

図 2.8.3-9 有明海福岡県海域、佐賀県海域及び熊本県海域における *Eucampia zodiacus* の最高細胞密度の経年変化

出典:環境省(2015)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会(第10回)」

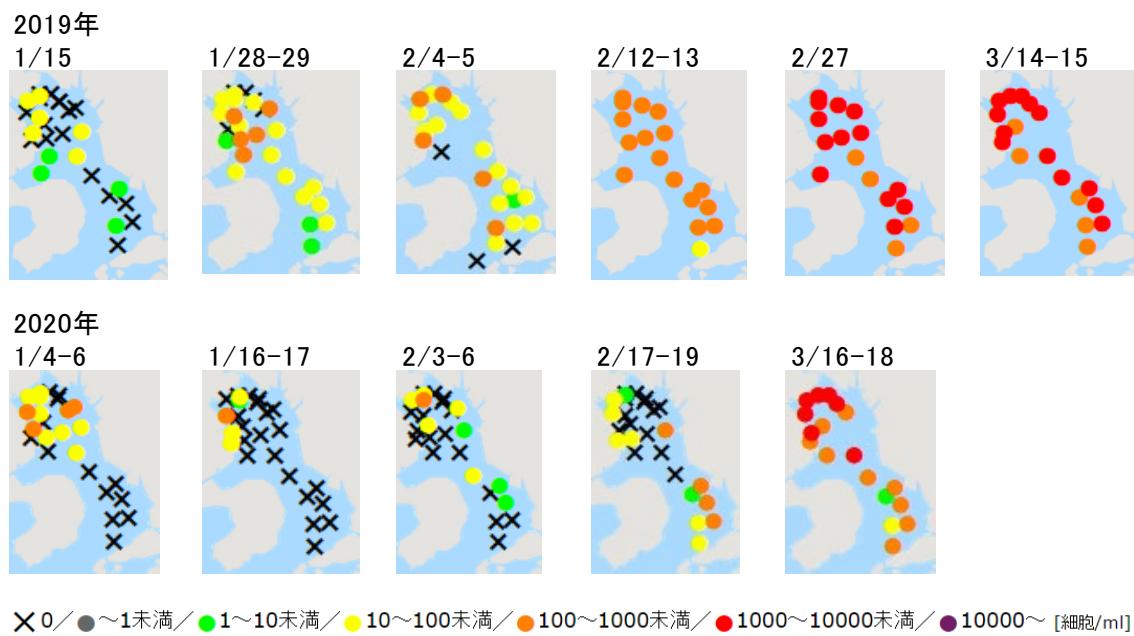


図 2.8.3-10 *Eucampia zodiacus* の出現状況の変化(2019(令和元)年1月～3月及び2020(令和2)年1月～3月)

出典:水産・研究教育機構水産技術研究所が運営する赤潮分布情報をもとに環境省が作成した。

(ii) *Asteroplanus karianus*

Asteroplanus karianus は、有明海や噴火湾などの海域で分布が確認されている中型（細胞長 16~68 μm）の珪藻類で、休眠期細胞の復活とその後の増殖は、高水温よりも低水温の方が至適であること、効率的に増殖するには窒素源が豊富に存在する環境が必要であること、他の珪藻より低い光強度を利用可能なことなどが明らかにされている^{14), 15), 16)}（松原ら, 2014; Yamaguchi et al., 2014; Shikata et al., 2015）。

有明海佐賀県海域における *A. karianus* による赤潮の発生状況を見ると、1980(昭和 55)～2000(平成 12) 年代前半においても出現が認められていたが、2007(平成 19) 年度～2014(平成 26) 年度に、単独で、かつ高密度の赤潮を形成した（図 2.8.3-11）。また、本種による赤潮の形成とノリの色落ち被害との関係を比較してみると、赤潮の発生海域の拡大にともない、ノリの色落ち被害も拡大していく様子が明瞭に認められる（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.134）。一方で、本種は、有明海において、これまで佐賀県海域以外の海域で赤潮を形成した報告はなく、きわめて赤潮の発生海域が限定されていることも本種による赤潮の特徴である。

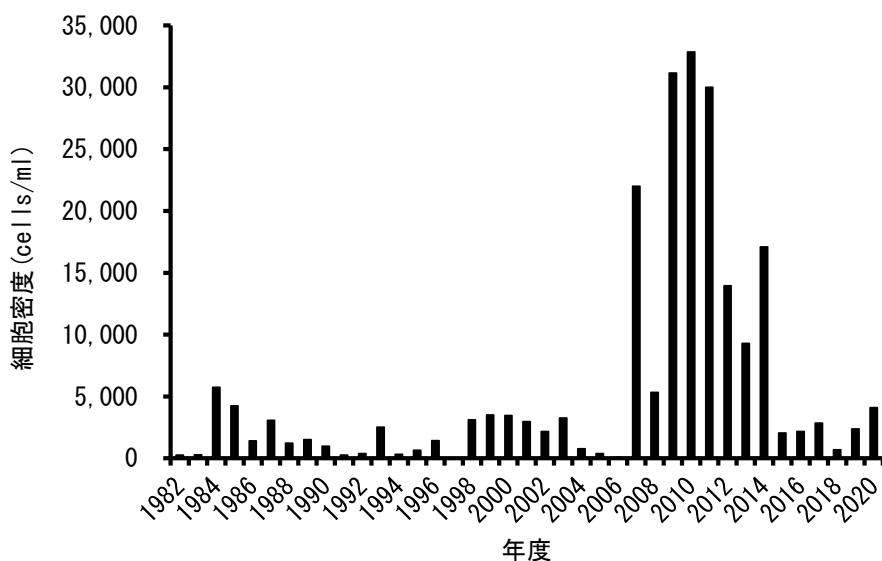
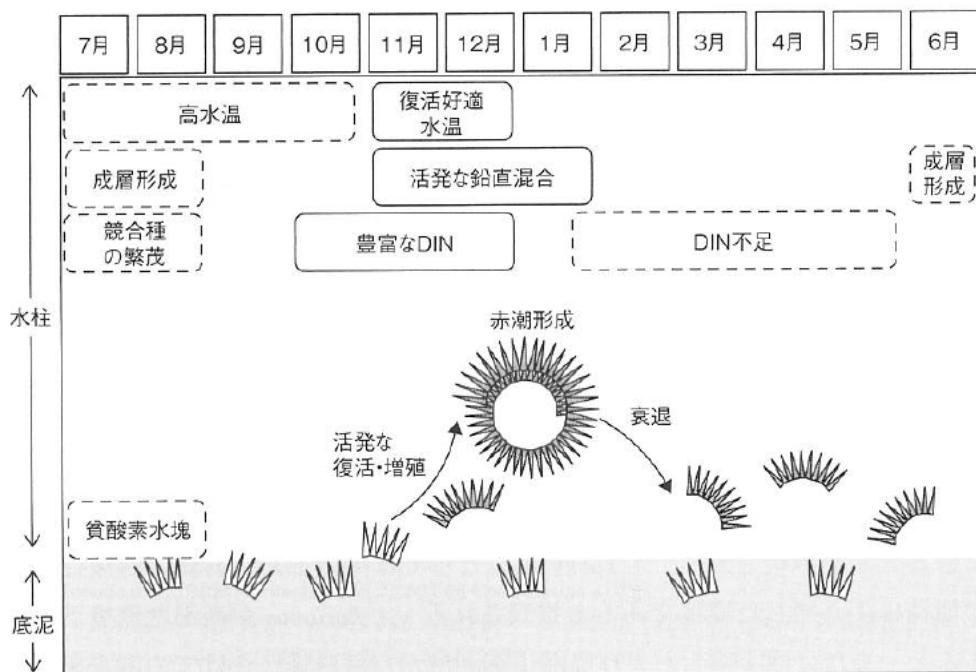


図 2.8.3-11 有明海佐賀県海域における *Asteroplanus karianus* の最高細胞密度の変動

出典: 佐賀県有明水産振興センターによる調査結果をもとに環境省が作成した。

現在のところ、*A. karianus* による赤潮の発生が、有明海の佐賀県海域において、2007(平成 19) 年度～2014(平成 26) 年度に、単独で高密度の赤潮を形成した要因は不明である。ただし、これまでの研究から、本種は水温及び全天日射量が年間で最低となる時期に赤潮を形成する傾向にあること（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.135）、鉛直混合期に細胞密度が増加する傾向にあること（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.136）などが明らかとなっており、本種による赤潮の発生には、水塊の鉛直混合や低水温、高栄養塩濃度などの環境条件が寄与している可能性が示唆される。これまでの知見から想定される *A. karianus* の赤潮発生機構の概念図が図 2.8.3-12 のように示されている¹⁷⁾（松原 2016）。また、ブルームピークの時期が水温 10°C を下回った後の初めての大潮期に続く小潮期で

あることから、水温変動予測と潮汐表の活用からブルームピーク時期の予察の可能性が示されている¹⁷⁾(松原ら 2016)。



注)1.実線の囲みは好適な要因、破線の囲みは不適な要因を示す。

2.貧酸素水塊について試験データではなく、負の影響を想定。

図 2.8.3-12 *Asteroplanus karianus* の赤潮発生機構の概念図

出典:松原賢(2016):有明海の新たなノリ色落ち原因珪藻*Asteroplanus karianus*, 有害有毒プランクトンの科学,今井一郎・山口峰生・松岡數充(編),恒星社厚生閣,pp. 252-257

(iii) *Skeletonema* spp.

有明海では、*Skeletonema* 属による赤潮の発生は一年を通してみられるが、季節により赤潮の構成種は異なることが示唆されている¹⁸⁾(山田ら 2017)。しかしながら、*Skeletonema* 属の種分類は、光学顕微鏡では判断出来ない微細な形態が基準となることから、モニタリング調査では *Skeletonema* spp.として扱われているのが現状である。

有明海での *Skeletonema* 属による赤潮の発生機構については充分に解明されておらず、知見も一部の海域に限られている。奥部海域では、冬季に発生する赤潮は、奥西部の河口域が初期増殖域となっていること、河川から栄養塩が供給される河口感潮域が増殖に重要であること、干潮時の河口沖合域が珪藻の増殖場として機能していること、水温の低下と水柱の透過光量の増加がブルーム形成に重要であることが示されている^{19)、20)}(山口ら 2017、松原ら 2018) (Yamaguchi et al., 2019; 図 2.8.3-13、山口ら 2021; 図 2.8.3-14)。また、現地観測データと数値シミュレーション手法から、秋期～冬期の奥部海域では、奥西部は密度流の未発達により水塊が滞留し、*Skeletonema* 属等の植物プランクトンの増殖に好適な環境が形成され、奥東部は一級河川からの浮力負荷によって密度流が発達し、海水交換が促進され、植物プランクトンにとって増殖しにくい環境が形成されていることが示されている(南浦・山口 2019; 図 2.8.3-15)。

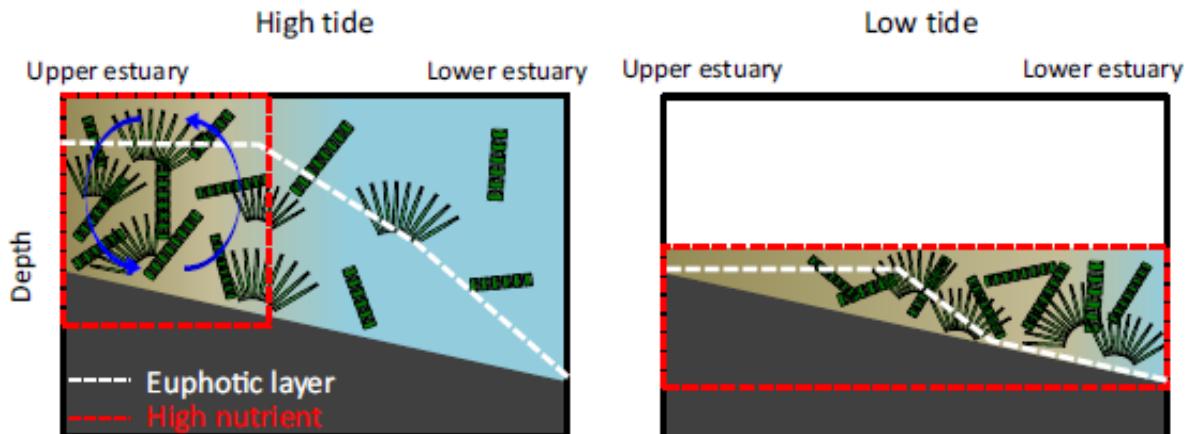


図 2.8.3-13 河口域の満潮時(左)及び干潮時(右)における水塊と珪藻の挙動に関する模式図

出典: Yamaguchi, A., Ota, H., Mine, T. (2019): Growth environment of diatoms in turbid water in the inner western part of Ariake Bay during winter, Journal of Oceanography, Vol. 75, pp.463–743.

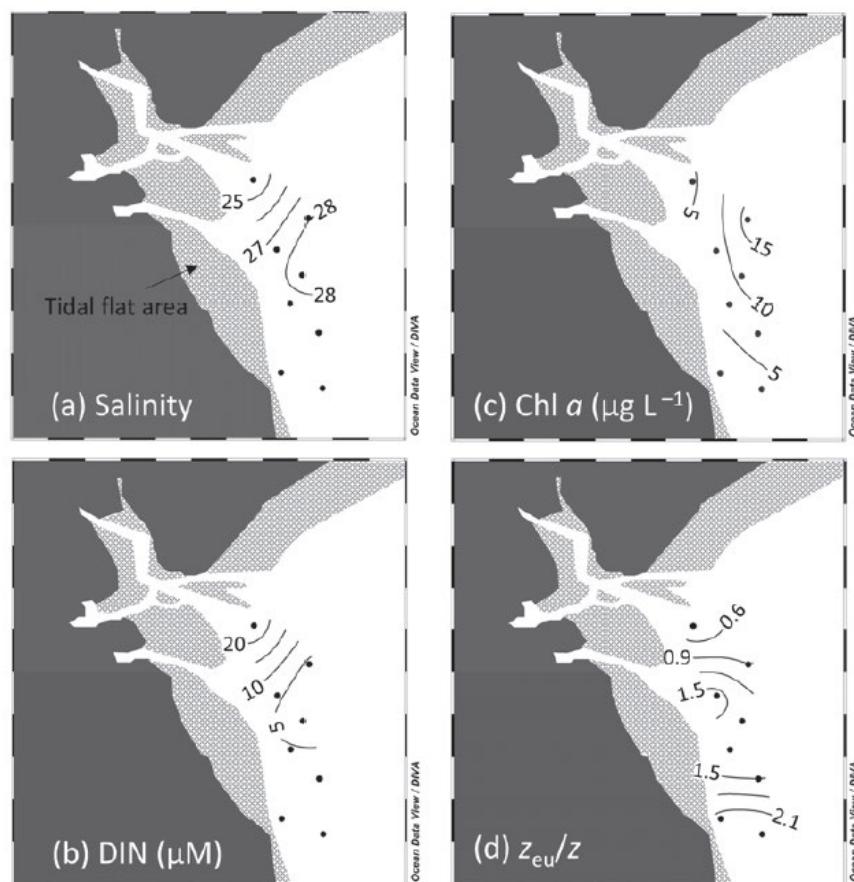


図 2.8.3-14 佐賀県塩田川及び鹿島川の河口沖合域における干潮時の塩分、溶存無機態窒素濃度、クロロフィル a 濃度、有光層/水深比の水平分布

出典: 山口 聖, 太田洋志, 津城啓子, 三根崇幸(2021): 有明海湾奥高濁度域で観察される冬季珪藻ブルームの消長を制御する物理化学的要因, 沿岸海洋研究, Vol. 59, pp.1-10.

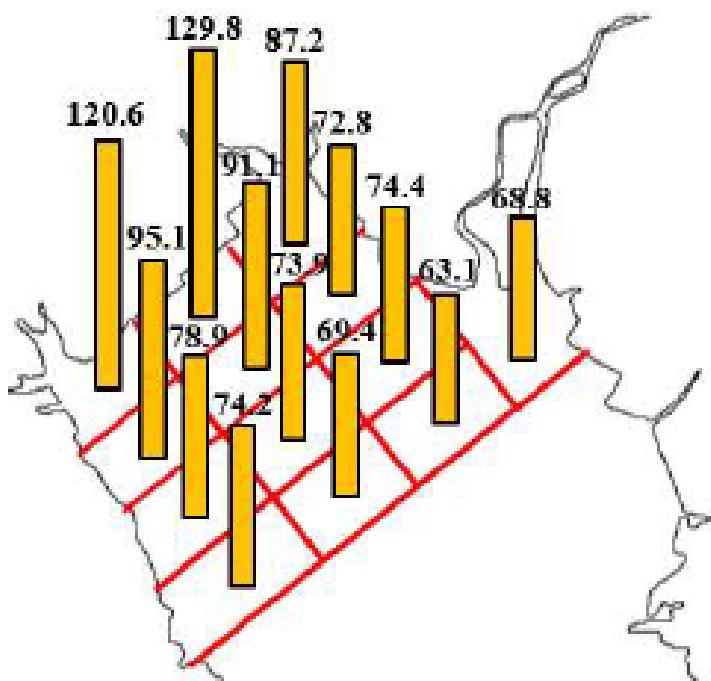


図 2.8.3-15 秋期～冬期の有明海奥部海域の各小領域における滞留時間分布(hour)

出典:南浦修也, 山口 創(2019):冬季有明海奥部におけるノリ色落ち原因藻 *Skeletonema* spp., *Eucampia zodiacus*, *Asteroplanus karianus* の増殖と物理環境特性, 土木学会論文集B2, 第75号, pp.991-996

2.8.4 八代海における赤潮による漁業被害(魚類養殖等)

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988(昭和 63)～1990(平成 2)年、1998(平成 10)～2010(平成 22)年及び 2015(平成 27)年～2019(令和元)年に発生件数が多く、2011(平成 23)年から 2014(平成 26)年にかけては被害が発生していない(図 2.8.4-1)。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides*(渦鞭毛藻)による被害件数が多く、養殖ブリやトラフグ等のへい死により特に大きな被害が発生している。

赤潮被害発生件数(八代海)

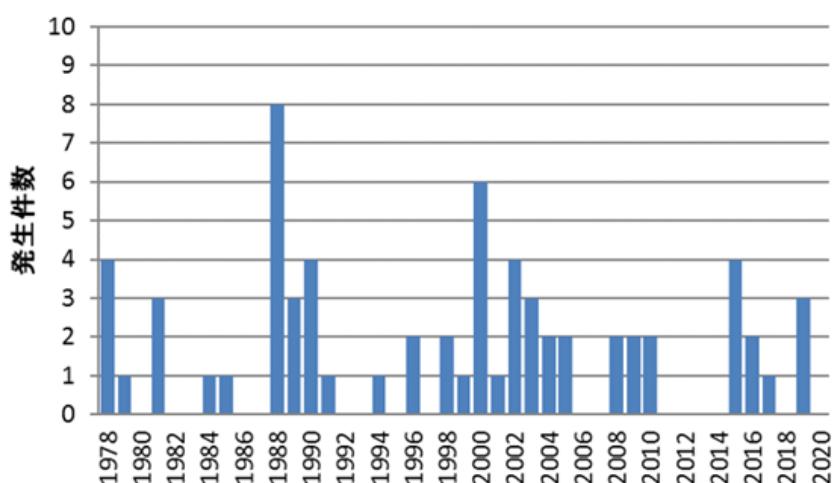


図 2.8.4-1 八代海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数(年間)の推移

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)」をもとに環境省が作成した。

(1) 八代海における夏期の赤潮

八代海における *Chattonella* 属等の赤潮発生について、熊本県海域及び鹿児島県海域の発生日数、最大細胞密度をそれぞれ図 2.8.4-3、図 2.8.4-4 に示した。

Chattonella 属は熱帯域から温帯域に広く分布する凡世界種であり、国内では三重県海域、瀬戸内海、舞鶴湾、有明海、八代海、鹿児島湾で赤潮の発生が知られている。瀬戸内海では 1970(昭和 45)～1980(昭和 55)年代に赤潮が猛威をふるったが、近年、1990(平成 2)年以降は減少傾向である。1980(昭和 55)年代中頃から有明海や八代海で本種の赤潮が増加し、現在、国内でも本種の赤潮発生が多い海域のひとつとなっている。

Chattonella 属による赤潮は、1998(平成 10)年まで散発的で規模も小さく、漁業被害はほとんど発生していなかった。しかし、2003(平成 15)年以降に発生頻度・規模が急激に拡大し、2008 年(平成 20)、2009(平成 21)年、2010(平成 22)年、2016(平成 28)年、2019(令和元)年に、ブリ類、マダイ、シマアジ、カンパチ、トラフグを中心に漁業被害をもたらした。

Cochlodinium 属(ほとんどが *C. polykrikoides*)に関しては、1978(昭和 53)～1981(昭和 56)年、1991(平成 3)年、2000(平成 12)～2007(平成 19)年と一定期間ごとにま

とまったく出現を示していた(図 2.8.4-5)。特に 2000(平成 12)～2003(平成 15)年にかけての熊本県海域における赤潮発生頻度・規模は大きく、2000(平成 12)年の赤潮発生では魚類養殖魚へ 39.8 億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に 217 万尾へい死)の漁業被害をもたらした。2015(平成 27)年にはブリが 8,800 尾へい死している。なお、*Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による魚類のへい死について、鰓機能の障害による窒息死という症状について共通している。

八代海においては、*Cochlodinium* 属と比べると *Karenia* 属による赤潮の発生頻度は少なく、1989(平成元)年、2000(平成 12)年、2009(平成 21)年、2015(平成 27)年及び 2016(平成 28)年に発生している。1989(平成元)年の赤潮では 2.5 億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に 15.4 万尾へい死)の漁業被害が発生している。2015(平成 27)年と 2016(平成 28)年は連続して本種の赤潮が発生し、養殖ブリがそれぞれ 7,800 尾及び 3,000 尾へい死した。

Heterosigma 属(ほとんどが *H. akashiwo*)による赤潮は散発的に発生しているが、上記3種に比較すると毒性が低く、単年度の赤潮発生で 1 億円超える大きな漁業被害は発生していない。

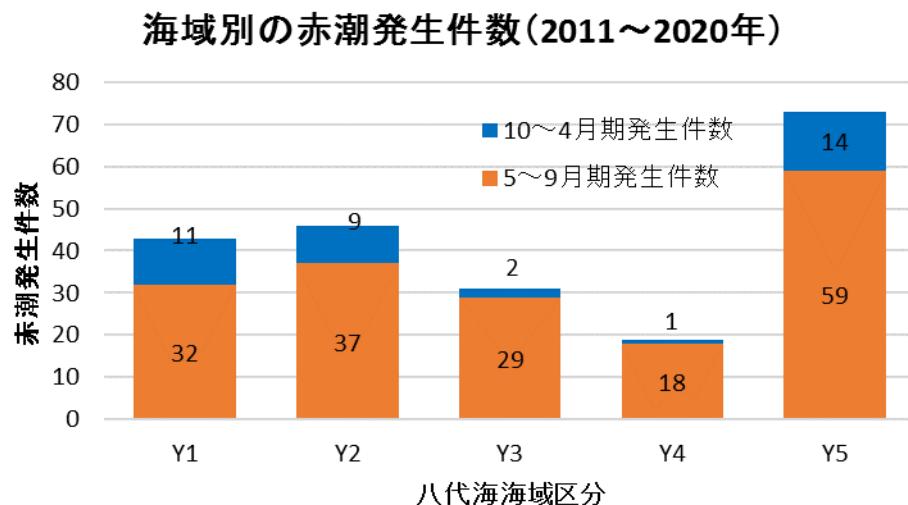


図 2.8.4-2 八代海における海域別赤潮発生件数

出典:水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(平成 23～令和 2 年度)」をもとに環境省が作成した。

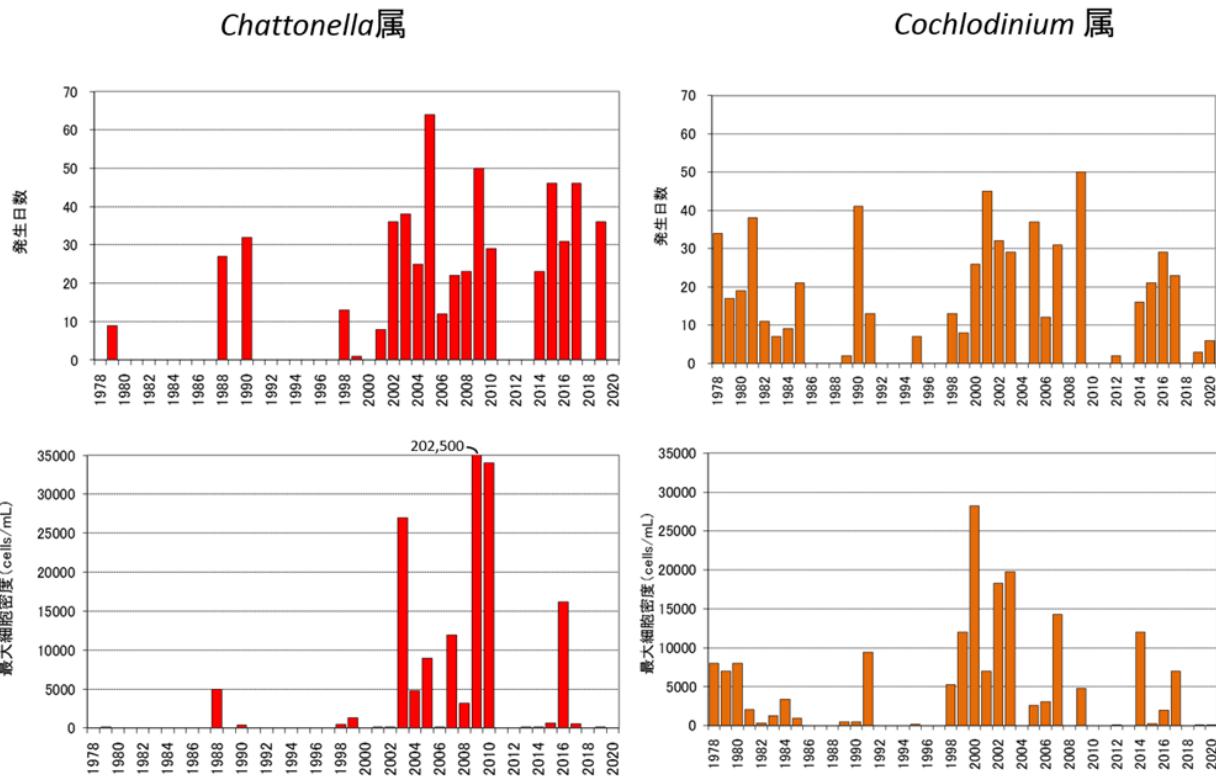


図 2.8.4-3 八代海(熊本県海域)における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

出典:九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～令和 2 年)」をもとに環境省が作成した。

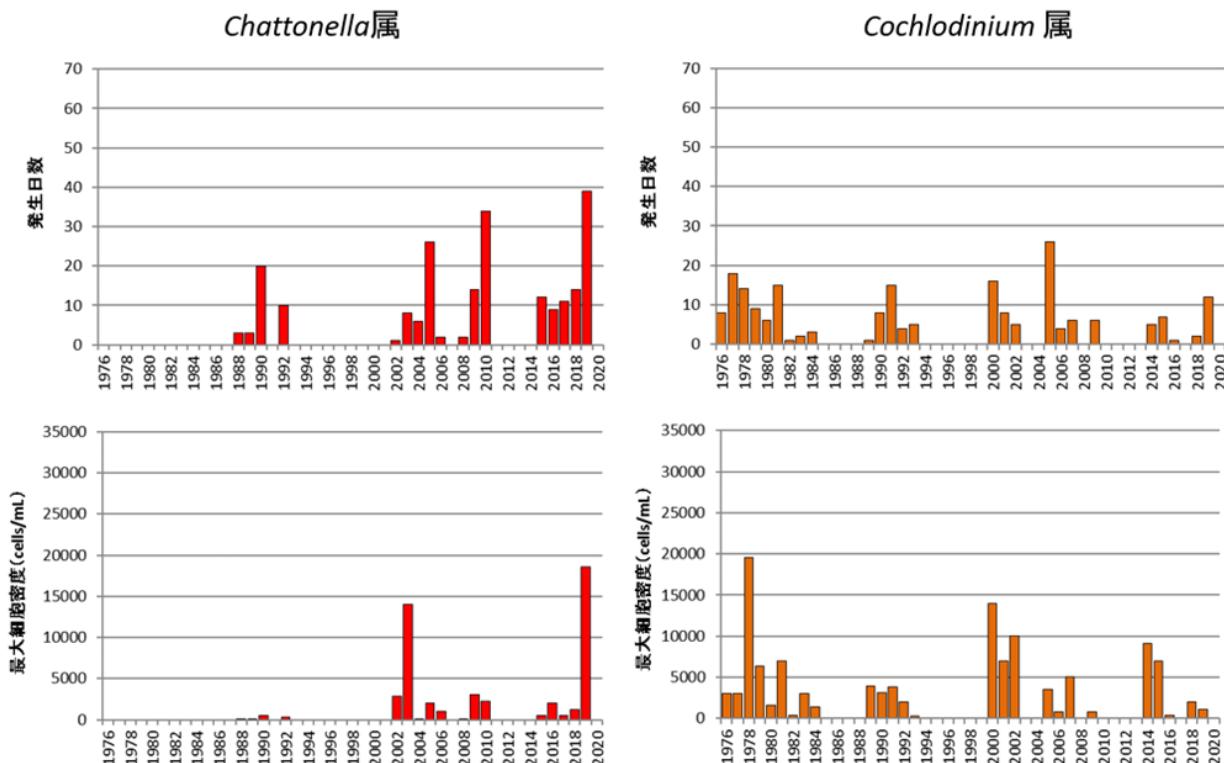
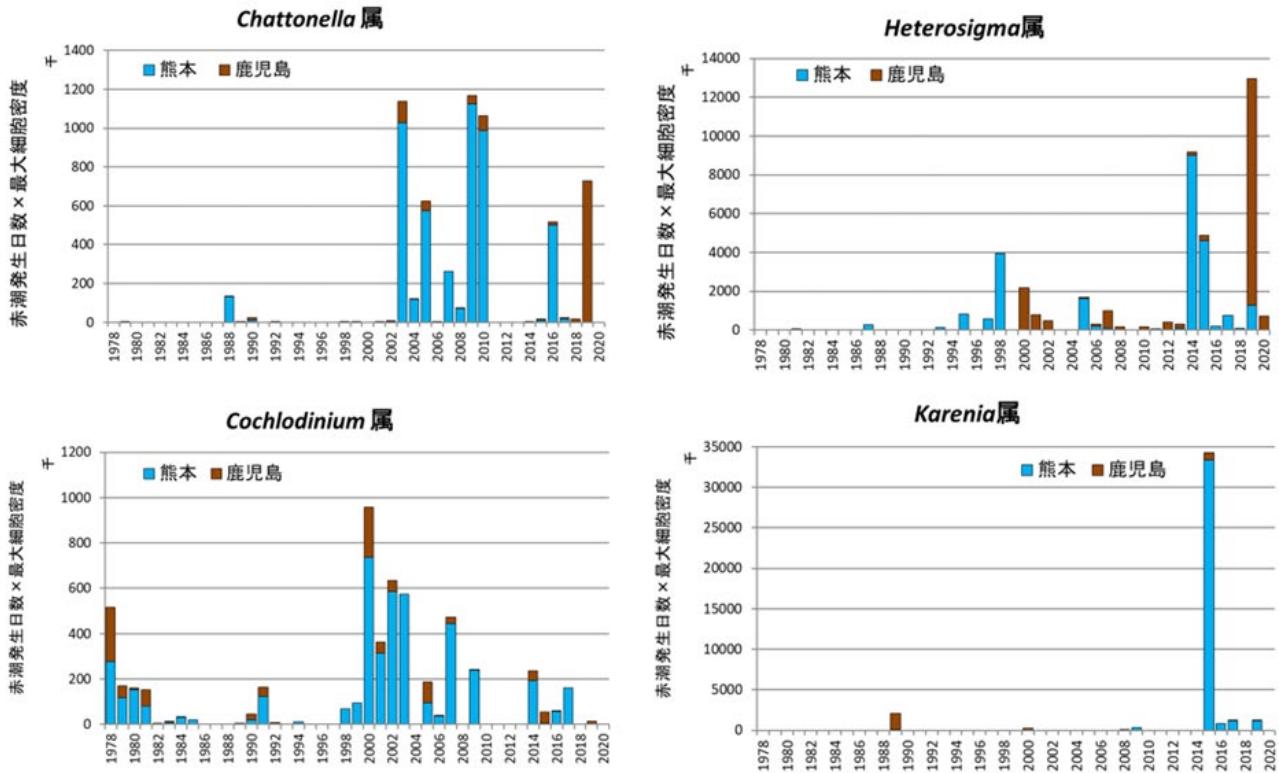


図 2.8.4-4 八代海(鹿児島県海域)における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

出典:九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和 53 年～令和 2 年)」をもとに環境省が作成した。



- 1.用いた資料では、2000年以降は、赤潮発生面積がほとんど「不明」であったことから、赤潮発生規模の目安として、便宜的に「赤潮発生日数(日)×最大細胞密度(cells/mL)」を指標として採用した。
- 2.当該年に複数回赤潮が発生した場合、発生毎に上記の計算を行って合計した。
- 3.赤潮発生規模を便宜的に算出したものであり、当該期間を通して最高細胞密度の状態が継続していたわけではない。

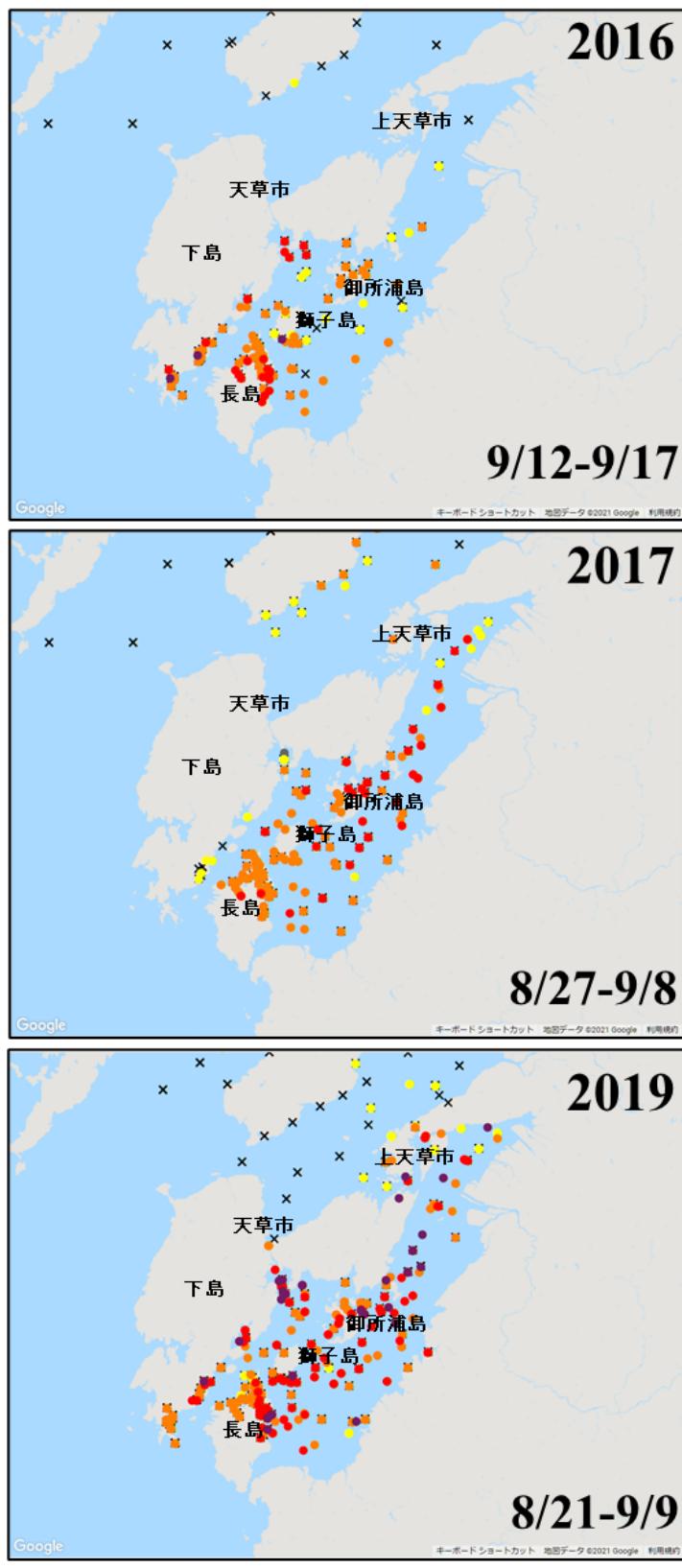
図 2.8.4-5 八代海における有害赤潮発生規模の推移

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)」をもとに環境省が作成した。

(2) 八代海における赤潮による魚類養殖被害の発生状況

漁業被害が最も大きい *Chattonella* 属の赤潮発生状況とその原因・要因について、平成 28 年度委員会報告後に発生した 2016(平成 28) 年～2019(令和元) 年のデータを中心的に整理した結果を述べる。

図 2.8.4-6 に、八代海で *Chattonella* 属赤潮による漁業被害が発生した 2016(平成 28) 年、2017(平成 29) 年、2019(令和元) 年の最高細胞密度の分布状況を示した。八代海における養殖漁業の中心は Y5 海域である八代海西南部沿岸海域(熊本県海域)、Y4 海域を中心とした南部海域(鹿児島県)及び Y3 海域である中央海域の島嶼沿岸部(御所浦島周辺)であり、これらの漁場付近で 100～1,000 cells/mL 以上の *Chattonella* 属が出現した場合に漁業被害が生じる傾向がみられる。2016(平成 28) 年、2019(令和元) 年は主漁場で 1,000 cells/mL を超える高い値(最大 15,000 cells/mL)を示し、大きな被害を及ぼした。平成 28 年度委員会報告で示した 2010(平成 22) 年の *Chattonella* 属赤潮発生時のブリ被害発生状況と同様に、漁場付近で 100 cells/mL 以上の赤潮が発生した場合にブリへの漁業被害が発生している。2017(平成 29) 年は熊本県海域で被害が報告されたが、鹿児島県では報告がなされなかった。鹿児島県の主漁場である長島の北部、獅子島の南部における *Chattonella* 属の細胞密度は、ほとんどが 100 cells/mL 未満であったためと思われる。



×

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

図 2.8.4-6 八代海における *Chattonella* 属赤潮による漁業被害が発生した期間(2016(平成 28)年、2017(平成 29)年、2019(令和元)年の夏季)の *Chattonella* 属の発生分布状況

出典:水産・研究教育機構水産技術研究所が運営する赤潮分布情報をもとに環境省が作成した。

2.8.5 橘湾における赤潮による漁業被害

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、2000(平成 12)年に最大 3 件発生し、1978(昭和 53)～2015(平成 27)年までの 37 年間で 13 件の漁業被害と、有明海や八代海の発生件数の 1/5～1/10 程度に留まっている(図 2.8.5-1)。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides*(渦鞭毛藻)による被害件数が多く、養殖ブリ、マダイやトラフグ等のへい死により大きな被害が発生している。なお、赤潮発生による漁業被害の詳細については、資料編に記載した。

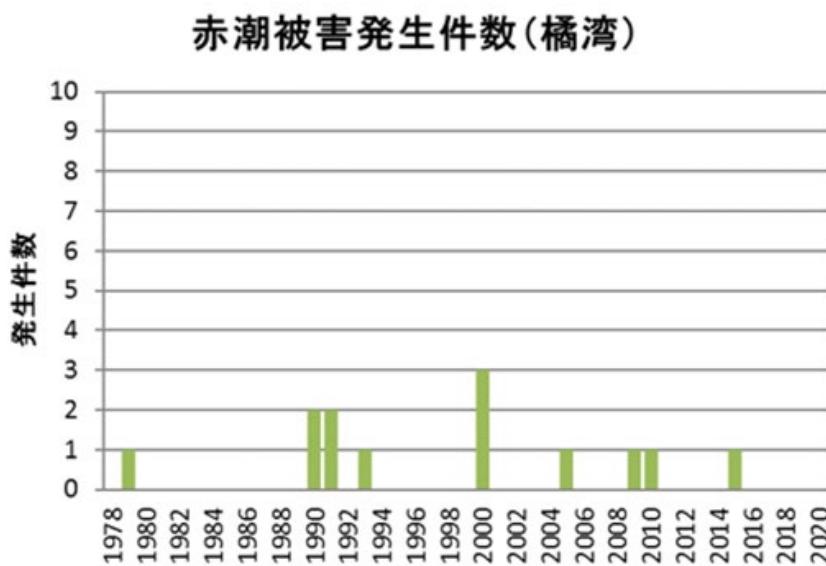


図 2.8.5-1 橘湾において漁業被害をもたらした赤潮発生件数(年間)の推移

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)」をもとに環境省が作成した

2.8.6 まとめ

有明海における赤潮の年間発生件数(1984(昭和 59)～2020(令和 2)年)は、1998(平成 10)年頃から増加傾向が見られ、2000(平成 12)年代の発生件数(約 36 件/年)は 1980(昭和 55)年代(約 15 件/年)の概ね 2 倍程度となっている。なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、1998(平成 10)～2000(平成 12)年以降は、着色を伴わないものであっても被害(特にノリの色落ち被害)に応じて赤潮発生として扱われるため、過去と比較する場合、同じ赤潮発生状況であっても発生件数が多く計上されている可能性があることに留意する必要がある。

汚濁負荷量と赤潮発生件数とを比較すると、両者の増減傾向との間に長期的な連動性はみられない。また、原因プランクトン別にみると、珪藻による赤潮発生頻度が高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻の割合が増加しているものの、構成種の大きな変化はみられない。有明海の *Chattonella* 属赤潮(ラフィド藻の一種)については、1998(平成 10)年、2004(平成 16)年、2007(平成 19)～2010(平成 22)年、2015(平成 27)～2016(平成 28)及び 2018(平成 30)年に赤潮発生規模(赤潮発生日数 × 最大細胞密度)が大きくなっている。赤潮発生地域ではどの程度漁獲量の減少に影響

を与えたのか不明であるが、天然魚類のへい死などが発生している。本種は珪藻類との生物学的な競合関係が認められ、珪藻類が衰退した隙間(niche)で赤潮発生規模が拡大していることが判明し、数値モデルにおける現況再現のための貴重な知見が得られている。

安定したノリ養殖の生産を阻害している要因の一つとして色落ちが挙げられる。ノリの色落ちは、海水中の栄養塩濃度が急激に低下し、養殖ノリに必要とされる栄養塩が減少する結果、生じる現象で、植物プランクトン、特に近年は *Eucampia zodiacus*、*Skeletonema* spp.、*Asteroplatus karianus* の赤潮形成による栄養塩の消費が要因のひとつであると考えられる。赤潮発生には、*E. zodiacus* については光環境の改善、*Skeletonema* spp.については水塊の鉛直混合や低水温、高栄養塩濃度など、*A. karianus* については、海水交換の低い海域において、水温の低下と水柱の透過光量の増加が重要であることが示されている。

八代海における赤潮の年間発生件数(1978(昭和 53)～2020(令和 2)年)は、1998(平成 10)～2000(平成 12)年頃から増加しており、1970(昭和 45)～1980(昭和 55)年代(約 8 件/年)と比較して 2000(平成 12)年代の赤潮発生件数(約 16 件/年)は概ね 2 倍程度となっている。一方で T-N 及び T-P の汚濁負荷量は 1990(平成 2)年代中頃から増加し 2006(平成 18)、2009(平成 21)年度頃に最大となり、直近 5 年間はやや減少傾向であるものの、負荷量増加と赤潮発生件数との関連性について留意が必要である。原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は6割程度と大きく変化しておらず、1991(平成 3)～1995(平成 7)年に珪藻の割合が一時的に低下したもの、長期的に種類組成の変動はみられない。

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、調査期間を通じて少なく、有明海や八代海の発生件数の 1/5～1/10 程度であり、長期的な発生件数の増減傾向はほとんどみられない。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides*(渦鞭毛藻類)による被害件数が多く、養殖魚(ブリ、マダイ、トラフグ等)のへい死により大きな被害が発生している。

参考文献

- 1)岡市友利(1997) :赤潮の科学(第二版), 恒星社厚生閣, 337pp.
- 2)Demura M., Noël M-H, Kasai F., Watanabe M.M., Kawachi M (2009): Taxonomic revision of *Chattonella antiqua*, *C. marina* and *C. ovata* (Raphidophyceae) based on their morphological characteristics and genetic diversity., *Phycologia*, Vol.48(6) , pp. 518-535.
- 3)荒木希世, 松岡貴浩, 森下貴文, 川崎信司(2013) :有明海における *Chattonella* 属赤潮の日周鉛直移動がクルマエビに与える影響, 熊本県水産研究センター研究報告, 第 9 号, p. 13-18.
- 4)有賀祐勝(1980) :スサビノリの色彩と色素. 遺伝, 第 34 号, pp.8-13.
- 5)藤澤邦康、, 小橋啓介、, 林浩志(2000) :ノリ養殖漁場における溶存態無機窒素とノリの色素量の関係について. 岡山県水産試験場報告, 第 15 号, pp.1-3.
- 6)白石日出人(2010) :ノリ葉体の色調変化に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 20 号, pp.131-134.
- 7)村山史康、, 清水泰子、, 高木秀蔵(2015) :岡山県ノリ漁場における栄養塩濃度とノリの色調および乾海苔単価との関係. 日本国水産学会誌, 第 81 卷, 第 1 号, pp.107-114.
- 8)西川哲也(2002) :ノリの色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の増殖に及ぼす水温, 塩分および光強度の影響. 日本国水産学会誌, 第 68 卷, 第 3 号, pp.356-361

- 9) 西川哲也, 堀 豊(2004) : ノリの色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の増殖に及ぼす窒素, リンおよび珪素の影響, 日本水産学会誌, 第 70 卷, 第 1 号, pp.31-38
- 10) Nishikawa, T., Hori, Y., Tanida, K., Imai, I. (2007): Population dynamics of the harmful diatom *Eucampia zodiacus* Ehrenberg causing bleachings of *Porphyra thalli* in aquaculture in Harima-Nada, the Seto Inland Sea, Japan., Harmful Algae, Vol.6, pp.763-773
- 11) Nishikawa, T., Tarutani, K., Yamamoto, T. (2009): Nitrate and phosphate uptake kinetics of the harmful diatom *Eucampia zodiacus* Ehrenberg, a causative organism in the bleaching of aquacultured *Porphyra thalli*, Harmful Algae, Vol.8, pp.513-517
- 12) Nishikawa, T., Hori, Y., Nagai, S., Miyahara, K., Nakamura, Y., Harada, K., Tada, K., et al. (2011): Long time-series observations in population dynamics of the harmful diatom *Eucampia zodiacus* and environmental factors in Harima-Nada, eastern Seto Inland Sea , Japan during 1974 - 2008., Plankton & Benthos Research, Vol. 6, pp.26-34
- 13) Ito, Y., Katano, T., Fujii, N., Koriyama, M., Yoshino, K., Hayami, Y (2013): Decreases in turbidity during neap tides initiate late winter blooms of *Eucampia zodiacus* in a macrotidal embayment., Journal of Oceanography, Vol.69, pp.467-479.
- 14) 松原 賢, 横尾一成, 川村嘉応(2014) : 有害珪藻 *Asteroplanus karianus* の有明海佐賀県海域における出現動態と各種環境要因との関係, 日本水産学会誌, 第 80 卷, 第 2 号, pp.222-232
- 15) Yamaguchi, H., Minamida, M., Matsubara, T., Okamura, K. (2014): Novel blooms of the diatom *Asteroplanus karianus* deplete nutrients from Ariake Sea coastal waters., Marine Ecology Progress Series, Vol.517, pp.51-60
- 16) Shikata, T., Matsubara, T., Yoshida, M., Sakamoto, S., Yamaguchi M. (2015): Effects of temperature, salinity, and photosynthetic photon flux density on the growth of the harmful diatom *Asteroplanus karianus* in the Ariake Sea, Japan. Fisheries Science, Vol.81, pp.1063-1069
- 17) 松原 賢, 三根崇幸, 伊藤史郎(2016) : ノリの色落ち原因珪藻 *Asteroplanus karianus* のブループリーク時期の予察, 日本水産学会誌, 第 82 卷, 第 5 号, pp.777-779
- 18) 山田真知子, 大坪繭子, 多田邦尚, 中野義勝, 松原 賢, 飯田直樹, 遠藤宜成, 門谷 茂(2017) 亜熱帯から亜寒帯に及ぶ我が国の 5 海域における珪藻 *Skeletonema* 属の種組成, 日本水産学会誌, 第 83 卷, 第 1 号, pp.25-33.
- 19) 山口 聖, 松原 賢, 増田裕二, 三根崇幸, 伊藤史郎(2017) 有明海湾奥西部の鹿島川感潮域における高栄養塩・高クロロフィル水塊と沿岸の冬季珪藻ブルームの関係, 沿岸海洋研究, 第 54 卷, 第 2 号, pp.193-201.
- 20) 松原 賢, 三根崇幸, 伊藤史郎(2018) 有明海奥部, 塩田川河口域におけるノリ色落ち原因植物プランクトンの出現動態, 沿岸海洋研究, 第 55 卷, 第 2 号, pp.139-153.

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)

有明海・八代海等には、国内で本海域を中心に生息する生物が数多く存在している。特に、有明海及び八代海では、国内で両海域固有、又は国内で両海域を主な分布域とする大陸系遺存種が数多く確認されており¹⁾、それらの中には環境省レッドリスト(環境省, 2015)及び海洋生物レッドリスト(環境省, 2017)に掲載されている種も複数みられる(表 2.9.1-1)。

表 2.9.1-1 有明海・八代海等を中心に生息する主な生物

区分	名称
魚類	<u>エツ</u> (EN)、 <u>アリアケシラウオ</u> (CR)、 <u>ヤマノカミ</u> (EN)、 <u>ワラスボ</u> (VU)、 <u>ムツゴロウ</u> (EN)、 <u>ハゼクチ</u> (VU)、 <u>タビラクチ</u> (VU)、 <u>デンベエシタビラメ</u> 、 <u>アリアケヒメシラウオ</u> (CR)、 <u>コイチ</u> (EN)、 <u>ナルトビエイ</u> (NT)、 <u>アリアケアカエイ</u> (DD)
甲殻類	<u>チクゴエビ</u> (NT)、 <u>アリアケヤワラガニ</u> (DD)、 <u>ハラグクレチゴガニ</u> 、 <u>アリアケガニ</u> 、 <u>ヒメモクズガニ</u> (CR)
貝類	<u>ハイガイ</u> (VU)、 <u>クマサルボウ</u> 、 <u>アゲマキ</u> (CR+EN)、 <u>ウミタケ</u> (VU)、 <u>スミノエガキ</u> (VU)、 <u>シカメガキ</u> (NT)、シマヘナタリ、クロヘナタリ、ゴマフダマ、センベイアワモチ(CR+EN)、 <u>アズキカラザンショウ</u> (VU)、 <u>ウミマイマイ</u> (VU)、 <u>ヤベガワモチ</u> (CR+EN)
その他無脊椎動物	<u>オオシャミセンガイ</u> (CR)、 <u>ミドリシャミセンガイ</u> (DD)、 <u>アリアケカンムリ</u> 、 <u>ヤツデシロガネゴカイ</u> 、 <u>アリアケカワゴカイ</u> (EN)、 <u>ベイカ</u> (NT)
植物(塩生植物)	<u>シチメンソウ</u> (VU)

注)1.下線部は、国内において有明海・八代海等にのみ分布する種を示す。

2.()は、環境省レッドリスト及び海洋生物レッドリスト掲載種のカテゴリー区分を示す。

カテゴリーの概要

絶滅 (EX) : 我が国ではすでに絶滅したと考えられる種

野生絶滅 (EW) : 飼育・栽培下、あるいは自然分布域の明らかに外側で野生化した状態でのみ存続している種

絶滅危惧 I 類 (CR+EN) : 絶滅の危機に瀕している種

絶滅危惧 I A 類 (CR) : ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの

絶滅危惧 I B 類 (EN) : I A 類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの

絶滅危惧 II 類 (VU) : 絶滅の危険が増大している種

準絶滅危惧 (NT) : 現時点での絶滅危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧」に移行する可能性のある種

情報不足 (DD) : 評価するだけの情報が不足している種

絶滅のおそれのある地域個体群 (LP) : 地域的に孤立している個体群で、絶滅のおそれが高いもの

出典:佐藤正典, 田北徹(2000):有明海の生きものたち:干潟・河口域の生物多様性, 海游舎, 396pp

環境省(2015)「環境省レッドリスト 2015」

環境省(2017)「海洋生物レッドリスト」をもとに作成した。

2.9.2 ベントス(底生生物)

ベントス(底生生物)は、水産有用種を含めた魚類等の餌となり、海域の生物生産を支える機能を持つだけでなく、その群集構造が底質を反映する一方、底質の攪拌機能、懸濁物の濾過等によって底質・水質環境に影響を与える可能性があり、海域の環境を評価する指標となり得ることから、ここではベントスの経年変化を整理した。

(1) ベントスの経年変化

主に有明海において、1970(昭和 45)年頃から 2005(平成 17)年頃にかけて、ベントスの調査が複数実施されてきたが^{2)~6)}、これらの調査は、調査地点や調査方法がそれぞれ異なっていることから、ベントスの経年変化を比較・把握することは困難であると考えられた。このため、2005(平成 17)年以降においては、同一地点・同一方法での定期的かつ継続的な調査が実施されていることから、ここではその変化傾向を整理した。

ア) 有明海

有明海の各海域におけるベントスの種類数、個体数、湿重量の経年変化を図 2.9.2-1～図 2.9.2-3 に示す。

種類数の経年変化は、A1 海域では他の海域に比べて変動幅は小さく、低い値で横ばいに推移している。A2～A7 海域も概ね横ばいで推移しているが、A1 海域に比べて変動幅が大きい。特に A7 海域では変動幅が大きく、地点によって種類数の差が大きい。

個体数については、A1 海域、A4 海域、A5 海域及び A7 海域では他の海域に比べて変動幅は小さく、近年は低い値で推移している。一方、A2 海域及び A3 海域では近年大きな変動幅がみられ、特に A2 海域の Afk-2 では、2009(平成 21)年以降、日和見種であるホトギスガイが夏期に優占することにより、夏期の総個体数が高い値を示している。A3 海域の Asg-4 においては、2018(平成 30)年以前は有機汚濁耐性種であるダルマゴカイ等の環形動物が主要出現種となっていたが、2019(令和元)年以降は軟体動物(二枚貝類)のヒメカノコアサリが優占するようになり、総個体数が大きく增加了。

湿重量については、全体的には年変動はあるものの概ね横ばい傾向であるが、A1 海域の Asg-3 では 2011(平成 23)年頃までサルボウガイによって高い値を示していたが、近年はサルボウガイの減少により、湿重量が低下している。また、A2 海域での 2009(平成 21)年以降の大きな変動はホトギスガイ、A3 海域での 2020(令和 2)年以降の大きな変動はヒメカノコアサリによるものである。

種類数

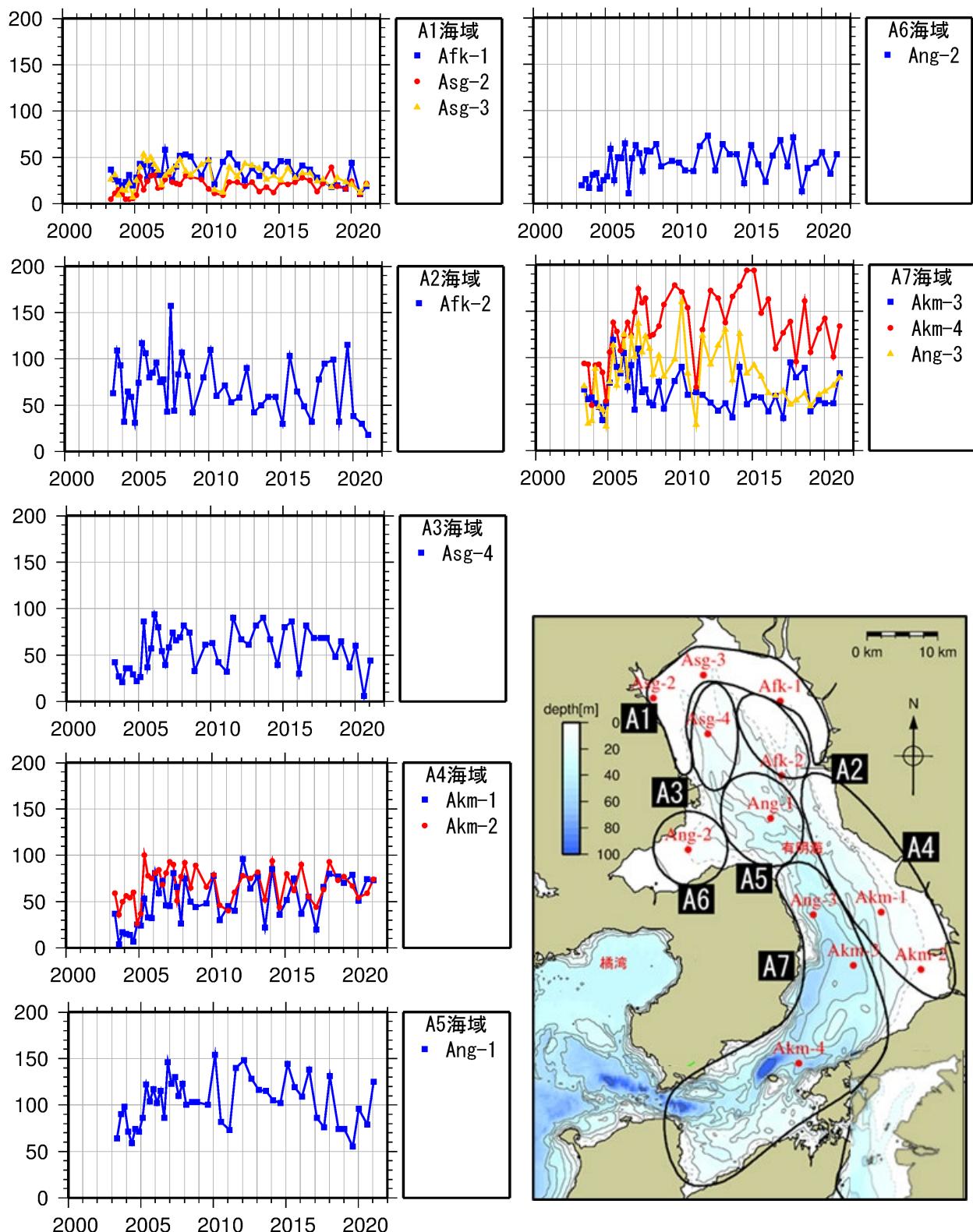


図 2.9.2-1 有明海のベントスの種類数の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

個体数(個体/m²) : 対数表示

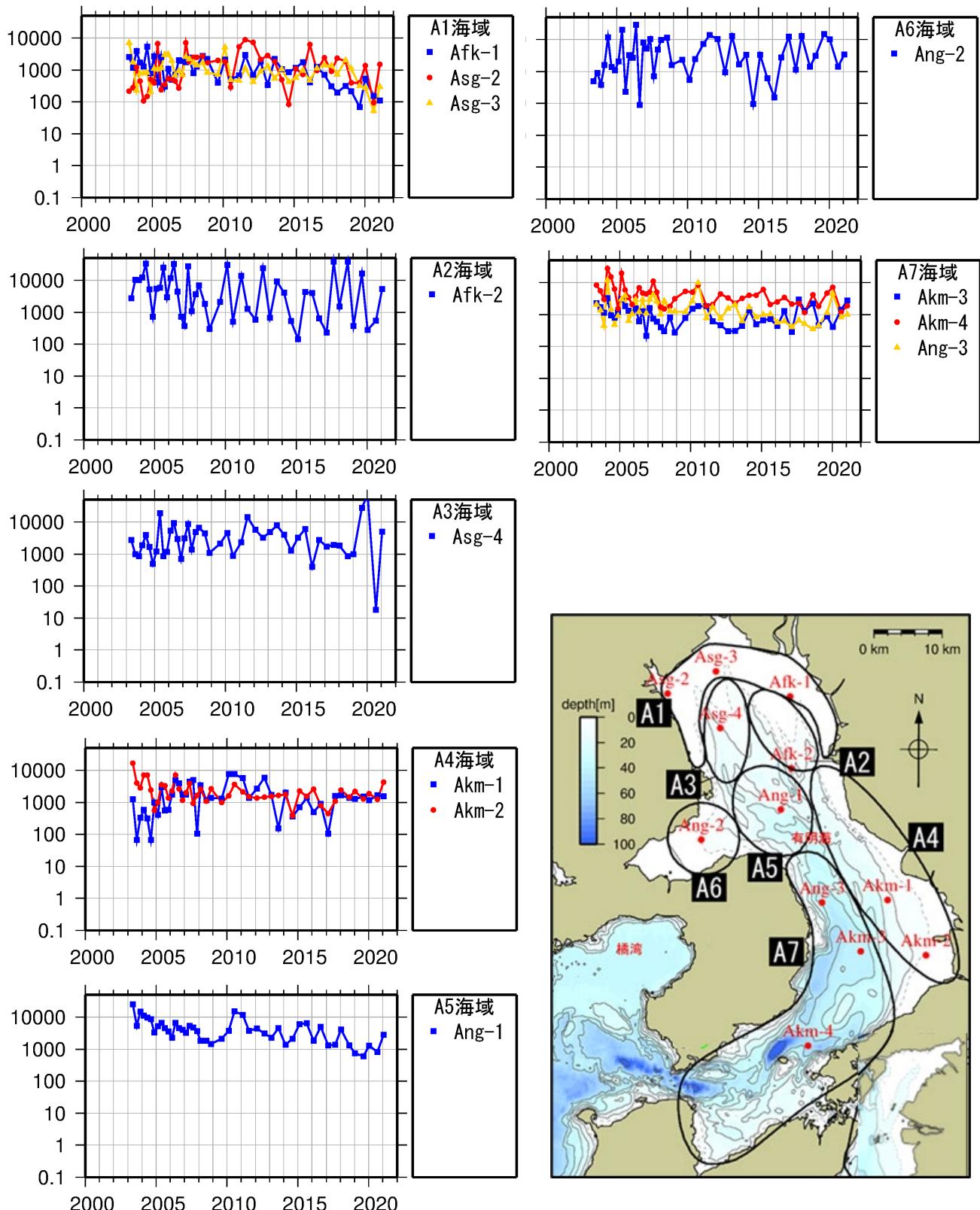


図 2.9.2-2 有明海のベントス個体数の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

湿重量(g/m²) : 対数表示

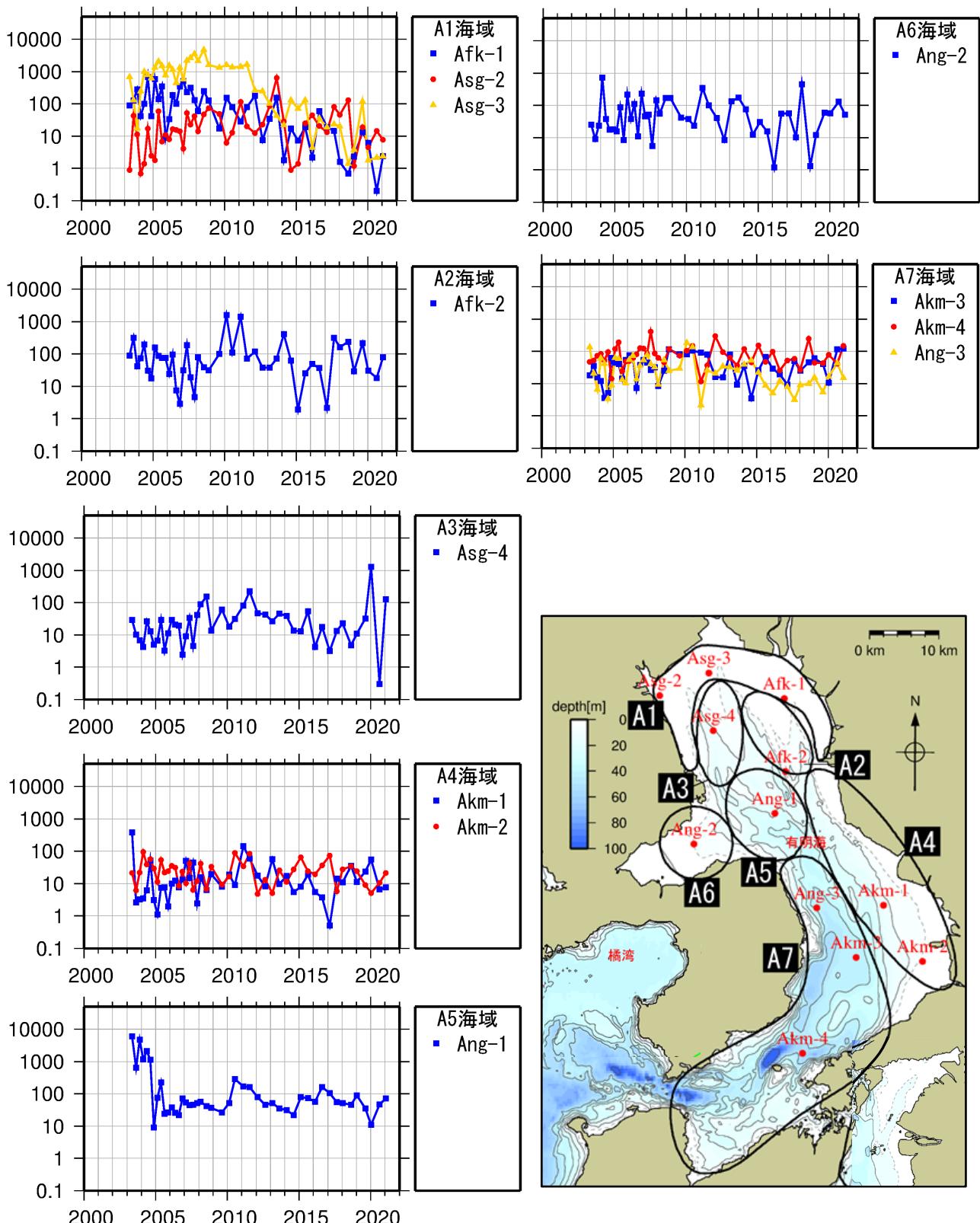


図 2.9.2-3 有明海のベントス湿重量の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

イ) 八代海

八代海の各海域におけるベントスの種類数、個体数、湿重量の経年変化を図2.9.2-4～図2.9.2-6に示す。種類数の経年変化は、全体的には概ね横ばい傾向であるが、Y4海域のYkg-1とY5海域のYkm-7では他の海域に比べて変動幅が大きく、種類数が比較的多い。個体数については、Y1海域のYkm-1で2003(平成15)年、2007(平成19)年、2008(平成20)年に高い値を示したが、これはホトギスガイによるものである。それ以外の地点・時期は全般的に低い値で推移している。湿重量については、Y1海域のYkm-2で2007(平成19)年に高い値であったが、これはホトギスガイによるものであり、それ以外の地点・時期は全般的に低い値で横ばいに推移している。

種類数

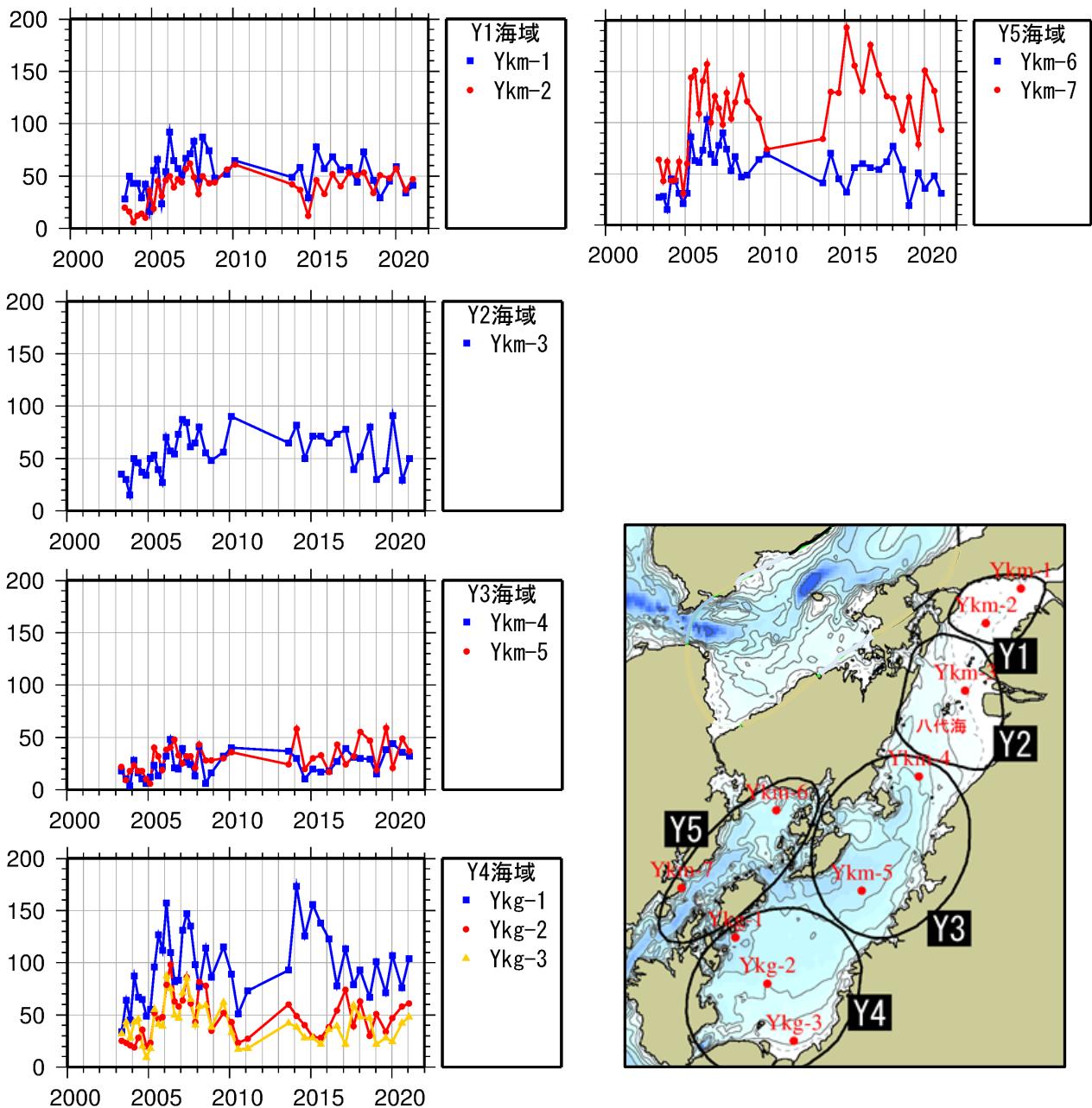


図 2.9.2-4 八代海のベントスの種類数の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

個体数(個体/m²) : 対数表示

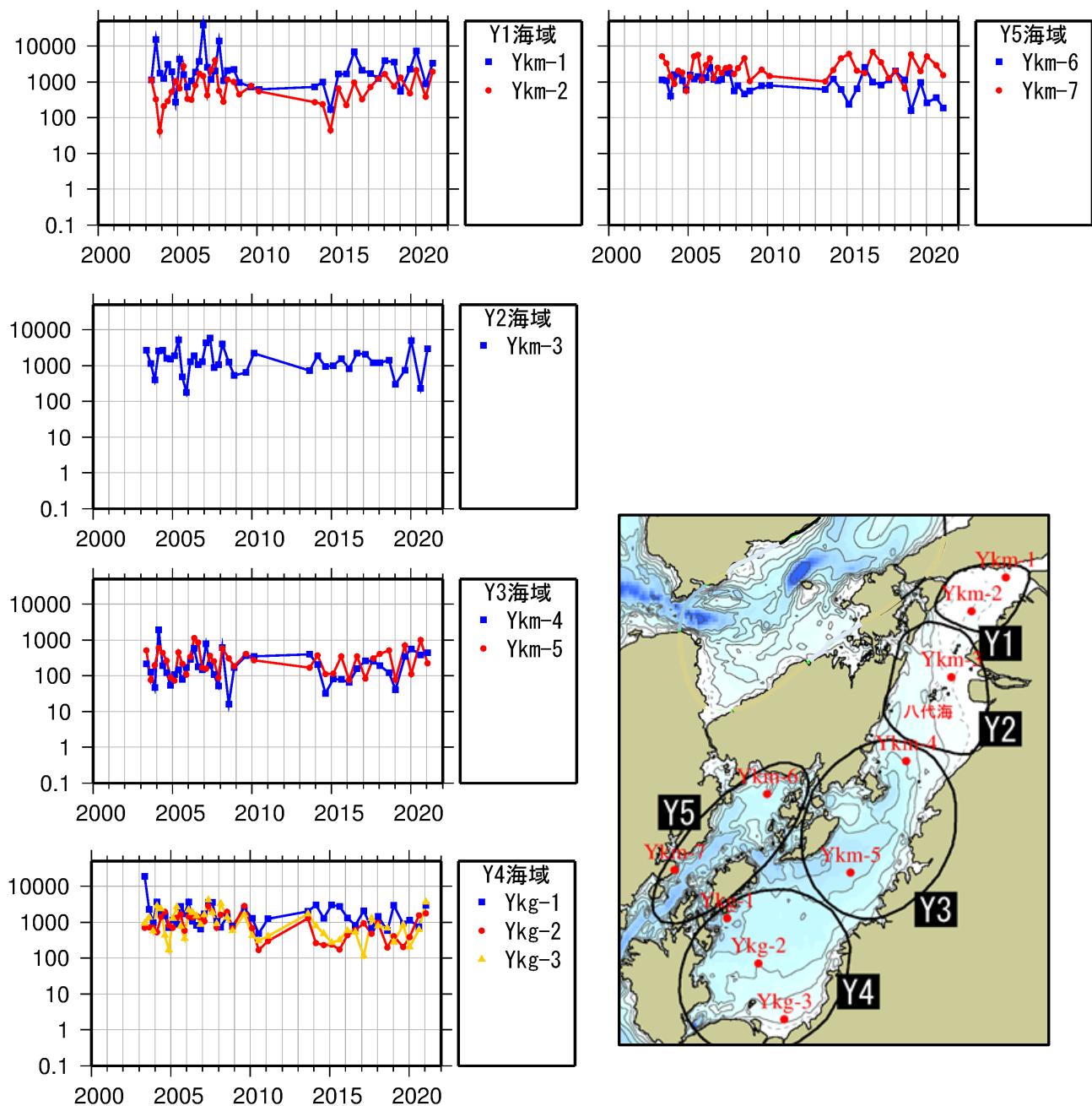


図 2.9.2-5 八代海のベントスの個体数の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

湿重量(g/m²) : 対数表示

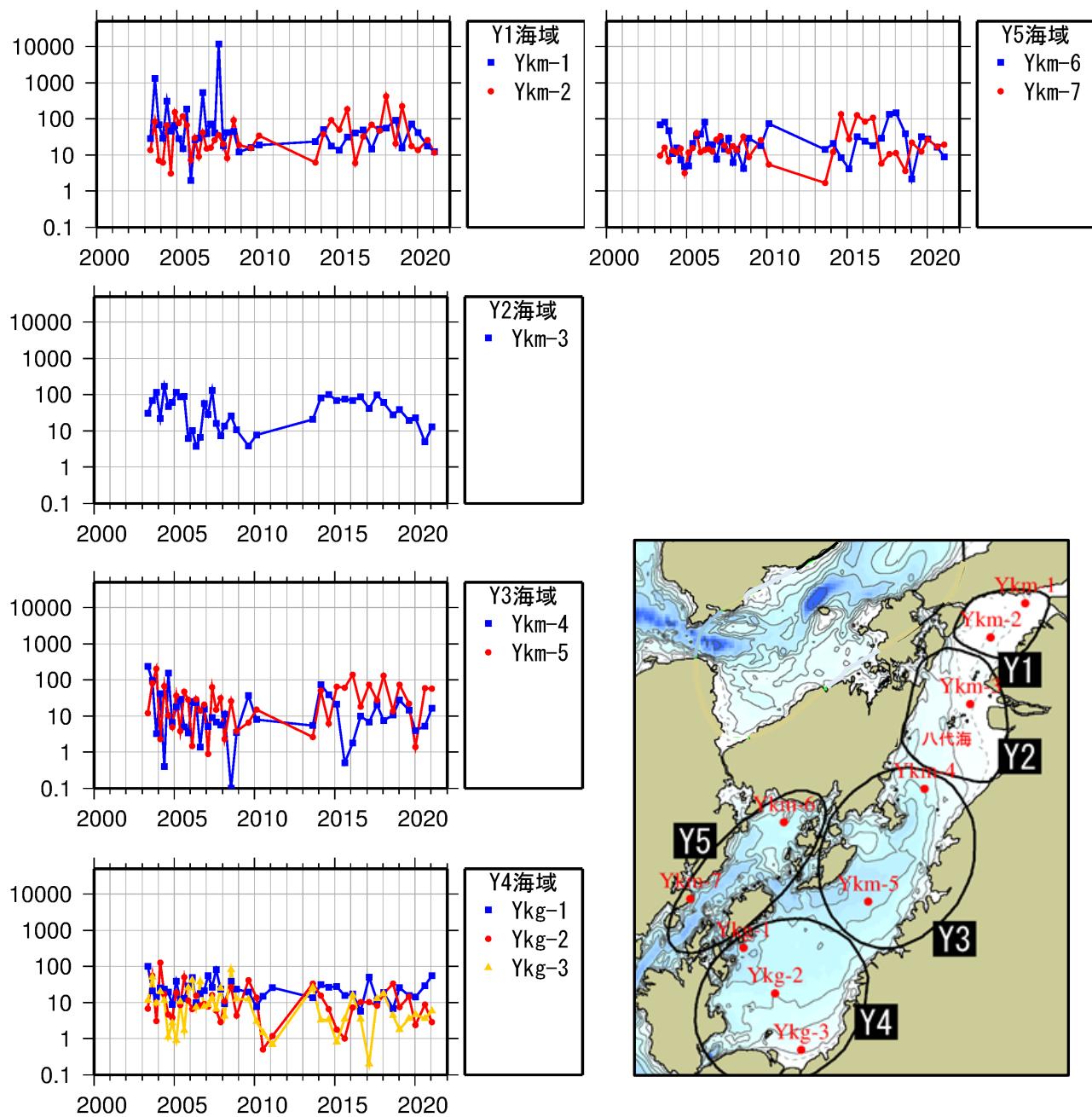


図 2.9.2-6 八代海のベントスの湿重量の経年変化

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

(2) ベントスの変動傾向

ベントスの種類数及び個体数の 2005(平成 17)年から 2020(令和 2)年までの経年の変動傾向を Mann-Kendall 検定により解析した。結果は表 2.9.2-1 及び表 2.9.2-2 に示すとおりである。

ア) 有明海

種類数の変動傾向については、総種類数では 12 地点中 6 地点で減少傾向にあつた。この 6 地点では、全ての地点で節足動物門の減少傾向がみられているものの、その他の動物門については明確な傾向はみられなかった。

個体数については、総個体数は 4 地点で減少傾向にあり、このうち 3 地点で環形動物門と節足動物門の減少傾向が共通しているものの、その他の動物門については明確な傾向はみられなかった。

イ) 八代海

種類数の変動傾向については、総種類数では 10 地点中 2 地点で減少傾向にあり、この 2 地点では軟体動物門及び環形動物門の減少傾向が共通してみられている。なお、Y3 海域の Ykm-4 では軟体動物門及び節足動物門の種類数の増加傾向がみられている。

個体数については、総個体数は 3 地点で減少傾向にあり、この 3 地点全てで環形動物門の減少傾向が共通してみられたが、その他の動物門については明確な傾向はみられなかった。

表 2.9.2-1 有明海におけるベントスの変動傾向

		種類数					個体数				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他
A1海域 (有明海湾奥奥部)	Asg-2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Asg-3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Afk-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2海域 (有明海湾奥東部)	Afk-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A3海域 (有明海湾奥西部)	Asg-4	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
A4海域 (有明海中央東部)	Akm-1	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
	Akm-2	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
A5海域 (有明海湾央部)	Ang-1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
A6海域 (有明海諫早湾)	Ang-2	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+
A7海域 (有明海湾口部)	Akm-3	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
	Akm-4	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+
	Ang-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合($p<0.05$)はセルを着色した。

2. Mann-Kendall 検定の結果、 $\tau>0$ の場合は“+”、 $\tau<0$ の場合は“-”とした。

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

表 2.9.2-2 八代海におけるベントスの変動傾向

		種類数					個体数				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他
Y1海域 (八代海湾奥部)	Ykm-1	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
	Ykm-2	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-
Y2海域 (球磨川河口部)	Ykm-3	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
	Ykm-4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Y3海域 (八代海湾央部)	Ykm-5	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+
	Ykg-1	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Y4海域 (八代海湾口東部)	Ykg-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ykg-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y5海域 (八代海湾口西部)	Ykm-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ykm-7	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合($p<0.05$)はセルを着色した。

2. Mann-Kendall 検定の結果、 $\tau>0$ の場合は“+”、 $\tau<0$ の場合は“-”とした。

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

(3) ベントスの空間分布と変化

2018(平成 30)年度～2020(令和 2)年度におけるベントスの水平分布状況を図 2.9.2-7～図 2.9.2-9 に示す。なお、2017(平成 29)年以前の調査結果は資料編に記載した。

有明海では、種類数は湾央部から湾口部寄りで多く、個体数は湾奥部寄りで多い傾向であり、湿重量は、湾奥部の地点では調査時期ごとに大きな変動がみられている。湾奥部では種類数は少ないものの、A2 海域の Afk-2 では 2018(平成 30)年と 2019(令和元)年の夏期には日和見種であるホトトギスガイの個体数が増大し、A3 海域の Asg-4 では 2019(令和元)年の夏期・冬期にヒメカノコアサリの個体数・湿重量が増大するなど、調査時期ごとに大きく変動しているものと考えられる。また、2020(令和 2)年度夏期には特に湾奥部で種類数・個体数・湿重量ともに減少したが、冬期には例年と同様の種類数・個体数・湿重量が確認された地点が多かった。

八代海では、種類数・個体数は湾奥部や湾口部寄りで多い傾向であり、また、調査時期による変動は有明海に比べて小さいものと考えられる。2020(令和 2)年度夏期には湾奥部の Ykm-1、Ykm-3 で個体数が減少していたが、夏期にはやや増加していた。

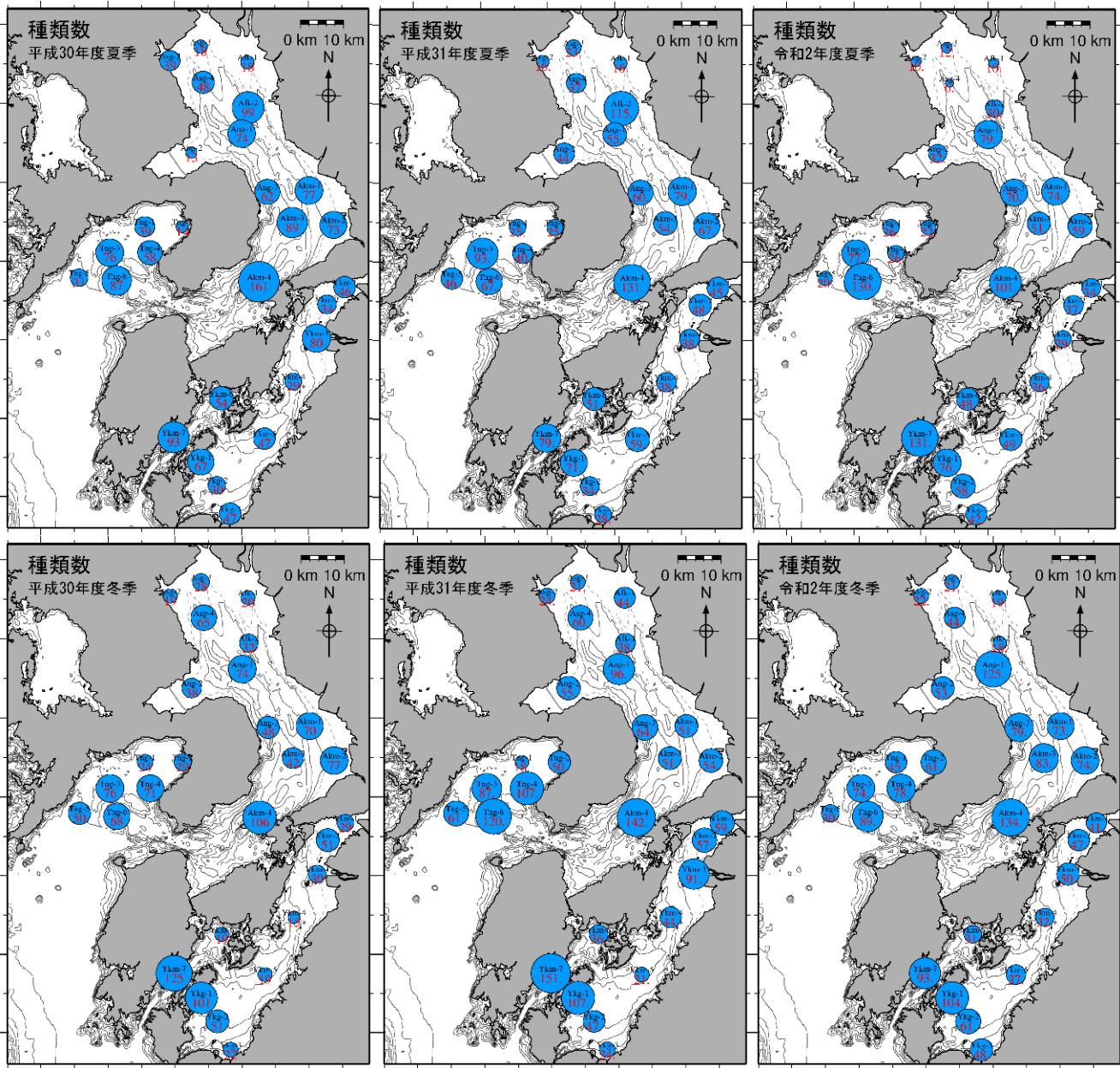


図 2.9.2-7 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度のベントスの種類数の水平分布(上段: 夏期 下段: 冬期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

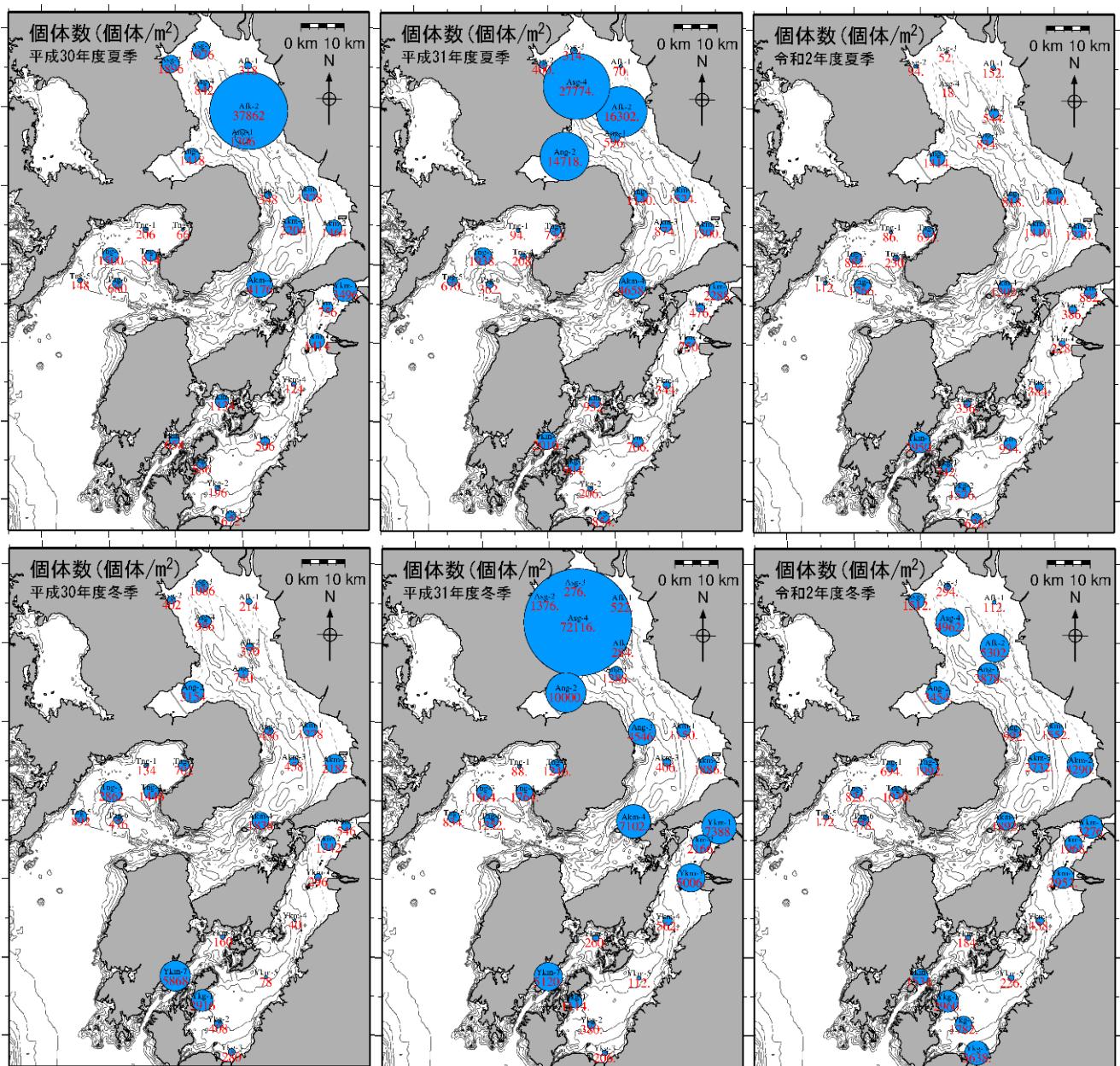


図 2.9.2-8 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度のベントスの個体数の水平分布(上段: 夏期 下段: 冬期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

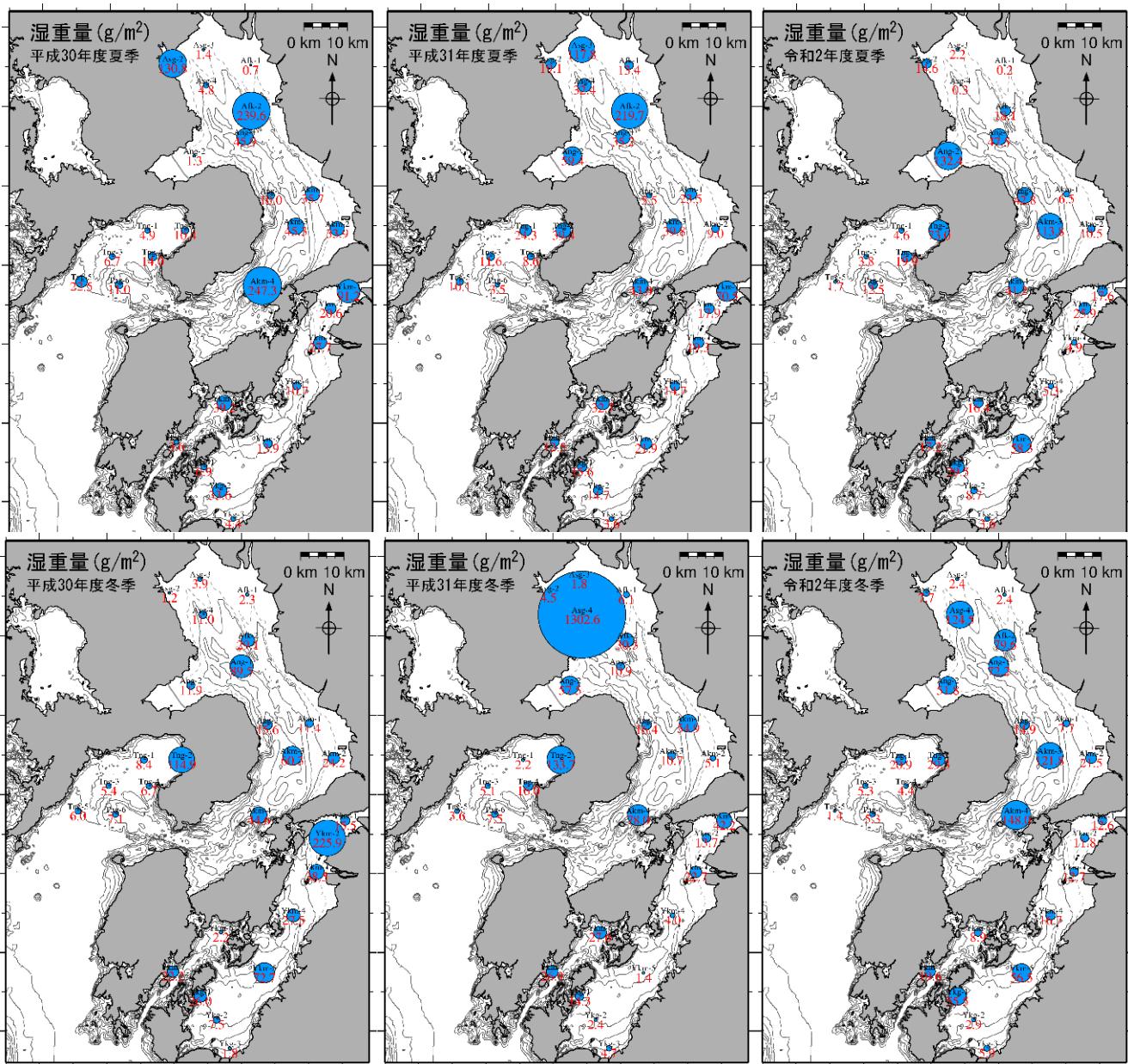


図 2.9.2-9 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度のベントスの湿重量の水平分布(上段: 夏期 下段: 冬期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」