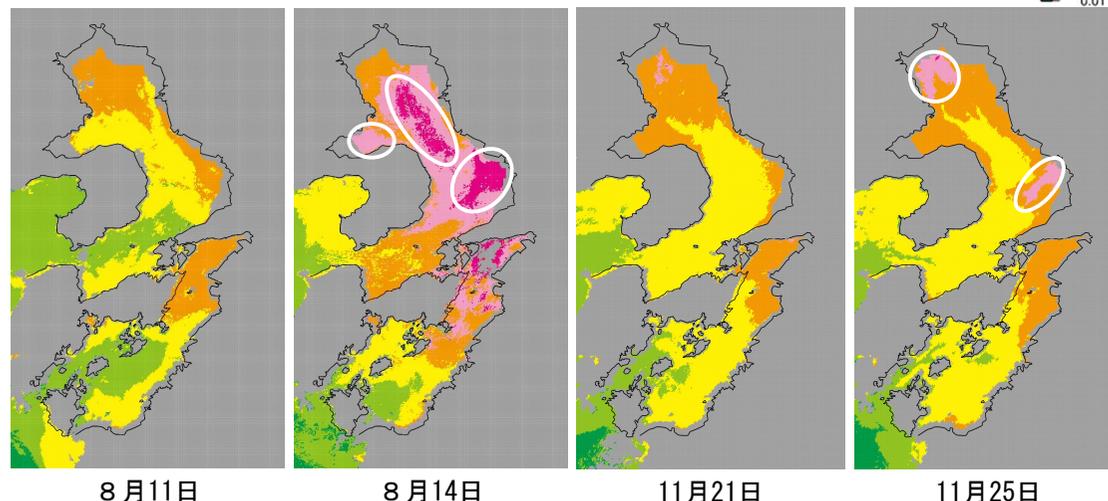
注) 衛星画像データによるクロロフィルa濃度は、濁りの影響を受けるため、浅海域（基本水準面0m以浅）は除外した。

2-2 令和5年度の赤潮に関する調査結果

令和5年度調査結果

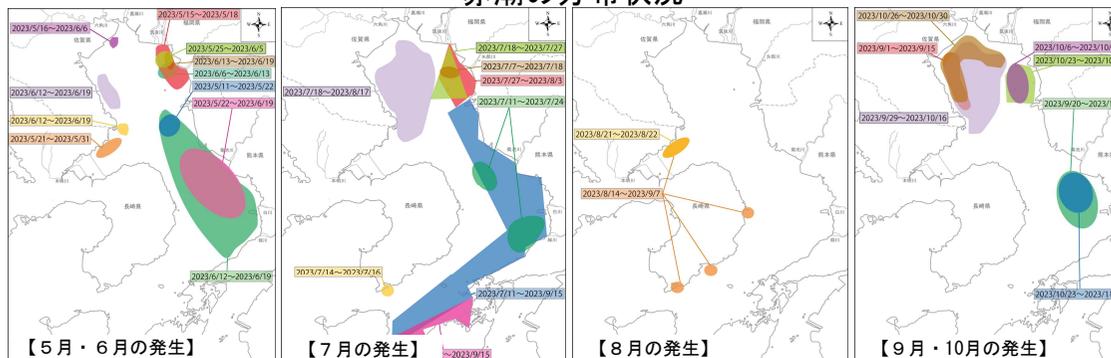
- 令和5年度(4~12月の集計値)の有明海の赤潮発生件数及び発生日数は、直近10か年の同期間と比べて、同程度。
- クロロフィルaの分布からは、有明海湾奥部~中央部(福岡県沖・佐賀県沖・熊本県沖)と諫早湾、中央東部(熊本県沖)など、それぞれの海域で増加。特定の海域から、全域へ拡大する状況は見られていない。
- 5月から7月は小型の珪藻類が主体として発生。8月中旬から9月はラフィド藻類が、9月下旬から10月は小型の珪藻類が、11月は渦鞭毛藻類(アカシオ サンガイネア)が発生。12月は小型の珪藻類が主体として発生。
- 6月中旬~下旬に八代海で発生したラフィド藻類のシャットネラ属や渦鞭毛藻類のカレニア ミキモトイの赤潮が、7月中旬に有明海湾口部(熊本県沖)でも発生。このような赤潮の発生は、令和4年度にもカレニア ミキモトイの赤潮で確認。
- 赤潮発生状況は概ね例年と同様な傾向であるが、直近2か年では八代海で発生した赤潮が有明海湾口部でも発生した。

衛星画像データ(クロロフィルa濃度)の分布



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

赤潮の分布状況



※九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」データを基に作成

3-1 底質環境に関する調査と既往知見

- 海域別の底質特性及び底質攪拌による変化状況等を把握し、底質特性別海域区分図を作成することにより、底質改善対策の検討に資するため、平成16年度から実施。
- 平成20年度には海域区分図を作成し、以降は精度向上を図るため、調査を継続。
- 平成30年度以降は、本調査においてタイラギの生息調査を同時に実施。

平成16年度

- ・4県で底質攪拌前後の底質の変化を把握する調査に着手

平成20年度

- ・海域区分図を作成
- ・福岡県、佐賀県は浮泥厚とタイラギの生息環境調査に移行

平成25年度

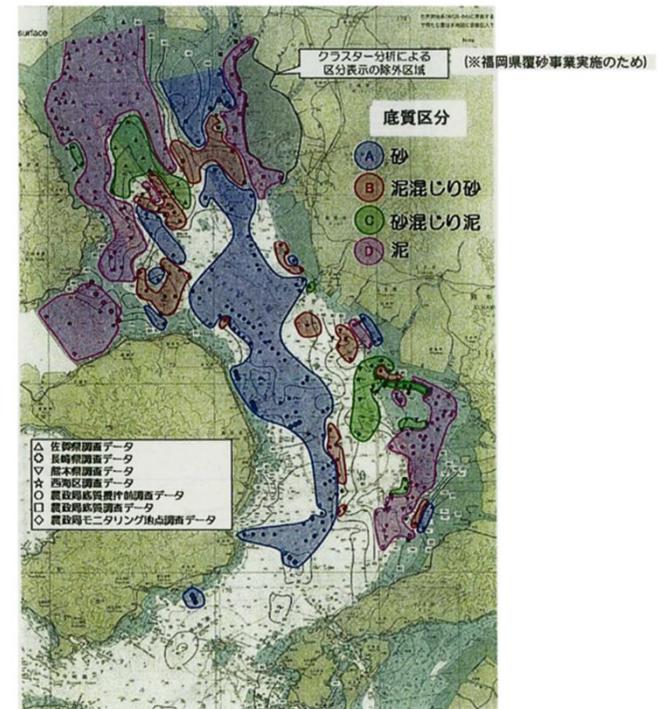
- ・平成24年度までの調査結果を取りまとめ

平成27年度

- ・4県協調の取組において調査を継続

既往の知見

- 底質攪拌調査等に基づき、底質特性海域区分図を作成した。これらの調査結果は、有明海・八代海等総合調査評価委員会における海域区分を決める上での解析に利用されている。
- 底質攪拌実施地点では、強熱減量や硫化水素が低下する場所が見られた。ただし、攪拌の効果及びその持続性については不明な点が多く、今後の課題として挙げられる。
- 柱状採泥調査では、夏季を中心に浮泥の堆積が認められ、厚さは10mmを超えることもあった。浮泥成分（浮泥を含む懸濁水）の分析の結果、有機物や栄養塩類が多く含まれることが分かった。



有明海・八代海等総合調査評価委員会報告に掲載されている底質特性海域区分図

3-2 令和5年度の底質環境に関する調査結果

令和5年度調査結果

- 底質調査結果をデータをもとに底質特性海域区分図を更新。
- 熊本県沖において、底質攪拌後における底生生物の変化を対照区と比較して評価。大浜南沖の改良器具による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。引き続き、調査を実施予定。

底質攪拌直後と攪拌後（3ヶ月後）における底生生物の変化（令和3～5年度平均、熊本）

地区	地点	底質区分	攪拌直後(8月)						攪拌3か月後(10月)								
			種数		個体数		湿重量		種数		個体数		湿重量				
			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			
大浜北沖	既存器具	C			↑		↑										
	改良器具	B															
大浜南沖	既存器具	D	↑		↑							↑				↑	
	改良器具	C	↑		↑		↑					↑		↑		↑	
熊本港北沖	既存器具	D					↑		↑		↑						
	改良器具	D			↑		↑		↑		↑						
熊本港南沖	既存器具	D	↑		↑		↑				↑				↑		
	改良器具	D					↑				↑				↑		

注1) 底質区分A：砂、B：泥混じり砂、C：砂混じり泥、D：泥

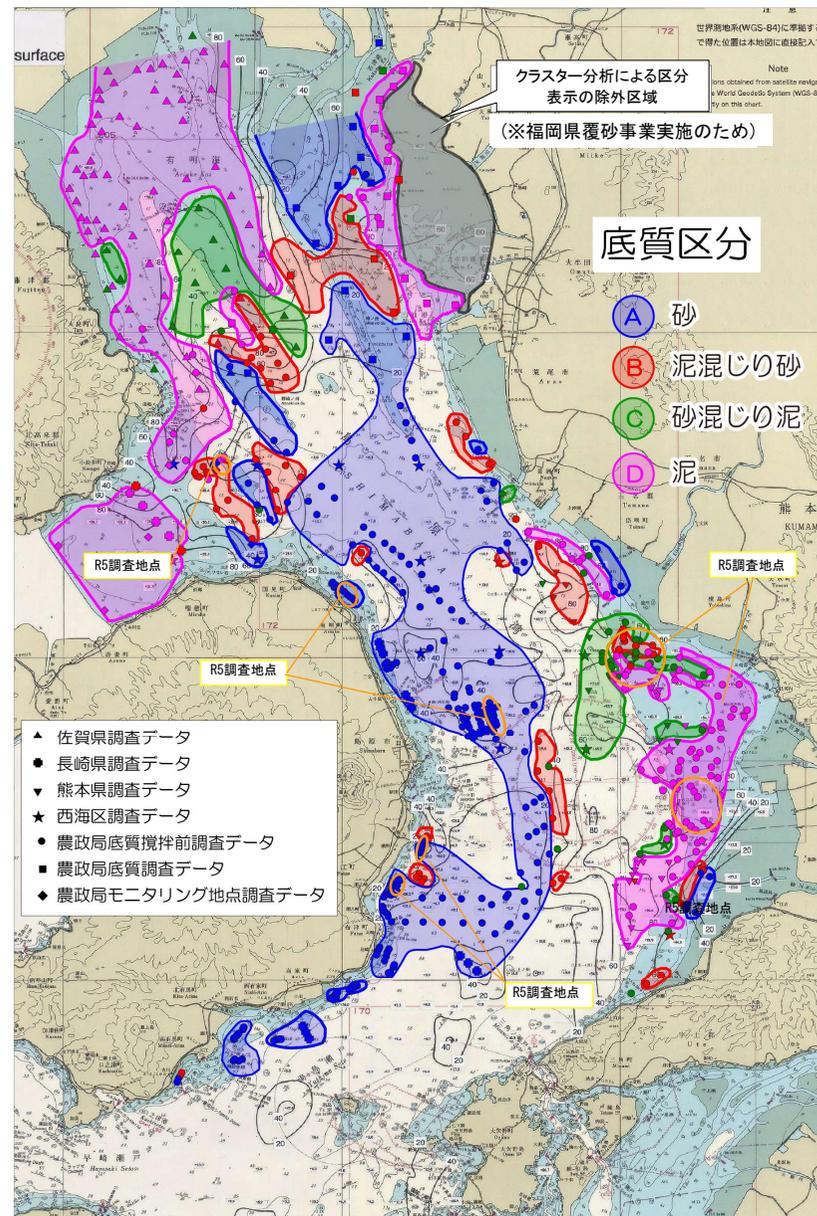
注2) 底質攪拌による増加（↑）で該当するものは、以下の場合とした。

・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



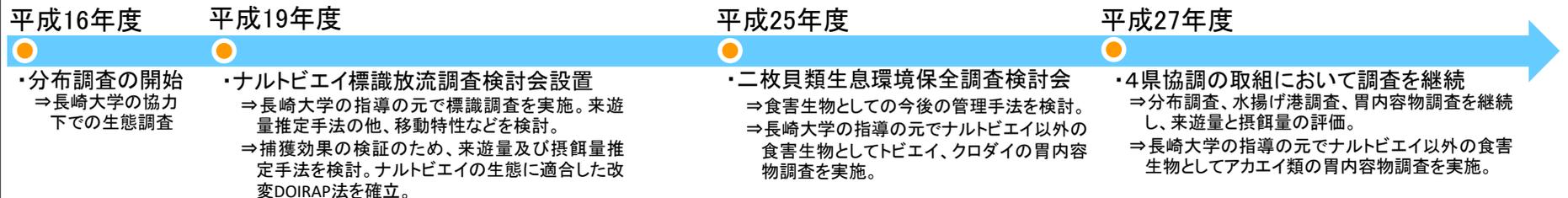
底質攪拌（海底耕うん）時にタイラギ等を確認



底質特性別海域区分図 (R5更新)

4-1 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)

- ナルトビエイによる二枚貝類への影響を把握するため、長崎大学山口教授の指導・協力のもと、沿岸4県・九州農政局が連携して、有明海のナルトビエイの摂餌状況等の調査を平成16年度から実施。
- 来遊量及び摂餌量の推定手法を確立。平成25年度以降、二枚貝類の食害生物の影響を調査。



既往の知見

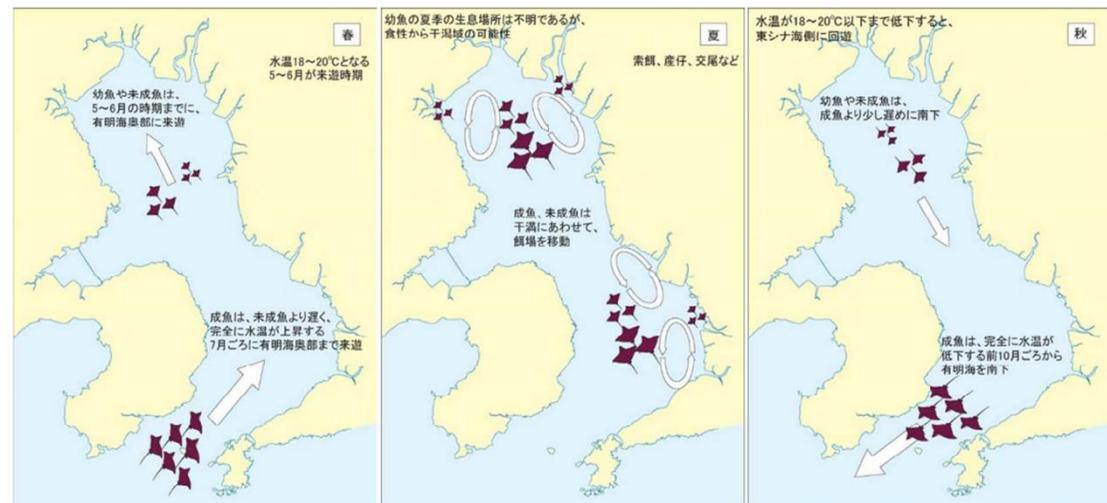
- ナルトビエイは貝類のみを摂食するため、捕食圧は資源変動に無視できない影響を与えていると推定されている。
 - 有明海において、ナルトビエイは水温が18℃を超える春先から外海から来遊して摂餌行動を示し、水温が低下する秋期から再び越冬のため外海へ移動する行動※を示すことが判明した。
 - 有明海におけるナルトビエイ来遊量は、平成20～22年度には40～50万個体であったが、平成24年度以降は概ね10～20万個体で推移。令和3、4年度には10万個体以下に減少。
 - 二枚貝類（アサリ、サルボウ、タイラギ）の摂餌量は、平成20～22年度の2,000～2,500トンから、平成24年度の200トン以下にまで減少し、平成25年度以降は1,000トン程度で横ばいの状況。
- ※ 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:75-79



調査により捕獲したナルトビエイ



ナルトビエイの胃の内容物の調査



4-2 令和5年度のナルトビエイによる水産有用二枚貝類への影響に関する調査結果

令和5年度調査結果

- 令和5年度のナルトビエイの捕獲個体数^{注1}は19,694個体（約260トン）と、令和4年度と比べて約6,000個体増加（142%）、重量は約90トン増加（156%）。福岡県は5、6月に捕獲を集中して個体数が増加。
- 令和5年度の来遊量はDOIRAP法^{注2}で約16.7万個体と推定され、平成25～令和2年度と同程度となった。
- 胃内容物は、中小型の未成魚や雄成魚ではアサリの出現比率が増加した。福岡県等の天然のアサリ資源には回復傾向^{注3}がみられており、餌のある有明海湾奥部にナルトビエイが集まっていた可能性がある。
- 令和5年度には来遊量や胃内容物に変化がみられているため、今後も捕獲事業と調査を継続し、二枚貝類への影響を注視していく必要がある。

注1 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。

注2 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。

注3 有明海・八代海等総合調査評価委員会第13回水産資源再生方策検討作業小委員会（令和6年2月、参考資料）. 有用二枚貝に係る資料の収集・整理・分析状況～資源の現状および減耗要因関係を中心に～

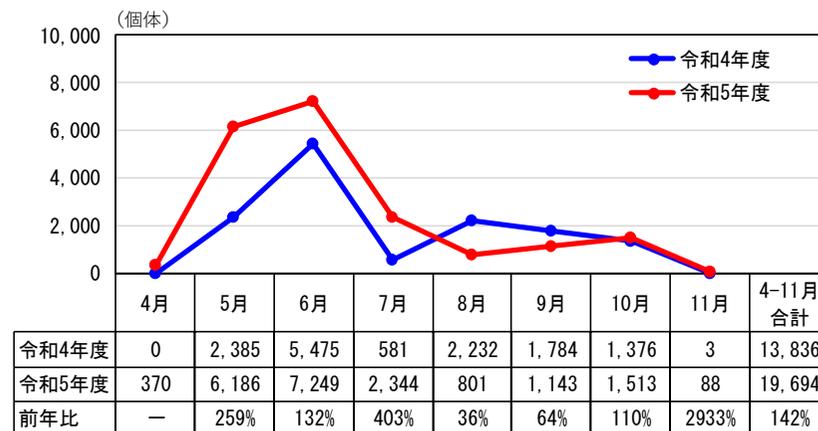
〔令和5年度のナルトビエイの胃内容物重量に占める各餌生物の百分率（%）〕

成長段階	水産有用二枚貝類(%)				カキ(%)	その他の二枚貝(%)	巻貝(%)	その他(%)
	アサリ	サルボウ	タイラギ	小計				
幼魚 (n=7)	0.0	28.6	0.0	28.6	0.0	14.3	14.3	42.9
未成魚 (n=18)	50.0	0.0	0.0	50.0	22.2	11.1	11.2	5.5
雄成魚 (n=9)	44.4	0.2	0.0	44.6	33.3	22.0	0.0	0.0
雌成魚 (n=14)	14.5	0.0	0.0	14.5	56.9	14.0	0.0	14.7
全個体 (n=48)	31.3	4.2	0.0	35.5	31.2	14.5	6.3	12.6

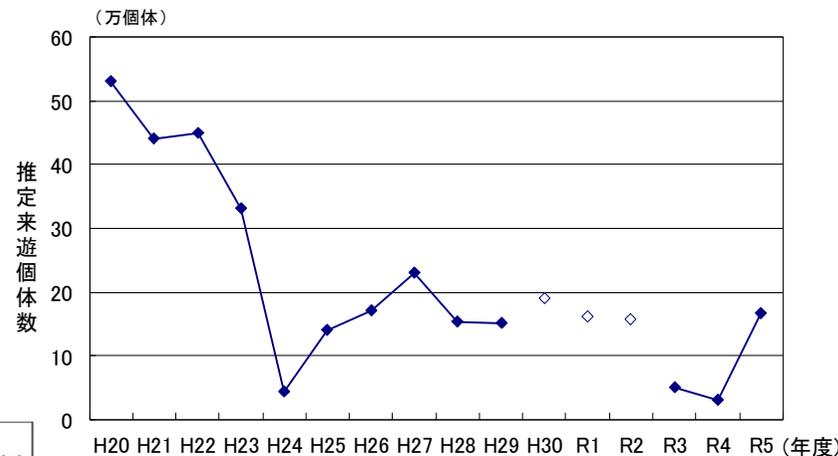
※表中の濃い網掛けは50%以上、薄い網掛けは20%以上を示す。

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、不明種を含む。

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。



〔有明海沿岸4県の月別ナルトビエイ捕獲数（4県全事業合計）〕



※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か年の平均値を使用してDOIRAP法で推定した参考値。

〔ナルトビエイ推定来遊量の経年変化（DOIRAP法）〕

4-3 アカエイ等による水産有用二枚貝類への影響に関する調査結果

- ナルトビエイ以外の二枚貝類食害生物の実態を把握することを目的に、アカエイ類を対象とした胃内容物調査を令和3～5年度に実施し、3年間の結果をとりまとめた。
- 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、その他の二枚貝類食害生物として、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。
- 本調査では、有明海に生息するアカエイ科魚類6種※の胃内容物組成を調べて、二枚貝類への食害の実態を調べた。令和3年度から3年間の調査で、1年目は8～10月、2年目は5～10月、3年目は6～10月の調査を実施した。

※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—有明海の豊かさど危機—(日本魚類学会自然保護委員会編、)、p.15～21、東海大学出版会

令和3～5年度調査結果

- 3年間の調査で、アカエイ99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10個体の胃内容物を調査した。
- アカエイ6個体、アリアケアカエイ2個体、シロエイ1個体の胃内容物から二枚貝類が確認されたが、多くの個体は甲殻類、多毛類、魚類を摂餌していた。ヤジリエイの21個体からは二枚貝類が確認されず、甲殻類、魚類を多く摂餌していた。
- アカエイ類はクロダイ、イシガニ等と同様に雑食性でアサリを含む二枚貝類も摂餌しているが、ナルトビエイの胃内容物における二枚貝類の比率が80%以上に比べ、アカエイ類は0～18.2%と低かった。先行して調査されている長崎大学の結果と同様、アカエイ類の二枚貝類への依存度は小さかった。

〔アカエイ類の胃内容物調査個体数内訳〕

年度	アカエイ	ヤジリエイ	アリアケアカエイ	シロエイ
R3	44	5	1	1
R4	14	14	7	5
R5	41	2	3	4
合計	99	21	11	10

〔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	二枚貝類	巻貝	頭足類(イカ)	甲殻類(エビ、カニなど)	多毛類(ゴカイ)	魚類(ハゼなど)	その他(ナマユ不明種)
アカエイ(n=99)	2.8	0.0	2.0	53.1	16.7	17.4	8.0
ヤジリエイ(n=21)	0.0	0.0	1.0	69.6	4.8	19.9	4.8
アリアケアカエイ(n=11)	18.2	0.0	0.0	28.0	26.6	9.1	18.2
シロエイ(n=10)	0.4	0.0	0.0	40.9	48.7	0.0	10.0

※表中の濃い網掛けは50%以上、薄い網掛けは20%以上を示す。

赤字の二枚貝類は、DNA分析によりアサリの他、マテガイ属、ウネナシトマヤガイ、シカメガキ、シズクガイと同定された。



〔胃内容物採取状況〕



〔胃内容物を確認したアカエイ類4種〕

- また、近年では、クロダイ(チヌ)がエイ類以外のアサリ食害生物として浮上している。

出典：有明海・八代海等総合調査評価委員会第13回水産資源再生方策検討作業小委員会(令和6年2月)「有用二枚貝に係る資料の収集・整理・分析状況～資源の現状および減耗要因関係を中心に～」