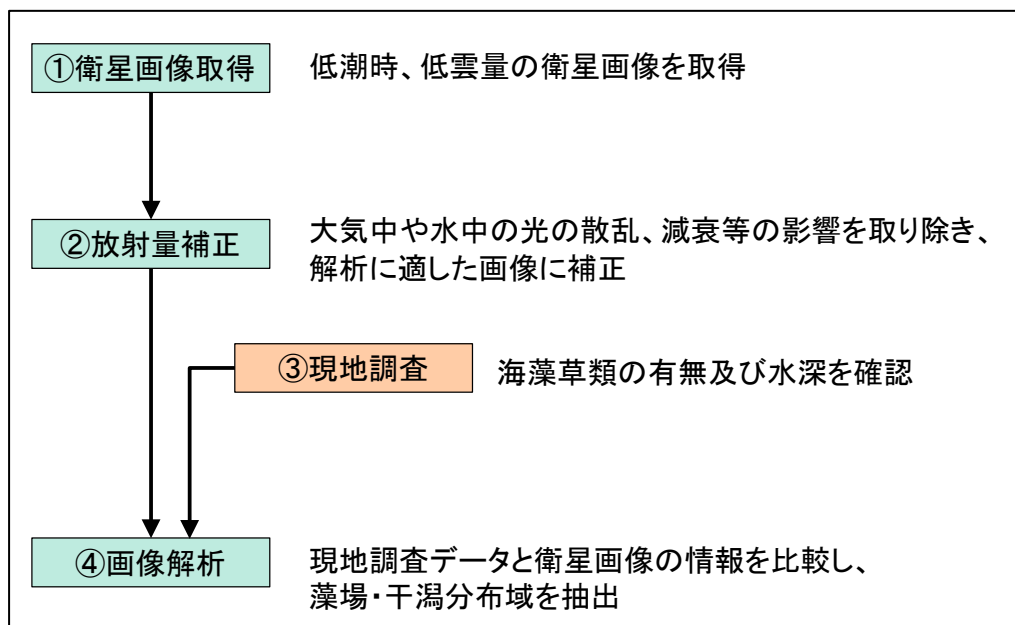


2.7 藻場・干潟等

2.7.1 有明海・八代海の藻場・干潟

(1) 衛星画像による調査方法

衛星画像による藻場・干潟の調査方法は、付図 2.7.1-1～付図 2.7.1-10 に示すとおりである。

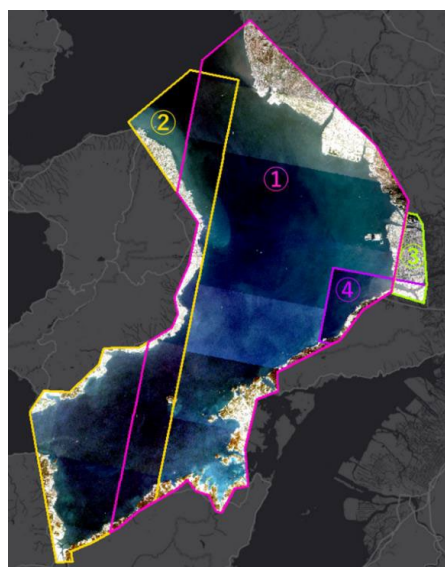


付図 2.7.1-1 衛星画像による調査方法(全体フロー)

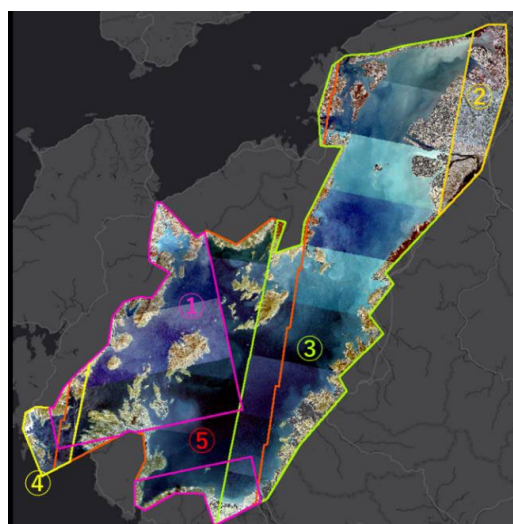
出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

取得衛星画像:Planet (解像度:3m×3m)

取得画像の特徴:低潮位であり雲量の少ない画像



- ①2019年4月6日10:28(潮位353.4cm)
- ②2019年4月6日10:36(潮位347.8cm)
- ③2019年2月6日10:36(潮位347.8cm)
- ④2019年4月18日10:33(潮位275.5cm)

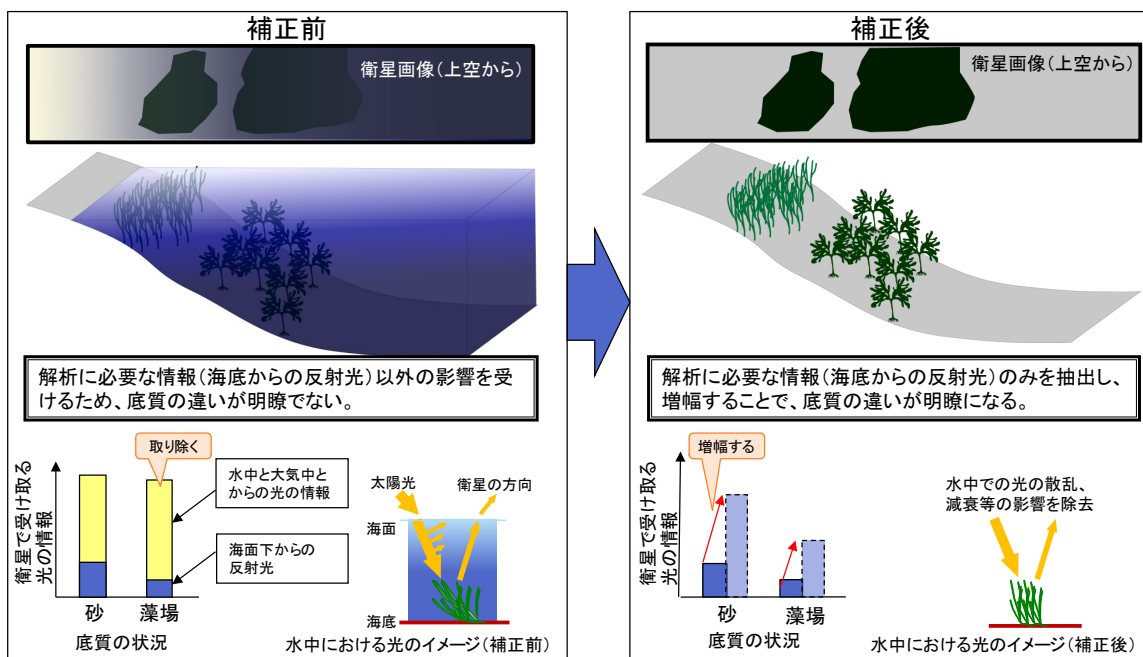


- ①2019年4月4日09:57(潮位314.8cm)
- ②2019年4月4日10:35(潮位277.4cm)
- ③2019年4月4日10:36(潮位276.4cm)
- ④2019年4月4日10:38(潮位274.4cm)
- ⑤2019年4月18日10:36(潮位260.2cm)

付図 2.7.1-2 衛星画像の取得

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

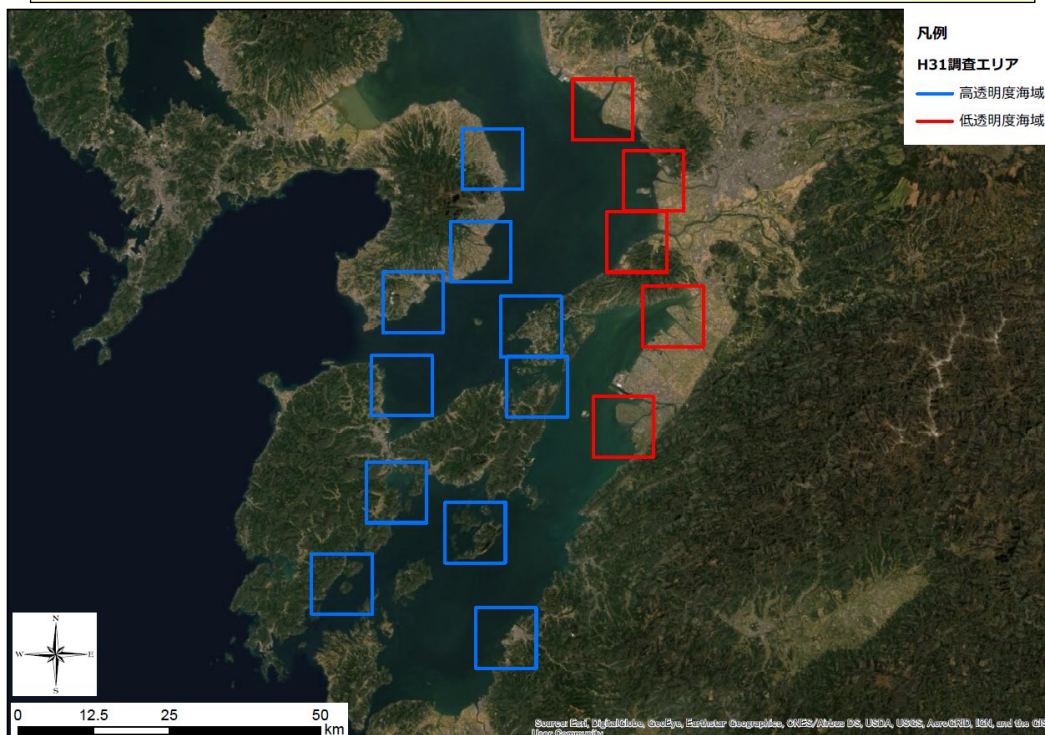
衛星画像には、解析に必要な情報以外に、水や大気の影響が含まれているため、これらの影響を取り除く放射量補正を実施。



付図 2.7.1-3 放射量補正

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- 有明海南部海域、八代海を高透明度海域、低透明度海域の全15地域に区分し、現地調査を実施。



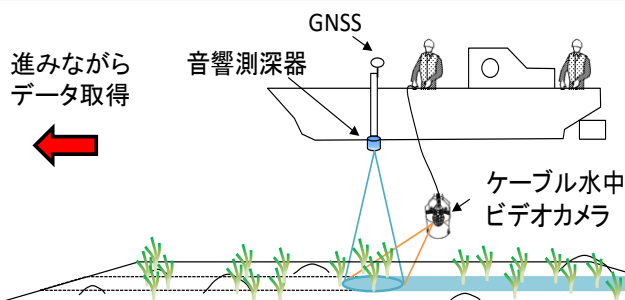
付図 2.7.1-4 現地調査(エリアの選定)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- ・ 画像解析に必要な基礎情報を得るため、海藻草類の有無及び水深を現地で確認（実施時期：令和元年6月20日～7月9日のうちのべ21日間）。
- ・ 地形や藻場の分布状況に応じて、ライン調査とスポット調査を併用。

<ライン調査>

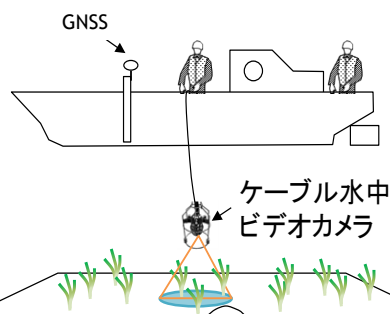
総延長約58kmで実施



<スポット調査>

76地点で実施

停止した状態でデータ取得



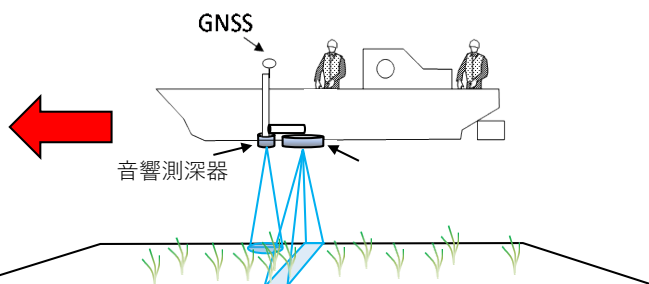
付図 2.7.1-5 現地調査（高透明度海域）

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- ・ 高透明度海域とは異なる機器を使用し、海藻草類の有無及び水深を現地で確認（実施時期：令和元年8月17日～9月2日のうち10日間）。
- ・ ライン調査で特異な反応があった地点について、スポット調査を実施。

<ライン調査>

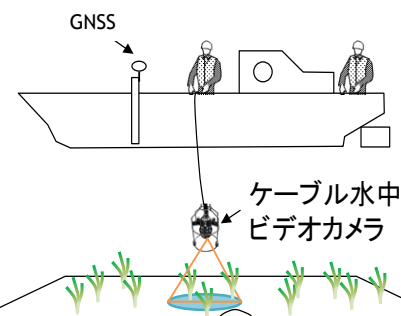
総延長約93kmで実施



<スポット調査>

125地点で実施

停止した状態でデータ取得



付図 2.7.1-6 現地調査（低透明度海域）

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

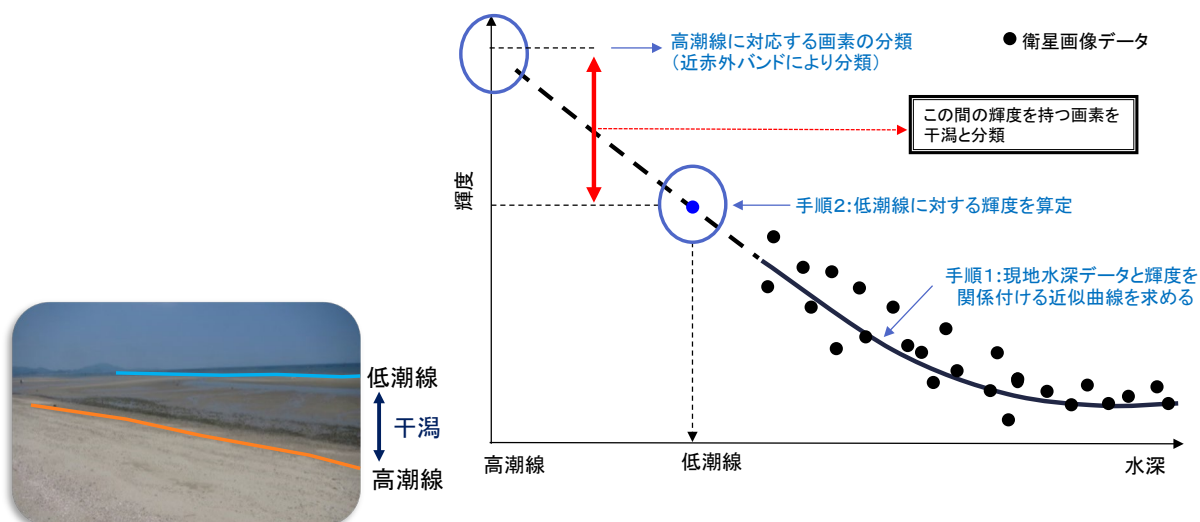
- ・ 現地調査データと衛星画像情報を比較して画像解析を行い、干潟に該当する輝度の画素を干潟として分類する方法を用いた。

※干潟の抽出条件

高潮線(満潮時の海岸線)と低潮線(干潮時の海岸線)に囲まれた干出域が1ha以上で、移動しやすい底質(砂、礫、砂泥、泥)である地形。ただし、河口干潟については、河口から第1橋までを対象とした。

<干潟に係る画像解析>

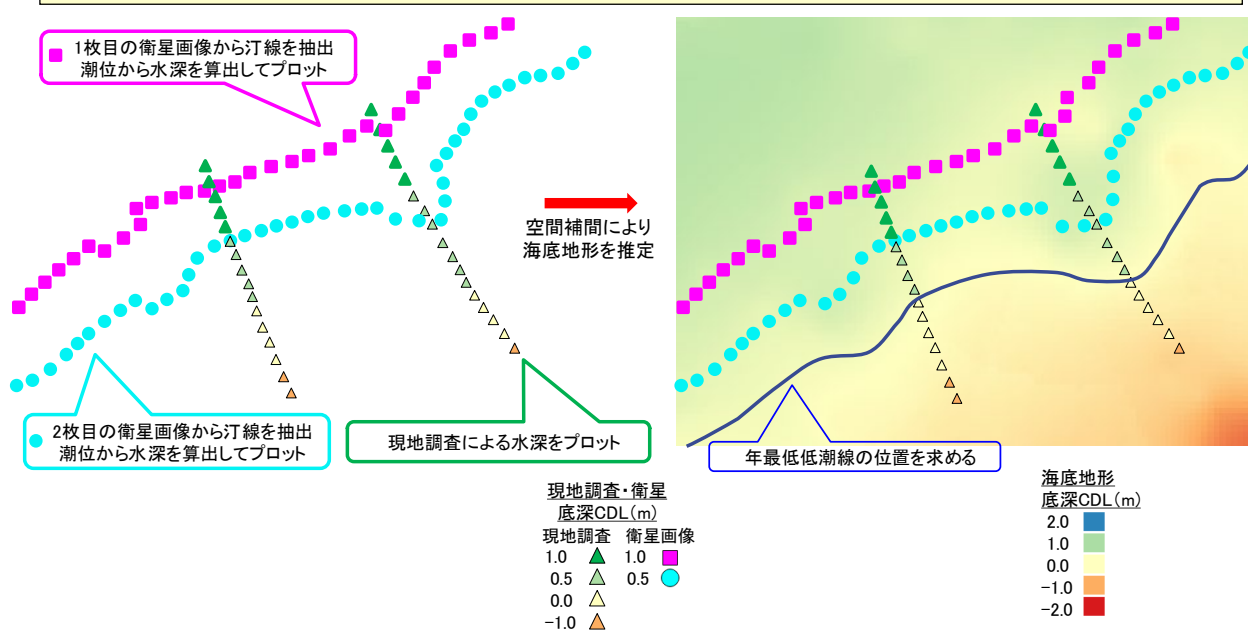
高潮線は、近赤外バンドの衛星画像解析(水分の有無から判別)から分類
低潮線は、水深と輝度(光の明るさ)の関係から、低潮線の輝度を算定
高潮線と低潮線の間を干潟として分類



付図 2.7.1-7 画像解析(干潟(輝度分析))

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- ・ 有明海南部・八代海の一部は低透明度であるため、輝度による分析に加え、潮位の異なる2枚の衛星画像と現地調査により取得した水深のデータを元に、空間補間により低潮線の位置を定めた。



付図 2.7.1-8 画像解析(干潟(空間補間))

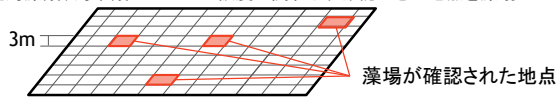
出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- ・現地調査データと衛星画像情報の比較・確認により画像解析を行い、藻場に該当する輝度（光の明るさ）の画素を藻場として分類する方法を用いた。

＜藻場に係る画像解析＞

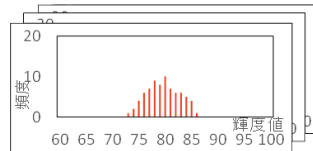
①現地調査において、藻場が確認された地点の画素を抽出

小型海藻類については、被度（海底を覆う面積割合）が5%以上の地点を、大型海藻類、海草類については被度に関わらず確認できた地点を藻場とした。



②藻場が確認された画素の輝度のヒストグラムを作成

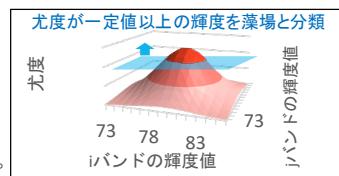
衛星画像（Planet）で観測された3種類の波長帯について、それぞれヒストグラムを作成。



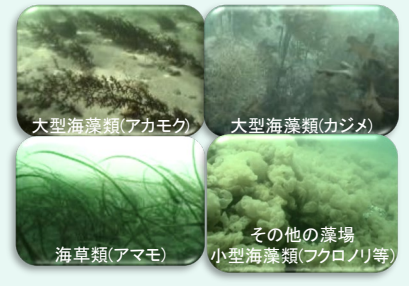
③輝度と尤度（藻場である確率）の関係を整理

藻場に該当する輝度の範囲を抽出するため、それぞれの波長帯の輝度を変数とする、輝度と尤度の関係を整理。

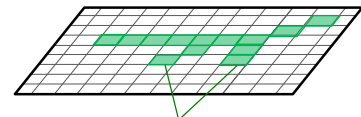
※右図はイメージのために、iバンドとjバンドの2種類の波長帯を変数としているが、実際には3種類の波長帯の輝度を変数としている。



＜水中ケーブルカメラで撮影した画像＞



現地調査を実施していない海域においても、藻場である確率が一定値以上の画素については、藻場と分類。



付図 2.7.1-9 画像解析（藻場）

出典：環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第5回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- ・衛星画像解析精度を検証するため、現地調査結果との比較により精度の検証を行った。
- ・現地調査で「藻場」と確認されたエリアを画像解析が「藻場」と分類したデータ数と、現地調査で「藻場以外」とされたエリアを画像解析が「藻場以外」と分類したデータ数を計数し、両者のデータ数の不均衡程度を加味して評価する「全体精度」を計算した。干潟も同様に計算した。
- ・また、現地調査結果のうち、衛星画像解析で正しく分類された地点の割合を示す「作成者精度」と、衛星画像解析結果のうち、正しく分類された地点の割合を示す「使用者精度」を計算した。

藻場の解析精度				(地点数)
衛星画像解析結果	現地調査結果			使用者精度
	藻場	藻場以外	計	
藻場	8,445	3,599	12,044	70.1%
藻場以外	3,599	47,188	50,787	92.9%
計	12,044	50,787	62,831	
作成者精度	70.1%	92.9%		

藻場の全体精度：(8,445 + 47,188) / 62,831 = 88.5% Tau 係数：0.876

干潟の解析精度				(地点数)
衛星画像解析結果	現地調査結果			使用者精度
	干潟	干潟以外	計	
干潟	84,205	14,939	99,144	84.9%
干潟以外	8,564	101,429	109,993	92.2%
計	92,769	116,368	209,137	
作成者精度	90.8%	87.2%		

干潟の全体精度：(84,205 + 101,429) / 209,137 = 88.8% Tau 係数：0.797

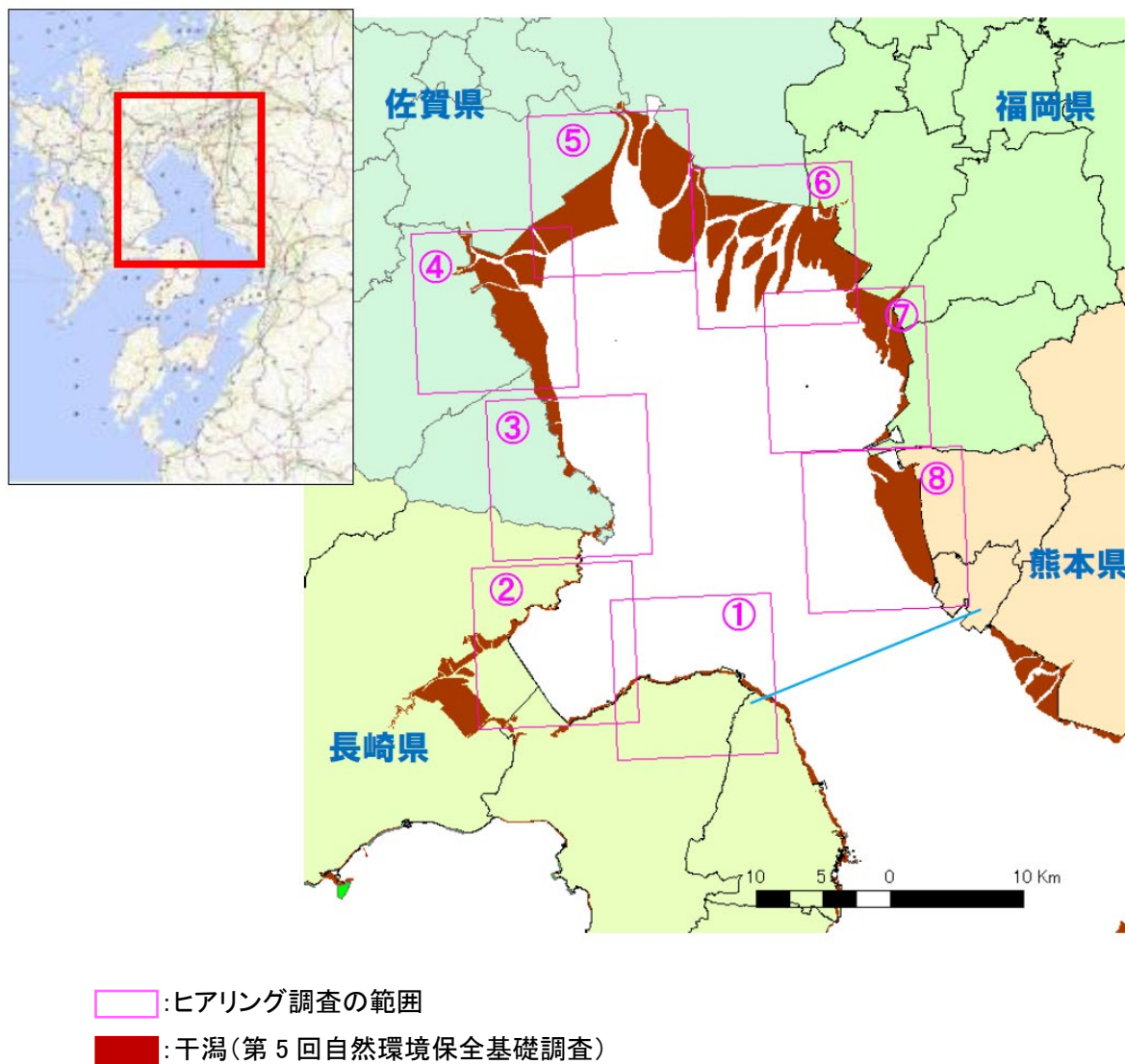
付図 2.7.1-10 衛星画像解析の精度

出典：環境省(2021)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第7回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) ヒアリング調査による藻場・干潟の分布状況調査

藻場・干潟の分布状況について、ヒアリング調査を実施した範囲は、2018(平成 30)年度は付図 2.7.1-11 に、2019(令和元)年度は付図 2.7.1-12 に示すとおりである。

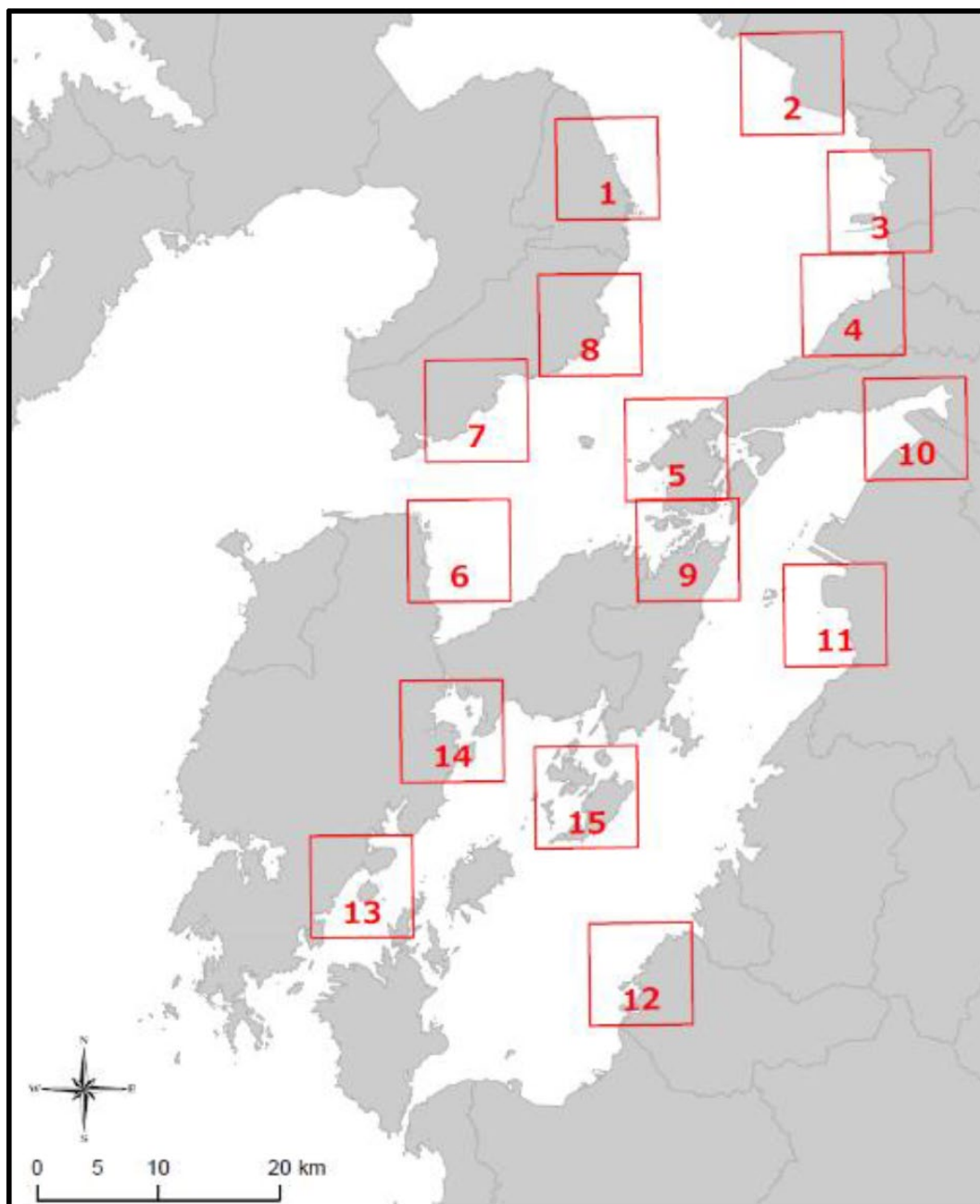
ア) 2018(平成 30)年度のヒアリング調査範囲



付図 2.7.1-11 ヒアリング調査の範囲(2018(平成 30)年度)

出典:環境省(2019)「有明海における干潟調査等業務」

イ) 2019(平成 31)年度のヒアリング調査範囲



: ヒアリング調査の範囲

付図 2.7.1-12 ヒアリング調査の範囲(2019(令和元)年度)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海における干潟調査等業務」

2.8 赤潮

2.8.1 赤潮の発生状況

2.8.2 赤潮(種類別)の特徴について

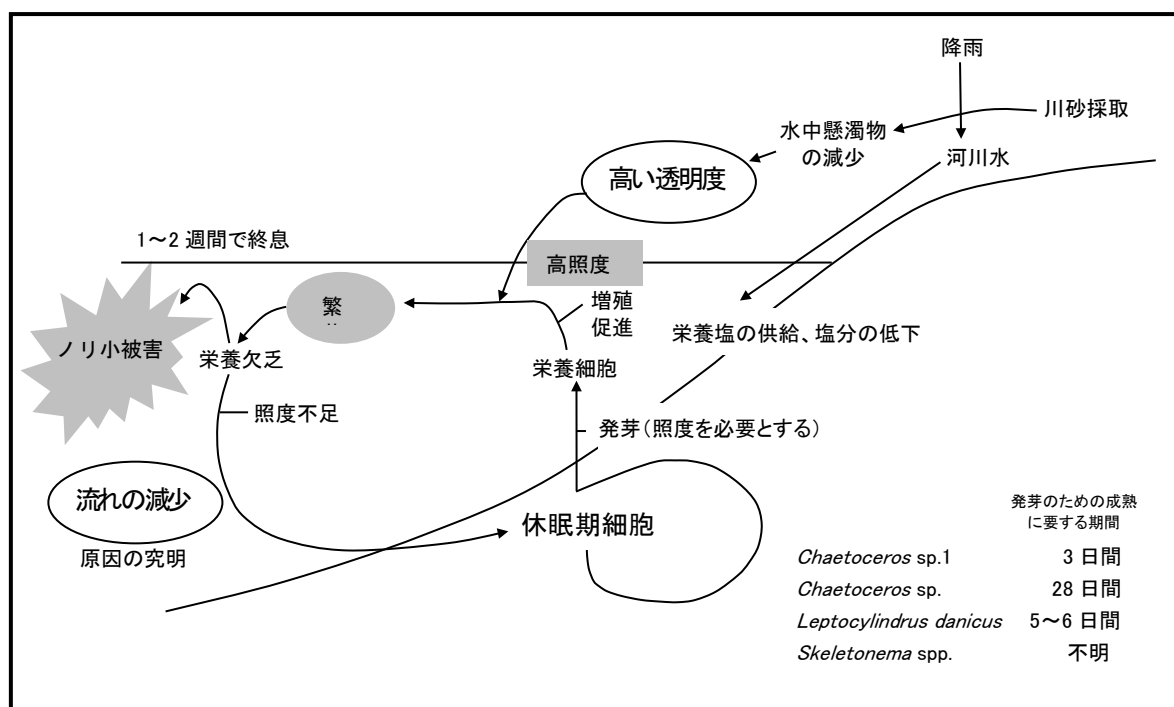
有明海・八代海等で発生する赤潮の種類ごとの特徴は下記に示すとおりである。

以下の出典: 有明海・八代海等総合調査評価委員会 (2017)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 報告」

(1) 小型珪藻(年中発生)

<特徴等>

- ・珪藻は沿岸や内湾の基礎生産者として重要であり、食物連鎖の根幹をなす。
- ・珪藻の多くは、河川から栄養塩が供給されて塩分が減少し、強い照度を与える晴天が続くと底泥中の休眠期細胞が発芽、増殖して赤潮となる。
- ・有明海では、土砂等による濁りが植物プランクトンの光合成を抑制しているが、透明度の上昇によって海底面の照度増加は発芽を促進し、赤潮発生の原因になると考えられる。

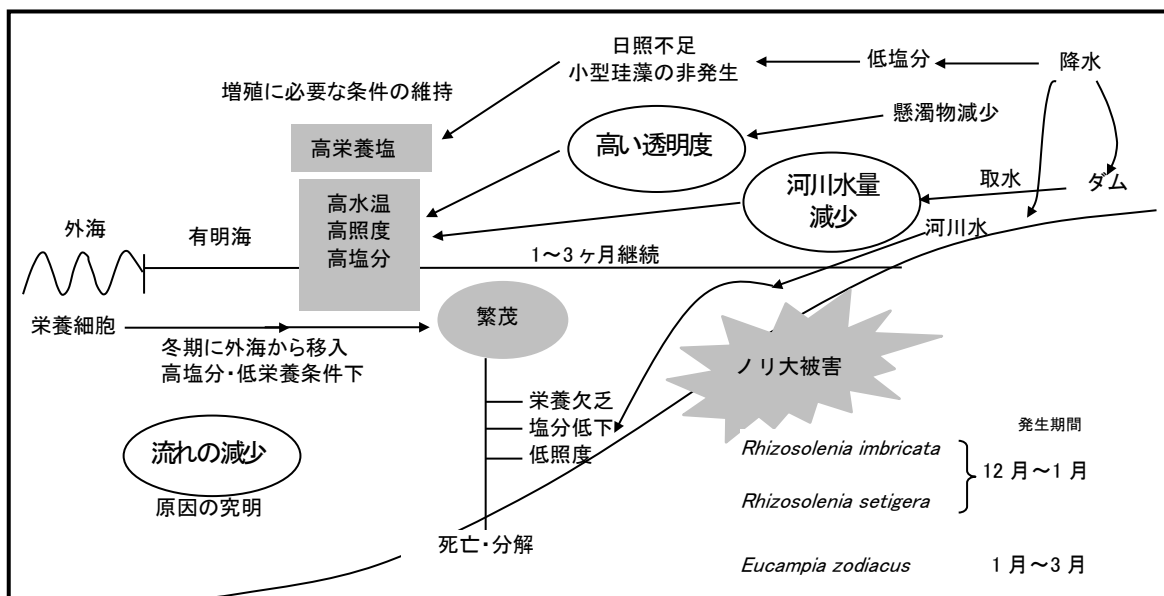


付図 2.8.2-1 小型珪藻の発生機構

(2) 大型珪藻(秋期～冬期発生)

<特徴等>

- ・大型珪藻の *Rhizosolenia* 属は、有明海で 2000 年以前には赤潮を形成してノリ養殖業に甚大な漁業被害を与えた。2000 年に大発生した *Rhizosolenia imbricata* は、毎年低レベルで観察されており、通常外海側に生息し、河川流入水が減少し高塩分状態(30～35)になる秋期以降に有明海に進入し、晴天が続くなど高い日照条件下で大発生する。
- ・*Eucampia zodiacus* も有明海でのノリの色落ちを引き起こす頻度の高い種類である。本種の発生は 1～3 月にみられ、日照時間の増大、小潮期の濁度低下などを引き金として大発生する。細胞のサイズが大きく群体を形成するため、栄養塩消費量が多いと考えられており、発生時はノリの色落ち被害が顕著である。
- ・大型珪藻は毎年発生するのではなく、気象や海象など、特殊な環境条件が整った時に大発生する。また、小型珪藻の赤潮と混在したり、時期が連続して発生したりするため、小型珪藻と大型珪藻によるノリの色落ち被害を明確に区分することは困難である。

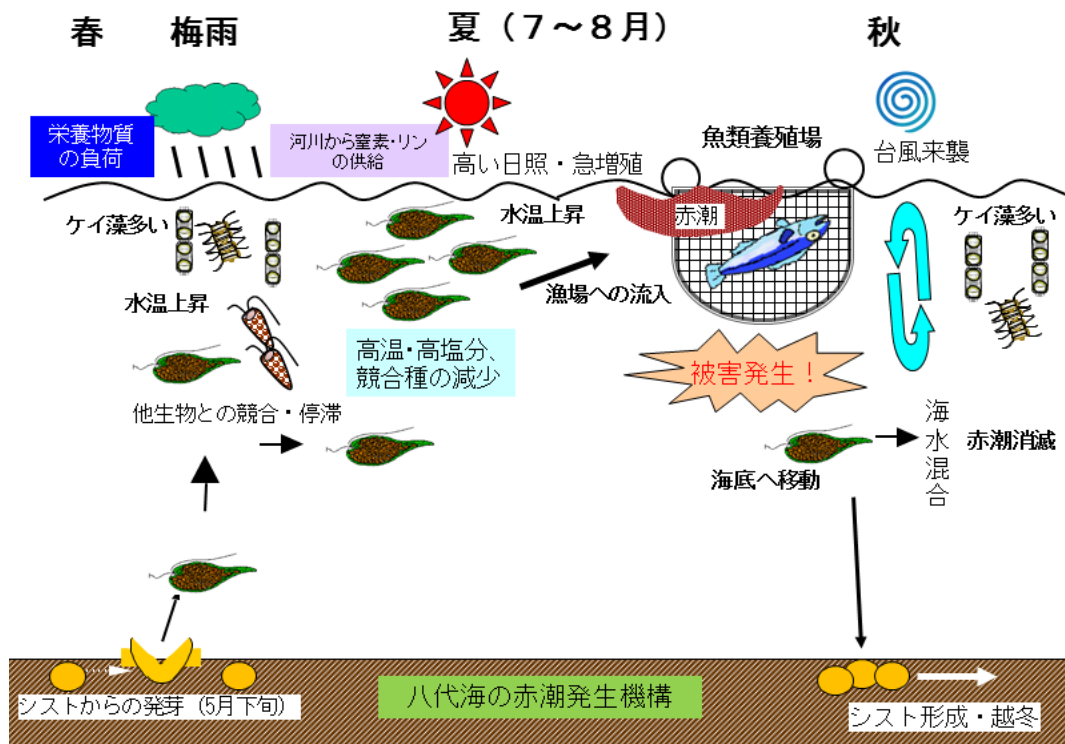


付図 2.8.2-2 大型珪藻の発生機構

(3) ラフィド藻(夏期発生)

<特徴等>

- ・有明海のラフィド藻赤潮は、*Chattonella* 属と *Heterosigma akashiwo* が知られており、魚類へ被害を与える。いずれの赤潮も有明海湾奥部や諫早湾で発生頻度や規模が顕著である。ラフィド藻赤潮発生には、休眠孢子(シスト)からの発芽、富栄養化や貧酸素水塊の発生、競合する珪藻の衰退などが関係している。
- ・有明海の *Chattonella* 属赤潮は 1984 年に佐賀県海域で初認され、諫早湾でも 1989 年に確認された。赤潮発生時は海底への有機物負荷が増大することにより、海域の貧酸素化が急速に進行すること、遊泳能力を有して夜間海底近くへ沈降し、底層からの栄養塩の溶出は *Chattonella* 属赤潮の栄養源となっている。
- ・八代海の *Chattonella* 属赤潮は 1988 年に初めて出現し、以降赤潮の発生が続いている。

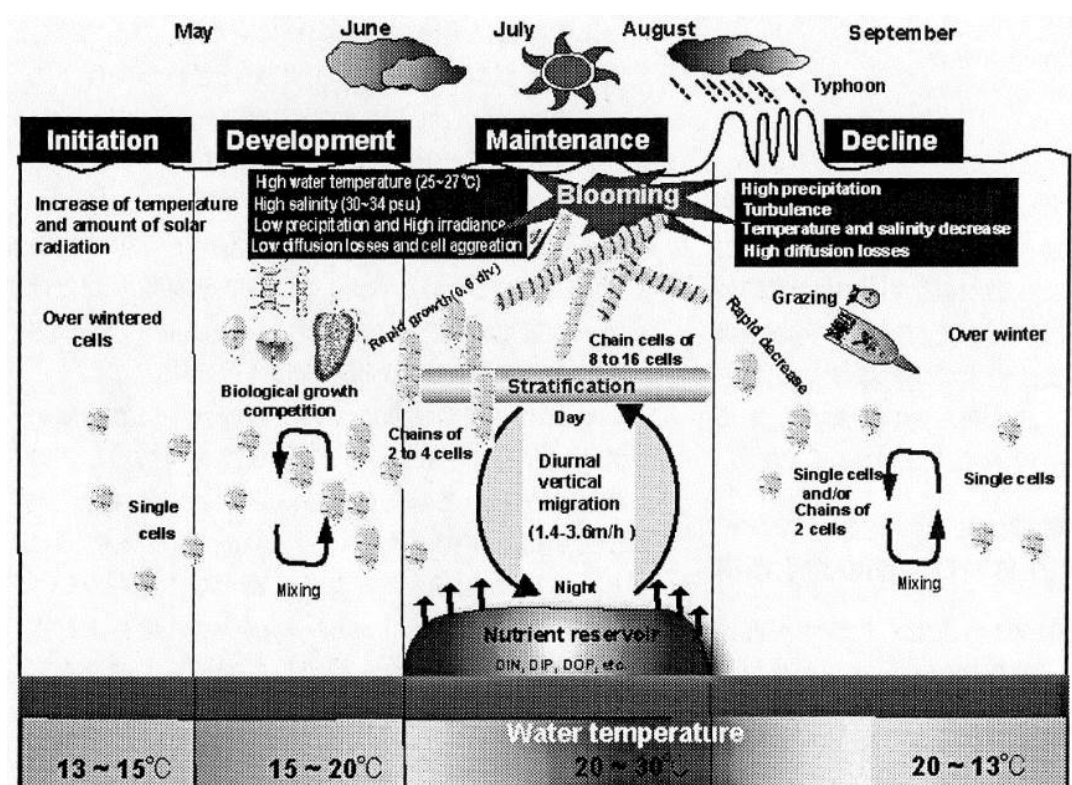


付図 2.8.2-3 *Chattonella* 属の生活環と八代海における赤潮発生機構概念図

(4) 渦鞭毛藻(夏期発生)

<特徴等>

- ・有明海の渦鞭毛藻としては *Ceratium* 属 (*C. furca* 及び *C. fusus*) や *Akashiwo sanguinea* 等が赤潮を形成するが、大きな漁業被害や貧酸素水塊の誘発はほとんどみられない。後者は秋期から冬期に赤潮を形成するため、希にノリの色落ち被害を引き起こすこともある。
- ・八代海では 1970 年代から渦鞭毛藻類 *Cochlodinium* 属 (ほとんどが *C. polykrikoides*) が大規模な赤潮を形成し、重大な漁業被害を招いている。同種のシストは八代海では確認できず、越冬栄養細胞である可能性が高く、水温と日射量の増加とともに高塩分環境下で増殖する。速い日周鉛直移動により、底層の栄養塩を利用して赤潮を持続すると考えられる。
- ・*C. polykrikoides* は、塩分変化に敏感(狭塩分性種)であり、赤潮は渇水年に発生し、降雨年で非発生であることが示唆される。
- ・この他、八代海では魚類や貝類に被害を与える *Karenia mikimotoi* 赤潮が発生しているが、*C. polykrikoides* と比較すると赤潮発生頻度、規模、被害額は小さい。



付図 2.8.2-4 八代海における *C.polykrikoides* の赤潮発生機構模式図

2.8.3 有明海における赤潮による漁業被害(ノリ養殖等)

2.8.4 八代海における赤潮による漁業被害(魚類養殖等)

2.8.5 橘湾における赤潮による漁業被害

有明海・八代海・橘湾における赤潮による漁業被害の状況は付表 2.8.5-1～付表 2.8.5-4 に示すとおりである。

付表 2.8.5-1(1) 珪藻の赤潮発生による漁業被害(1978～2020 年)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
1985	有明海	<i>Cerataulina</i>	ノリの色落ち	不明
1986	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asterionella kariana</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Asterionella kariana</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	<i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Rhizosolenia delicatula</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1989	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asterionella kariana</i>	ノリの色落ち	不明
1989	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Prorocentrum</i>	ノリの色落ち	不明
1991	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1991	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i>	ノリの色落ち	不明
1992	有明海	<i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Lauderia</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Coscinodiscus</i>	ノリの色落ち	不明
1993	有明海	<i>Rhizosolenia fragilissima</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1994	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Leptocylindrus</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Ditylum brightwellii</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Rhizosolenia fragilissima</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira rotula</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Gymnodinium</i>	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>Ditylum</i> <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
1996	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Asterionella gracialis</i>	ノリの色落ち	不明
1997	有明海	<i>Nitzschia seriata</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
1997	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> <i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち	不明
1998	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Leptocylindrus</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
1998	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Leptocylindrus</i>	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち・生育不良	不明
2000	有明海	<i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros debile</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Biddulphia sinensis</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち・生育不良	不明
2001	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2001	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros debile</i> <i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i>	ノリの色落ち	不明

付表 2.8.5-1(2) 珪藻の赤潮発生による漁業被害(1978～2020 年)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
2002	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2002	八代海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2002	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2003	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
2005	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2008	有明海	<i>Asterionella karinana</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2009	有明海	<i>Thalassiosira</i> <i>Skeletonema</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Asterionella karinana</i>	ノリの色落ち	不明
2009	有明海	<i>Asterionella karinana</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira nitzschoides</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2010	有明海	<i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira nitzschoides</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Asterionella karinana</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Asterionella karinana</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asterionella karinana</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	<i>Asterionella karinana</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Guinardia delicatula</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2015	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2015	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2016	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2016	有明海	<i>Thalassiosira rotula</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2017	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2017	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2017	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2018	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2018	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2018	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2018	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2018	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2019	有明海	<i>Detonula pumila</i>	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Skeletonema</i> spp.	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Skeletonema</i> spp.	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Chaetoceros</i> spp.	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Skeletonema</i> spp.	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2020	有明海	<i>Skeletonema</i> spp. <i>Chaetoceros</i> spp. <i>Fibrocapsa japonica</i>	ノリの色落ち	不明

注) 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は合算して集計した

出典: 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～令和 2 年)」から集計

付表 2.8.5-2(1) ラフィド藻類の赤潮発生による漁業被害(1978～2020 年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
1988	八代海	<i>Heterosigma akashiwo</i> <i>Prorocentrum</i>	ハマチ、ブリ、マアジへい死	3,453
1988	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ブリ、マアジ、ボラへい死	40,766
1989	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	62,560
1989	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	コノシロ、グチへい死	不明
1990	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、マダイ等へい死	1,099,673
1990	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	403,809
1990	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	51,585
1992	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	9,482
1992	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	366,155
1992	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Akashiwo sanguinea</i>	エツ、コノシロ、グチ、ワラスボへい死	不明
1995	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	18,749
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	12,148
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ(養殖魚)、ボラ、スズキ、コチ、エイ、タコ、カニ、グチ、シラビラメ類、アカエイへい死(天然魚)	不明
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Skeletonema</i>	クルマエビ衰弱	不明
1999	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i>	エビ類、カニ類衰弱	不明
2000	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Heterosigma akashiwo</i>	アサリ、ボラ、スズキ、ハモ、コチ、サッパ、ウシノシタ類、ネズミゴチ、ハゼ類、エビ類、カニ類、シャコへい死	264,070
2000	有明海	<i>Fibrocapsa japonica</i>	のりの色落ち・生育不良	
2003	有明海	<i>Heterosigma akashiwo</i>	ボラ、クロダイ、コノシロへい死(天然魚)	不明
2003	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、トラフグ、カワハギ、カンパチ、シマアジ、マダイ、ヒラマサ、クロダイへい死	363,666
2003	有明海	微細藻類 <i>Skeletonema</i> <i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i>	アサリへい死	不明
2003	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、トラフグ、カンパチ、シマアジ、ヒラマサへい死	287,382
2004	八代海	<i>Chattonella</i>	ブリ、カンパチ、シマアジ、マアジ、マダイ、トラフグ、カワハギ、クロダイ、スズキ、ガザミ、アサリへい死	226,844
2004	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i>	アカエイ、コチ、ボラ、シバエビ、アサリ、グチ、クロダイ、ガザミ、スズキ、アカエイへい死	不明
2005	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Heterosigma akashiwo</i>	ブリ、ヒラマサ、カンパチ、シマアジ、トラフグ等へい死	94,108
2007	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	11,455
2007	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> (貧酸素水塊と同時発生)	ガザミ、エツ、コノシロ、スズキ、メナダ、ボラ、ワラスボ、ハゼ類、クチゾコ類、フグ、ハモ、マアナゴ、ウナギ、シバエビ、シラタエビ、サルボウ、アゲマキ、シロギス、ヒラメ、キチヌ、クロダイ、マゴチ、ヒイラギ、ウシノシタ類へい死	不明

付表 2.8.5-2(2) ラフィド藻類の赤潮発生による漁業被害(1978～2020 年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
2008	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> (貧酸素水塊と同時発生)	ヒイラギ、ボラ、エビ、ガザミ、サッパ、コノシロ、ヒラ、スズキ、クツゾコ、カニ類、エビ類、サルボウ、アサリ	不明
2009	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサへい死	185,508
2009	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグへい死	2,901,996
2009	有明海 (注 1)	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサへい死	156,050
2009	橘湾 (注 1)	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグ、シマアジへい死	273,915
2010	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、ヒラメ、トラフグへい死	5,274,909
2010	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサ、シマアジ、マダイ、トラフグへい死	86,955
2014	有明海	<i>Heterosigma akashiwo</i>	コノシロ、グチ類(天然)へい死	不明
2015	有明海	<i>Chattonella</i> spp.	エツ、ボラ、スズキ(天然) ブリ、ハマチ、シマアジ へい死	不明 3,246
2016	八代海	<i>Chattonella</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ	209,556
2016	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ(1～3 歳魚)	215,100
2017	八代海	<i>Chattonella</i>	ブリ	800
2018	有明海	<i>Chattonella</i>	ブリ ヒラマサ	65 54
2019	八代海	<i>Chattonella</i>	シマアジ、カンパチ	2,315
2019	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ(1,2 歳魚)	120,600

注) 1. 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(平成 14 年法律第 120 号)に基づく海面の区分で整理しており、漁業被害額等は出典と異なる。

2. 2016 年の被害額は調査中である。

3. 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

4. 養殖魚の場合、被害尾数が 1,000 尾未満の場合は規模が小さいため割愛した。

出典: 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～令和 2 年)」から集計

付表 2.8.5-3 その他赤潮生物による漁業被害(1984～2015 年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
2006	有明海	<i>Eutreptia</i> (緑藻)	ノリの色落ち	不明

注) 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

出典: 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～平成 27 年)」から集計

付表 2.8.5-4 渦鞭毛藻類の赤潮発生による漁業被害(1978～2020 年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
1978	八代海	<i>Gymnodinium</i> sp.	マダイ、ブリへい死	30,220
1978	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリへい死	44,537
1978	八代海	<i>Gymnodinium</i> sp.	ブリ、ボラへい死	26,990
1979	橘湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ハマチ、マダイ等へい死	1,242
1981	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ハマチ、マダイ、マアジへい死	32,596
1985	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	マアジ、マダイ等へい死	59,322
1989	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	マダイ、ブリへい死ブリ、トラフグ、マアジへい死	255,754
1990	橘湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリへい死	10,262
1990	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、トラフグ、クロダイ等へい死	40,380
1991	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	マダイ、トラフグ等へい死	13,090
1994	八代海	<i>Heterocapsa circularisquama</i>	アコヤガイへい死・衰弱、アサリへい死	225,000
1996	八代海	<i>Karenia digitata</i>	トラフグ、ハモ、マダイへい死	不明
1999	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	トラフグへい死	57,907
2000	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	トラフグ、マダイ、ブリ、カンパチ、シマアジ、マアジ、マサバ、ヒラマサ、クロダイ、イシダイ、カサゴ、イサキ、ヒラメ	3,984,067
2000	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	メガイアワビ、エゾアワビ、トラフグ、ブリ、タコ、ハモ、クルマエビ、ヒラアジへい死	29,215
2000	橘湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	ブリ、マダイ、カンパチ、トラフグへい死	28,065
2002	有明海	<i>Ceratium furca</i> <i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Chaetoceros</i>	ガザミ、アナゴ、スズキ、ヒラメ、アイナメ、メバル、コチへい死	不明
2002	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、カンパチ、ヒラメ等へい死	587,808
2002	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Fibrocapsa japonica</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Katodinium glaucum</i>	のりの色落ち・生育阻害	不明
2003	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros debille</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	のりの色落ち・生育阻害	不明
2004	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i>	のりの色落ち等	不明
2015	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	(養殖)ブリ、マダイ、カンパチ、シマアジ、マガキ、アワビ (天然)、ボラ、クロダイ、カサゴ、ダツ、ヒラメ、フグ、メバル、エソ、アワビ、ウミニナ、ガンガゼへい死	28,482.6
2015	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	ブリ	12,804
2015	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ	5,760
2016	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち	不明
2016	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち、冷凍庫出庫の遅延	不明
2017	有明海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Chattonella</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	コノシロ他	15
2019	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ(2,3 歳魚)	不明
2020	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち	不明

注) 1. 2016 年の被害額は調査中である。

2. 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

3. 養殖魚の場合、被害尾数が 1,000 尾未満の場合は規模が小さいため割愛した。

出典: 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～令和 2 年)」から集計

2.9 生物

2.9.1 有明海・八代海等を中心に生息する生物(固有種、希少種等)

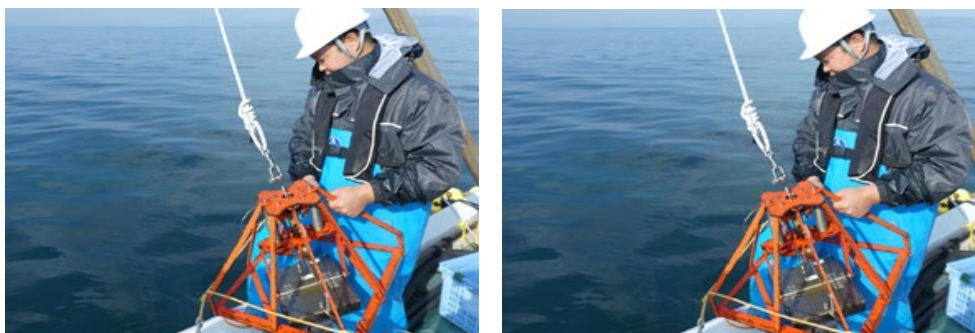
2.9.2 ベントス(底生生物)

(1) ベントスの経年変化

ベントス(底生生物)調査は、付図 2.9.2-1 に示すスミスマッキンタイヤ型採泥器(採泥面積 0.05m²)を用いて 10 回採取し、1mm メッシュの篩で選別し、同定を行った。

調査項目及び分析方法は付表 2.9.2-1 に示すとおりである。

有明海・八代海におけるベントス調査の実施状況は付表 2.9.2-2 に示すとおりである。なお、2003(平成 15)年度及び 2004(平成 16)年度は 3 回採泥であり、2005(平成 17)年度以降は 10 回採泥に統一した。また、2005(平成 17)年度～2007(平成 19)年度は四季で調査を実施していたが、2011(平成 23)年度以降は夏期(7 月または 8 月)と冬期(1 月または 2 月)の年 2 回の調査を基本とした。



付図 2.9.2-1 ベントス採取状況等

付表 2.9.2-1 ベントスの調査項目及び分析方法

調査項目	調査・分析方法
底生生物 (マクロベントス)	「東京湾における底生生物調査指針」(平成 10 年度七都 県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善専門部会策定)

有明海・八代海の各海域におけるベントスの個体数、湿重量(線形表示)の経年変化を付図 2.9.2-2～付図 2.9.2-5 に示す。ベントスの種類数、個体数、湿重量の水平分布(2017(平成 29)年度以前の調査結果)は、付図 2.9.2-6～付図 2.9.2-8 に示すとおりである。

また、2005(平成 17)年度以降の調査におけるベントス個体数の上位 5 種の推移は付表 2.9.2-3 に、ベントス湿重量の上位 5 種の推移は付表 2.9.2-4 に示すとおりである。

付表 2.9.2-2 ベントス調査の実施状況

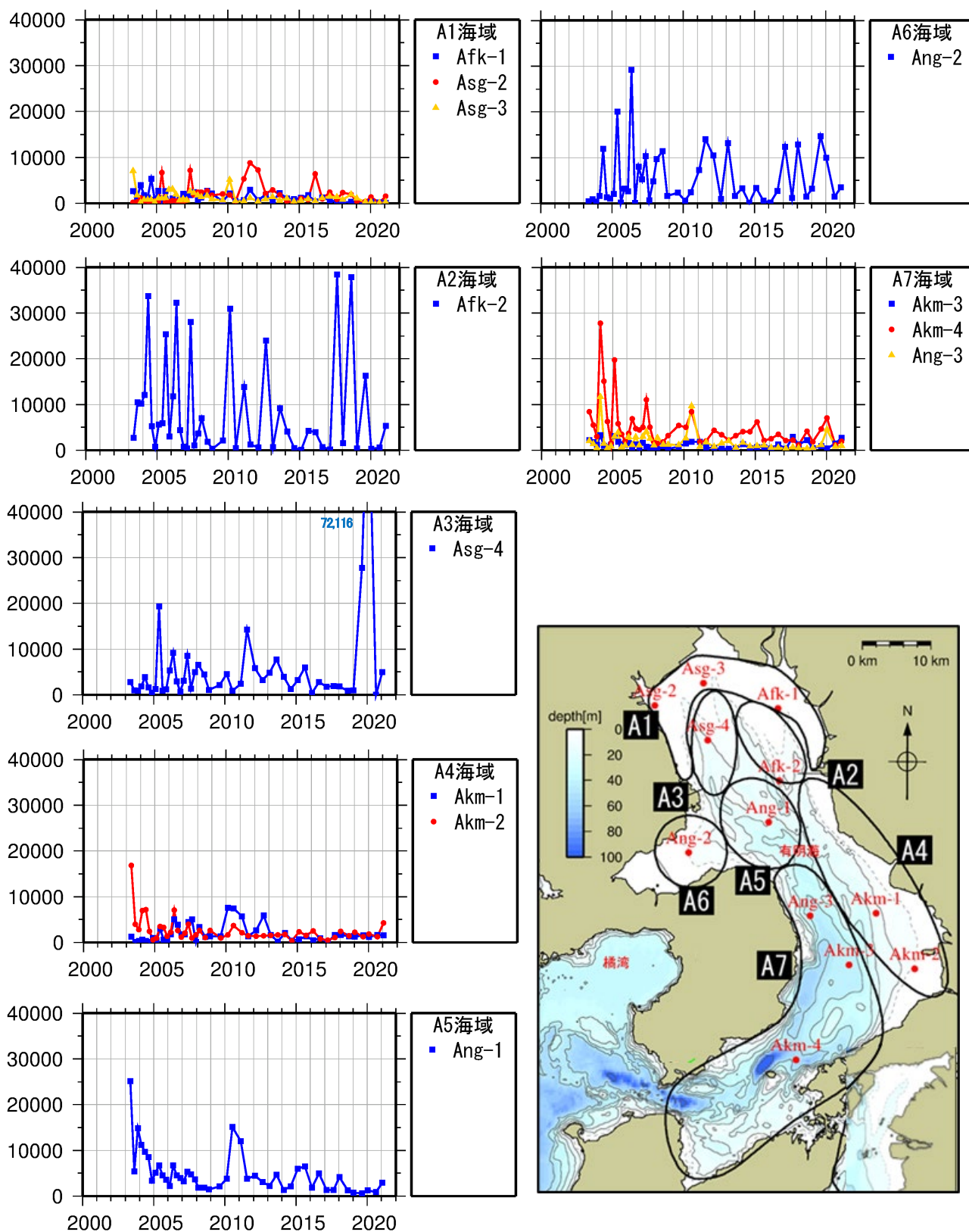
[illegible]

年度	2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020			
季節	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬				
調査年月	-	1107	-	1202	-	1207	-	1302	-	1308	-	1402	-	1408	-	1502	-	1508	-	1602	-	1608	-	1702	-	1708	-	1801	-	1808	-	1901	-	1908	-	2001	-	2008	-	2101
Afk-1		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Afk-2		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Asg-2		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Asg-3		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Asg-4		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ang-1		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ang-2		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ang-3		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Akm-1		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Akm-2		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Akm-3		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Akm-4		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-1										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-2										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-3										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-4										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-5										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-6										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykm-7										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykg-1										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykg-2										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●
Ykg-3										●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●		●

注) 表中の「●」は10回採泥によるベントス調査、「△」は3回採泥によるベントス調査を示す。

出典：環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

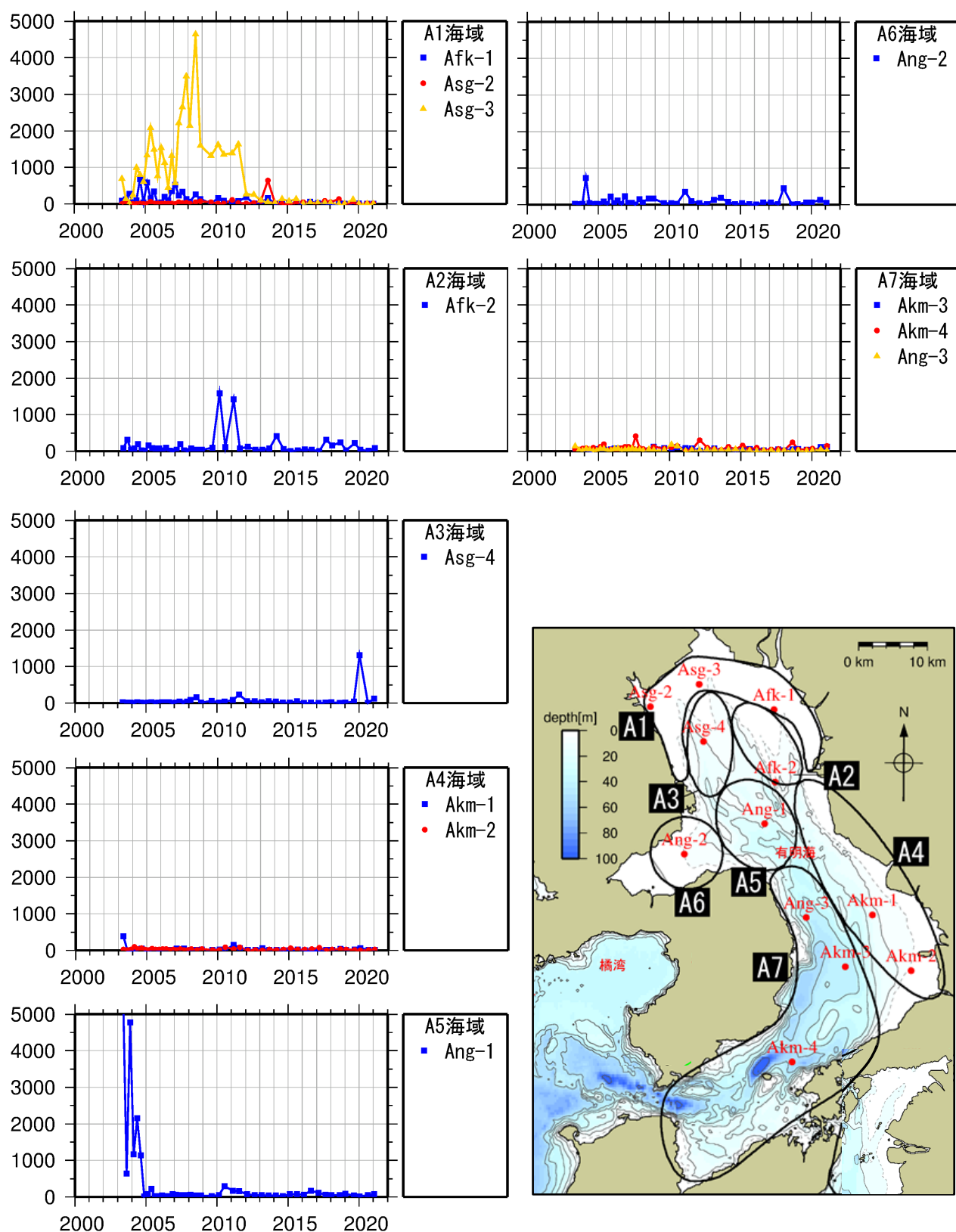
有明海:個体数(個体/m²):線形表示



付図 2.9.2-2 有明海のベントス個体数(線形表示)の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

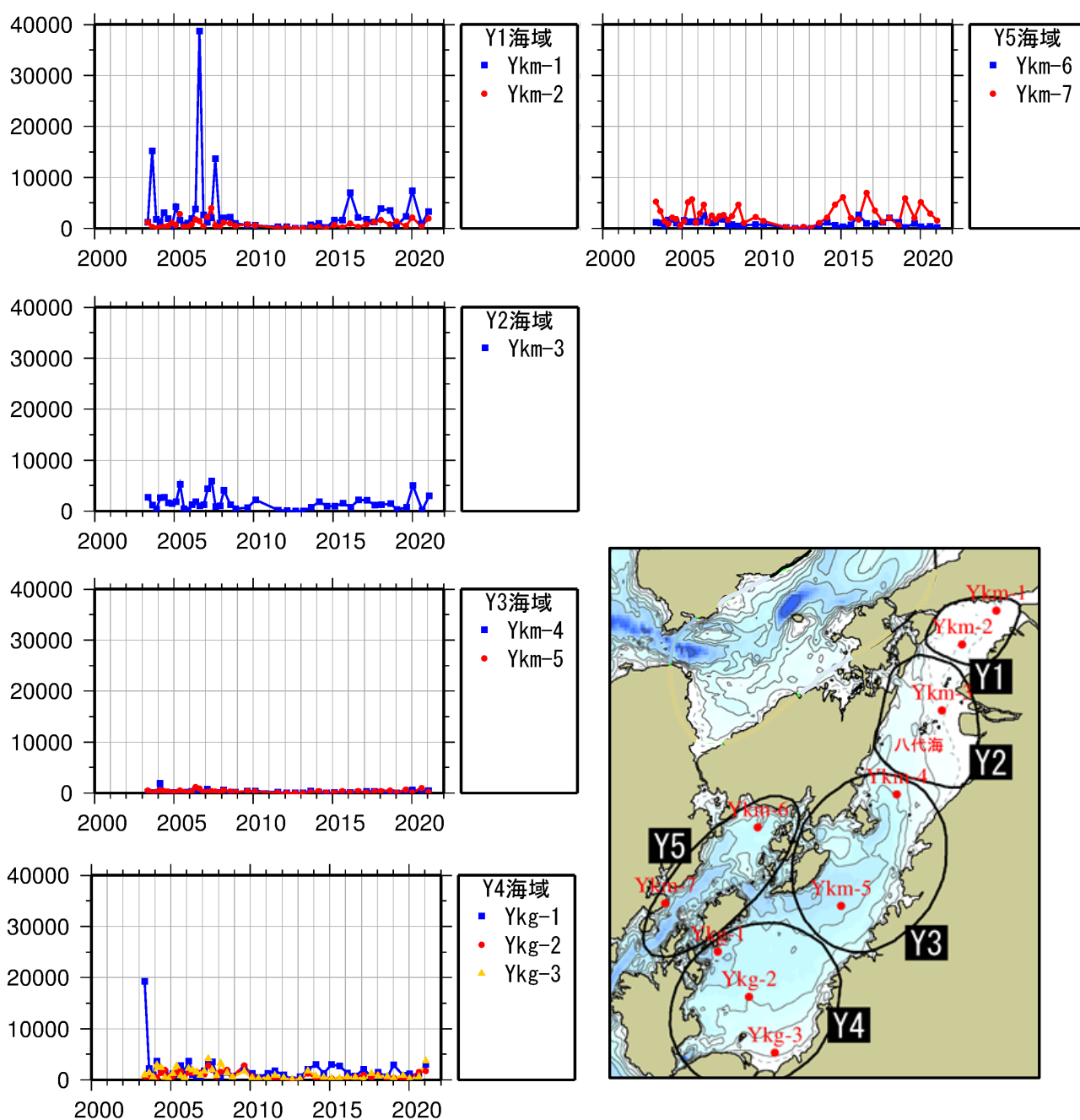
有明海:湿重量(g/m²) :線形表示



付図 2.9.2-3 有明海のベントス湿重量(線形表示)の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

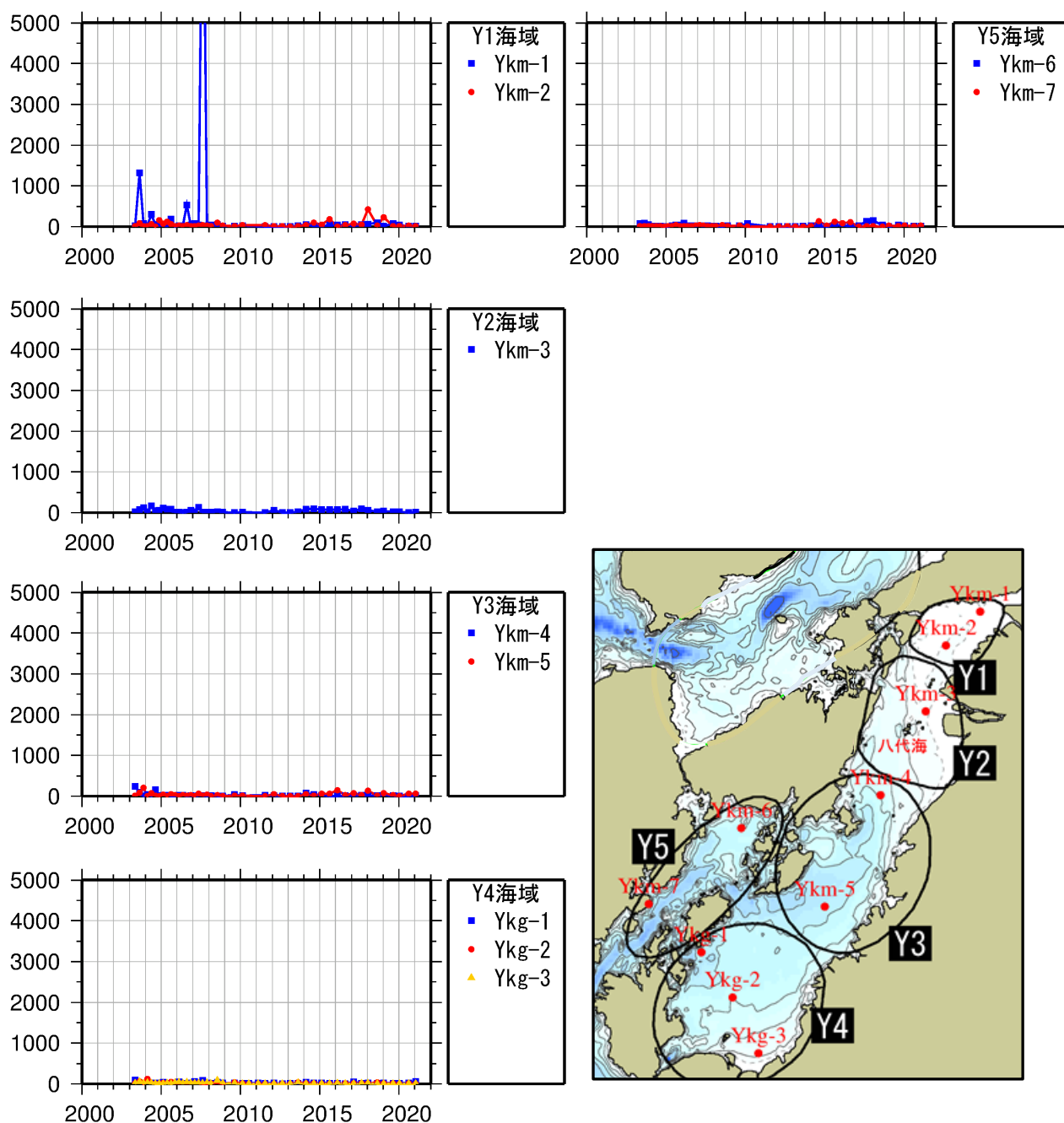
八代海:個体数(個体/m²):線形表示



付図 2.9.2-4 八代海のベントスの個体数(線形表示)の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

八代海:湿重量(g/m²) :線形表示



付図 2.9.2-5 八代海のベントスの湿重量(線形表示)の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」