資料 3-3

中間取りまとめ第2章案

第2章 有明海・八代海等の環境等の状況

第 2 章では平成 28 年度委員会報告以降における有明海・八代海等の環境の状況を、平成 28 年度委員会報告の第 3 章の構成に沿って整理した。なお、平成 28 年度委員会報告では、再生目標を踏まえ、生態系の構成要素又は水産資源として重要と考えられる生物について 4 項目を取り上げることとしたが、そのうち、ノリ養殖（赤潮による被害）は「2.8 赤潮」に、ベントス、有用二枚貝、ノリ養殖（生産量）、魚類等は「2.9 生物」にその状況等を整理した。

なお、平成 28 年度委員会報告以降において、新たなデータや知見等が得られた情報を中心に整理を行っており、平成 28 年度委員会報告と同じデータや知見等については記載を割愛するとともに、経年的に大きな変化傾向がみられていない図表や参考情報となる図表等は資料編に記載した。

第 2 章の構成と記載事項を表 2-1 に示す。

表 2-1　第 2 章の構成と記載事項

構成	記載事項
2.1　汚濁負荷	汚濁負荷量の状況
2.2　河川からの土砂流入	大雨等の状況、河川流量の状況、河道内の土砂移動・堆積等の状況
2.3　潮汐・潮流	潮位の状況、潮流の状況
2.4　水質	水質環境基準達成率、水質の動向
2.5　底質	底質の分布、経年変化、変動傾向
2.6　貧酸素水塊	底層溶存酸素量、貧酸素水塊の発生状況、経年変化特性等
2.7　藻場・干潟等	藻場・干潟の分布・面積、海洋ごみの状況等
2.8　赤潮	赤潮の発生状況・特徴、漁業（ノリ養殖、魚類養殖）被害の状況等
2.9　生物	固有種・希少種等、ベントス、有用二枚貝、魚類等の状況、漁業・養殖業生産量

注）主なもの以外の図表、関係機関の行った事業はケーススタディとして資料編に記載

2.1 汚濁負荷

2.1.1 排出負荷量

1965～2019 年度における有明海・八代海の流域の家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）の各発生源から排出される排出負荷量を算定し、その経年変化のグラフ等は資料編に記載した。

平成 28 年度委員会報告以降における排出負荷量の経年変化については、それ以前の傾向と同様であり、やや減少あるいは横ばい傾向で推移している。

2.1.2 陸域から海域への流入負荷量

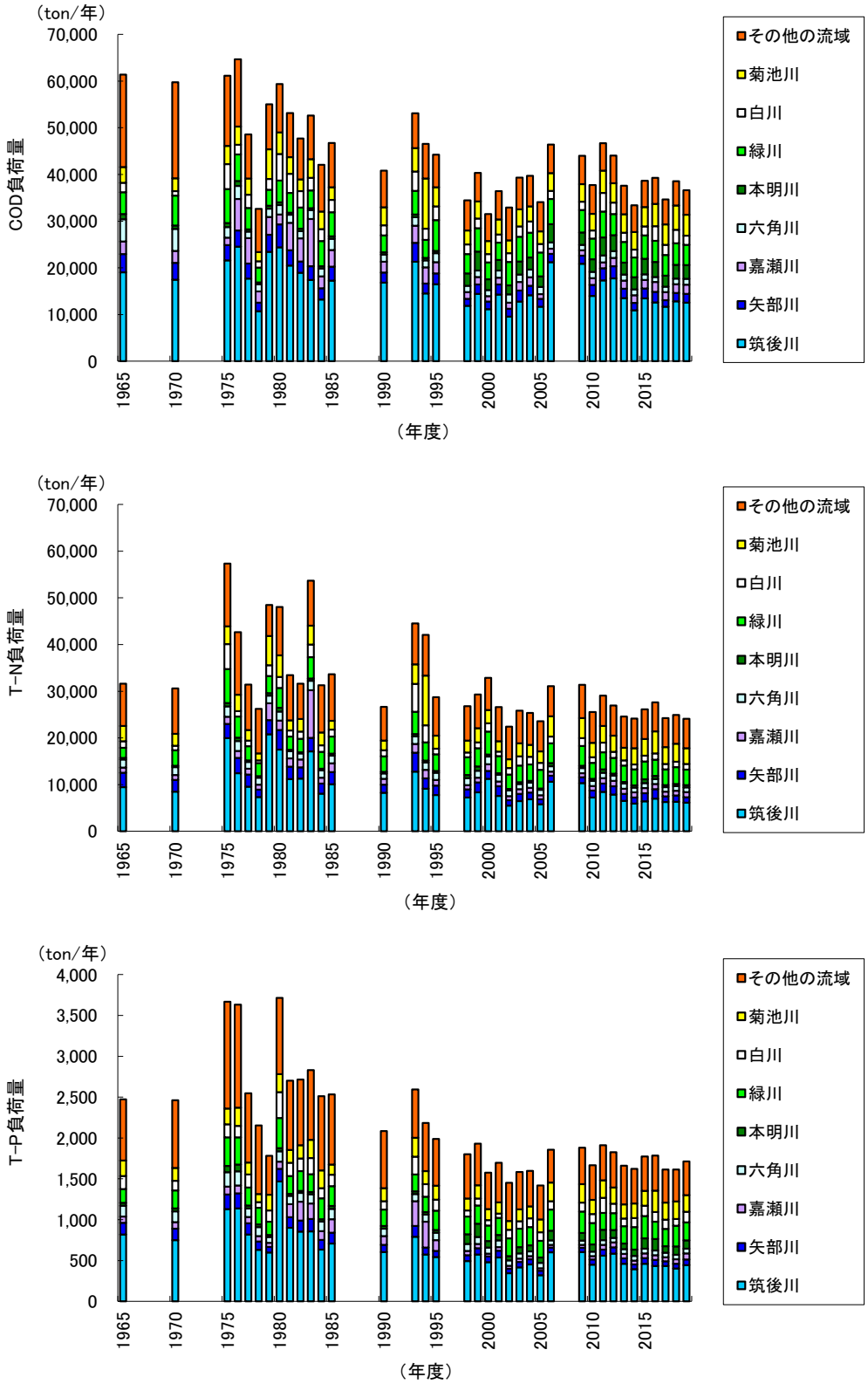
1965～2019 年度における河川等を通じて有明海及び八代海に流入する負荷量を算定した（図 2.1.2-1、図 2.1.2-2）。

有明海の COD、T-N 及び T-P、八代海の COD 及び T-P の流入負荷量は、平成 28 年度委員会報告以前の傾向と同様であり、1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは概ね横ばい傾向であるが、八代海の T-N の流入負荷量は、1975 年度頃から概ね横ばいで推移している。

流域別にみると、有明海では筑後川流域からの流入負荷量が大きく、直近 5 年間では、それぞれ全体の 32～35％（COD）、25～26％（T-N）、24～27％（T-P）程度、八代海では球磨川流域からの流入負荷量が大きく、それぞれ全体の 39～47％（COD）、26～34％（T-N）、27～38％（T-P）程度を占めている。

2.1.3 海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量

陸域からの流入負荷量に加え、海域への直接負荷量（降雨、ノリ養殖（酸処理剤及び施肥）、魚類養殖、底質からの溶出）を含めた汚濁負荷量について、その経年変化のグラフ等は資料編に記載した。この結果によると、有明海の COD、T-N 及び T-P、八代海の COD は、陸域からの流入負荷量と同様に、1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは概ね横ばい傾向であるが、八代海の T-N 及び T-P は 2006、2009 年度頃が最大であり、2010 年度以降は減少傾向にある。



注)1995 年までは、グラフ中の「本明川」の項目に本明川流域からの負荷量を算定し、本明川流域以外から諫早湾(有明海)に流入する負荷量は「その他の流域」の一部として算定している。一方、1998 年以降は、「本明川」の項目に諫早湾干拓事業の潮受堤防排水門からの負荷量(調整池の水質と排水量より算定したもの)を記載しており、1998 年度以降は他の河川からの流入負荷量と算定方法が異なるため、河川からの負荷量と排水門からの負荷量について単純に比較できないことに留意する必要がある。

図 2.1.2-1 有明海への流入負荷量の経年変化

出典:環境省資料

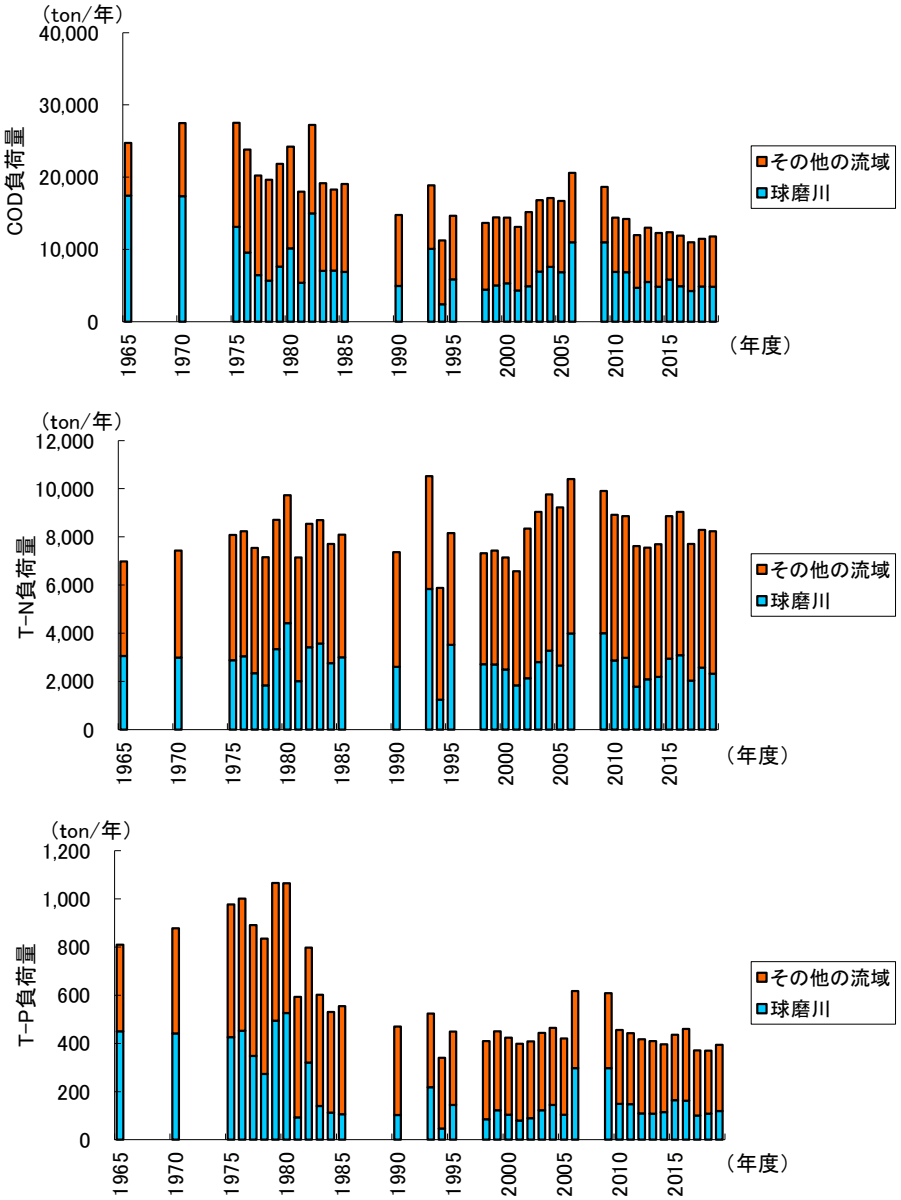


図 2.1.2-2 八代海への流入負荷量の経年変化

出典:環境省資料

2.1.4 まとめ

近年における有明海・八代海の流域の各発生源からの排出負荷量は、平成 28 年度委員会報告以前の傾向と同様であり、やや減少あるいは横ばい傾向で推移している。

河川等を通じて海域に流入する負荷量については、有明海の COD、T-N、T-P、八代海の COD、T-P では、1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは横ばい傾向、八代海の T-N は 1975 年度頃から概ね横ばいで推移している。

海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、有明海の COD、T-N、T-P、八代海の COD では、1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは横ばい傾向、八代海の T-N、T-P は 2006、2009 年度頃が最大であり、2010 年度以降は減少傾向にある。

2.2 河川からの土砂流入

平成 28 年度委員会報告では、有明海・八代海に流入する代表的な河川について、その流況と海域に流入する土砂量に関する情報を整理したところであるが、その後、平成 29 年 7 月の九州北部豪雨等の大雨が頻発していることから、ここではこれら大雨等の発生状況や河川流量の状況を整理するとともに、豪雨等に伴う河道内への土砂移動や土砂堆積についての調査結果を整理した。なお、平常時における土砂流入に関する知見等については、令和 8 年度委員会報告で取りまとめる予定である。

2.2.1 大雨等の状況

(1) 大雨等が発生した主な気象事例

平成 17(2005)年以降において、特に九州北部地方を中心に大雨等が発生した主な気象事例について整理した(表 2.2.1-1)。

九州北部地方においては、近年、毎年のように豪雨や大雨等の事象が発生している。

表 2.2.1-1 九州北部地方を中心に大雨等が発生した主な気象事例

No.	年	期間	名称	概要
1	平成 17(2005)年	7 月 8 日～10 日	梅雨前線による大雨	九州地方や東海地方で激しい雨
2	平成 18(2006)年	6 月 21 日～28 日	梅雨前線による大雨	熊本県を中心に西日本で大雨
3		7 月 15 日～24 日	平成 18 年 7 月豪雨	長野県、鹿児島県を中心に九州、山陰、近畿、北陸地方の広い範囲で大雨
4	平成 19(2007)年	7 月 1 日～17 日	台風第 4 号と梅雨前線による大雨と暴風	沖縄から東北南部の太平洋側にかけての広い範囲で大雨
5	平成 21(2009)年	7 月 19 日～26 日	平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨	九州北部・中国・四国地方などで大雨
6	平成 22(2010)年	7 月 10 日～16 日	梅雨前線による大雨	西日本から東日本にかけて大雨
7	平成 23(2011)年	6 月 10 日～21 日	梅雨前線による大雨	九州各地で大雨
8	平成 24(2012)年	7 月 11 日～14 日	平成 24 年 7 月九州北部豪雨	九州北部を中心に大雨
9	平成 28(2016)年	6 月 19 日～30 日	梅雨前線による大雨	西日本を中心に大雨
10	平成 29(2017)年	7 月 5 日～6 日	平成 29 年 7 月九州北部豪雨	西日本で記録的な大雨
11	平成 30(2018)年	6 月 28 日～7 月 8 日	平成 30 年 7 月豪雨	西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な雨
12	令和元(2019)年	8 月 26 日～29 日	前線による大雨	九州北部地方を中心に記録的な大雨
13	令和 2(2020)年	7 月 3 日～31 日	令和 2 年 7 月豪雨	西日本から東日本、東北地方の広い範囲で大雨。4 日から 7 日にかけて九州で記録的な大雨。球磨川など大河川で氾濫。

出典:気象庁 HP「災害をもたらした気象事例」及び一般社団法人九州地域づくり協会「九州災害履歴情報データベース」をもとに環境省が作成した。

(2) 降水量の状況

平成 17(2005)年～令和 2(2020)年の有明海・八代海流域に位置する主な気象観測所における日降水量の状況を図 2.2.1-1 に示す。

表 2.2.1-1 に示した気象事例の際には、日降水量 150mm を超えるような大雨が生じており、特に近年においては久留米や白石で日降水量 250mm を超える大雨が多く発生している。

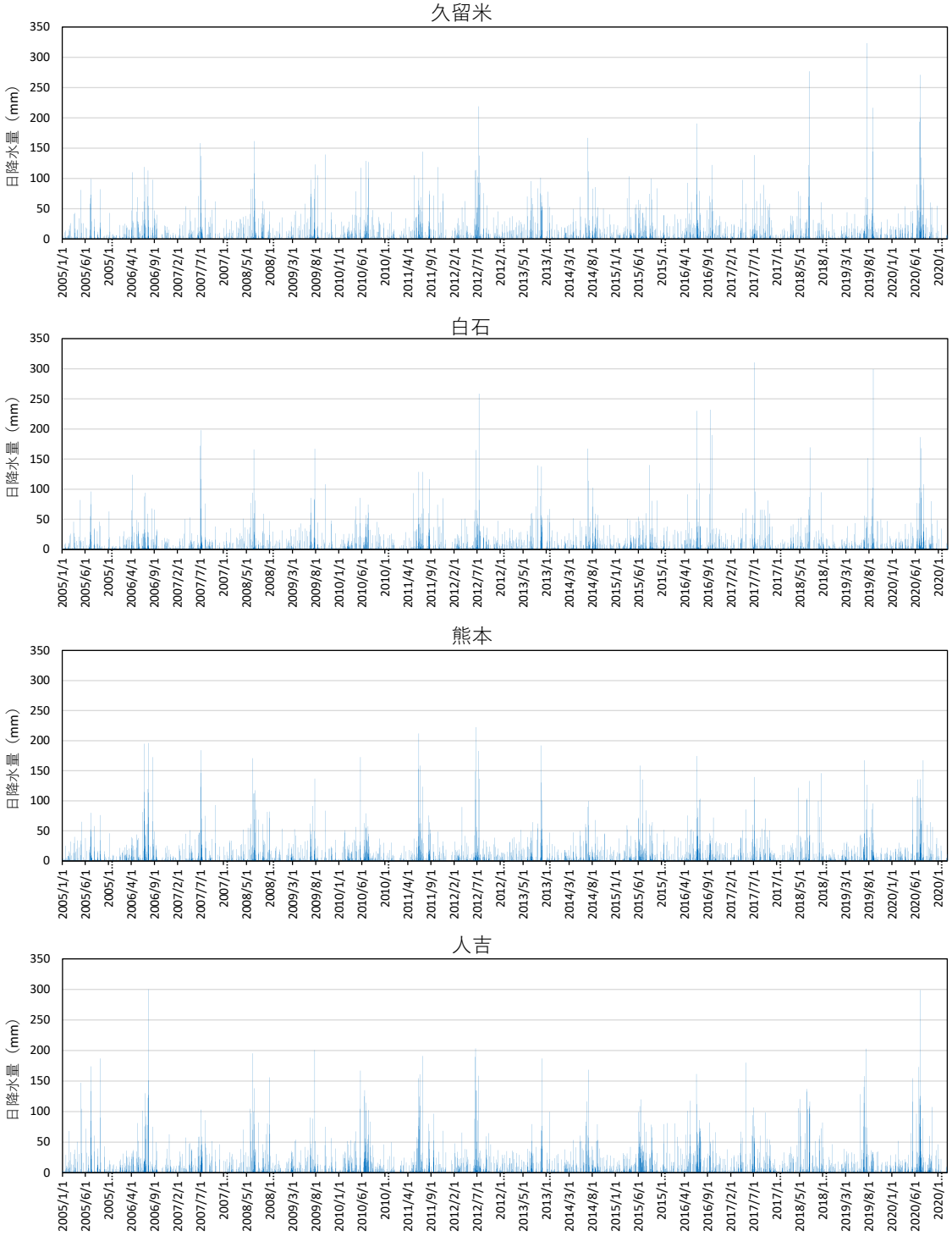
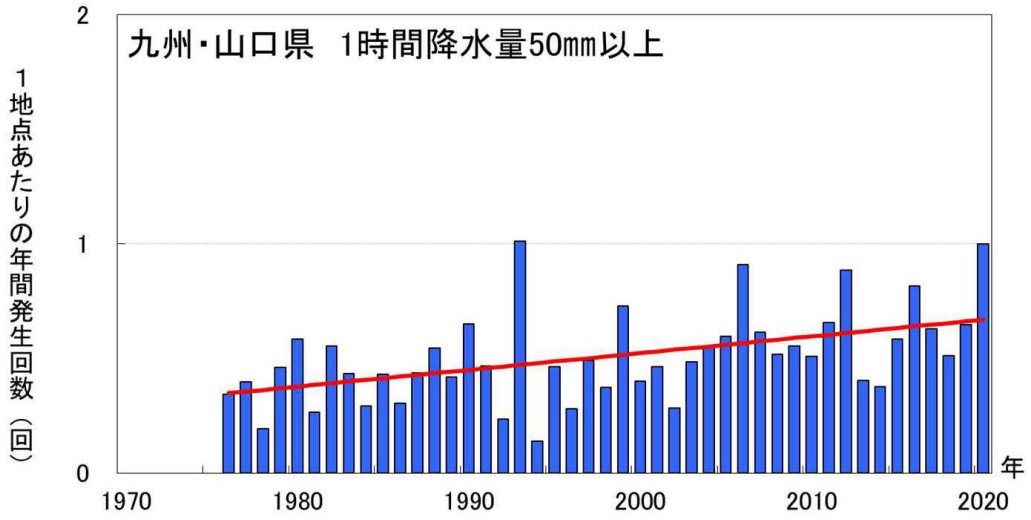


図 2.2.1-1 主な気象観測所における日降水量の状況

出典：気象庁 HP「過去の気象データ」をもとに環境省が作成した。

また、九州及び山口県において、1 時間 50mm 以上(「非常に激しい雨」、「猛烈な雨」)の回数は、増加傾向がみられる(図 2.2.1-2)。「令和 2 年 7 月豪雨」などの影響で、2020 年の 1 時間降水量 50mm 以上の回数は、統計開始以降、1993 年に次いで 2 番目に多かった。



注)統計期間:1976～2020 年。アメダス 1 地点あたりの回数に換算
青棒:年々の値
赤の直線:長期変化傾向(有意な長期変化傾向がある場合のみ表示)

図 2.2.1-2 1 時間降水量 50mm 以上の年間発生回数の経年変化(九州・山口県)

出典:福岡管区気象台(2021)「九州・山口県の気候変動監視レポート 2020」

2.2.2 河川流量の状況

河川流量の変化は、汚濁負荷量や土砂の流入に影響するため、有明海及び八代海に流入する一級河川の月平均流量の状況を図 2.2.2-1 及び図 2.2.2-2 に示す。

表 2.2.1-1 に示した大雨等が発生した時期に流量が増大しており、特に有明海流入河川では平成 24(2012)年 7 月に発生した「九州北部豪雨」、八代海流入河川では平成 18(2006)年 6 月及び平成 23(2011)年 6 月に発生した「梅雨前線による大雨」に伴って大規模な出水が発生している。なお、出典とした国土交通省「水文水質データベース」では 2020 年の流量データが公表されていない河川があるため、全ての河川の流量データが公表されている 2019 年までのデータを整理した。

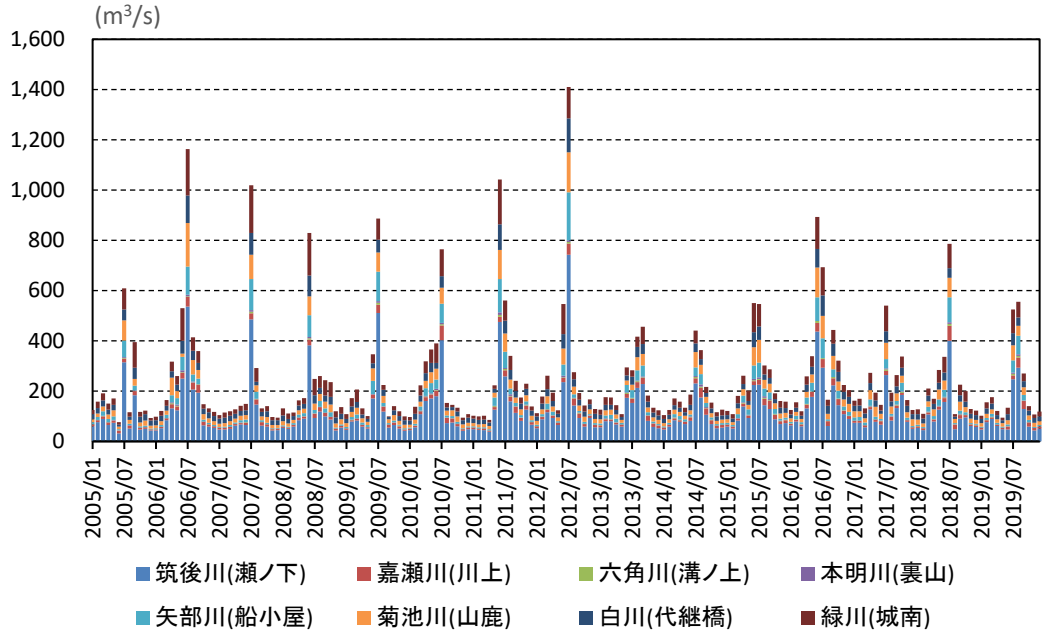


図 2.2.2-1 有明海に流入する一級河川の月平均流量の状況

出典:国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省が作成した。

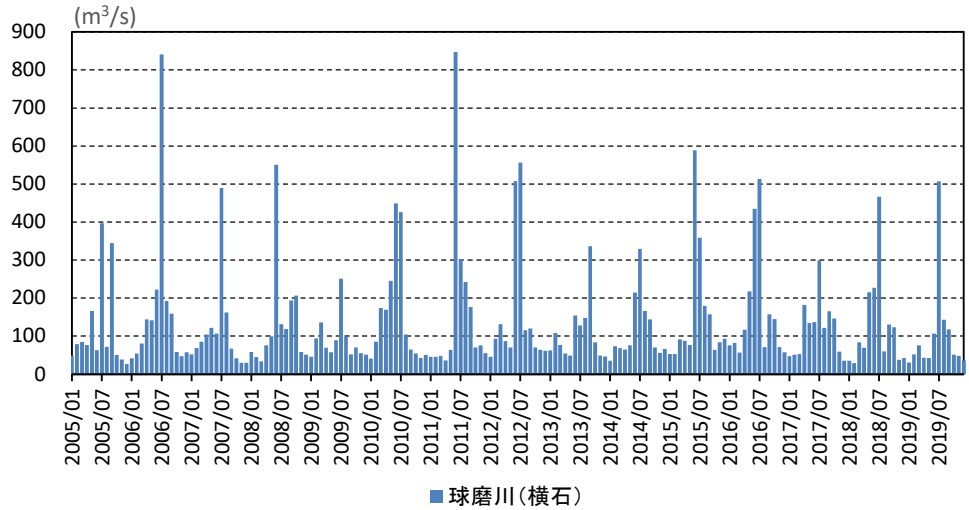


図 2.2.2-2 八代海に流入する一級河川の月平均流量の状況

出典:国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省が作成した。

2.2.3 平成 29 年 7 月九州北部豪雨の発生土砂量

(1) 斜面崩壊の状況

有明海に流入する一級河川筑後川の流域において、平成 24 年7月豪雨前・後、及び平成 29 年の7月豪雨後の 3 時点における崩壊地の存在状況変化は図 2.2.3-1 に示すとおりである。右上の図が平成 24 年 7 月豪雨発生後の状況であり、青点が崩壊箇所を示す。右下の図が平成 29 年 7 月豪雨の状況で、特に中流右岸流域で赤点が集中しており、多数の崩壊が発生したと推定される。

また、平成 29 年 7 月九州北部豪雨の斜面崩壊位置は図 2.2.3-2 に示すとおりである。この豪雨による斜面崩壊(土砂発生域)については、12 時間雨量が 400mm を超過する範囲に崩壊地が集中している傾向がみられており、地質別にみると深成岩(花崗岩)や変成岩を主体とする地域で崩壊が多く発生している。

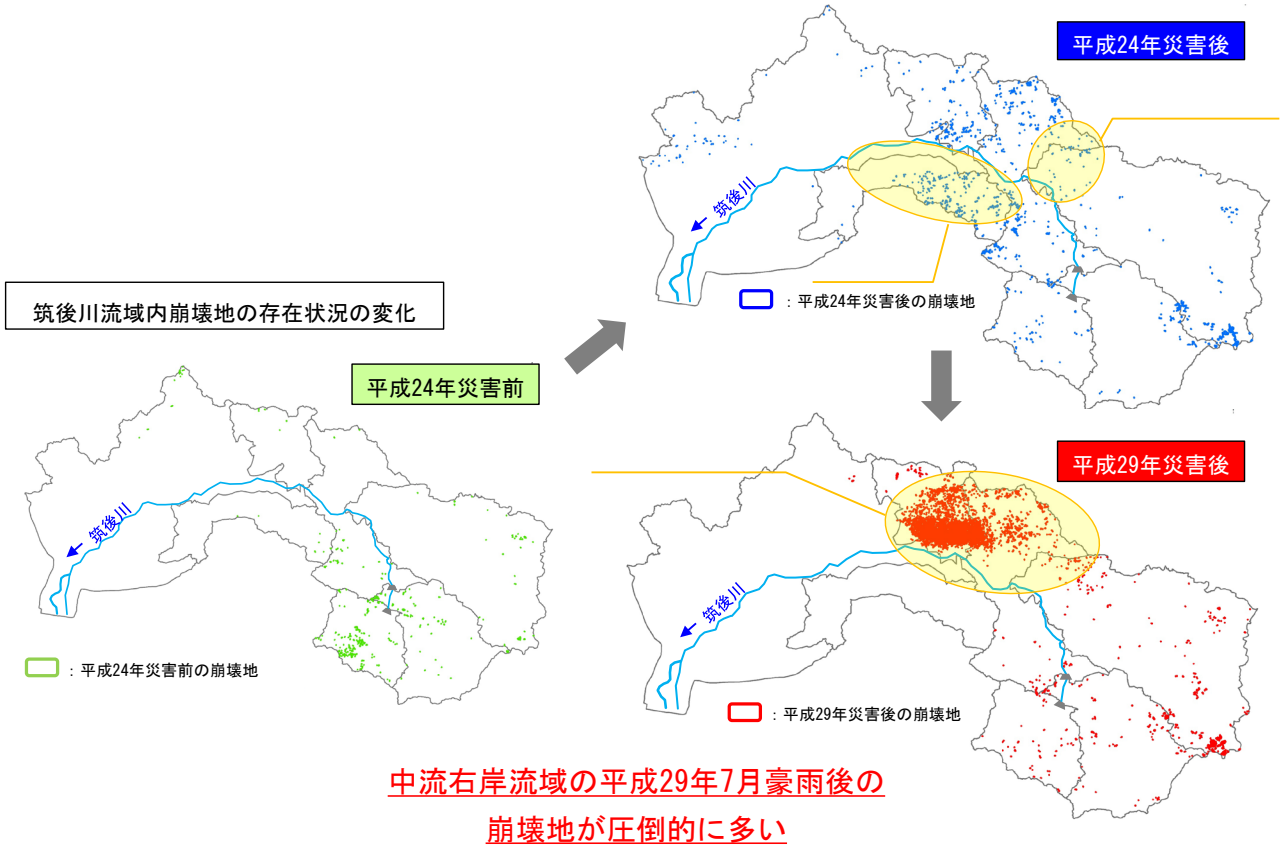
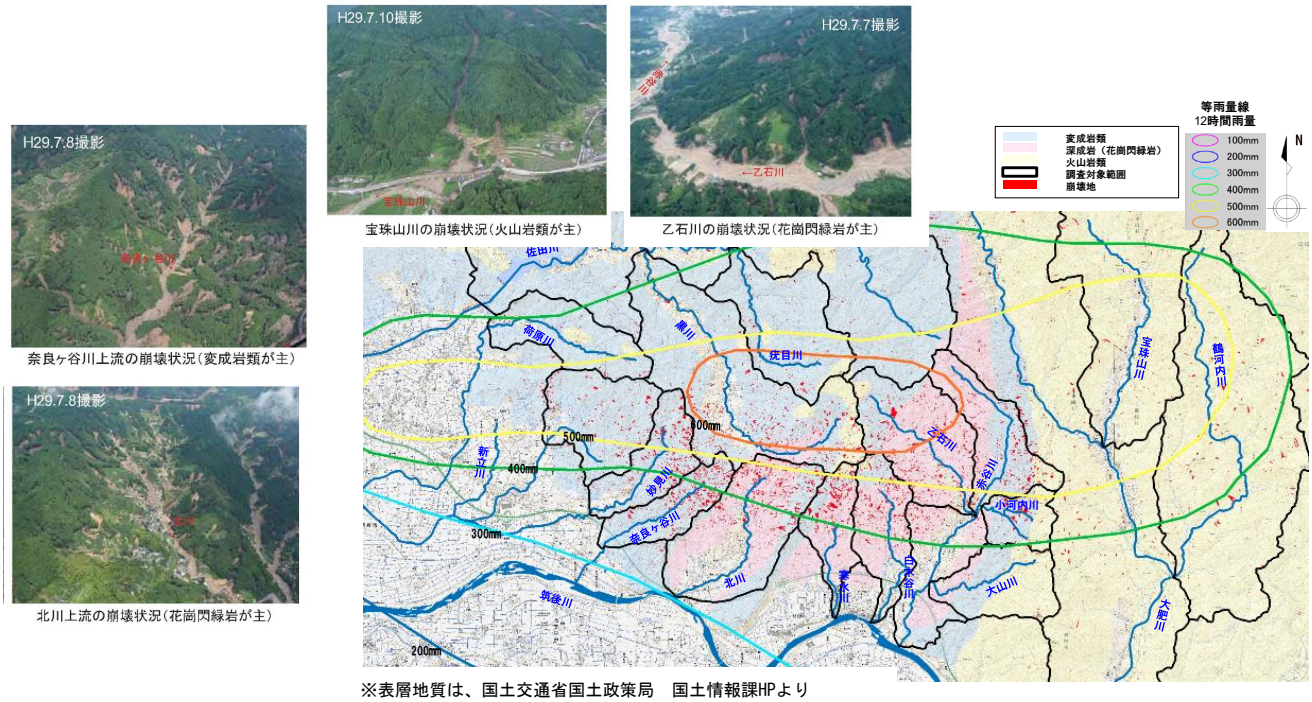


図 2.2.3-1 近年の大規模災害による斜面崩壊の状況

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



※表層地質は、国土交通省国土政策局　国土情報課HPより
※崩壊地は被災後撮影のオルソ画像より判読したもの

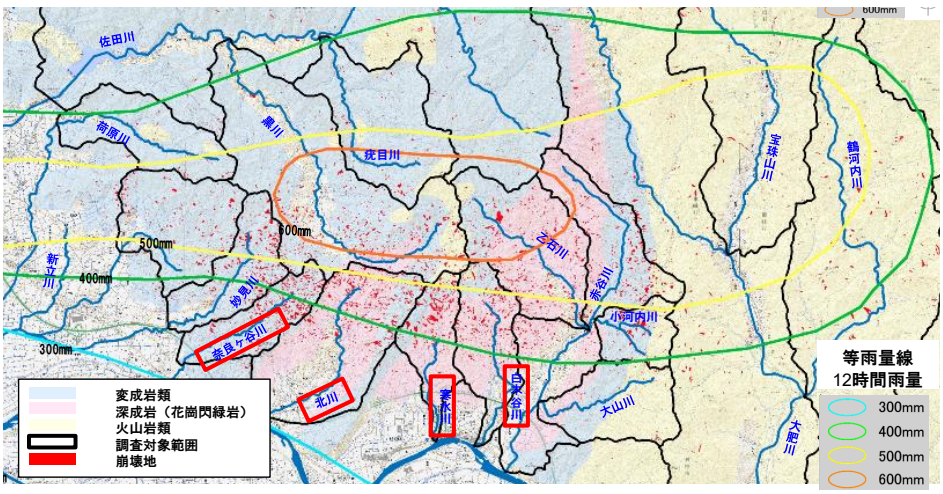
図 2.2.3-2 平成 29 年 7 月九州北部豪雨の斜面崩壊位置

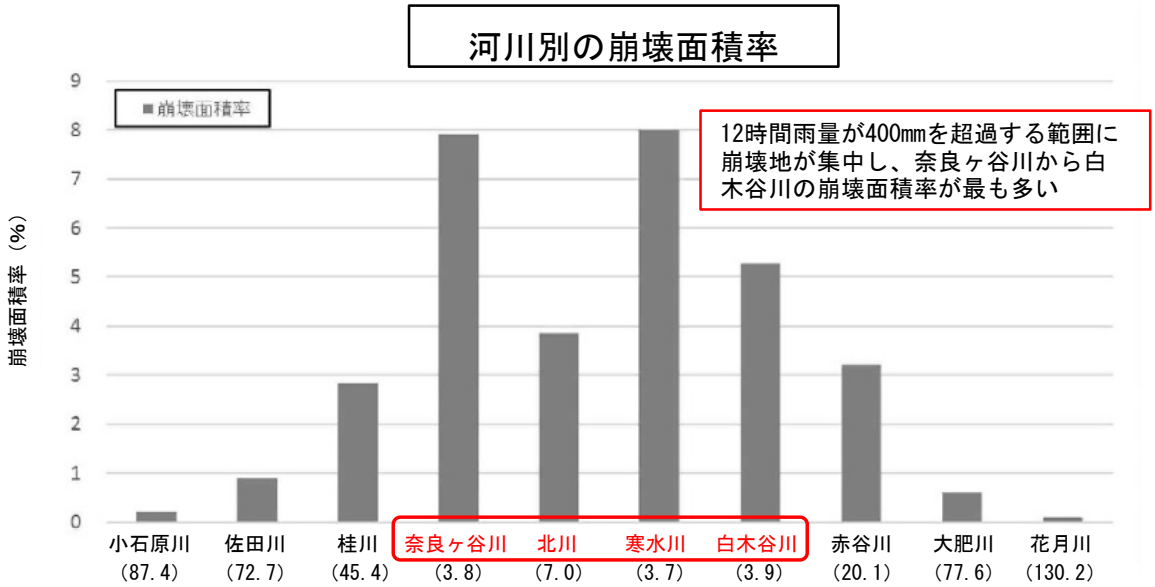
出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会　第５回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 発生土砂量

平成 29 年 7 月九州北部豪雨における筑後川の河川別の崩壊面積率は図 2.2.3-3 に、発生土砂量は図 2.2.3-4 に、流出土砂量は表 2.2.3-1 に示すとおりである。この豪雨による筑後川右岸流域の斜面の崩壊面積（発生域）は 4.44km^2、発生土砂量は約 1,000 万 m^3※にも及び、そのうちの約 200 万 m^3※が河川へ流出したと推定されている。

※土砂量の算出は、被災前後の地形データの差分により算出

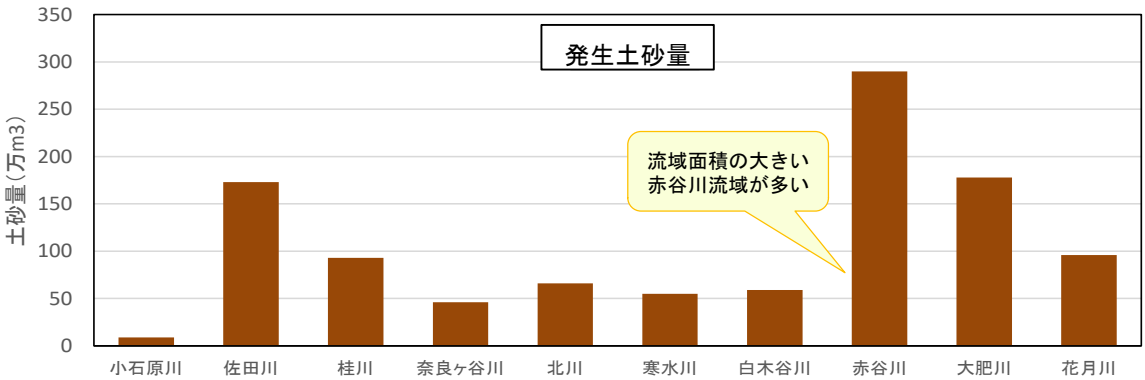




河川名下段の（　　）は流域面積（km2）
崩壊面積率は、「崩壊面積／流域面積」にて算定。崩壊面積は、被災後撮影のオルソ画像より判読したもの。

図 2.2.3-3 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における筑後川の河川別の崩壊面積率

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



※土砂量の算出は、被災前後の地形データの差分により算出したもの

図 2.2.3-4 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における筑後川の発生土砂量

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

表 2.2.3-1 平成 29 年 7 月九州北部豪雨における筑後川の流出土砂量

河川名	流域全体（筑後川までの氾濫部含む）		
	発生土砂量（万m³）	堆積土砂量（万m³）	流出土砂量（万m³）
	A	B	C=A-B
小石原川	9	3	6
佐田川	173	182	0
桂川	93	96	0
奈良ヶ谷川	46	37	9
北川	66	67	0
寒水川	55	55	0
白木谷川	59	50	9
赤谷川	290	222	68
大肥川	178	103	75
花月川	96	47	49

（流出土砂量がマイナスになる場合は「０」としている）

約２００万m³

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

2.2.4 平成 29 年 7 月九州北部豪雨後の河川の状況

平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川の河道横断形状の変化は図 2.2.4-1 に示すとおりである。図中の緑線が平成 24 年 8 月、赤線が平成 30 年 5 月に測量した横断形状であり、これらの豪雨前後の横断形状を比較すると、特に中流域（45 k～60 k 付近）では、堆積傾向を確認している。

平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川の河床高の変化は図 2.2.4-2 に示すとおりである。図中の緑線が平成 24 年 8 月、赤線が平成 30 年 5 月の河床高であり、また、上図の実線が平均河床高、点線が最深河床高を示したものである。下図は河床高でプラスが堆積、マイナスが洗掘を表す。これらからも、筑後川中流域では平均河床高、最深河床高ともに上昇していることが確認できる。

平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川の河床材料の変化は図 2.2.4-3 に示すとおりである。筑後川の中流域で、河床材料を比較すると、粒径が小さくなっている傾向であり、堆積している土砂の成分は 1 mm 前後の砂が主体である。

平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川における航空写真等からみた河川の状況は図 2.2.4-4 に示すとおりである。豪雨前後の河川の状況を航空写真から比較したところ、筑後川本川では砂州の形状や大きさ等に明確な変化は認められない。また、令和元年時点の状況からは、砂州の表面等には砂の存在が確認できるが、現時点では瀬や淵などの著しい変化は特段生じていない。

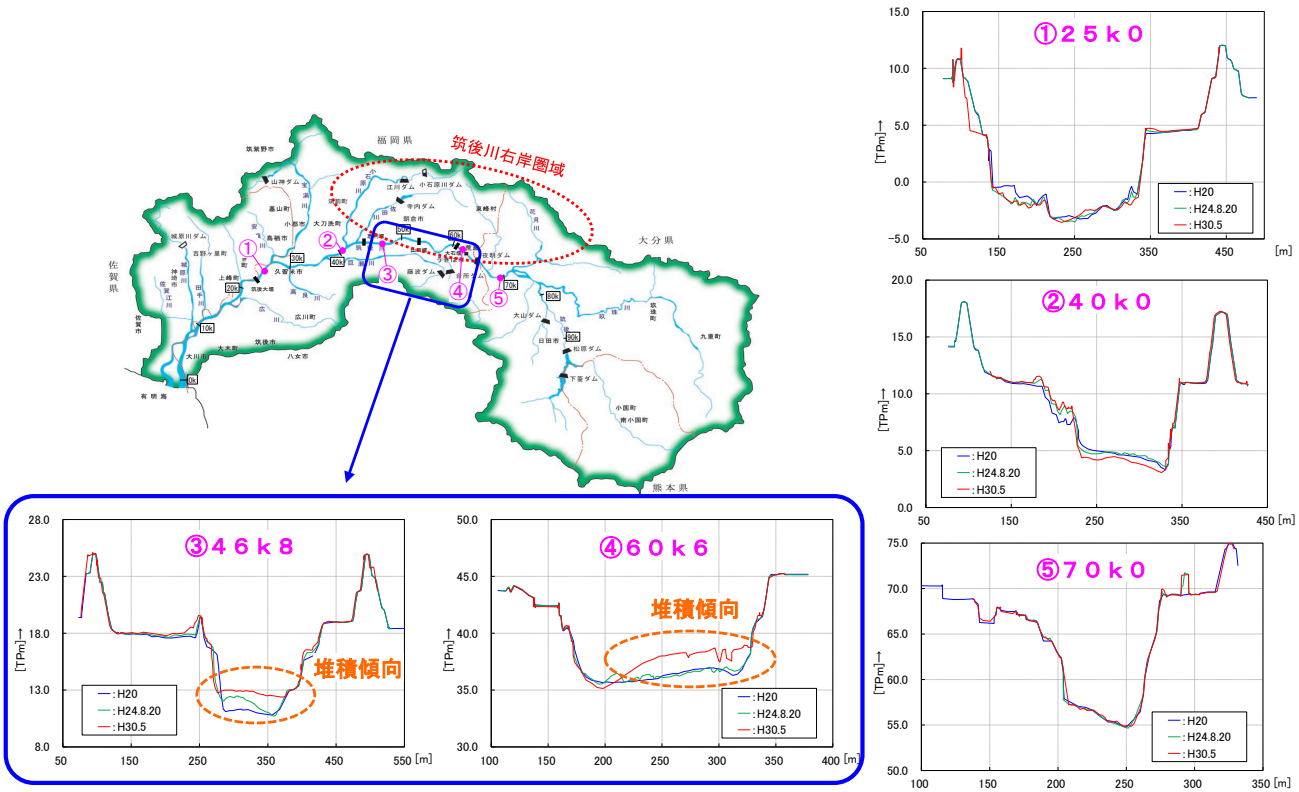


図 2.2.4-1 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川(河道横断形状の変化)

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

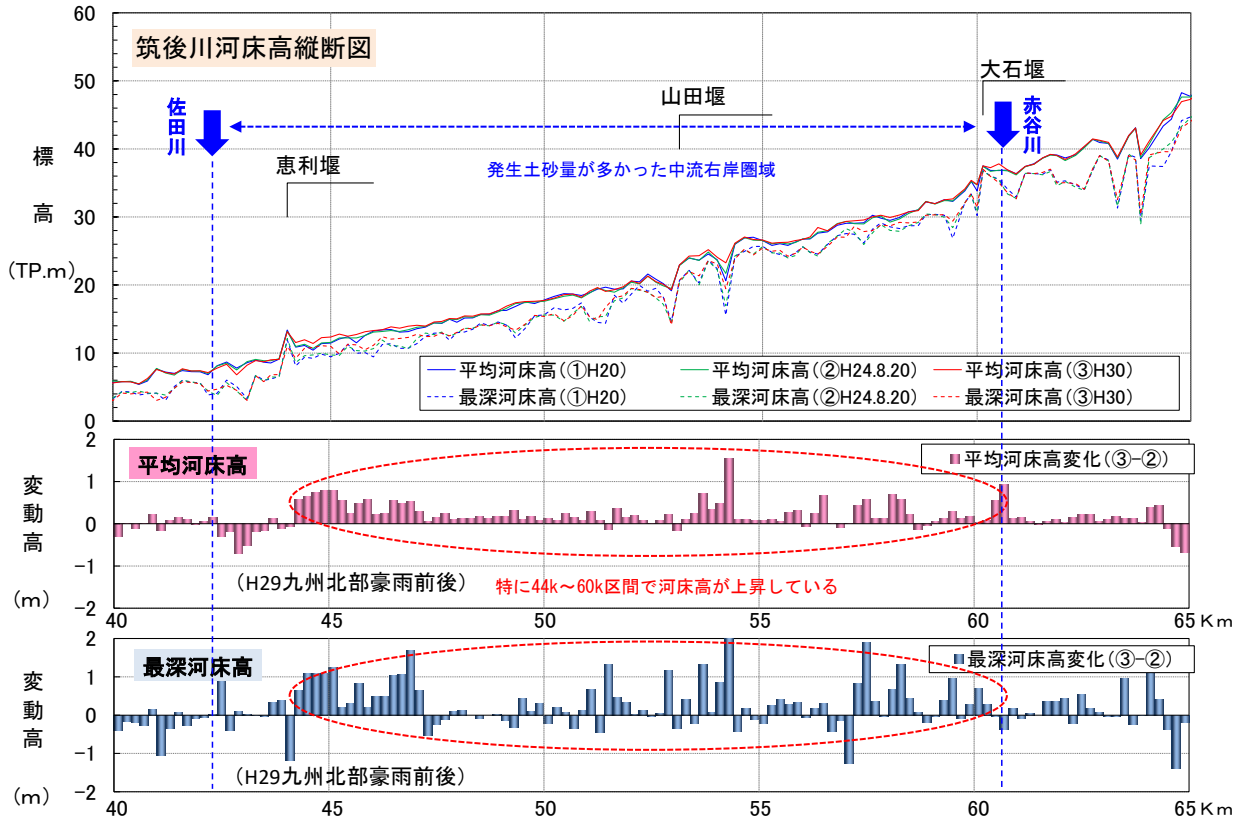


図 2.2.4-2 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川(河床高の変化)

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

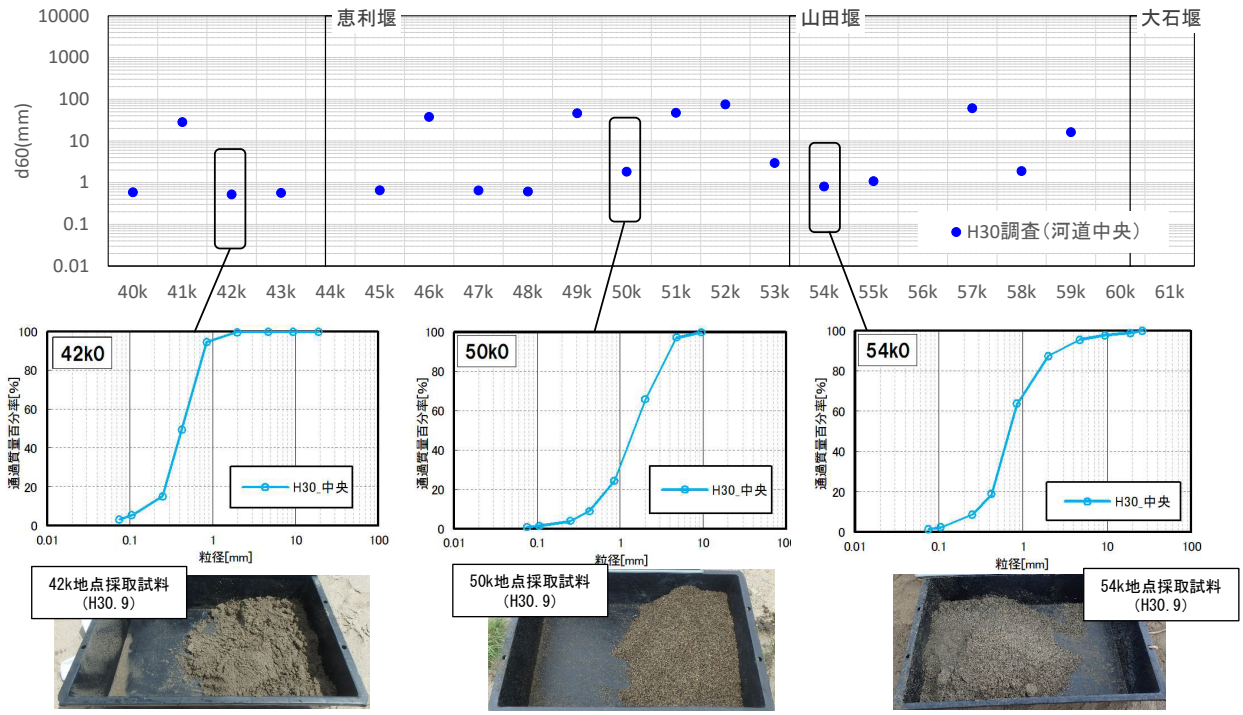


図 2.2.4-3 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川（河床材料の変化）

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

図 2.2.4-4 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害後の筑後川（航空写真等からみた河川の状況）

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

2.2.5 まとめ

近年、九州北部地方では毎年のように豪雨や大雨等の事象が発生しており、これらに伴って河川では大規模な出水が発生している。

平成 24 年 3 月以降に実施した発生土砂量等の調査では、平成 24 年や平成 29 年の豪雨により山地部崩壊等で大量の土砂が発生し、その多くが未だ山地部に残存していることが想定される。これら大量の土砂が、今後の降雨により筑後川等へ流出し、また、河川から海域へ流出してくると想定され、河道流下能力の低下、河道内施設（取水等）への影響、良好な生物環境の保全に資するため、瀬や淵などの変化等に注視していく必要があると考えられる。

今後、定期的な基礎調査を実施し、崩壊土砂の流出、河道内の土砂堆積と海へ至る流下、生物環境への影響について継続的にモニタリングを行うとともに、モニタリング結果から治水・利水・環境への影響を把握し、崩壊土砂の流出に伴う河川管理上の問題が生じた場合には、必要に応じて適切な対応を行っていくことが重要である。

2.3 潮汐・潮流

観測結果の整理中

2.4 水質

2.4.1 水質環境基準達成率の推移

(1) COD

COD の水質環境基準達成率 [i]について、有明海では、1974 年度以降、概ね 80%以上で推移しており、直近年の 2019 年度は 80%である。八代海では、1996 年度までは達成率が高く、100%の年もあったが、それ以降は若干低下し、概ね 60～90%で推移している。直近年の 2019 年度は 79%である。橘湾 [ii]では 30～100%と有明海及び八代海に比べ変動が大きいものの、100%の年が他の海域より多くみられ、2011 年度以降は 100%となっている [1),2)]（図 2.4.1-1）。

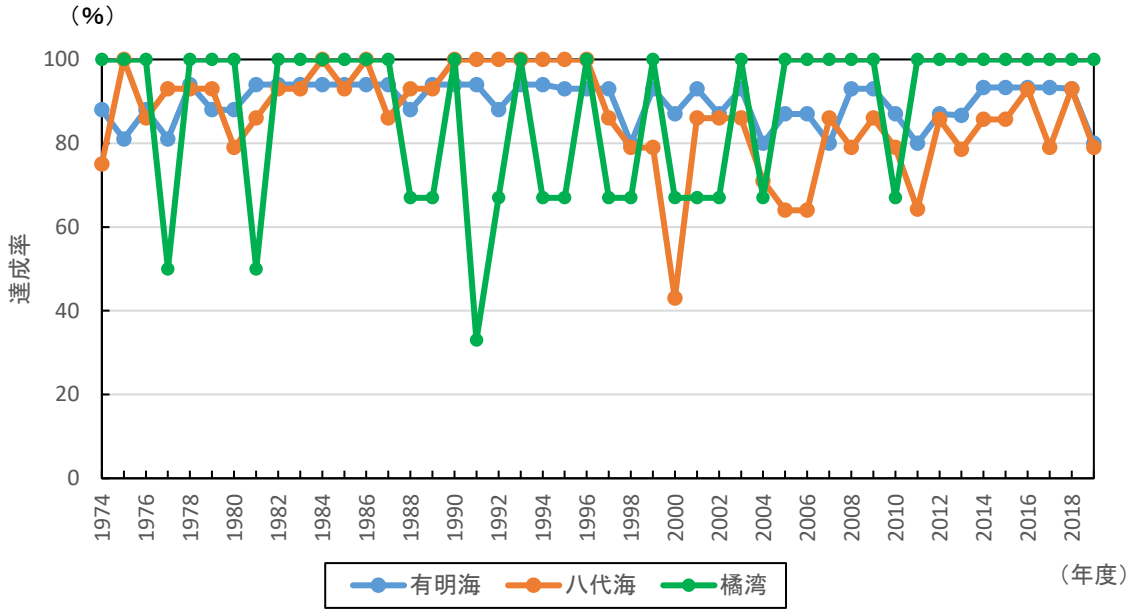


図 2.4.1-1 有明海、八代海及び橘湾の環境基準達成率の推移：COD

出典：環境省水・大気環境局（2020）「令和元年度公共用水域水質測定結果」、長崎県，熊本県「公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

(2) 全窒素及び全燐

全窒素及び全燐の環境基準の達成率 [i]については、有明海では、比較的達成率が低く、2006 年度以降全て 40%である。八代海では 2010 年度以降、75～100%で推移しており、直近年の 2019 年度は 100%である [1)]（図 2.4.1-2）。なお、橘湾では全窒素及び全燐の類型指定はされていない。

---

i) 環境基準達成率（%）＝（達成水域数／類型指定水域数）×100
全窒素及び全燐はともに環境基準を満足している場合に、達成水域とした。

ii) 橘湾は、「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）による水域での環境基準達成率を算出した。橘湾の類型は全域A類型である。

全窒素(T-N)については、有明海では 2007 年度以降 80%以上の達成率で推移しており、直近年の 2019 年度は 100%である。八代海では 2003 年度以降は全て 100%である[1)](図 2.4.1-3)。

全燐(T-P)については、有明海では 2006 年度から 2018 年度までは 40%の達成率で推移し、直近年の 2019 年度は 60%である。八代海では、2009 年度に一時的に 50%となったものの、それ以降の年は 75%以上で推移しており、直近年の 2019 年度は 100%である[1)](図 2.4.1-4)。

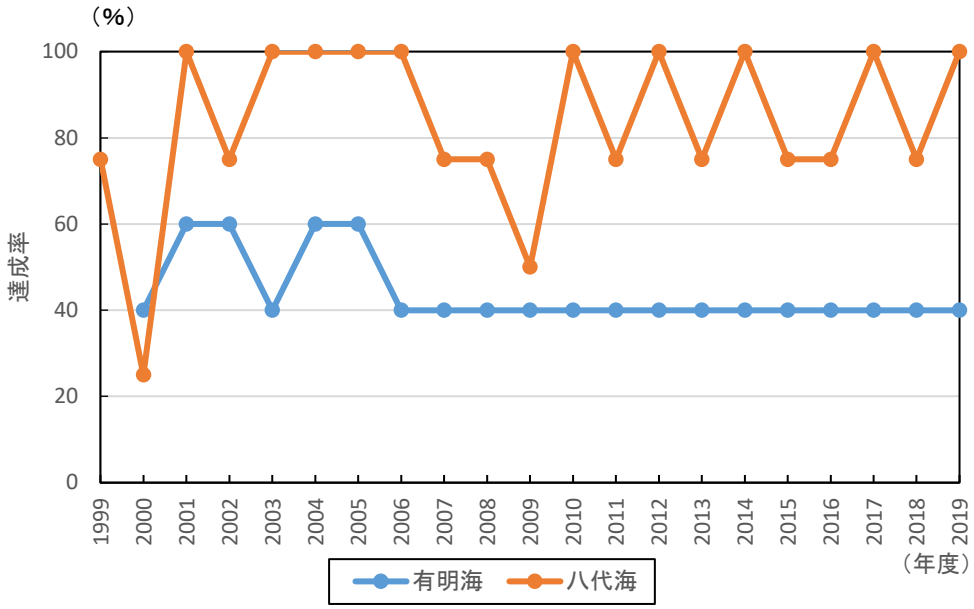


図 2.4.1-2 有明海及び八代海の環境基準達成率の推移:全窒素及び全燐

出典:環境省水・大気環境局(2020)「令和元年度公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

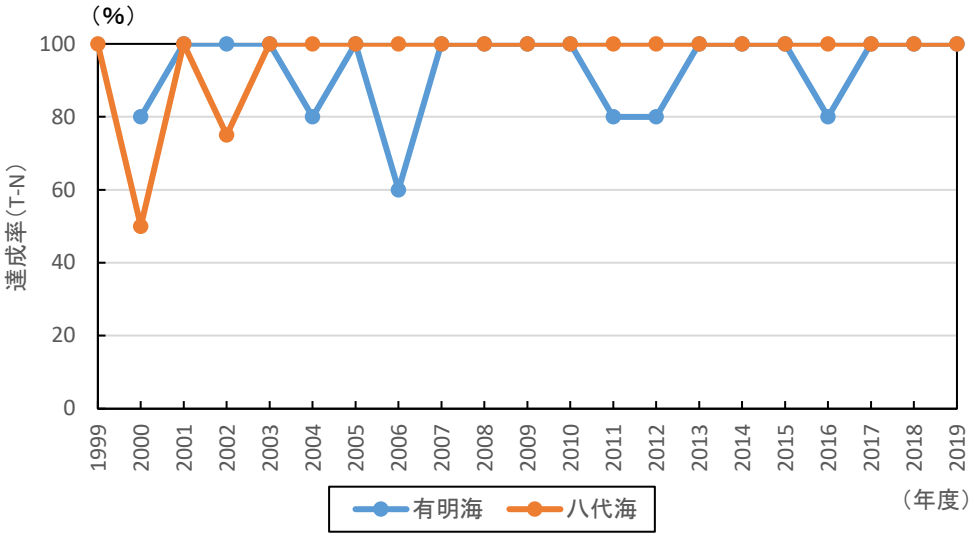


図 2.4.1-3 有明海及び八代海の環境基準達成率の推移:全窒素

出典:環境省水・大気環境局(2020)「令和元年度公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

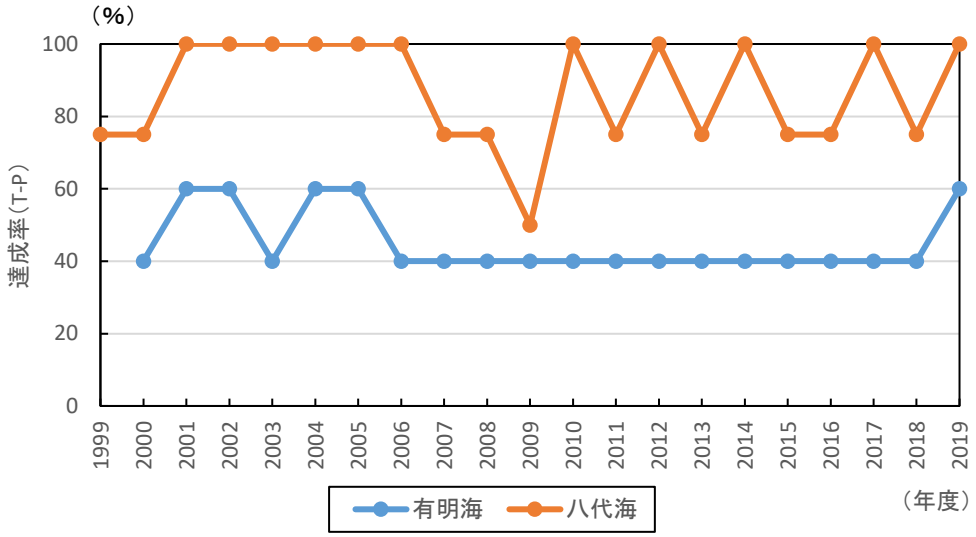


図 2.4.1-4 有明海及び八代海の環境基準達成率の推移：全燐

出典：環境省水・大気環境局（2020）「令和元年度公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

なお、有明海・八代海の類型指定状況は資料編に記載した。

2.4.2 水質の動向

図 2.4.2-1 及び図 2.4.2-2 に示す地点において、1970 年頃から現在までの水質の経年変化を公共用水域水質測定結果 [2)]及び浅海定線調査結果 [3)]から整理した。水質の主な変動傾向を表 2.4.2-1～表 2.4.2-4 に、その変動傾向を回帰分析した結果は表 2.4.2-5～表 2.4.2-8 に示すとおりである。有明海及び八代海における各公共用水域水質測定地点の類型及び基準値、各地点における水質の経年変化は資料編に記載した。

なお、窒素については形態別の割合が変化しているとの指摘 [4)]があり、今後の検討が必要と考えられるが、ここでは全窒素のデータを用いて経年変化を整理した。

表 2.4.2-1 有明海における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.9～3.9mg/L である。 12 地点のうち、6 地点（A1 海域の一部、A4 海域の一部、及び A6 海域）で有意な減少傾向がみられ、このうち 3 地点では、10 年間で 10%以上の変化率である。また、1 地点（A1 海域の一部）で有意な増加傾向がみられる。他の 5 地点では有意な変化傾向はみられない。
T-N （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.11～0.70mg/L である。 12 地点のうち、4 地点（A1 海域の一部、A2 海域、及び A4 海域の一部）で有意な減少傾向がみられ、このうち 3 地点では、10 年間で 10%以上の変化率である。他の 8 地点では有意な変化傾向はみられない。
T-P （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.017～0.140mg/L である。 12 地点のうち、5 地点（A1 海域の一部、及び A7 海域）で有意な増加傾向がみられ、このうち 1 地点（A7 海域）の変化率は 10 年間で 10%以上である。また、1 地点（A2 海域）で有意な減少傾向がみられた。他の 6 地点では有意な変化傾向はみられない。
水温 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 16.9～21.6℃である。 12 地点のうち、3 地点（A4 海域）で有意な上昇傾向がみられる。また、1 地点（A7 海域の一部）で有意な低下傾向がみられる。他の 8 地点では有意な変化傾向はみられない。
塩分 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 23.4～34.3。10 地点のうち、3 地点（A1 海域の一部）で有意な上昇傾向がみられる。他の 7 地点では有意な傾向はみられない。
SS （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 1.2～43.0mg/L。全 8 地点において有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.6～8.4m。11 地点のうち、4 地点（A1 海域の一部、A3 海域、A4 海域の一部）で有意な上昇傾向がみられる。他の 7 地点では有意な変化傾向はみられない。

注）1. 有意水準は 5%（回帰検定）。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. COD の測定方法は、時期・地点により測定法（酸性法、アルカリ法）が異なる。
3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。また、瀬詰崎沖（長崎）及び島原沖（長崎）の COD についても、酸性法で測定が行われている 2000 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. 水温、塩分、COD、T-N、T-P、SS は公共用水域水質測定結果、透明度は公共用水域水質測定結果及び浅海定線調査結果から取りまとめた。

表 2.4.2-2 八代海における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 1.3～3.2mg/L である。 3 地点のうち、1 地点（Y4 海域）で有意な増加傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。
T-N （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.11～0.37mg/L である。 3 地点のうち、1 地点（Y4 海域）で有意な減少傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。
T-P （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.012～0.074mg/L である。 3 地点のうち、2 地点（Y1 海域、及び Y2 海域）で変化の割合が大きい、有意な増加傾向がみられる。他の 1 地点(Y4 海域)では有意な変化傾向はみられない。
水温 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 18.8～21.9℃である。 3 地点のすべてにおいて有意な上昇傾向がみられる。
塩分 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 27.0～33.0 である。 3 地点のすべてにおいて有意な変化傾向はみられない。
SS （上層）	直近 5 年間の年平均値の範囲は 6.9～14.5mg/L である。 対象地点は 1 地点（Y1 海域）のみであり、この地点において変化の割合が大きい、有意な減少傾向がみられる。
透明度	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 1.0～11.0m である。 3 地点のうち、1 地点（Y1 海域）で変化の割合が大きい、有意な減少傾向がみられる。残りの 2 地点（Y2 海域、Y4 海域）では有意な変化傾向はみられない。

注） 1. 有意水準は 5%（回帰検定）。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
3. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。

表 2.4.2-3 橘湾における水質の主な変動傾向

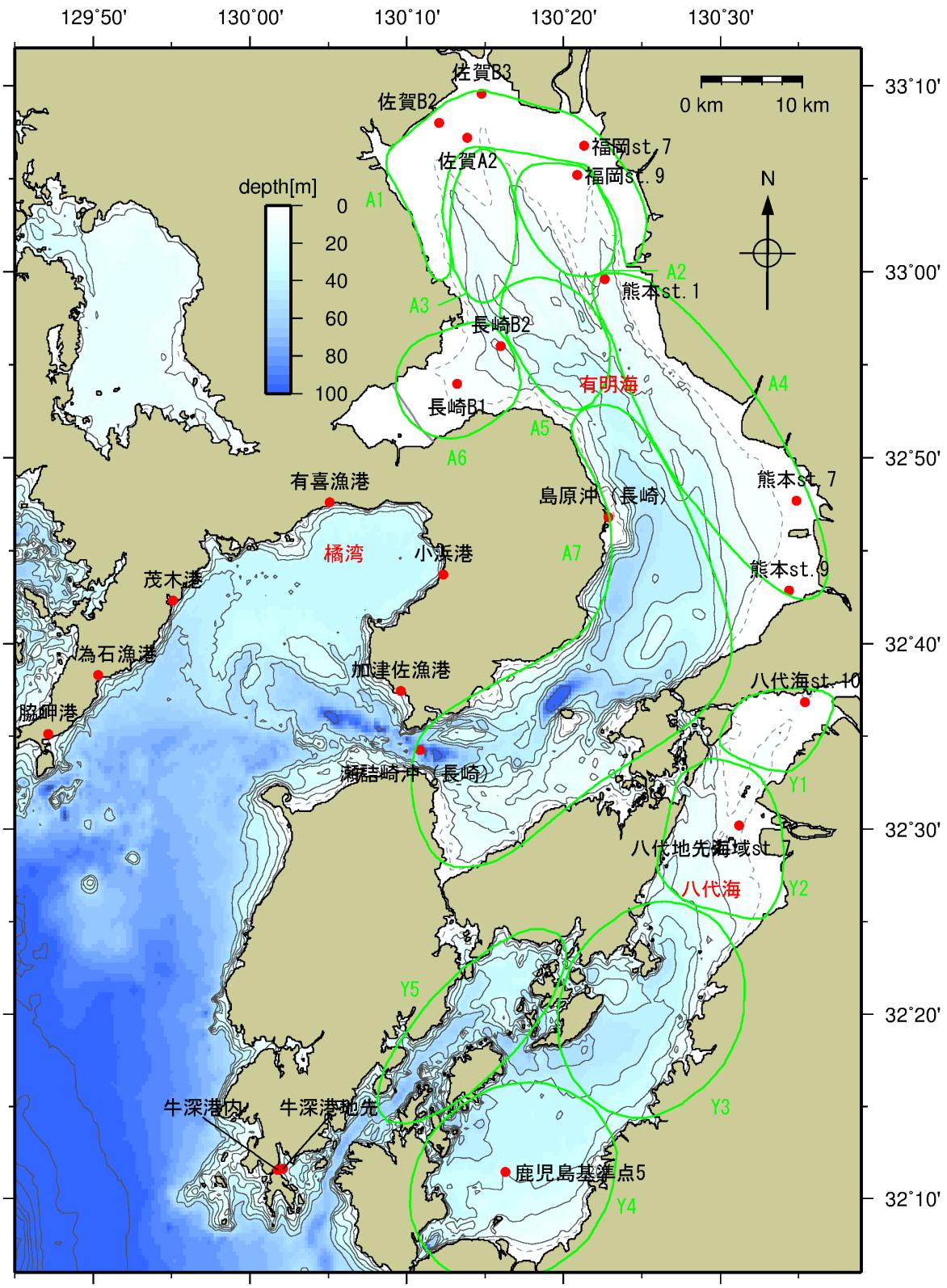
	水質の主な変動傾向
COD （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 1.0～1.8mg/L である。 6 地点のうち、3 地点（有喜漁港、小浜港、加津佐漁港）で有意な増加傾向がみられ、このうち 1 地点（加津佐漁港）では変化の割合が大きい、有意な増加傾向がみられる。また、1 地点（茂木港）で有意な減少傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。
水温 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 18.4～21.4℃である。 6 地点のうち、1 地点（為石漁港）で有意な上昇傾向がみられる。他の 5 地点では有意な変化傾向はみられない。
塩分 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 28.9～33.9 である。 6 地点のうち、1 地点（為石漁港）で有意な増加傾向がみられ、1 地点（小浜港）で有意な減少傾向がみられる。他の 4 地点では有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 3.1～11.3m である。 6 地点のうち、4 地点(脇岬港、為石漁港、茂木港、有喜漁港)で有意な上昇傾向がみられ、このうち 3 地点（脇岬港、為石漁港、茂木港）では、変化の割合が大きい。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。

注） 1. 有意水準は 5%（回帰検定）。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。

表 2.4.2-4 牛深町周辺の海面における水質の主な変動傾向

	水質の主な変動傾向
COD （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 1.3～1.8mg/L である。 対象地点 2 地点のいずれも変化の割合が大きい、有意な増加傾向がみられる。
T-N （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.15～0.22mg/L である。 対象地点 2 地点のいずれも有意な変化傾向はみられない。
T-P （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 0.015～0.023mg/L である。 対象地点 2 地点のいずれも有意な変化傾向はみられない。
水温 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 19.3～21.5℃である。 対象地点 2 地点のうち 1 地点(牛深港内)において有意な上昇傾向がみられる。
塩分 （上層）	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 32.0～34.0 である。 対象地点 2 地点のいずれも有意な変化傾向はみられない。
透明度	直近 5 年間の各地点における年平均値の範囲は 8.7～11.3m である。 対象地点 2 地点のうち、1 地点（牛深港内）で有意な増加傾向がみられる。

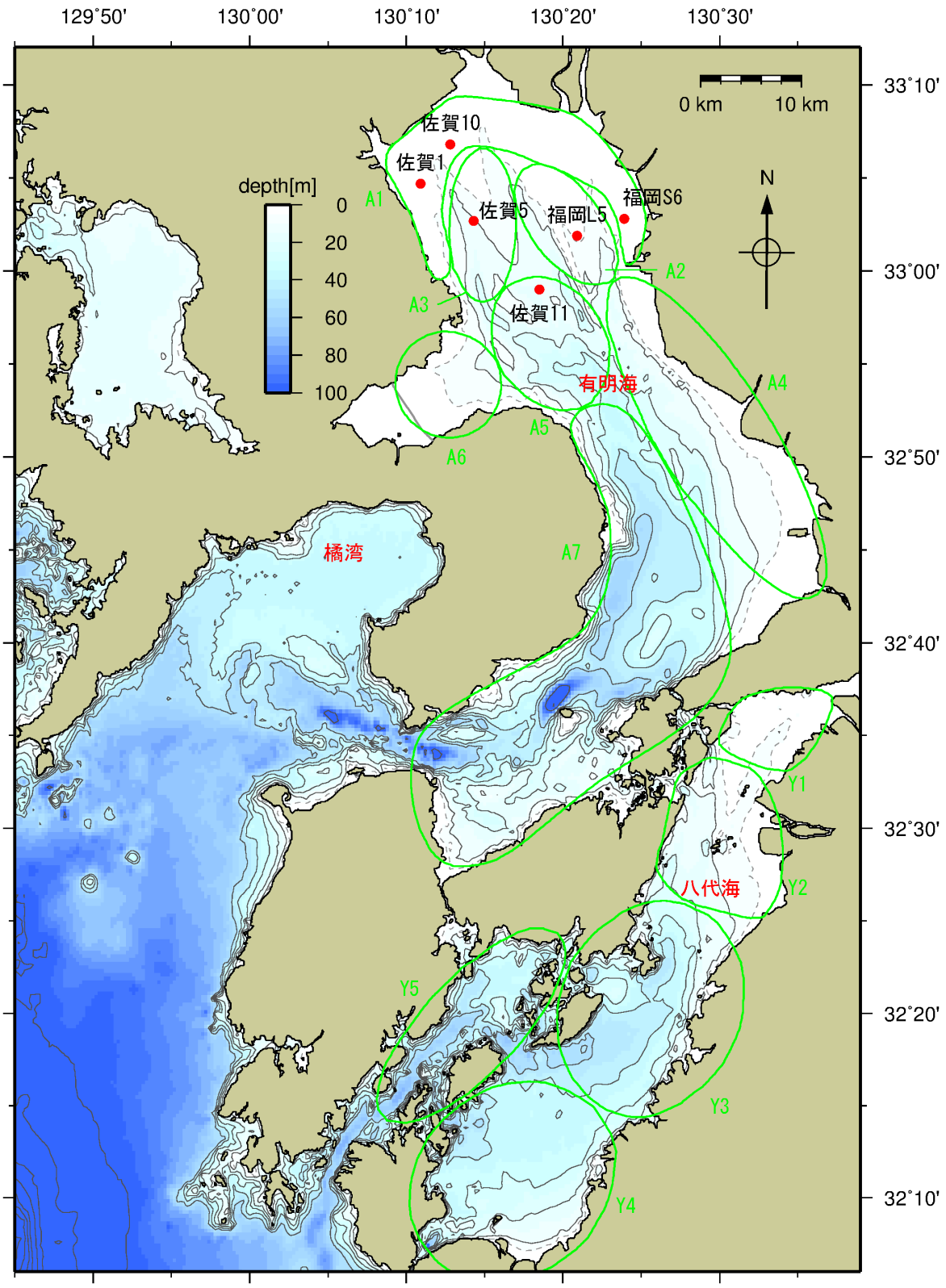
注） 1. 有意水準は 5%（回帰検定）。「変化の割合が大きい」基準は変化の割合が 10 年間で 10%（水温については 0.25℃）以上。
2. COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
3. 公共用水域水質測定結果から取りまとめた。



注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。

A1海域…有明海湾奥奥部	A2海域…有明海湾奥東部	A3海域…有明海湾奥西部
A4海域…有明海中央東部	A5海域…有明海湾央部	A6海域…有明海諫早湾
A7海域…有明海湾口部	Y1海域…八代海湾奥部	Y2海域…球磨川河口部
Y3海域…八代海湾央部	Y4海域…八代海湾口東部	Y5海域…八代海湾口西部

図 2.4.2-1 公共用水域水質測定結果の整理を行った地点



注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。

A1海域…有明海湾奥奥部	A2海域…有明海湾奥東部	A3海域…有明海湾奥西部
A4海域…有明海中央東部	A5海域…有明海湾央部	A6海域…有明海諫早湾
A7海域…有明海湾口部	Y1海域…八代海湾奥部	Y2海域…球磨川河口部
Y3海域…八代海湾央部	Y4海域…八代海湾口東部	Y5海域…八代海湾口西部

図 2.4.2-2 浅海定線調査結果の整理を行った地点

表 2.4.2-5(1)回帰分析結果（公共用水域水質測定）：有明海

		COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS
A1海域（有明海湾奥奥部）	佐賀B2	−−	−	＋	−	＋	−
	佐賀B3	−−	−	＋	＋	＋	−
	福岡st7	−	−−	＋	＋	＋	＋
	佐賀A2	＋＋	−	＋	−	＋	−
A2海域（有明海湾奥東部）	福岡st.9	−	−−	−	＋	＋	−
A4海域（有明海中央東部）	熊本st.1	−**	−−**	−**	＋	−**	
	熊本st.7	−**	−**	＋**	＋		
	熊本st.9	−**	−**	＋**	＋		
A6海域（有明海諫早湾）	長崎B1	−*	−*	−*	＋*	−*	
	長崎B2	−−*	−*	−−*	−*	−*	
A7海域（有明海湾口部）	瀬詰崎沖（長崎）	−**	−*	＋＋	＋	−	−
	島原沖（長崎）	−**	＋*	＋	−	−	−

注）1. ■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。／はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。

2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少（水温については 0.25℃の上昇、低下）がある場合は”＋＋”、”−−“とし、それに満たない場合は”＋”、”−“とした。

3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。また、瀬詰崎沖（長崎）及び島原沖（長崎）の COD についても、酸性法で測定が行われている 2000 年以降を対象に回帰分析を行った。

4. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。

5. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2010 年以降から測定が開始された項目については評価対象外とした。

出典：福岡県，熊本県，長崎県，佐賀県「公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

表 2.4.2-5(2)回帰分析結果(浅海定線調査、公共用水域水質測定):有明海

		透明度
A1海域 (有明海湾奥奥部)	福岡S6	＋
	佐賀1	＋
	佐賀10	＋
A2海域 (有明海湾奥東部)	福岡L5	－
A3海域 (有明海湾奥西部)	佐賀5	＋
A4海域 (有明海中央東部)	熊本st.1	＋
	熊本st.7	＋
	熊本st.9	＋
A5海域 (有明海湾央部)	佐賀11	－
A7海域 (有明海湾口部)	瀬詰崎沖(長崎)	＋
	島原沖(長崎)	－

注)1.■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の上昇、低下がある場合は"＋＋"、"－－"とし、それに満たない場合は"＋"、"－"とした。

出典:福岡県，熊本県，長崎県，佐賀県「公共用水域水質測定結果」及び
福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県「浅海定線調査結果」をもとに環境省が作成した。

表 2.4.2-6 回帰分析結果(公共用水域水質測定):八代海

		COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
Y1海域 (八代海湾奥部)	八代海st.10 (熊本)	＋**	－**	＋＋**	＋	－**	－－	－－
Y2海域 (球磨川河口部)	八代海地先海域st.7 (熊本)	＋**	－**	＋＋**	＋	＋**		＋
Y4海域 (八代海湾口東部)	鹿児島基準点5	＋	－**	－**	＋	－		＋

注)1. ■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。▨はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少(水温については 0.25℃の上昇、低下)がある場合は"＋＋"、"－－"とし、それに満たない場合は"＋"、"－"とした。
3. 熊本県の COD については、酸性法で測定が行われている 1998 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。
5. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、2010 年以降から測定が開始された項目については評価対象外とした。

出典:熊本県，鹿児島県「公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

表 2.4.2-7 回帰分析結果:橘湾

	COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
脇岬港	＋			＋	＋**		＋＋
為石漁港	－			＋	＋**		＋＋
茂木港	－			＋	＋**		＋＋
有喜漁港	＋			＋	＋**		＋
小浜港	＋			＋	－**		－
加津佐漁港	＋＋			＋	＋**		－

注)1. ■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。▨はデータなし・不足等による評価対象外であることを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少(水温については 0.25℃の上昇、低下)がある場合は"＋＋"、"－－"とし、それに満たない場合は"＋"、"－"とした。
3. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、T-N、T-P 及び SS についてはデータが存在しないため、評価対象外とした。

出典:長崎県「公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

表 2.4.2-8 回帰分析結果:牛深町周辺の海面

	COD	T-N	T-P	水温	塩分	SS	透明度
牛深港地先	＋＋**	－**	＋**	＋	＋**		＋
牛深港内	＋＋**	－**	＋**	＋	－**		＋

注)1. ■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。▨はデータなし・不足等による評価対象外を示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少(水温については 0.25℃の上昇、低下)がある場合は"＋＋"、"－－"とし、それに満たない場合は"＋"、"－"とした。
3. 熊本県の T-N、T-P は 1999 年以降採水方法を変更したため、1999 年以降を対象に回帰分析を行った。
4. *を付したものは 1990 年前後から現在までの期間の評価であり、**を付したものは 2000 年前後から現在までの期間の評価を示す。なお、SS についてはデータが存在しないため、評価対象外とした。

出典:熊本県「公共用水域水質測定結果」をもとに環境省が作成した。

2.4.3 まとめ

1970 年頃から現在までの水質環境基準達成率（COD、全窒素及び全燐）の推移及び水質（公共用水域水質測定等）の主な経年変化については以下のとおりである。

［有明海］

・COD（上層）については、水質環境基準達成率は 1974 年度以降 80％以上で推移しており、直近年の 2019 年度は 80％である。12 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.9～3.9mg/L であり、1974 年度から 2019 年度にかけて、6 地点（A1 海域の一部、A4 海域の一部、及び A6 海域）で有意な減少傾向がみられ、このうち 3 地点では、10 年間で 10％以上の変化率である。また、1 地点（A1 海域の一部）で有意な増加傾向がみられる。他の 5 地点では有意な変化傾向はみられない。

・全窒素（T-N）及び全燐（T-P）の水質環境基準達成率は低く、2006 年度以降は全て 40％である。

全窒素（T-N）（上層）については、水質環境基準達成率は 2007 年度以降 80％以上で推移しており、直近年の 2019 年度は 100％である。12 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.11～0.70mg/L であり、1980 年度から 2019 年度にかけて、4 地点（A1 海域の一部、A2 海域、及び A4 海域の一部）で有意な減少傾向がみられ、このうち 3 地点では、10 年間で 10％以上の変化率である。他の 8 地点では有意な変化傾向はみられない。

全燐（T-P）（上層）については、水質環境基準達成率は 2006 年度から 2018 年度までは 40％の達成率で推移し、直近年の 2019 年度は 60％である。12 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.017～0.140mg/L であり、1980 年度から 2019 年度にかけて、5 地点（A1 海域の一部、及び A7 海域）で有意な増加傾向がみられ、このうち 1 地点（A7 海域）の変化率は 10 年間で 10％以上である。また、1 地点（A2 海域）で有意な減少傾向がみられた。他の 6 地点では有意な変化傾向はみられない。

・水温（上層）については、12 地点における直近 5 年間の年平均値は 16.9～21.6℃であり、1978 年度から 2019 年度にかけて、3 地点（A4 海域）で有意な上昇傾向がみられる。また、1 地点（A7 海域の一部）で有意な低下傾向がみられる。他の 8 地点では有意な変化傾向はみられない。

・塩分（上層）については、10 地点における直近 5 年間の年平均値は 23.4～34.3 であり、3 地点（A1 海域の一部）で有意な上昇傾向がみられる。他の 7 地点では有意な傾向はみられない。

・SS（上層）については、7 地点における直近 5 年間の年平均値は 1.2～43.0mg/L であり、全 7 地点において有意な変化傾向はみられない。

・透明度については、11 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.6～8.4m であり、1970 年度から 2019 年度にかけて、4 地点（A1 海域の一部、A3 海域、A4 海域の一部）で有意な上昇傾向がみられる。他の 7 地点では有意な変化傾向はみられない。

［八代海］

・COD（上層）については、水質環境基準達成率は 1996 年度までは 100％の年もあったが、それ以降は 60～90％で推移しており、直近年の 2019 年度は 79％である。3 地点における直近 5 年間の年平均値は 1.3～3.2mg/L であり、1974 年度から 2013 年度にかけて、3 地点のうち、1 地点（Y4 海域）で有意な増加傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。

・全窒素（T-N）及び全燐（T-P）の水質環境基準達成率は、2010 年度以降 75～100％で推移しており、直近年の 2019 年度は 100％である。

全窒素（T-N）（上層）については、水質環境基準達成率は 2003 年度以降全て 100％である。3 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.11～0.37mg/L であり、1980 年度から 2019 年度にかけて、3 地点のうち、1 地点（Y4 海域）で有意な減少傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。

全燐（T-P）（上層）については、水質環境基準達成率は 2010 年度以降 75％以上で推移しており、直近年の 2019 年度は 100％である。3 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.012～0.074mg/L であり、1980 年度から 2019 年度にかけて 3 地点のうち、2 地点（Y1 海域、及び Y2 海域）で変化の割合が大きい、有意な増加傾向がみられる。他の 1 地点(Y4 海域)では有意な変化傾向はみられない。

・水温（上層）については、3 地点における直近 5 年間の年平均値は 18.8～21.9℃であり、1978 年度から 2019 年度にかけて、3 地点の全てにおいて有意な上昇傾向がみられる。

・塩分（上層）については、3 地点における直近 5 年間の年平均値は 27.0～33.0 であり、1980 年度から 2019 年度にかけて、全点で有意な変化傾向はみられない。

・SS（上層）については、1 地点における直近 5 年間の年平均値は 6.9～14.5mg/L であり、1980 年度から 2019 年度にかけて、有意な減少傾向がみられる。

・透明度については、3 地点における直近 5 年間の年平均値は 1.0～11.0m であり、1979 年度から 2019 年度にかけて、3 地点のうち、1 地点（Y1 海域）で変化の割合が大きい、有意な減少傾向がみられる。残りの 2 地点（Y2 海域、Y4 海域）では有意な変化傾向はみられない。

［橘湾］

・COD（上層）については、水質環境基準達成率 30～100%で推移しているが、2011 年度以降は 100％となっている。6 地点における直近 5 年間の年平均値は 1.0～1.8mg/L であり、1975 年度から 2019 年度にかけて、6 地点のうち、3 地点（有喜漁港、小浜港、加津佐漁港）で有意な増加傾向がみられ、このうち 1 地点（加津佐漁港）では変化の割合が大きく、有意な増加傾向がみられる。また、1 地点（茂木港）で有意な減少傾向がみられる。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。

・全窒素（T-N）及び全燐（T-P）については、類型指定はされていない。

・水温（上層）については、6 地点における直近 5 年間の年平均値は 18.4～21.4℃で

あり、1981 年度から 2019 年度にかけて、1 地点（為石漁港）で有意な上昇傾向がみられる。他の 5 地点では有意な変化傾向はみられない。

・塩分（上層）については、6 地点における直近 5 年間の年平均値は 28.9～33.9 であり、2003 年度から 2019 年度にかけて、6 地点のうち、1 地点（為石漁港）で有意な上昇傾向がみられる。他の 5 地点では有意な変化傾向はみられない。

・透明度については、6 地点における直近 5 年間の年平均値は 3.1～11.3m であり、1981 年度から 2019 年度にかけて、6 地点のうち、4 地点(脇岬港、為石漁港、茂木港、有喜漁港)で有意な上昇傾向がみられ、このうち 3 地点（脇岬港、為石漁港、茂木港）では、変化の割合が大きい。他の 2 地点では有意な変化傾向はみられない。

［牛深町周辺の海面］

・COD（上層）については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 1.3～1.8mg/L であり、1998 年度から 2019 年度にかけて、全 2 地点で増加傾向がみられる。

・全窒素（T-N）（上層）については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.15～0.22mg/L であり、1999 年度から 2019 年度にかけて、対象地点 2 地点のいずれも有意な変化傾向はみられない。

・全燐（T-P）（上層）については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 0.015～0.023mg/L であり、1999 年度から 2019 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

・水温（上層）については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 19.3～21.5℃であり、1979 年度から 2019 年度にかけて、1 地点(牛深港内)において有意な上昇傾向がみられる。

・塩分（上層）については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 32.0～34.0 であり、2000 年度から 2019 年度にかけて、有意な変化傾向はみられない。

・透明度については、2 地点における直近 5 年間の年平均値は 8.7～11.3m であり、1979 年度から 2019 年度にかけて、1 地点（牛深港内）で有意な増加傾向がみられる。

1）環境省水・大気環境局（2020）「令和元年度公共用水域水質測定結果」
2）福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県，鹿児島県「公共用水域水質測定結果」
3）福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県「浅海定線調査結果」
4）佐々木克之（2016）：諫早湾の水門開放から有明海の再生へ（諫早湾開門研究者会議編），有明海漁民・市民ネットワーク，pp.31-42

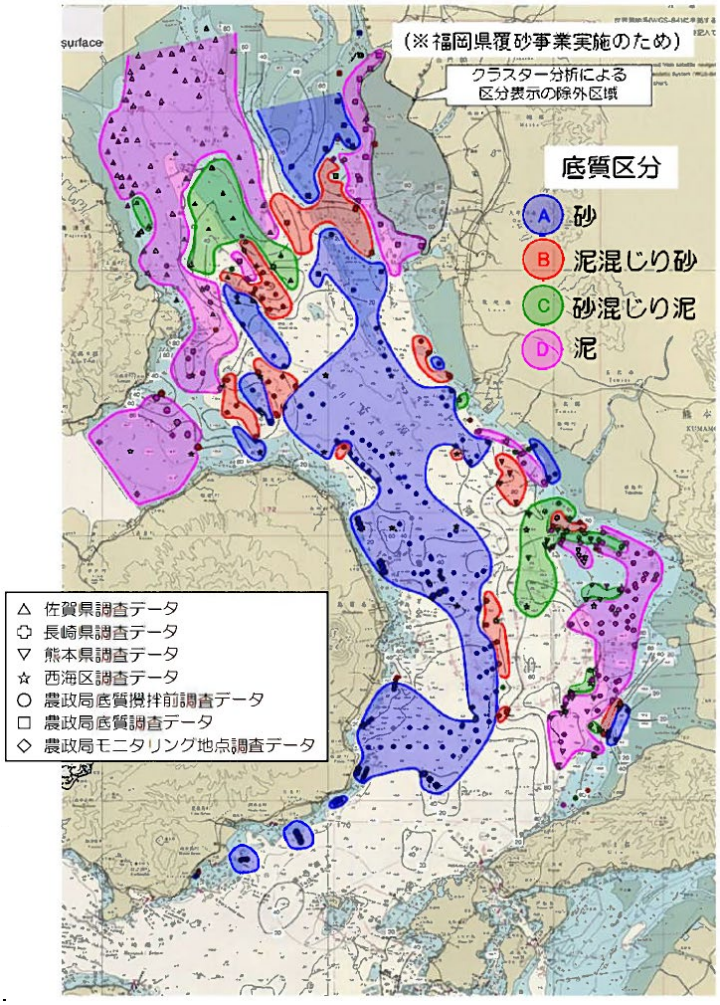
2.5 底質

2.5.1 有明海の底質の分布状況

(1) 底質の分布状況

底質の分布状況は、複雑な様相を呈しているため一概には言えないが、湾奥西部及び中央東部の底質は主に泥あるいは砂混じり泥で含泥率が高く、湾口部では砂あるいは泥混じり砂が広がっている[1)](図 2.5.1-1)。また、大浦沖及び諫早湾口部では 1～4m にわたって泥が堆積している[2)]。

有明海の水深については、海底堆積物の移動・再分配が繰り返し生じており、水深 0～5m と 40m 以深の面積が減る一方、10～30m の海域が増え、水深が平均化されている[2)]。



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	1.33	10.0	28.0	0.04	4.8	3.4	0.48	0.48
B	泥混じり砂	2.65	38.9	37.0	0.17	7.6	7.5	0.79	0.48
C	砂混じり泥	4.88	64.1	50.0	0.20	8.7	8.5	1.08	0.53
D	泥	6.43	89.3	67.0	0.58	10.4	12.1	1.75	0.66

注)表中の数値は、クラスター分析により分けられた各区分(A～D)の平均値を示す。

図 2.5.1-1 有明海の底質特性別海域区分図(2019 年)

出典:農林水産省九州農政局(2021 年)「有明海漁場環境改善連絡協議会(第 30 回)資料 1-7(参考)有明海の環境変化の要因に関する調査」

2.5.2 有明海・八代海の底質分布と経年変化

(1) 底質分布と経年変化

有明海・八代海等における 2018（平成 30）～2020（令和 2）年度の底質の粒度組成、COD、T-N、T-P の調査結果を図 2.5.2-1～図 2.5.2-4 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。

この結果によると、有明海では、2019（令和元）年度夏季以降において、それ以前の傾向に比べて、有明海湾奥部 A1 海域で COD、T-P が増加傾向であった。

八代海の底質については、八代海湾奥部から湾口東部にかけてはシルト分、粘土分が卓越しており、湾口西部では粗砂から細砂分が卓越している。2019 年度夏季以降においては、それ以前の傾向に比べると、八代海湾奥部 Y1 海域と Y2 海域で COD が増加傾向であった。2020 年度夏季には Y1 海域、Y2 海域、Y3 海域で T-P が増加していた。

(2) 令和元年 8 月の前線に伴う大雨の影響

令和元年（2019 年）8 月 26 日から 29 日にかけて発生した「令和元年 8 月の前線に伴う大雨」の直後にあたる 8 月 29 日から 9 月 2 日において底質調査が実施されていることから、ここでは大雨による底質への影響について整理した。

令和元年（2019 年）8 月 25 日から 9 月 2 日までの気象庁の地域気象観測(アメダス)の降水量(観測地点：嬉野、白石、佐賀、久留米、大牟田)を図 2.5.2-5 に、国土交通省の水文・水質調査における筑後川の流量(観測地点：瀬ノ下)を図 2.5.2-6 に示す。これによると、佐賀及び白石の降水量が多く、2019 年 8 月 27 日から 28 日にかけて総雨量で 400mm を超え、8 月 28 日に時間雨量が 100mm を記録している。また、筑後川の瀬ノ下地点の日平均流量は 8 月 28 日に 3,210m^3/s を記録している。

2019 年度夏季の大雨直後には、湾奥部の測定地点（Afk-1、Asg-2、Asg-3、Asg-4 及び Ang-2）の COD が顕著に高い値を示した。一方、湾中央や湾口の測定地点は大きな変動はみられなかった。COD が高い値を示している地点は、大雨直後の調査であること、水深が浅い地点であること、降水量は有明海の湾奥に流入する六角川・嘉瀬川流域に集中していることから、COD の上昇は大雨の影響の可能性が考えられた。

なお、その後 2019 年度冬季以降は、引き続き COD が高い状況が継続しており、当該海域においては、2019 年夏季の大雨による底質（COD）への影響が何らかの形で継続している可能性が示唆された。

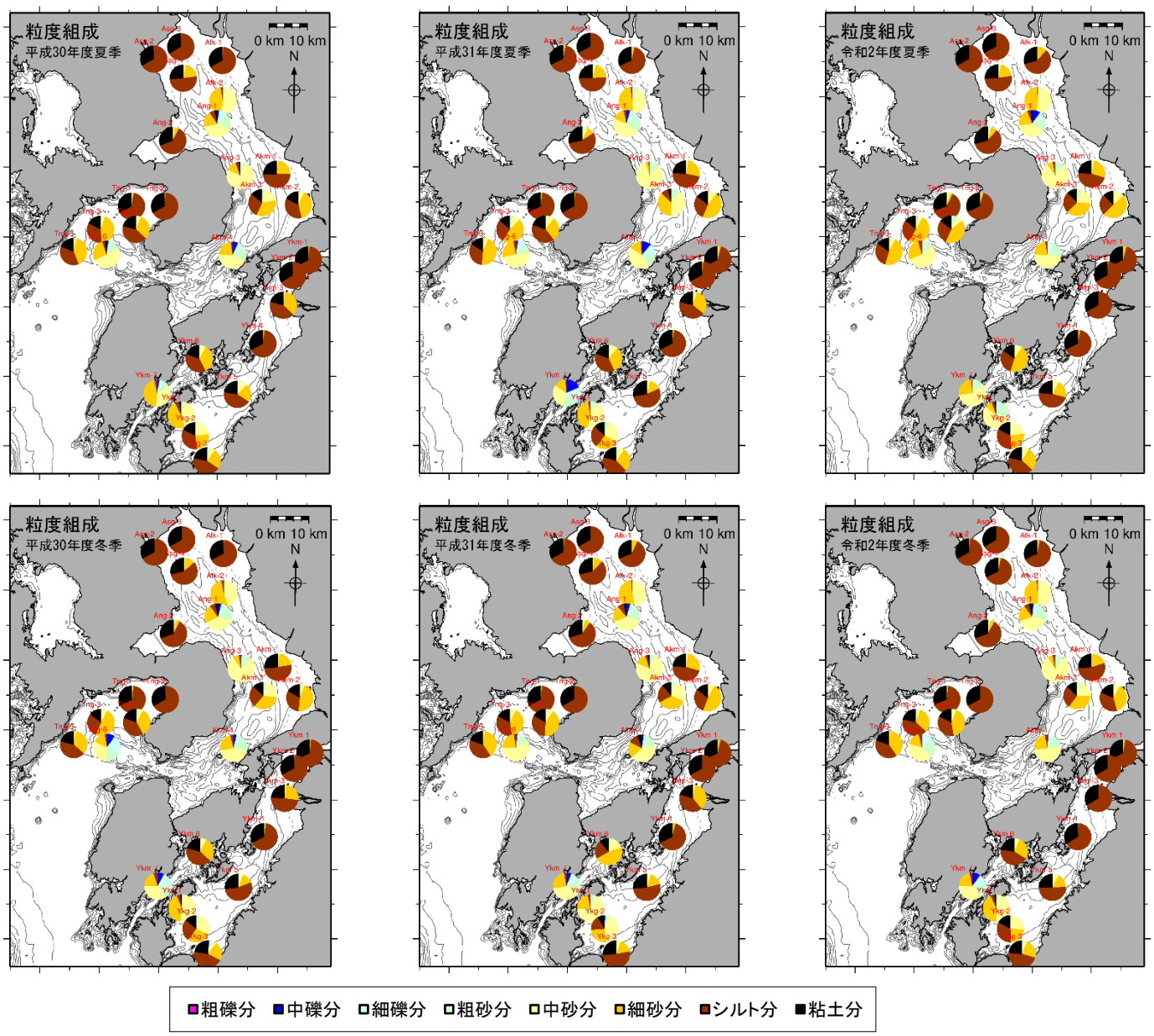


図 2.5.2-1 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度の底質の粒度組成の水平分布
(上段:夏期　下段:冬期)

出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

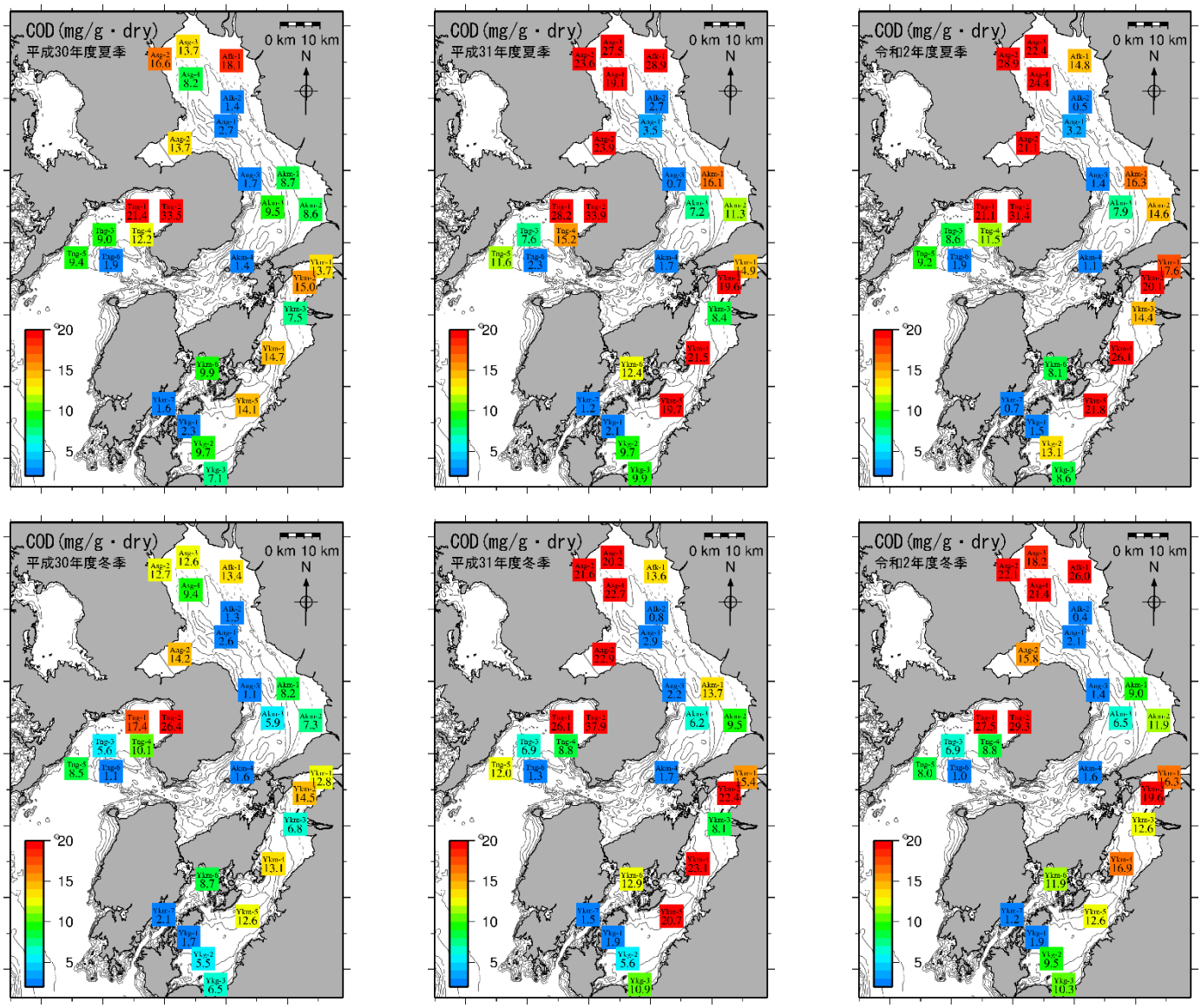


図 2.5.2-2 2018（平成 30）～2020（令和 2）年度の底質（COD）の水平分布

（上段：夏期　下段：冬期）

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

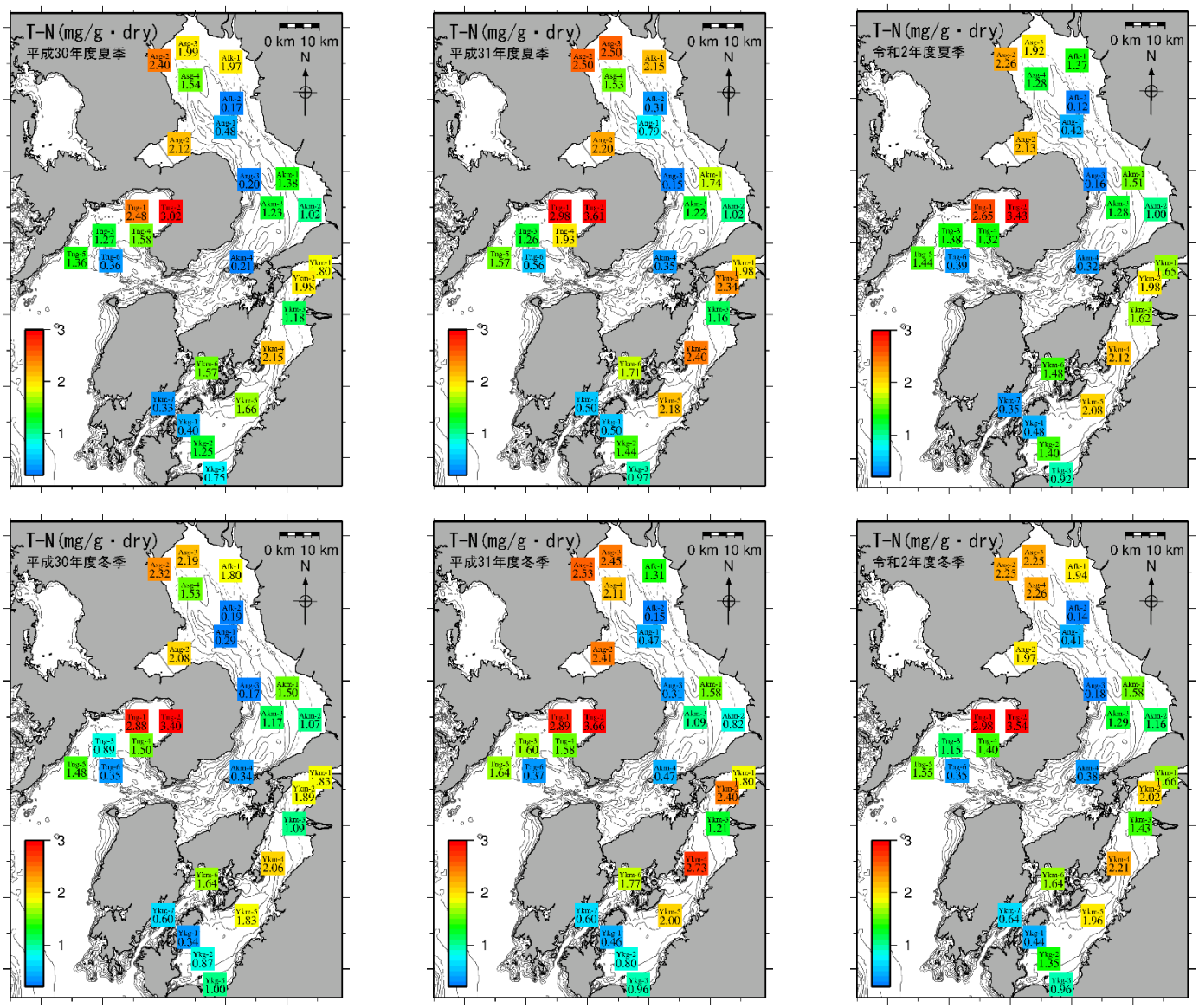


図 2.5.2-3 2018（平成 30）～2020（令和 2）年度の底質（T-N）の水平分布
（上段：夏期　下段：冬期）

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

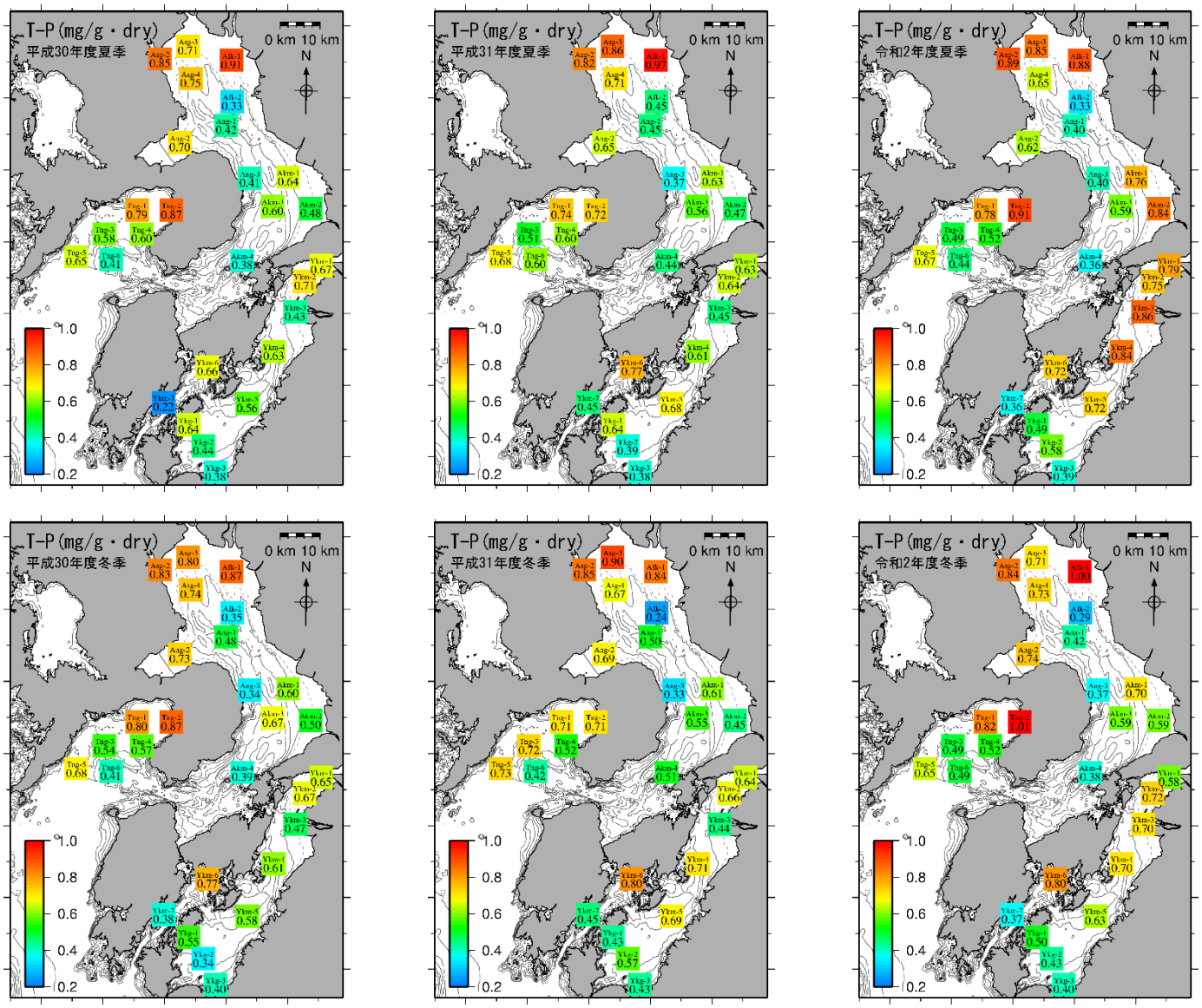
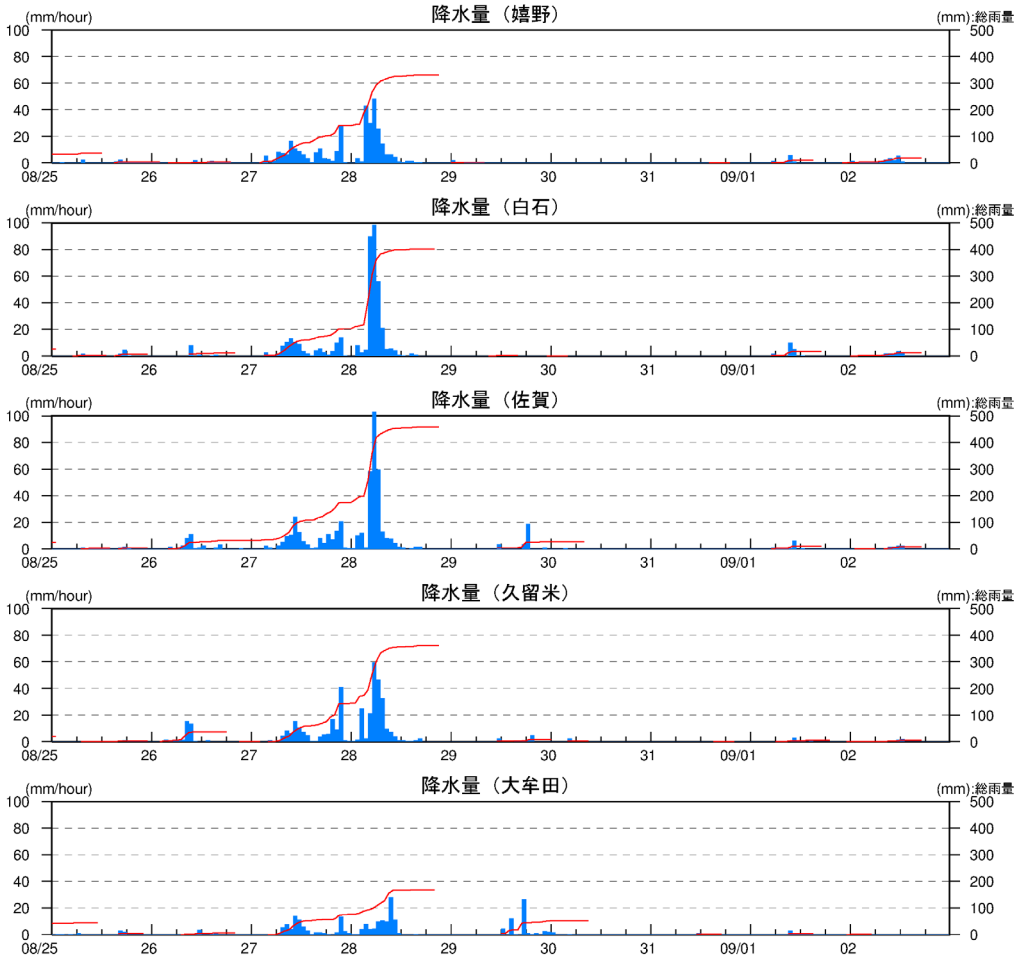


図 2.5.2-4 2018（平成 30）～2020（令和 2）年度の底質（T-P）の水平分布

（上段：夏期　下段：冬期）

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



※降水量の青棒グラフは 1 時間ごとの降水量を示し(左縦軸)、赤折れ線グラフは一降雨ごとの累加雨量を示す(右縦軸)。一降雨は 0mm が 6 時間続くまでとした。

図 2.5.2-5 降水量の経時変化

出典:気象庁「気象観測データ」をもとに環境省が作成した。

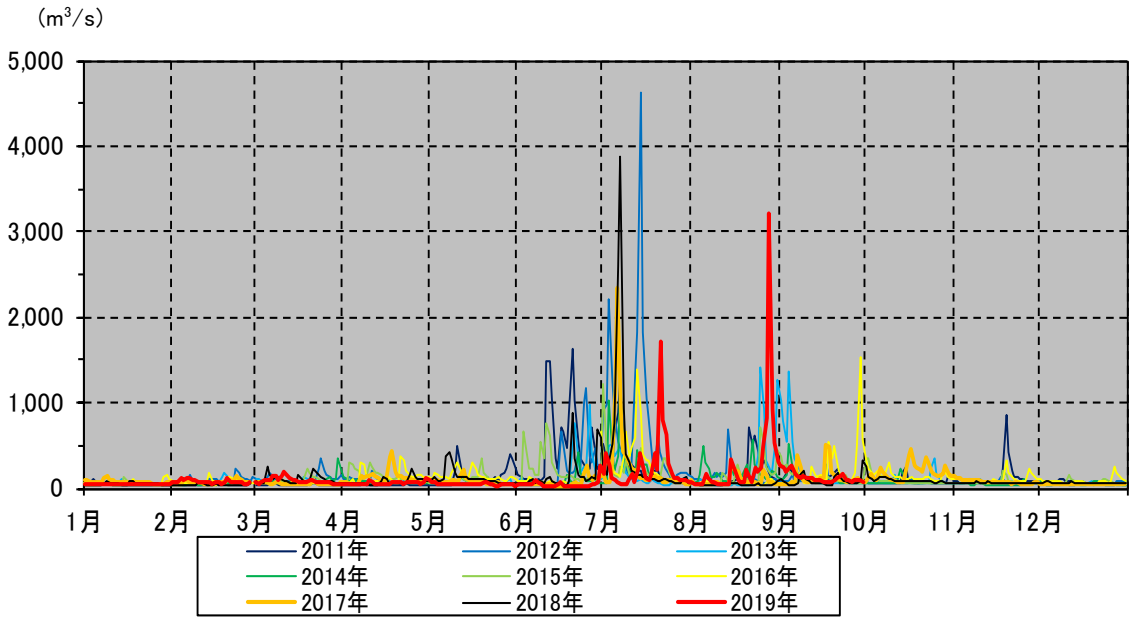


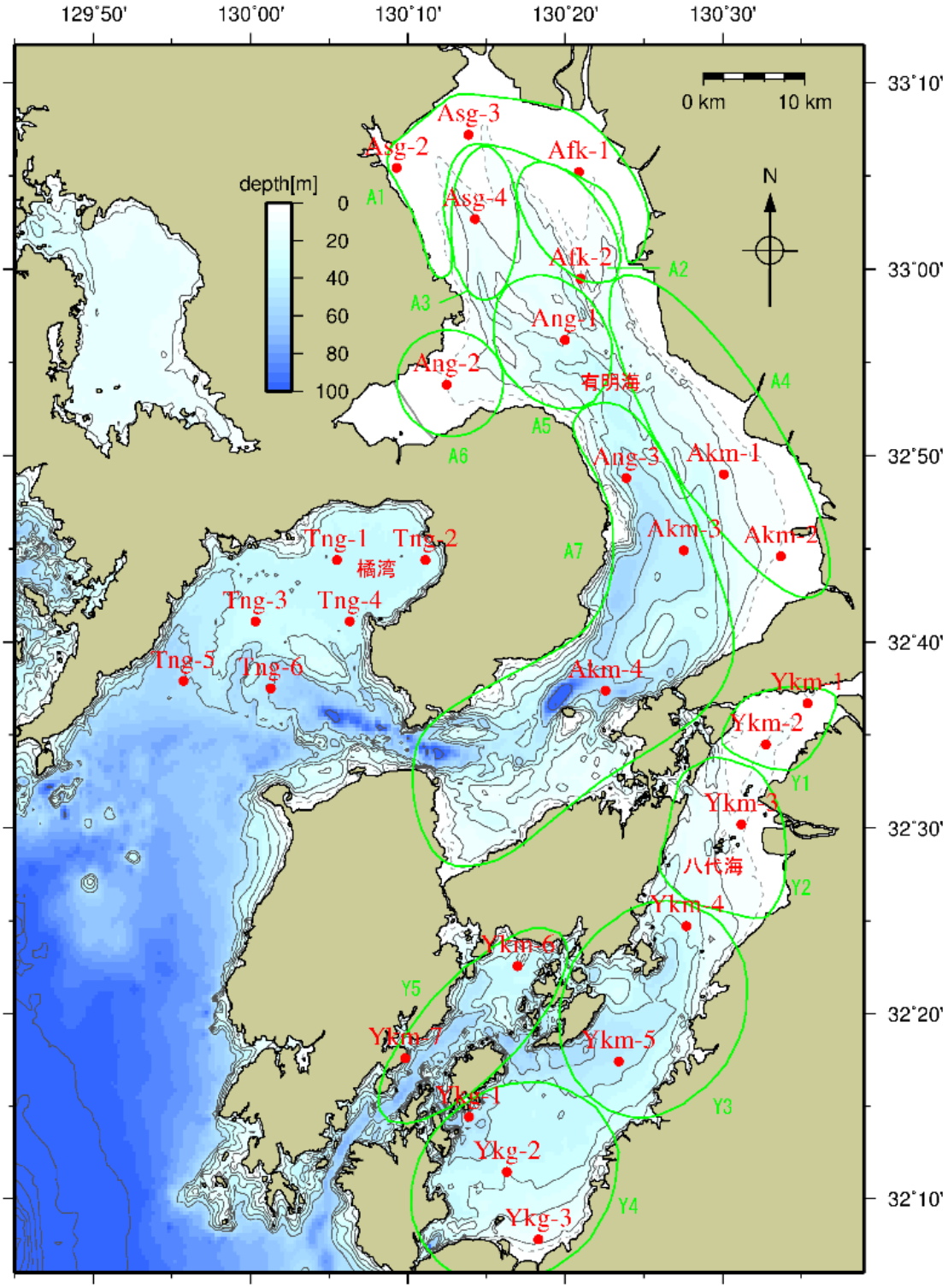
図 2.5.2-6 筑後川の瀬ノ下地点の日平均流量の比較(1～12 月)

出典:国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省が作成した。

(3) 底質の変動傾向

図 2.5.2-7 に示す有明海の 11 地点における 2001（平成 13）年頃～2020（令和 2）年度の底質の変動傾向を表 2.5.2-1 に示す。10 年間で 5%以上の増減が認められたのは、T-N は 2 地点（有明海中央東部及び湾口部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、T-P は 1 地点（中央東部）で増加傾向、COD は 7 地点（湾奥奥部 3 地点、湾奥西部、中央東部、諫早湾及び湾口部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、強熱減量は 1 地点（中央東部）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、T-S は 1 地点（中央東部）で増加傾向、粘土・シルト含有率は 1 地点（中央東部）で増加傾向、2 地点（湾奥西部、湾央部）で減少傾向を示した。海域別にみると、A4海域（Akm-2）では全ての項目で増加傾向を示し、A5海域（Ang-1）では 4 項目で減少傾向にあった。また、COD は多くの地点で増加傾向にあった。

図 2.5.2-7 に示す八代海の 10 地点における 2001（平成 13）年頃～2020（令和 2）年度の底質の変動傾向を表 2.5.2-2 に示す。10 年間で 5%以上の増減が認められたのは、T-N は 1 地点（八代海湾奥部 1 地点）で増加傾向、T-P は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、COD は 8 地点（湾奥部、球磨川河口部、湾央部、湾口東部 2 地点及び湾口西部 1 地点）で増加傾向、強熱減量は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、T-S は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾口東部 1 地点）で減少傾向、粘土・シルト含有率は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾口東部 1 地点）で減少傾向を示した。海域別にみると、Y1海域の Ykm-1 では全ての項目で増加傾向を示し、また、COD は多くの地点で増加傾向にあった。



注）図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。

A1海域…有明海湾奥奥部	A2海域…有明海湾奥東部	A3海域…有明海湾奥西部
A4海域…有明海中央東部	A5海域…有明海湾央部	A6海域…有明海諫早湾
A7海域…有明海湾口部	Y1海域…八代海湾奥部	Y2海域…球磨川河口部
Y3海域…八代海湾央部	Y4海域…八代海湾口東部	Y5海域…八代海湾口西部

図 2.5.2-7 有明海・八代海・橘湾における底質の調査地点

表 2.5.2-1 有明海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土・シルト含有率
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-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．近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上増加、減少がある場合は“＋＋”、“－－”とし、10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%以上 10%未満の増加、減少がある場合は“＋”、“－”とした。

2．“…”は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%未満であることを示す。

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」
環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査」 等

表 2.5.2-2 八代海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土・シルト含有率
Y1海域（八代海湾奥部）	Ykm-1	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
	Ykm-2	…	…	＋＋	…	…	…
Y2海域（球磨川河口部）	Ykm-3	…	…	＋＋	…	…	…
Y3海域（八代海湾央部）	Ykm-4	…	…	＋＋	…	…	…
	Ykm-5	…	…	＋＋	…	…	…
Y4海域（八代海湾口東部）	Ykg-1	…	…	…	…	－－	－－
	Ykg-2	…	…	＋＋	…	…	…
	Ykg-3	…	…	＋＋	…	…	…
Y5海域（八代海湾口西部）	Ykm-6	…	…	＋＋	…	…	…
	Ykm-7	…	…	…	…	…	…

注）1．近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上増加、減少がある場合は“＋＋”、“－－”とし、10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%以上 10%未満の増加、減少がある場合は“＋”、“－”とした。

2．“…”は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 10 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%未満であることを示す。

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」
環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査」 等

2.5.3 その他の海域の底質及び底質中の重金属・有害化学物質

橘湾では、湾奥部から湾西部にかけて泥分が分布しており、早崎瀬戸から湾東部にかけては砂分が分布している。変動傾向を分析する期間における底質測定に係る一般項目のデータがなかった。なお、牛深町周辺の海域では、底質のデータがなかった。

また、有明海・八代海の底質中の重金属・有害化学物質に関する新たな知見は得られていないため、記載は割愛する。

2.5.4 まとめ

有明海の底質は、湾奥西部及び中央東部の底質は主に泥あるいは砂混じり泥で含泥率が高く、湾口部では砂あるいは泥混じり砂が広がっている。

有明海について、2001（平成 13）年頃～2020（令和 2）年度の調査結果から底質の変動傾向（10 年間で 5%以上の変化）を整理したところ、11 地点のうち、T-N は 2 地点（有明海中央東部及び湾口部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、T-P は 1 地点（中央東部）で増加傾向、COD は 7 地点（湾奥奥部 3 地点、湾奥西部、中央東部、諫早湾及び湾口部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、強熱減量は 1 地点（中央東部）で増加傾向、1 地点（湾央部）で減少傾向、T-S は 1 地点（中央東部）で増加傾向、粘土・シルト含有率は 1 地点（中央東部）で増加傾向、2 地点（湾奥西部、湾央部）で減少傾向を示した。海域別にみると、A4海域（Akm-2）では全ての項目で増加傾向を示し、A5海域（Ang-1）では 4 項目で減少傾向にあった。また、COD は多くの地点で増加傾向にあった。

八代海の底質は、八代海湾奥部から湾口東部にかけてはシルト分、粘土分が卓越しており、湾口西部では粗砂から細砂分が卓越している。

八代海について、2001（平成 13）年頃～2020（令和 2）年度の調査結果から底質の変動傾向（10 年間で 5%以上の変化）を整理したところ、10 地点のうち、T-N は 1 地点（八代海湾奥部 1 地点）で増加傾向、T-P は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、COD は 8 地点（湾奥部、球磨川河口部、湾央部、湾口東部 2 地点及び湾口西部 1 地点）で増加傾向、強熱減量は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、T-S は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾口東部 1 地点）で減少傾向、粘土・シルト含有率は 1 地点（湾奥部 1 地点）で増加傾向、1 地点（湾口東部 1 地点）で減少傾向を示した。海域別にみると、Y1海域の Ykm-1 では全ての項目で増加傾向を示し、また、COD は多くの地点で増加傾向にあった。

参考資料

1）農林水産省九州農政局（2016 年）「有明海漁場環境改善連絡協議会（第 22 回）資料 5　国営干拓環境対策調査について」
2）滝川清（2005）「第 14 回有明海・八代海総合調査評価委員会　資料-3　有明海・八代海の底質環境について」
3）環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」
4）環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査」
5）中田英昭（2012）「第 30 回有明海・八代海等総合調査評価委員会　資料-3　橘湾の海域特性について」

2.6 貧酸素水塊

2.6.1 有明海の底層溶存酸素量の状況

有明海における底層溶存酸素量の経年的傾向について、浅海定線調査(基本的に毎月 1 回大潮満潮前後に調査、地点は図 2.6.1-1、海底上 1m 高さ)の結果を整理した。本調査データの年間最低値について整理したところ、データのある 1972 年度以降、6 地点のうち、佐賀県の 4 地点(有明海湾奥奥部の 2 地点、有明海湾奥西部及び有明海湾央部)で有意に減少する傾向がみられ、その他の 2 地点(有明海湾奥奥部及び有明海湾奥東部)では有意な変化はみられなかった(表 2.6.1-1)。

また、長崎県の 1 地点(有明海諫早湾)で 2002 年以降に行われている毎月 1 回大潮期の底層溶存酸素量の調査 [1)-7)](諫早湾干拓事業環境モニタリング調査、地点は図 2.6.1-1、海底上 1m 高さ)について、年間最低値を整理したところ、有意な変化はみられなかった(表 2.6.1-1)。

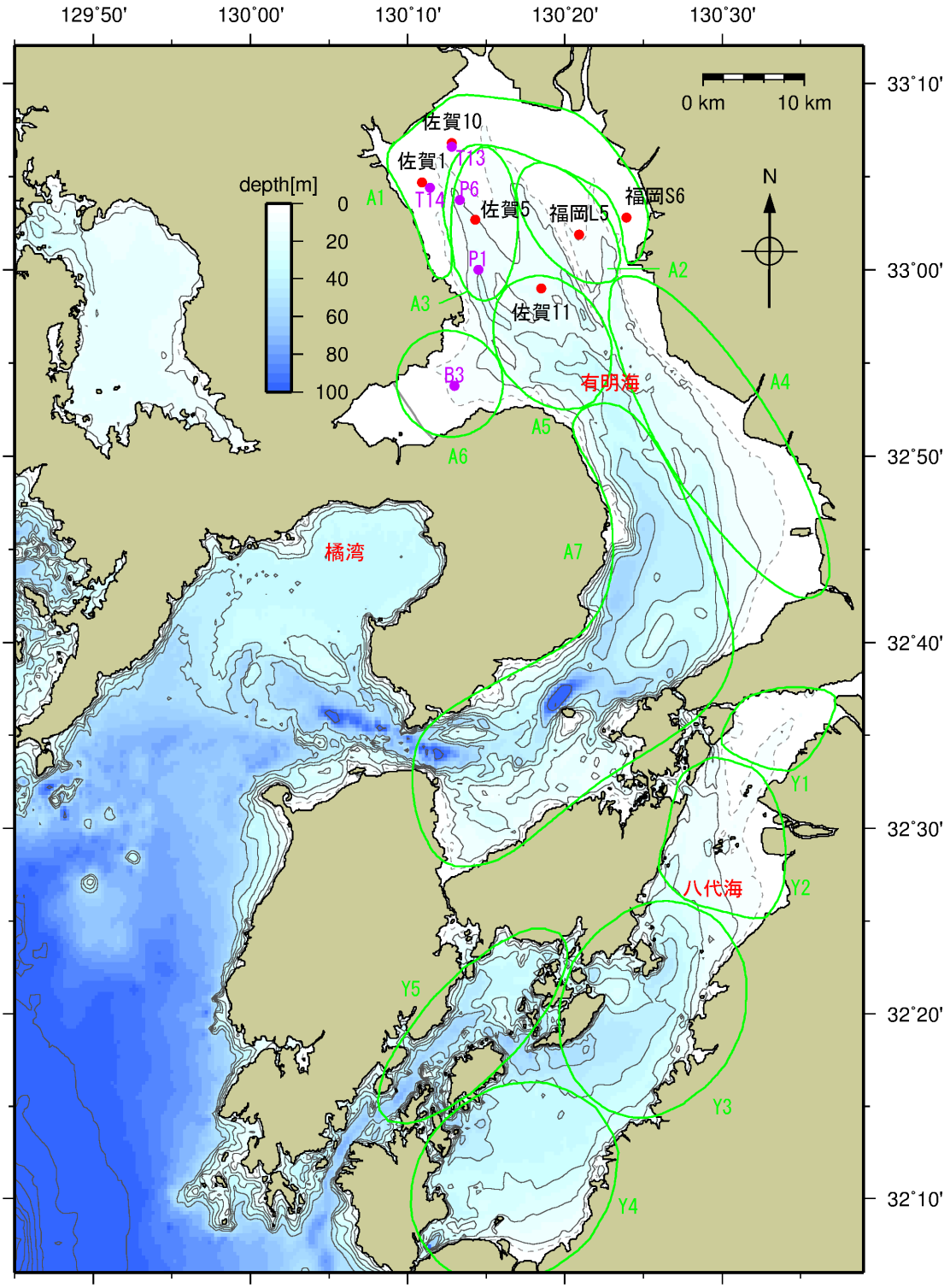
なお、各地点における底層溶存酸素量の経年変化は資料編に記載した。

表 2.6.1-1 回帰分析結果:有明海(浅海定線調査)

		底層 溶存酸素量
A1海域 (有明海湾奥奥部)	福岡S6	＋
	佐賀1	－
	佐賀10	－
A2海域 (有明海湾奥東部)	福岡L5	＋
A3海域 (有明海湾奥西部)	佐賀5	－－
A5海域 (有明海湾央部)	佐賀11	－
A6海域 (有明海諫早湾)	諫早湾B3	－**

注)1. ■で網掛けしている項目は、有意水準 5%で有意な変化傾向が認められたことを示す。
2. 近似一次回帰式の傾きが 10 年間あたりで全データの算術平均の 10%以上の増加、減少がある場合は"＋＋"、"－－"とし、それに満たない場合は"＋"、"－"とした。
3. **を付したものは 2002 年から現在までの期間の評価を示す。

出典:福岡県, 佐賀県「浅海定線調査結果」
農林水産省九州農政局「諫早湾干拓事業環境モニタリング調査」
国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所「有明海水質連続観測調査結果」
農林水産省九州農政局「有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]」をもとに環境省が作成した。



注)1. 福岡 S6、佐賀 1、佐賀 10、福岡 L5、佐賀 5 及び佐賀 11 は「浅海定線調査」の地点、B3 は「諫早湾干拓事業環境モニタリング調査」及び「有明海貧酸素水塊広域連続観測」の地点、T13、T14、P1 及び P6 は「有明海水質連続観測調査」の地点を示す。

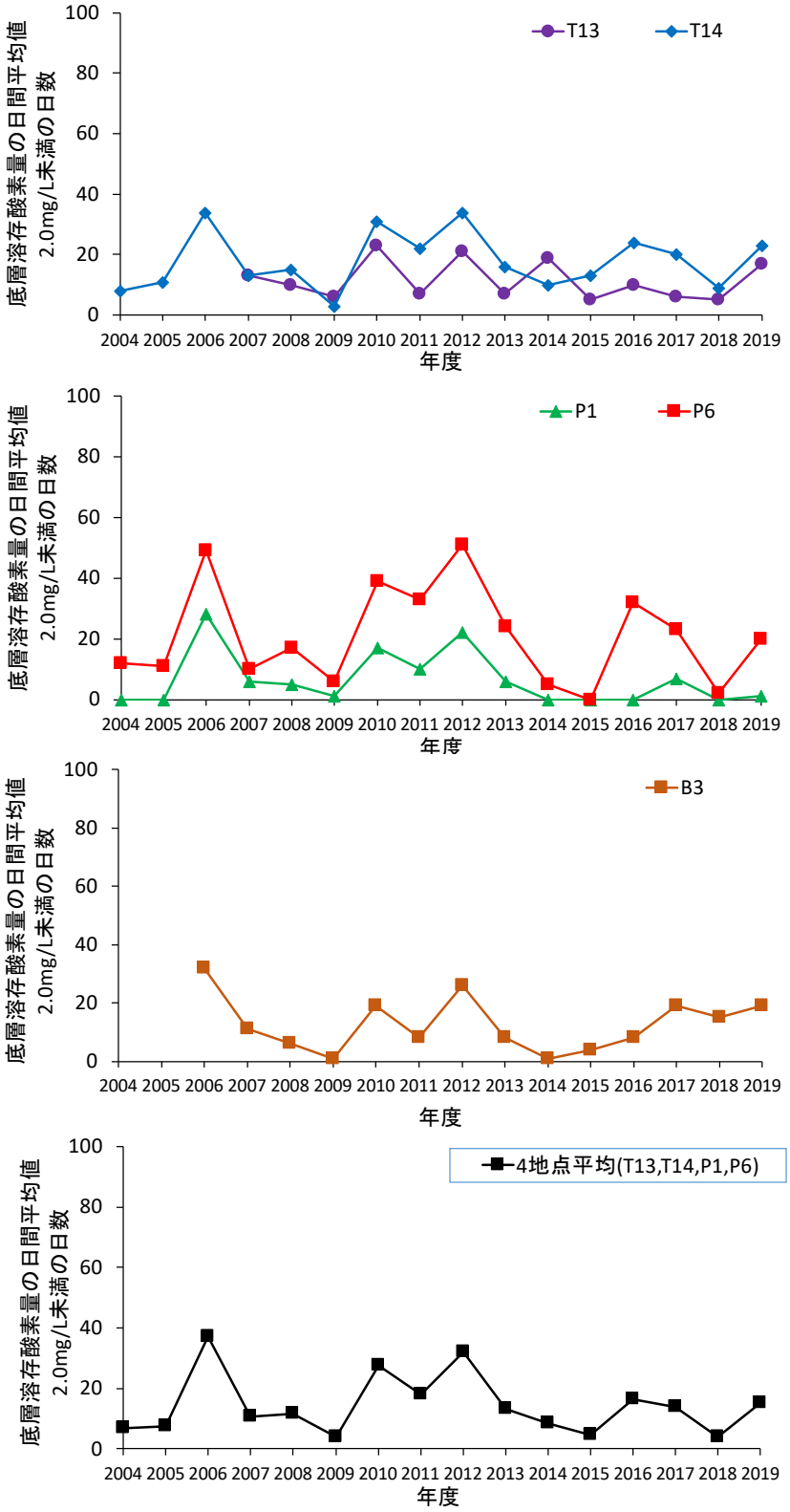
2. 図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。

A1海域…有明海湾奥奥部	A2海域…有明海湾奥東部	A3海域…有明海湾奥西部
A4海域…有明海中央東部	A5海域…有明海湾央部	A6海域…有明海諫早湾
A7海域…有明海湾口部	Y1海域…八代海湾奥部	Y2海域…球磨川河口部
Y3海域…八代海湾央部	Y4海域…八代海湾口東部	Y5海域…八代海湾口西部

図 2.6.1-1 底層溶存酸素量の結果整理を行った地点

2004 年から有明海湾奥部で実施されている「有明海水質連続観測調査」及び 2006 年から諫早湾で実施されている「有明海貧酸素水塊広域連続観測」（地点は図 2.6.1-1、海底上 0.2m 高さ）の結果を基に、底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満、3.0mg/L 未満、4.0mg/L 未満の日数を整理した（図 2.6.1-2）。

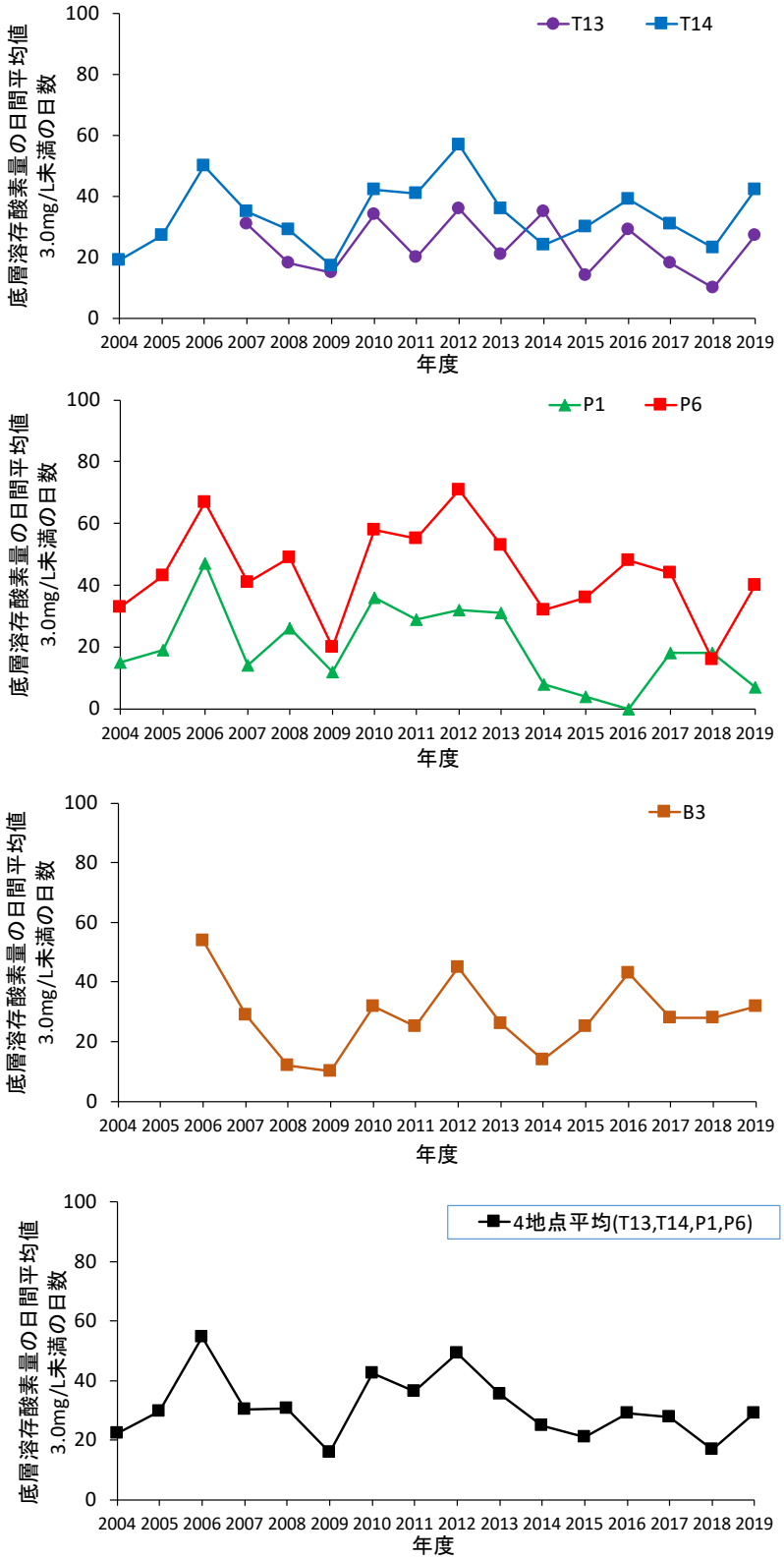
各地点（4 地点：T13,T14,P1,P6）の平均でみると、日平均値が 2.0mg/L 未満の日数は過去 16 年間の平均で 14 日（最少 4 日～最多 37 日）、3.0mg/L 未満は 31 日（16 日～55 日）、4.0mg/L 未満は 53 日（34 日～69 日）であった。経年的には年変動がみられるものの、概ね横ばい傾向にある。また、2.0mg/L 未満と 3.0mg/L 未満の日数の年変動は同様な傾向を示しているが、4.0mg/L 未満については年変動が小さい傾向がみられる。



注)1.各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。
2.4 地点平均(T13,T14,P1,P6)の 2004 年～2006 年は 3 地点(T14,P1,P6)の平均である。

図 2.6.1-2(1) 各期間の底層溶存酸素量の日平均値(2.0mg/L 未満)の状況(連続観測調査)

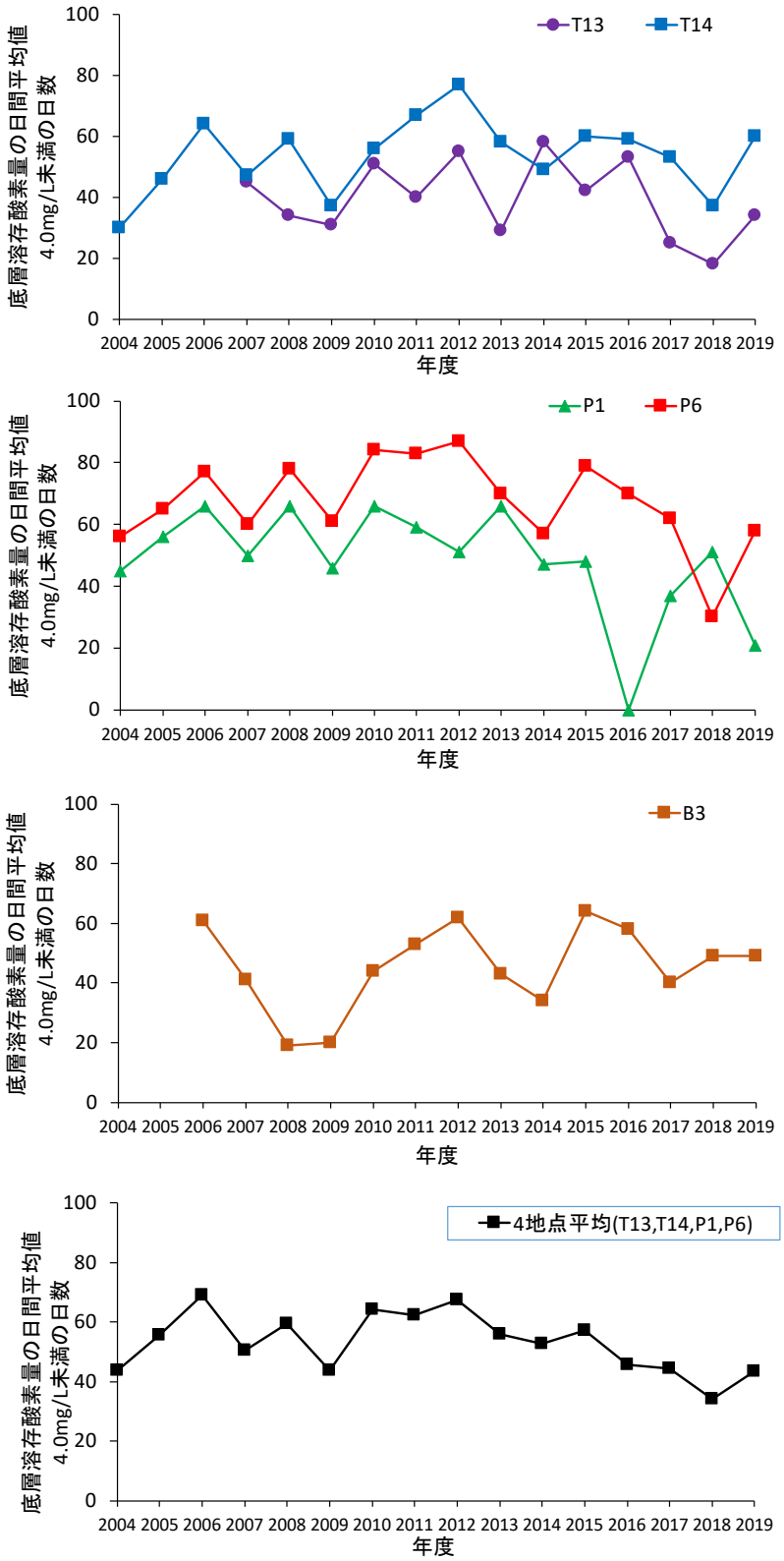
出典：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所「有明海水質連続観測調査結果」及び
農林水産省九州農政局「有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]」をもとに環境省が作成した。



注)1.各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 3.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。
2.4 地点平均(T13,T14,P1,P6)の 2004 年～2006 年は、3 地点(T14,P1,P6)の平均である。

図 2.6.1-2(2) 各期間の底層溶存酸素量の日平均値(3.0mg/L 未満)の状況(連続観測調査)

出典:国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所「有明海水質連続観測調査結果」及び農林水産省九州農政局「有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]」をもとに環境省が作成した。



注)1.各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 4.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。
2.4 地点平均(T13,T14,P1,P6)の 2004 年～2006 年は、3 地点(T14,P1,P6)の平均である。

図 2.6.1-2(3)各期間の底層溶存酸素量の日平均値(4.0mg/L 未満)の状況(連続観測調査)

出典:国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所「有明海水質連続観測調査結果」及び農林水産省九州農政局「有明海貧酸素水塊広域連続観測結果[諫早湾]」をもとに環境省が作成した。

2.6.2 貧酸素水塊の発生状況

平成 28 年度委員報告以降も、有明海においては、毎年夏期の小潮期を中心に有明海奥部と諫早湾の 2 箇所で貧酸素水塊が別々に発生している。特に、九州北部地方で豪雨が記録された 2020(令和 2)年には、1990 年～2019 年の 30 年間における 7 月の平均値の約 3 倍の降水量に伴い、7 月から 8 月にかけての 1 ヶ月程度の長期間にわたって表層塩分は低下し、大規模な貧酸素水塊が発生した。この期間中の 7 月 29 日と 31 日における表層塩分と底層溶存酸素濃度の分布を図 2.6.2-2 に示す。

平成 28 年度委員会報告において、有明海奥部における貧酸素水塊発生の模式図が示された(図 2.6.2-1)。その後、詳細な観測結果の解析の結果、半日スケールでの底層溶存酸素の変動幅(干潮と満潮の差)は干潟縁辺域が大きく、沖合域は小さいことから干潟縁辺域においては底層水の移流が大きく、沖合域は小さい(徳永ら, 2009)と推察された。また、水深 5m 程度の干潟縁辺域(A1 海域)と水深 15m 程度の沖合域(A3 海域)では貧酸素状態の継続時間等は大きく異なること(徳永ら 2009)、底層酸素消費は干潟縁辺域が沖合域より大きいことから(児玉ら 2009)、有明海奥部の底層溶存酸素濃度の短期変動及び経年変動を明らかにするため、干潟縁辺域と沖合域とに区分して整理した。

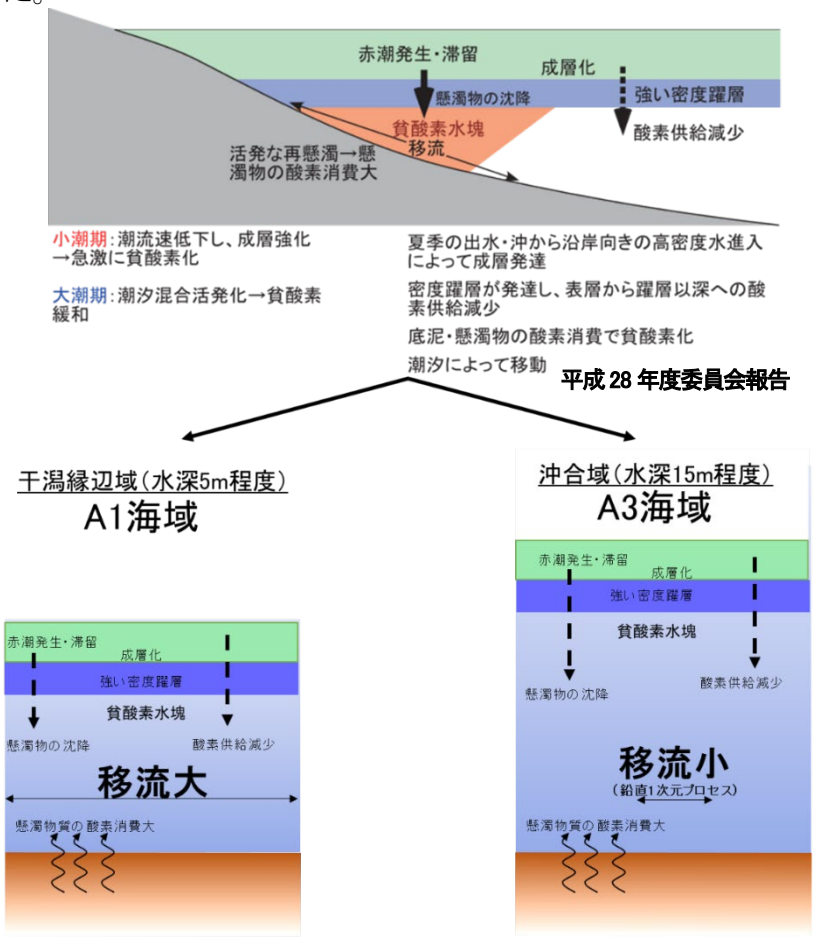


図 2.6.2-1 有明海湾奥部における貧酸素水塊発生の模式図

出典: (上図)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」
(下図)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」

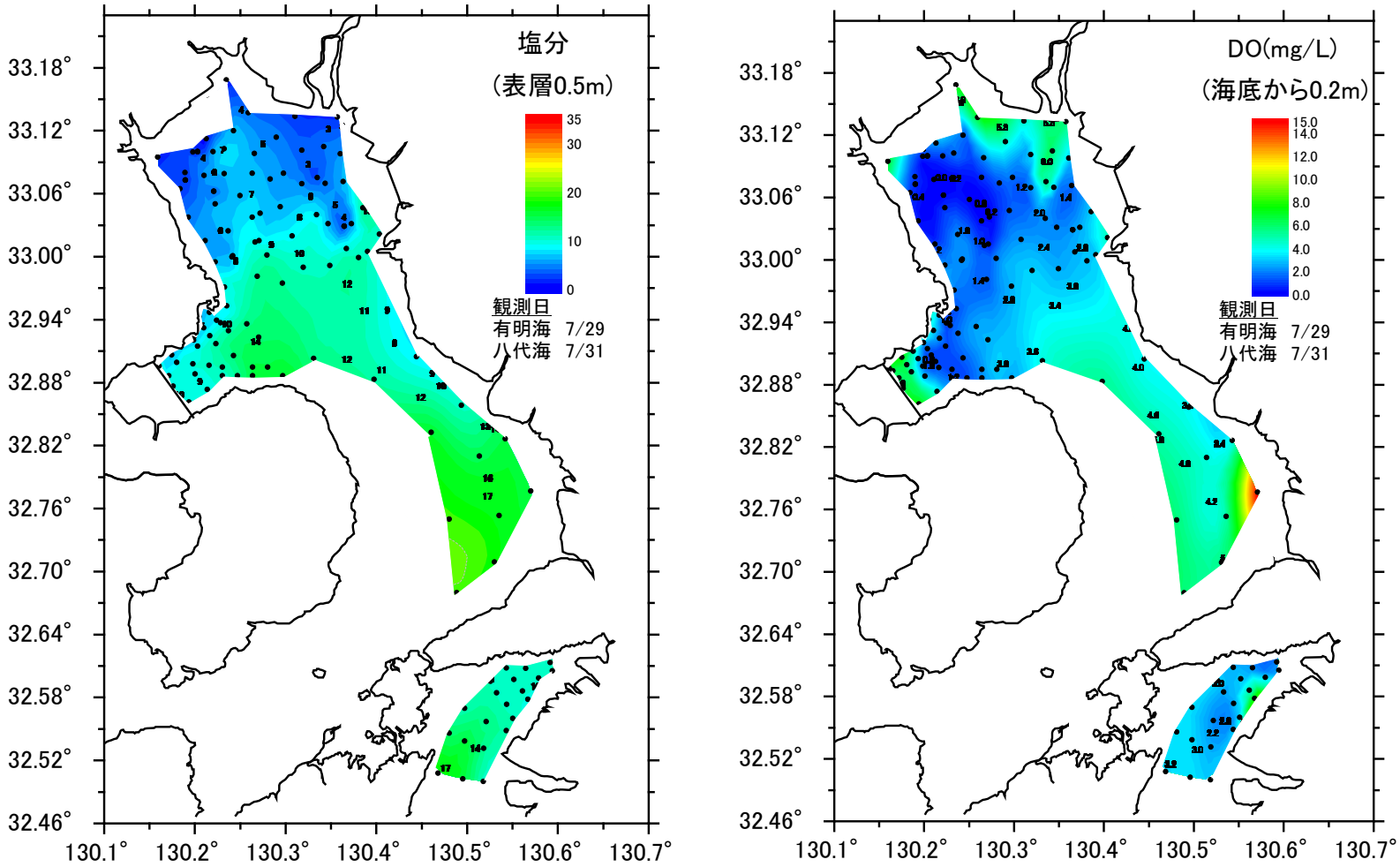


図 2.6.2-2 有明海及び八代海における表層塩分と底層溶存酸素濃度の分布(有明海:2020 年 7 月 29 日、八代海 7 月 31 日)

出典: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指導センター、熊本県水産研究センター、九州大学、佐賀大学、日本ミクニヤ株式会社による共同一斉観測

2.6.3 貧酸素に関わる酸素消費特性

平成 28 年度委員会報告では、有明海奥部の場合、底泥に比べ海水による酸素消費の寄与が大きく、海水による酸素消費のうちでは、懸濁物質による酸素消費が大きいことが報告されている。その後、徳永ら(2016)は有明海奥部の 2 定点における底層水の生物学的酸素消費と化学的酸素消費の寄与率を現場実験により算出し、観測点によって酸素消費過程が大きく異なることを示した。また、内野ら(2019)は、貧酸素水塊形成時における全酸素消費に対する DOC(溶存態有機炭素) の分解の寄与は全体の約 2.1-4.4%を占めていたことを報告している。さらに、渦鞭毛藻 *Akashiwo sanguinea* の日周鉛直移動に伴う夜間の底層での呼吸は、有明海で観測される赤潮密度で推定すると、懸濁物及び堆積物に起因する酸素消費とともに貧酸素化へ寄与する可能性が高いことが示されるなど(徳永ら, 2021)、貧酸素を引き起こす生物学的酸素消費と化学的酸素消費は多様であることが判明している。

2.6.4 貧酸素の経年変化特性

有明海奥部では、平成 28 年度委員会報告以降も毎年貧酸素水塊が発生してベントス群集に影響を及ぼしている。継続的な貧酸素モニタリング結果を用いて貧酸素の経年変化要因を物理的な観点から解析し、干潟縁辺域(T-13:A1 海域)と沖合域(P6:A3 海域)のそれぞれについて貧酸素と潮流との関係を検討した。干潟縁辺域と沖合域における夏季(7 月～9 月)の底層溶存酸素濃度 3mg/L 未満(タイラギ稚貝の生残に影響する溶存酸素濃度、Nagasoe et al. 2020)の累積時間と底層流速から評価した M_2 潮の潮流振幅の 3 乗との関係を図 2.6.4-1 と図 2.6.4-2 に示す。ここで、海底摩擦による鉛直混合を表す指標として、海底から 0.2m 高さの M_2 潮の潮流振幅の 3 乗を採用した。干潟縁辺域及び沖合域のいずれも相関関係が見られ、M_2 潮の潮流振幅の 3 乗が大きければ、鉛直混合が大きく密度成層は形成しにくく(徳永ら, 2013)、底層溶存酸素濃度 3mg/L 未満の累積時間は小さくなることが示唆された。逆に、M_2 潮の潮流振幅の 3 乗が小さければ、鉛直混合が小さく密度成層は形成しやすく、底層溶存酸素濃度 3mg/L 未満の累積時間は大きくなることが示唆された。ただし、底層溶存酸素の変動は、河川からの淡水供給、干潟縁辺域における密度成層の形成、潮流振幅の変化(徳永ら, 2013)等が影響しており、貧酸素化のプロセスは完全に説明できないため、今後定量的な評価に関する調査研究が必要である。

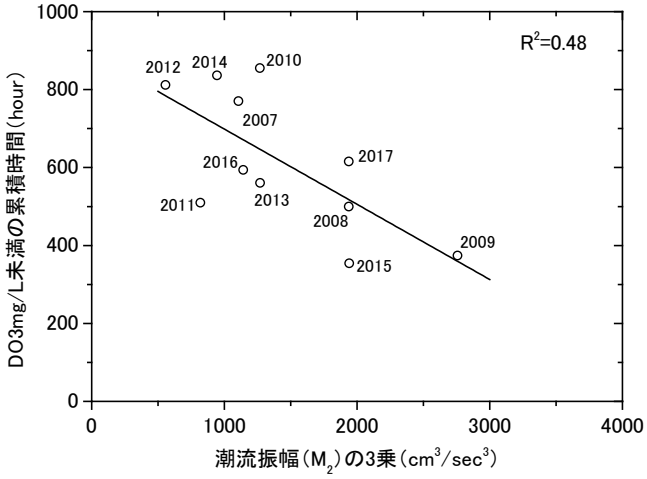


図 2.6.4-1 干潟縁辺域(T13)における底層潮流振幅の 3 乗と 7 月～9 月における DO3mg/L 未満の累積時間との関係

出典:平成 29 年度水産庁委託「赤潮・貧酸素水塊対策推進事業(九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書)」をもとに環境省が作成した

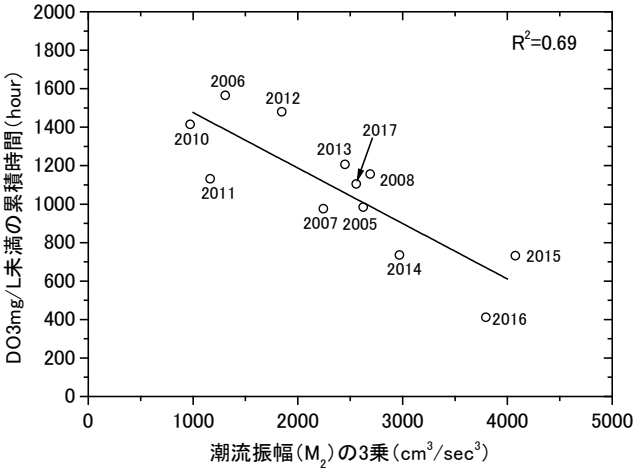
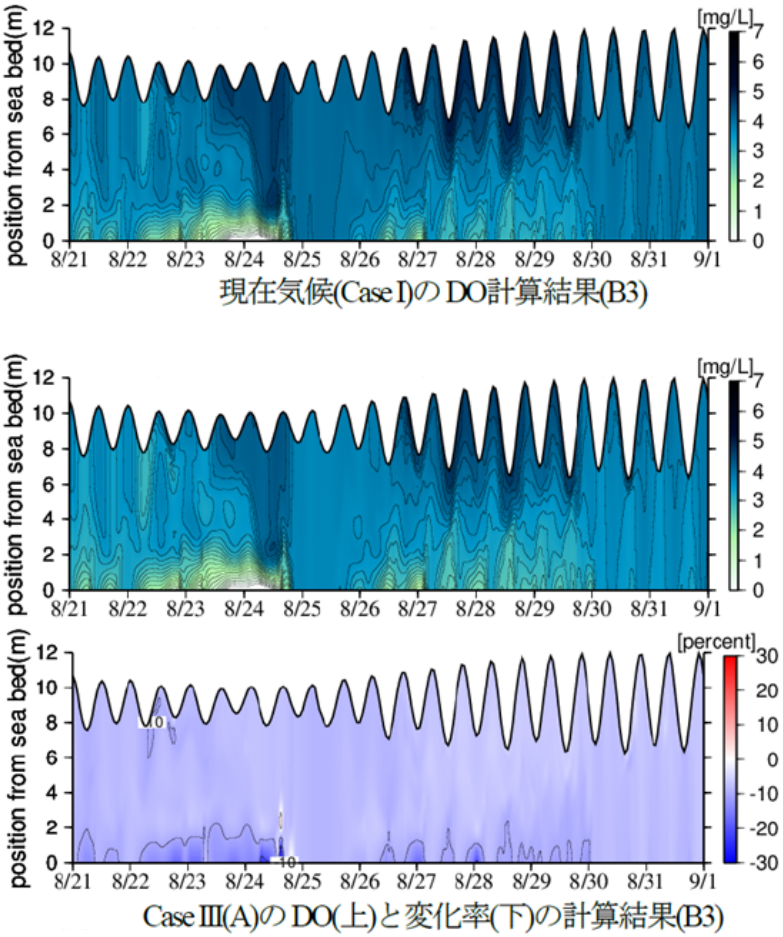


図 2.6.4-2 沖合域(P6)における底層潮流振幅の 3 乗と 7 月～9 月における DO3mg/L 未満の累積時間との関係

出典:平成 29 年度水産庁委託「赤潮・貧酸素水塊対策推進事業(九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書)」をもとに環境省が作成した

2.6.5 気候変動が底層溶存酸素濃度に与える影響

田所・矢野(2019)は、有明海を対象として準 3 次元流動モデルと 3 次元低次生態系モデルにより疑似温暖化実験を行い、気候変動による溶存酸素濃度分布への影響評価を試みた[9)]。その結果、温暖化により気温上昇が進んだ場合、底層の貧酸素水塊の発達が助長されることが示唆されている(図 2.6.5-1)。ただし、本モデルでは底質の違いや巻き上げられた懸濁物による酸素消費は考慮されておらず、今後さらなる検討が必要と考えられる。



項目	Case Ⅰ(現在気候)	CaseⅢ(A) (気温上昇が進んだ場合)
計算条件	諫早湾の B3 地点における 2015 年 8 月 21 日から 9 月 1 日までを対象に DO 濃度の数値シミュレーションを実施	
気温	同時期の気温データを使用	Case Ⅰの気温に一律 4℃を加えた
河川水温	同時期の河川水温データを使用	Case Ⅰで得られた気温と河川水温との相関式から、気温が 4℃上昇した場合の河川水温の上昇幅を求め、これを Case Ⅰの河川水温に加えた
外海水温	同時期の外海水温データを使用	上記で得られた河川水温の上昇幅の平均値を Case Ⅰの外海水温に加えた

図 2.6.5-1 疑似温暖化実験による DO とその変化率の計算結果

出典:田所壮也, 矢野真一郎(2019):気候変動による温度や河川流量の変化が与える有明海の貧酸素水塊の消長への影響の評価, 土木工学会論文集 B2(海岸工学), Vol.75, No. 2, pp. 1231-1236 をもとに環境省が作成した。

2.6.6 まとめ

有明海の浅海定線調査（基本的に毎月 1 回大潮満潮前後に調査）によると、データのある 1972 年度以降、6 地点のうち佐賀県の 4 地点（有明海湾奥奥部の 2 地点、有明海湾奥西部及び有明海湾央部）において、底層溶存酸素量は経年的に有意に減少する傾向がみられた。

有明海では、毎年夏季の小潮期を中心に有明海奥部と諫早湾の 2 箇所で貧酸素水塊が別々に発生している。特に九州北部地方で豪雨が記録された 2020 年には、1 ヶ月程度の長期間にわたって表層塩分は低下し、大規模な貧酸素水塊が発生した。

平成 28 年度委員会報告では、有明海奥部の場合、底泥に比べ海水による酸素消費の寄与が大きく、海水による酸素消費のうちでは、懸濁物質による酸素消費が大きいことが報告されている。その後、酸素消費には、DOC の分解や、渦鞭毛層の呼吸も貧酸素化に一定の寄与がある可能性が示されており（内野ら(2019)、徳永ら(2021)）、貧酸素を引き起こす生物学的酸素消費と化学的酸素消費は多様であることが判明している。

有明海奥部の干潟縁辺域とその沖合域では、貧酸素の状況を示す夏季の底層溶存酸素濃度 3mg/L 未満（タイラギ稚貝の生残に影響する溶存酸素濃度、Nagasoe et al. 2020）の累積時間と、潮流の状況を示す底層流速から評価した M2 潮の潮流振幅の 3 乗との間には有意な相関が見られ、潮流振幅と貧酸素水塊の累積時間に関係があることが示唆された。ただし、底層溶存酸素の変動は、河川からの淡水供給、干潟縁辺域における密度成層の形成、潮流振幅の変化（徳永ら，2013）等が影響しており、貧酸素化のプロセスは完全に説明できないため、今後定量的な評価に関する調査研究が必要である。

田所・矢野（2019）は、有明海を対象とした疑似温暖化実験で、温暖化により気温上昇が進んだ場合、底層の貧酸素水塊の発達が助長されることが示唆されている。ただし、本モデルでは底質の違いや巻き上げられた懸濁物による酸素消費は考慮されておらず、今後さらなる検討が必要と考えられる。

参考文献

1)農林水産省九州農政局「諫早湾干拓事業環境モニタリング調査」

2)児玉真史，徳永貴久，木元克則，柴原芳一(2009)：夏季の有明海奥部における基礎生産速度と有機懸濁物質の分解特性，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. B2-65，pp.1006-1010

3)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，pp. 1011-1015

4)徳永貴久，速水祐一，木元克則(2016)：有明海奥部の 2 定点における底層水の生物学的酸素消費と化学的酸素消費，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 72，No.1，pp.12-21

5)内野宏治，猪股はるか，田原沙紀，高巣裕之(2019)：有明海奥部における酸素消費に対する水柱中の有機炭素分解の寄与，水環境学会誌，42 巻，5 号，pp. 195-200

6)徳永貴久，松山幸彦，長副　聡(2021)：渦鞭毛藻 Akashiwo sanguinea の日周鉛直移動に伴う底層の酸素消費，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.77，No. 1，pp. 55-64

7)Sou Nagasoe，Takahisa Tokunaga，Tatsuya Yurimoto，and Yukihiko Matsuyama(2020)：Survival and behavior patterns associated with hypoxia at different life stages of the pen shell Atrina cf. japonica，Aquatic Toxicology，Vol. 227，105610

8)徳永貴久，田井　明，木元克則(2013)：有明海湾奥西部の干潟縁辺域における DO 経年変動特性，土木学会論文集 B3(海洋開発)，69 巻，2 号，pp. I_1018-I_1023

9)田所壮也，矢野真一郎（2019）：気候変動による温度や河川流量の変化が与える有明海の貧酸素水塊の消長への影響の評価，土木工学会論文集 B2（海岸工学），Vol.75，No. 2，pp. 1231-1236

2.7 藻場・干潟等

藻場・干潟は、水質浄化や生物多様性の維持（多様な生物種の保全、産卵場や成育場の提供）等多様な機能を有し、良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。特に、有明海・八代海等の泥質干潟は、国内で本海域のみに生息する固有種の生息環境として、希有な生態系を形成するとともに、我が国有数の渡り鳥の中継地又は越冬地ともなっており、シギ・チドリ類が数多く飛来する重要な場となっている。

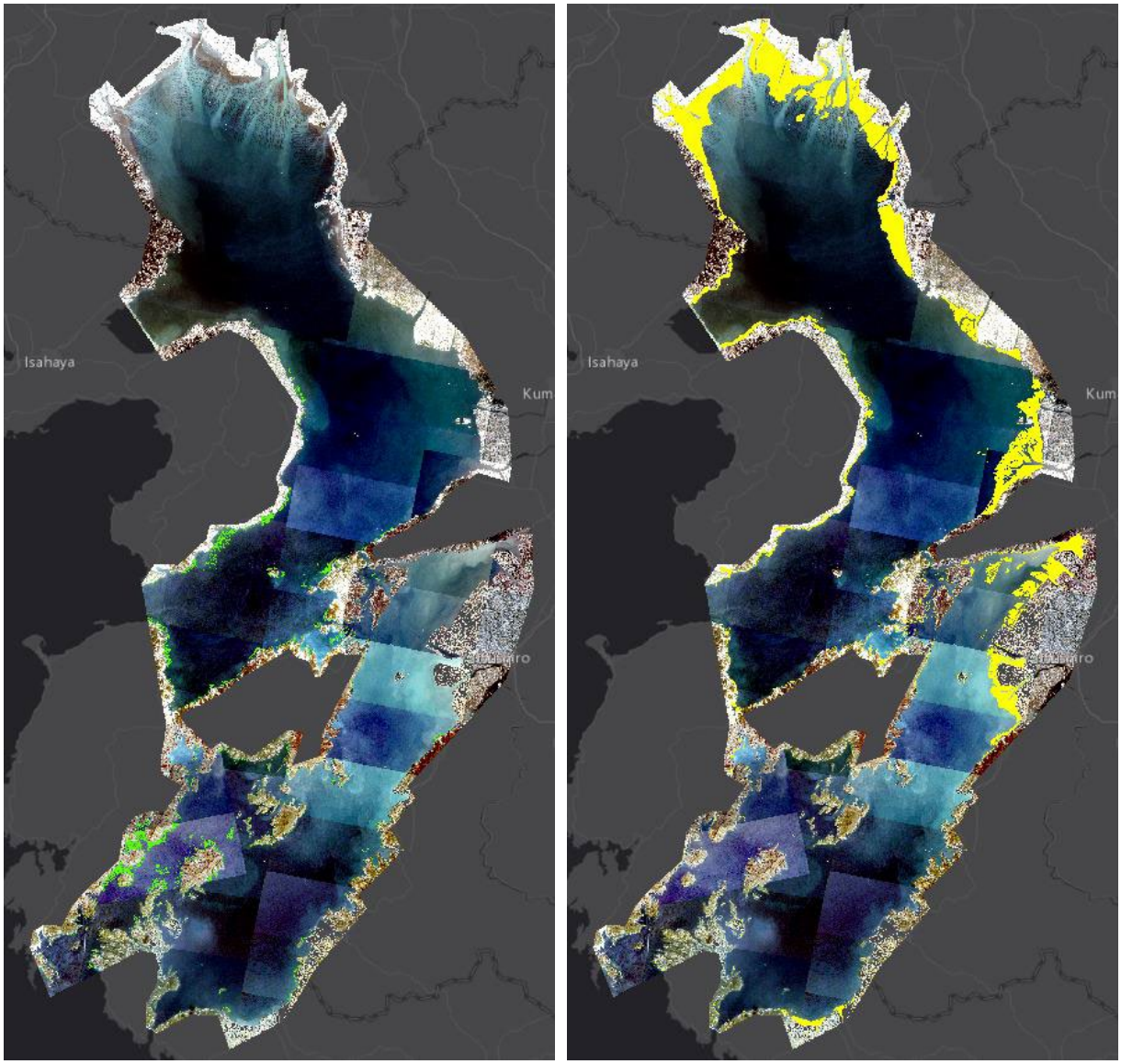
2.7.1 有明海・八代海の藻場・干潟

環境省では、2018（平成 30）年度から 2019（令和元）年度において衛星画像解析手法を用いて、有明海及び八代海における藻場・干潟の最新の分布状況について定量的な把握が行われている。

衛星画像解析による有明海及び八代海における藻場・干潟分布図は図 2.7.1-1 に示すとおりであり、これらを集計した面積としては、有明海においては藻場が 1,456.8ha、干潟が 18,799.3ha、八代海においては藻場が 2,385.0ha、干潟が 4,992.4ha であった。（表 2.7.1-1）

今後も、衛星画像解析手法等の最新技術を用いた定期的な藻場・干潟の分布状況の把握が必要である。

＜ 藻 場 ＞　　＜ 干 潟 ＞



藻場分布範囲　　干潟分布範囲

図 2.7.1-1 有明海・八代海における藻場・干潟分布図（左：藻場、右：干潟）

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

表 2.7.1-1 有明海・八代海における藻場・干潟面積

海域	藻場面積（ha）	干潟面積（ha）
有明海	1,456.8	18,799.3
八代海	2,385.0	4,992.4
有明海・八代海合計	3,841.7	23,791.7

※小数点第2位以下を四捨五入しているため、合計値が合致しない場合がある。

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

一方で、藻場・干潟の分布状況の経年変化を把握するには、既往調査（第 5 回自然環境保全基礎調査（環境庁・1997（平成 9）年度））と同様の手法で調査する必要がある。このため、2018（平成 30）年度から 2019（令和元）年度において、有明海・八代海の一部エリアを対象にヒアリング調査による藻場・干潟の分布状況の把握も行われている。

ヒアリング調査結果によると、既往調査に比べ、藻場が約 15%、干潟が約 5%増加した（表 2.7.1-2）が、一部エリアの集計結果である点、エリアによっては藻場・干潟が減少している点、調査時期による差異がある点に留意が必要である。

増加の要因としては、漁業管理や再生活動等（藻場）、土砂堆積（干潟）が挙げられ、減少の要因としては、水温の上昇や食害等（藻場）、出水による土砂流出等（干潟）が挙げられるが、詳細は不明であり、今後、要因分析が必要である。

表 2.7.1-2 ヒアリング調査による藻場・干潟の面積の経年変化

海域		既往知見（第５回自然環境保全基礎調査）（ha）	ヒアリング調査（ha）	経年変化（%）
藻場	有明海	786	863	109.8
	八代海	521	645	123.8
藻場合計		1,308	1,508	115.3
干潟	有明海	17,765	18,819	105.9
	八代海	2,661	2,794	105.0
干潟合計		20,606	21,613	104.9

※小数点以下を四捨五入しているため、合計値が合致しない場合がある。
また、経年変化の割合は四捨五入した後の値で試算した。
出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

なお、藻場・干潟の保全・再生に関する取組や、自然海岸の状況に関しては、新たな知見は得られていない。

2.7.2 海洋ごみ

日本の沿岸には有明海、八代海等を含め、毎年、多くのごみが生物の生息環境を含めた沿岸域に漂着しており、有明海、八代海等においても、国、地方公共団体、関係者が連携し、流木等の海洋ごみの回収・処理等が行われている。ここでは、環境省と国土交通省で把握している海洋ごみの回収量に限定して整理する。

環境省では、地方公共団体での海洋ごみの回収・処理に財政的支援を行い、2020（令和 2）年度には、有明海で約 1,744t、八代海で約 996t の海洋ごみの回収・処理が行われた（図 2.7.2-1）。

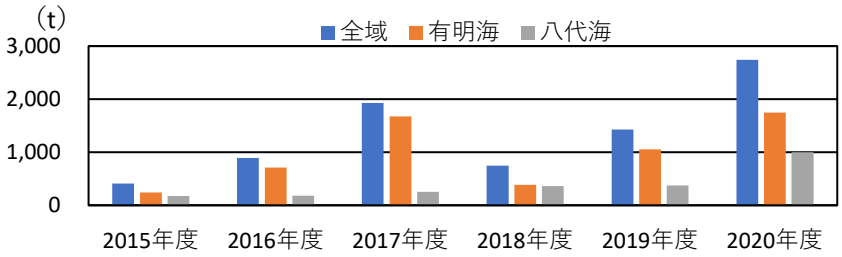
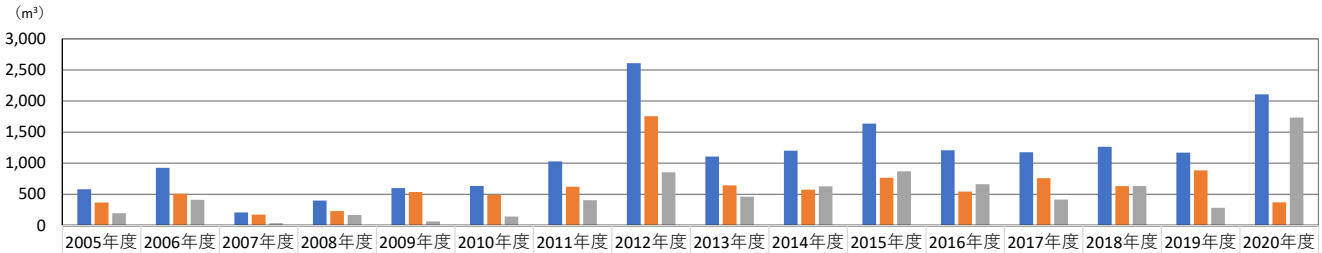


図 2.7.2-1 有明海・八代海における海洋ごみの回収量の推移

出典:環境省資料

また、国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所では、海洋環境整備船を配備し、有明海・八代海における海面清掃を行っており、2020(令和 2)年度には有明海で 372m^3、八代海で 1,734m^3 のごみが回収された(図 2.7.2-2)。



	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
全域	581	925	210	400	602	635	1,030	2,610	1,107	1,203	1,637	1,208	1,178	1,265	1,170	2,106
有明海	368	511	174	232	537	492	624	1,756	645	574	768	545	761	631	885	372
八代海	195	414	36	168	65	144	406	854	463	629	869	663	417	634	285	1,734

図 2.7.2-2 有明海・八代海における国の海洋環境整備船(海輝・海煌)によるごみ回収量の推移

出典:国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所資料

なお、「令和 2 年 7 月豪雨」による有明海・八代海への漂流物流入を受けて、海洋環境整備船「海輝」「海煌」「がんりゅう」の 3 隻のほか、災害協定団体、沿岸県や漁業者団体が連携し、漂流物の回収が令和 2 年 7 月 4 日～31 日に実施され、当該 28 日間で 15,883m^3 の漂流物が回収された。この回収量のうち「海輝」「海煌」の回収量は、図 2.7.2-2 に示す 2020 年度のごみ回収量に含まれている。

2.7.3 まとめ

藻場・干潟は、水質浄化や生物多様性の維持等多様な機能を有し、良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。

衛星画像解析手法による有明海・八代海の藻場・干潟面積は、有明海で藻場が 1,456.8ha、干潟が 18,799.3ha、八代海で藻場が 2,385.0ha、干潟が 4,992.4ha であった。今後も、衛星画像解析手法等の最新技術を用いた定期的な藻場・干潟の分布状況の把握が必要である。

また、2018(平成 30)年度から 2019(令和元)年度において実施したヒアリング調査結果によると、既往調査(1997(平成 9)年度)に比べ、藻場が約 15%、干潟が約 5%増加

していたが、一部エリアの集計結果である点、エリアによっては藻場・干潟が減少している点、調査時期による差異がある点に留意が必要である。増加の要因としては、漁業管理や再生活動等（藻場）、土砂堆積（干潟）が挙げられ、減少の要因としては、水温の上昇や食害等（藻場）、出水による土砂流出等（干潟）が挙げられるが、詳細は不明であり、今後、要因分析が必要である。

海洋ごみについては、国、地方公共団体、関係者が連携し回収・処理等が行われている。漂流物の発生量は、その年の豪雨等の有無に影響を受けると考えられ、航行船舶の安全確保及び海洋環境保全のためには、引き続き連携した取組が必要である。

参考文献

1)環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会　第 6 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」
2)国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所資料
3)国土交通省九州地方整備局報道発表資料

2.8 赤潮

2.8.1 赤潮の発生状況

赤潮は主に微細藻類が異常増殖することにより、海水が変色する現象を総称する。赤潮の発生そのものは自然現象であるが、その発生頻度や規模は全海域の富栄養化の進行に伴って変化することが指摘されており[1)]、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海ではCOD、T-N 及び T-P の流入に対する水質総量削減、赤潮発生の監視が行われている。

図 2.8.1-1 に有明海、八代海、橘湾における赤潮の発生件数を示した。有明海では 1998 年頃から、八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しており、2000～2020 年までの平均発生件数（有明海 35.8 件/年、八代海 15.9 件/年）は 1970～1980 年代（有明海 15.0 件/年、八代海 8.0 件/年）のおよそ 2 倍となっている。

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、1998～2000 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、同じ微細藻類の出現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。

有明海における海域への直接負荷量を含めた COD、T-N 及び T-P の汚濁負荷量（データは資料編に記載）は、直近 5 年間（2014～2019 年度）は 1975～1980 年度と比較して、COD で 74%、T-N で 65%（底質由来最小値の場合）、T-P で 66%に減少しており、赤潮発生件数の増加時期である 1990 年代後半から減少し、現在は横ばい傾向となっており、汚濁負荷量と赤潮発生件数の間に長期的な連動性はみられない。

八代海における海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、直近 5 年間（2014～2019 年度）は 1975～1980 年度と比較して、COD は 61%に減少したが、T-N 及び T-P については 1990 年代中頃から増加し 2006、2009 年度頃に最大となり、直近 5 年間は 1975～1980 年度と比較して T-N で 126%（底質由来最小値の場合）と高く、T-P では 92%（底質由来最小値の場合）程度となっている。八代海での赤潮の発生件数についても、1998 年以降増加し、1997 年以前の 2 倍程度と高い発生状態が続いており、負荷量の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。

橘湾は 1991 年に 9 件、1990 年と 1993 年に 6 件の赤潮発生がみられたが、ほとんどの期間は 3 件/年前後で推移しており、増減傾向は認められない。2016 年～2020 年にかけて赤潮発生はみられなかった。

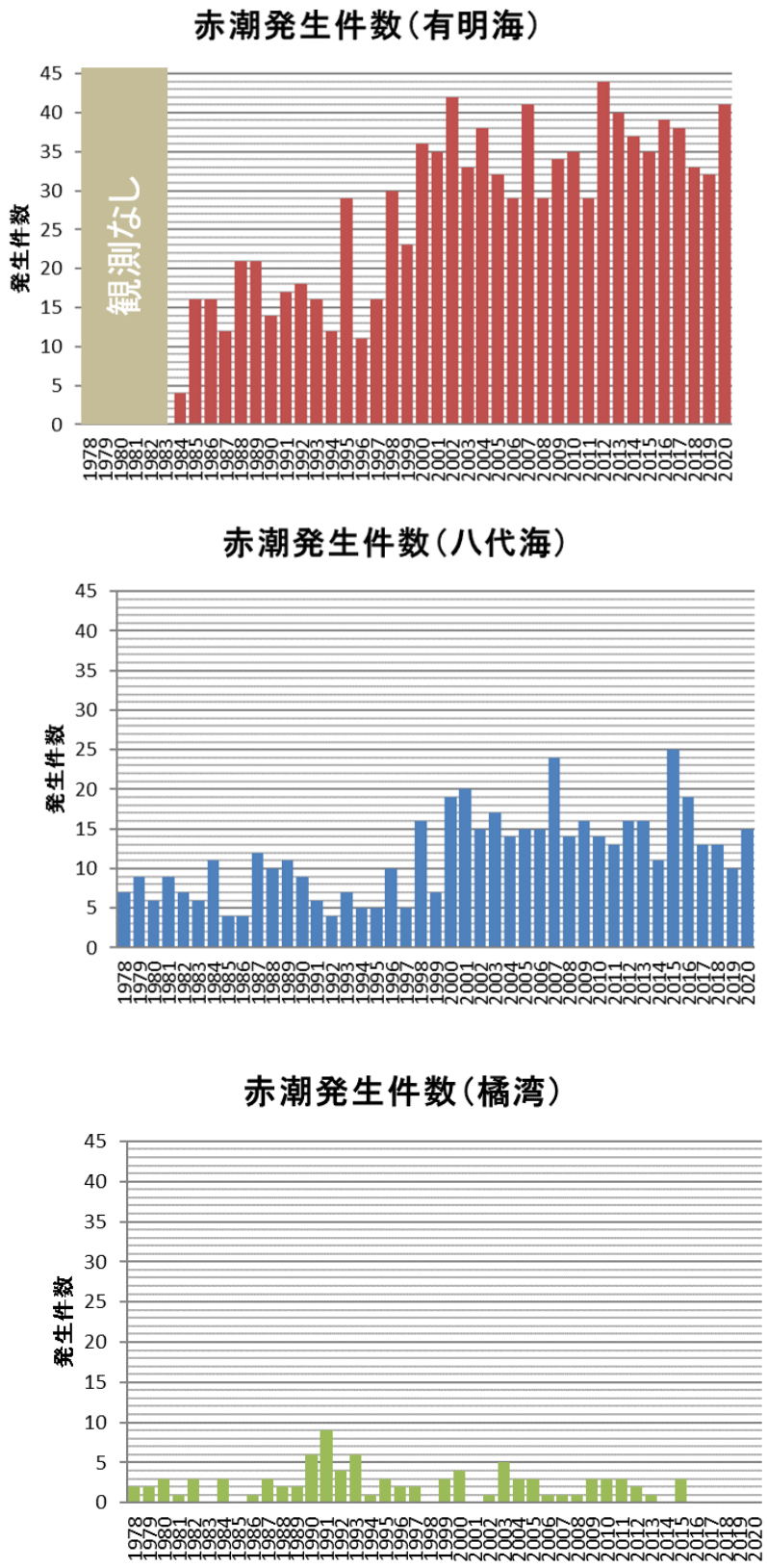


図 2.8.1-1 有明海、八代海及び橘湾における赤潮発生件数の推移

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

2.8.2 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生物の例を図 2.8.2-1 に示す。

赤潮生物は、種類によってその生理的・生態的性質や水産生物への影響も異なることから、種類ごとの赤潮発生の状況、赤潮による漁業被害の概況を以下のとおり整理した。なお、種類ごとの特徴や赤潮発生状況、漁業被害等の詳細は資料編に記載した。

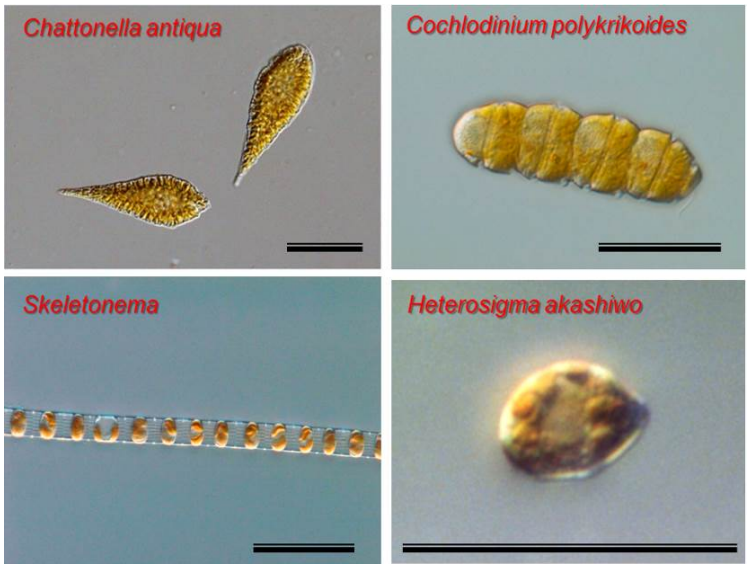


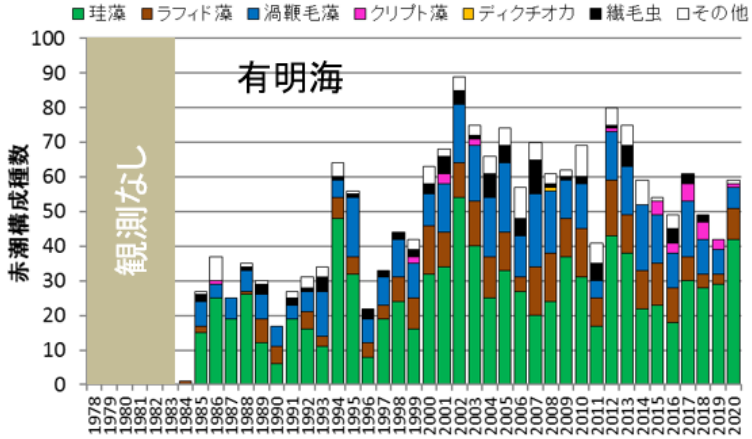
図 2.8.2-1 有明海・八代海等で発生する赤潮プランクトンの顕微鏡写真（黒棒：50μm）

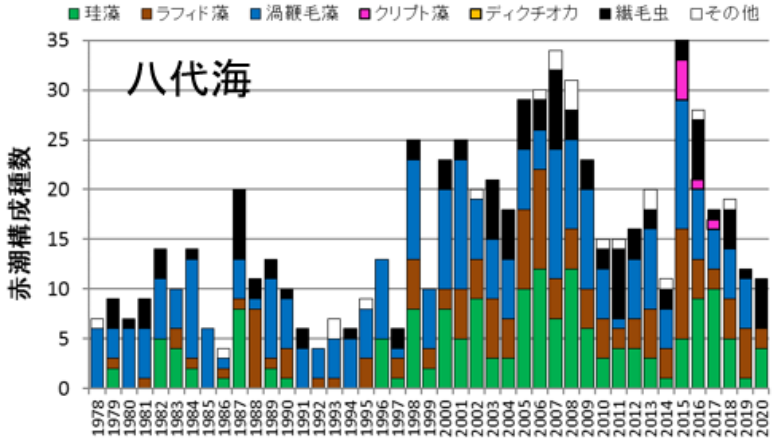
(1) 構成種の推移

図 2.8.2-2 に有明海、八代海及び橘湾における赤潮の構成種数の推移を示した。なお、1件の赤潮は複数種で構成されることが多いため、赤潮の発生件数と構成種数とは必ずしも一致しないことに留意することが必要である。有明海側では全期間を通じて珪藻による赤潮の発生頻度が全体の半数程度を占めるなど高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻による赤潮は 1988 年頃まではほとんど確認されていなかったが（有明海における *Chattonella* 属赤潮の初検出は 1984 年）、その後徐々に増加し、1998 年頃から、渦鞭毛藻と匹敵する頻度まで増加している。有明海で発生する代表的なラフィド藻は *Heterosigma akashiwo* と *Chattonella* 属（*C. antiqua, C. marina* 及び *C. ovata*）である。珪藻や渦鞭毛藻についても、1998 年頃から件数が増加していることが分かる。全体の構成割合について、1970～1980 年代と比較してラフィド藻の割合が増加した以外、基本的に構成種の大きな変化は認められない。

八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しているものの、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いない。1991 年から 1995 年にかけて一時的に珪藻による赤潮が確認されないなど比率が低下しているものの、構成種の長期的な変動はほとんどみられない。

橘湾では渦鞭毛藻による赤潮が主体であり、1990 年代の初頭に弱い発生件数のピークが認められる以外、特に長期的な増加や減少傾向は認められない。なお、6～7年おきに発生しているラフィド藻赤潮は *Chattonella* 属である。





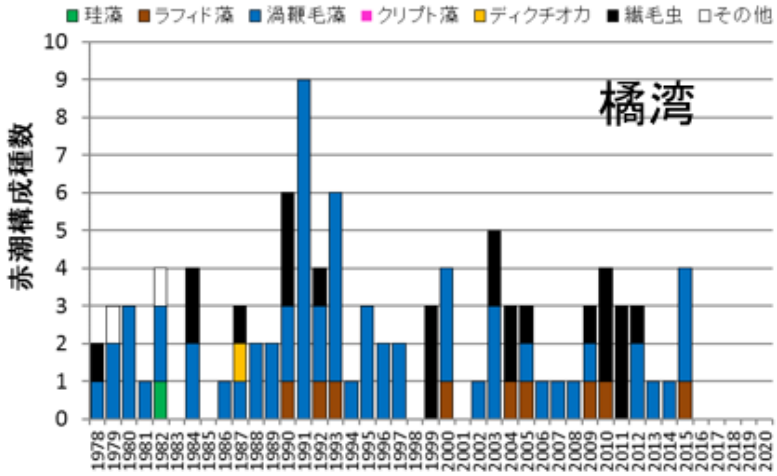


図 2.8.2-2 有明海、八代海及び橘湾における赤潮構成種数の推移

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

2.8.3 有明海における赤潮による漁業被害（ノリ養殖等）

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、1998 年から 2003 年まではそれ以外の期間のおよそ 2 倍の件数と高い傾向であったが、2005 年以降は横ばいである（図 2.8.3-1）。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、主に珪藻によるノリの色落ち被害件数が多く発生している。

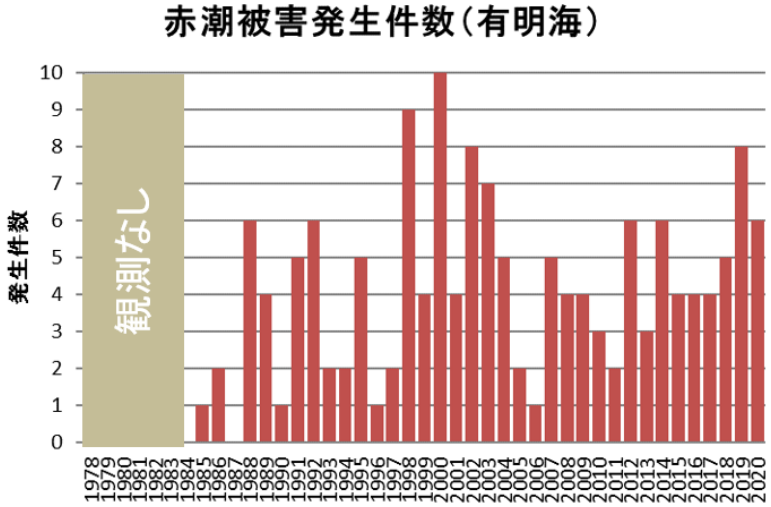


図 2.8.3-1 有明海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

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) 有明海における夏期の赤潮

有明海における赤潮被害発生件数は 2011 年から 2020 年まで海域毎のデータを整理すると、赤潮はA1海域で最も多く発生し、A1海域に隣接するA2からA4海域でも発生件数が多い（図 2.8.3-2）。干潟域であるA1海域を除くと、いずれの海域でも 5～9 月の夏期の赤潮発生件数が多く、夏期は珪藻のみならず、渦鞭毛藻及びラフィド藻による赤潮発生が多い。

有明海では、夏期にラフィド藻などの有害赤潮が頻発している。特に有害な *Chattonella* 属については、1998 年、2004 年、2007 年～2010 年にかけて、赤潮発生規模が大きくなっている。

夏期に発生する *Chattonella* 属や *Heterosigma* 属の赤潮はA1～A3海域及びA6海域では夏期に高密度となる。図 2.8.3-3 に両属の赤潮発生規模（赤潮発生日数×最大細胞密度）の経年変化を示した。*Chattonella* 属による赤潮の発生規模は、1998 年、2004 年、2007～2010 年、2015～2016 年及び 2018 年に大きくなっており、どの程度漁獲量の減少に影響を与えたのか不明であり、赤潮だけでなく複合的な要因が推測されているが、赤潮発生海域では天然魚類のへい死などが発生している。*Heterosigma* 属の発生規模は 1995 年、2002 年、2004 年、2011 年及び 2015～2016 年に大きくなっている。

ラフィド藻である *Chattonella* 属や *Heterosigma* 属は魚類等へ幅広く毒性を示すことが既に知られている。また、天然魚介類はこうした毒性の高い赤潮に遭遇すると逃避行動をとったり、不漁要因となることが知られている（荒木ら 2013）。

平成 28 年度委員会報告以降も、有明海では規模の大きな赤潮が発生している。赤潮発生状況や各種要因のデータを整理し、赤潮形成の予察技術の向上に向けた分析・検討が進められている。既に *Chattonella* 属赤潮の発生機構については、平成 18 年度委員会報告や平成 28 年度委員会報告にとりまとめられているが、本種の赤潮発生の規模が拡大すると、赤潮水塊が橘湾まで移流して養殖業へ漁業被害を引き起こすことも懸念され、赤潮発生規模の年変動要因についても知見の蓄積が求められている。

2013 年～2017 年の有明海奥部（測点 P6）及び諫早湾（測点 B3）（図 2.8.3-4）において、*Chattonella* 属（鞭毛藻）と珪藻類の出現特性の把握を行い、両者の間に競合と考えられる関係が確認された。有明海では 2009 年以降、上記期間を含めて計 9 年間の現地観測のデータがあり、*Chattonella* 属赤潮は珪藻類が衰退した隙間（niche）で発生していることが示された（図 2.8.3-5）。一般的に鞭毛藻は珪藻類よりも増殖速度が低いため、基本的に栄養競合では不利となるため、珪藻類が最大の競合者であると考えられる。一般的に種間競合関係は数値モデルでの再現が難しいとされているが、現地実測データが蓄積されていることから、これらのデータを用いて種間競合に関する調査研究を進める必要がある。

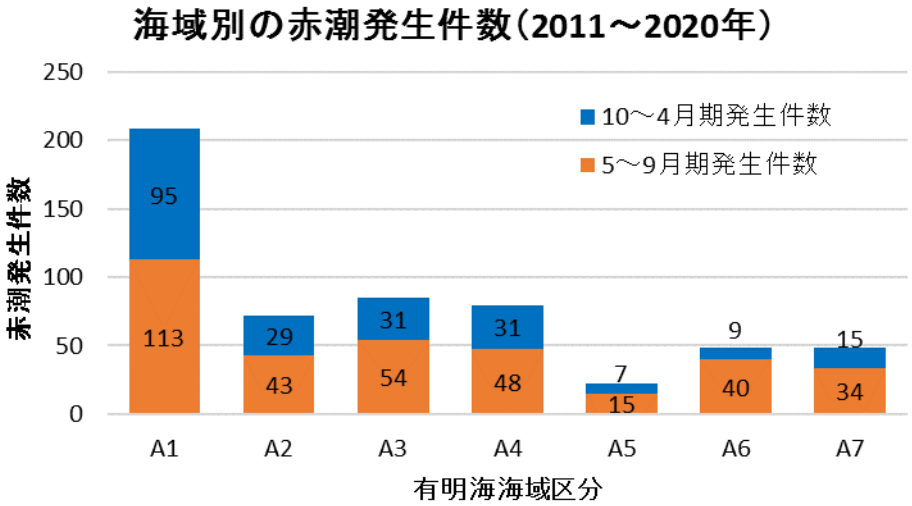
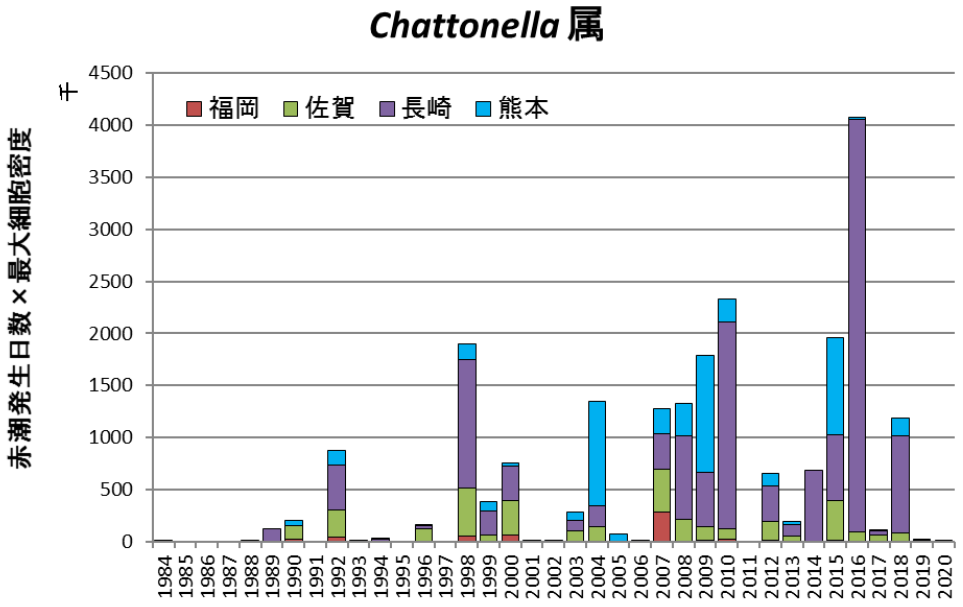
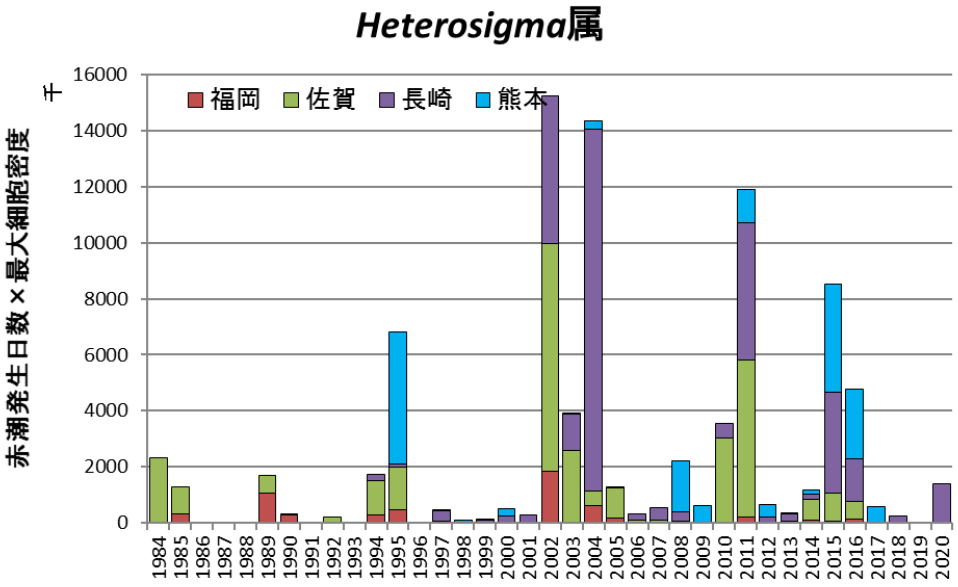


図 2.8.3-2 有明海における海域区分別赤潮発生件数

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）」をもとに環境省が作成した





注)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 2.8.3-3 有明海における2種有害赤潮生物の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

図 2.8.3-4 有明海における *Chattonella* 属と珪藻類出現特性の観測定点（2009～2017 年）

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」

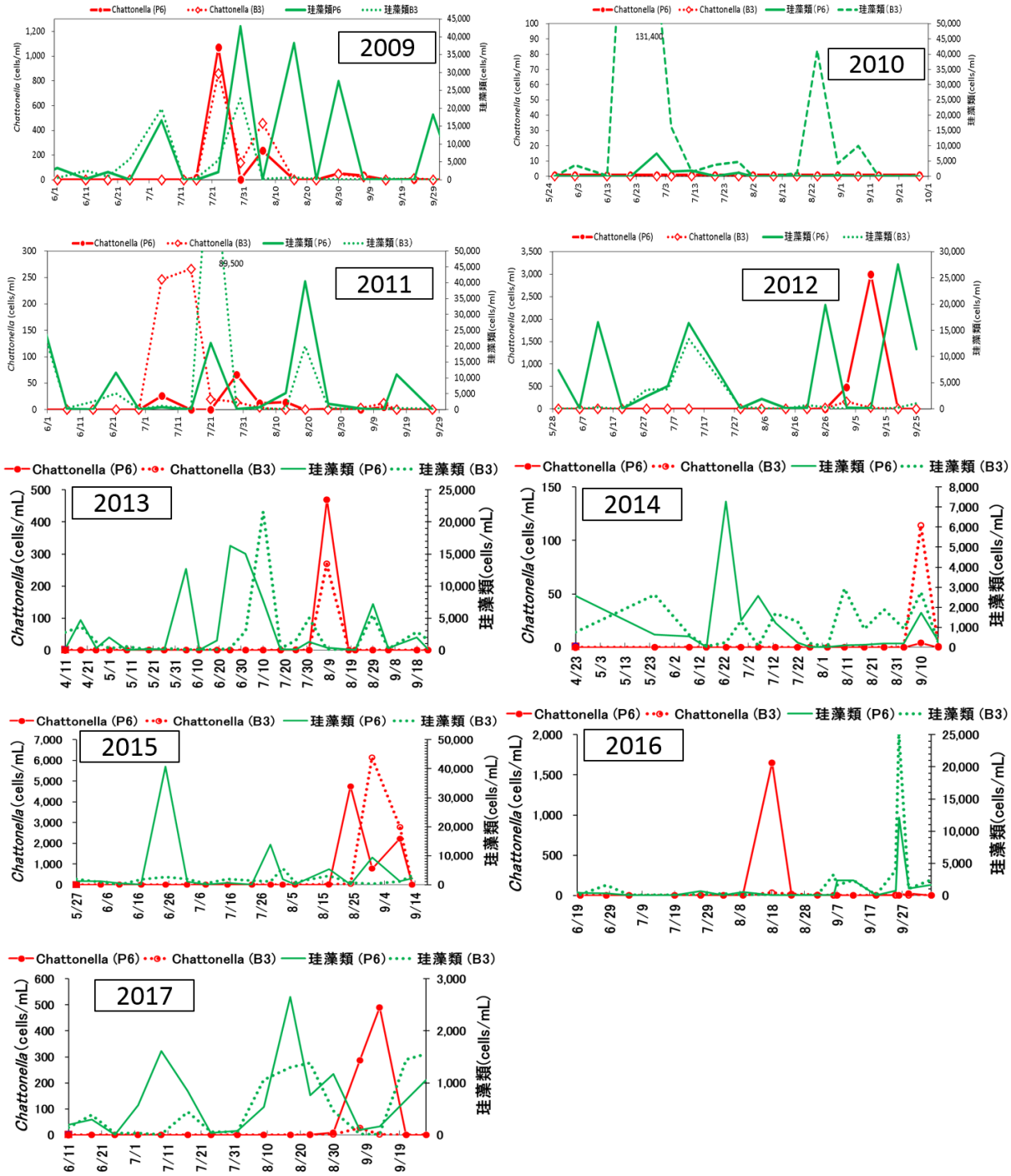


図 2.8.3-5 有明海奥部（測点 P6）及び諫早湾（測点 B3）における *Chattonella* 属と珪藻類の出現特性（水産研究・教育機構ほか 2009～2017）

出典：・水産総合研究センター，長崎県総合水産試験場，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，熊本県水産研究センター，（株）西村商会（2009・2010）「有明海における夏季の植物プランクトンの変動」平成21年度・平成22年度　赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業報告書

・水産研究・教育機関，長崎県総合水産試験場「有明海における貧酸素水塊モニタリングの高度化」平成 25～29 年度

・漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業　赤潮・貧酸素水塊対策推進事業　九州海域での有害赤潮・貧酸素水塊発生機構解明と予察・被害防止等技術開発報告書

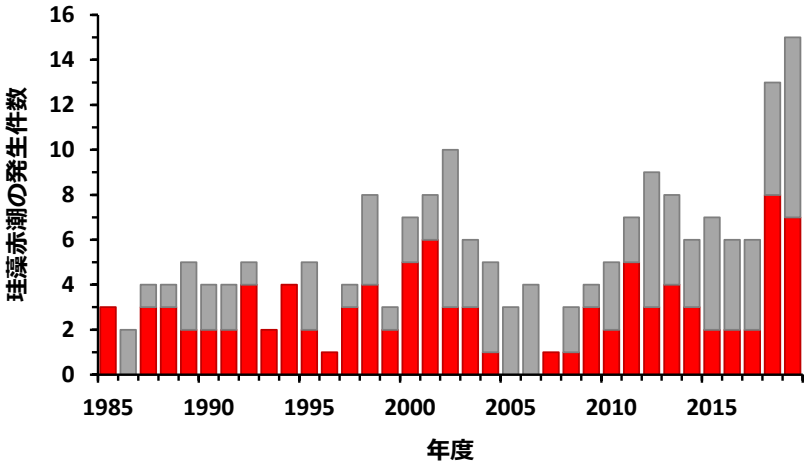
(2) 赤潮によるノリ養殖被害

ア) 珪藻類の赤潮の発生状況と発生機構

① ノリの色落ち

ノリの「色落ち」とは、ノリ葉体の細胞中における色素（クロロフィル、フィコエリスリンなど）の生成が阻害されることによって、色調が黒色から茶褐色に変化する現象を指す[2)]（有賀，1980）。色落ちしたノリは、商品価値が下がるため、生産枚数や生産額の減少につながる。ノリの「色落ち」のメカニズムについて、その全容は明らかとされていないが、海水中の栄養塩濃度の低下が重要な役割を果たしているであろうと考えられている[3)、4)、5)]（藤澤ら，2000；白石，2010；村山ら，2015、平成 28 年度委員会報告 図 4.4.124）。秋期から冬期の有明海湾奥部における海水中の栄養塩濃度の低下をもたらす要因のひとつとして、珪藻類による赤潮の発生が挙げられる。有明海における秋期～冬期（10 月～翌 3 月）の珪藻赤潮の発生件数について、データが整理されている 1985 年度以降の推移を図 2.8.3-6 に示した。赤潮発生件数は、1990 年代後半以降では、2002 年に増加したが、その後、2005 年前後に減少した。2011～2013 年度に再び増加し、2014～2017 年度はやや減少したが、2018 年度以降、再び増加している。また、有明海における年間の赤潮発生件数のうち、秋期～冬期（10 月～翌 3 月）の珪藻赤潮が占める割合は4分の1程度に過ぎないが、赤潮による被害件数に着目すると、その大部分は秋期～冬期（10 月～翌 3 月）の珪藻赤潮の発生によるノリの色落ち被害である。

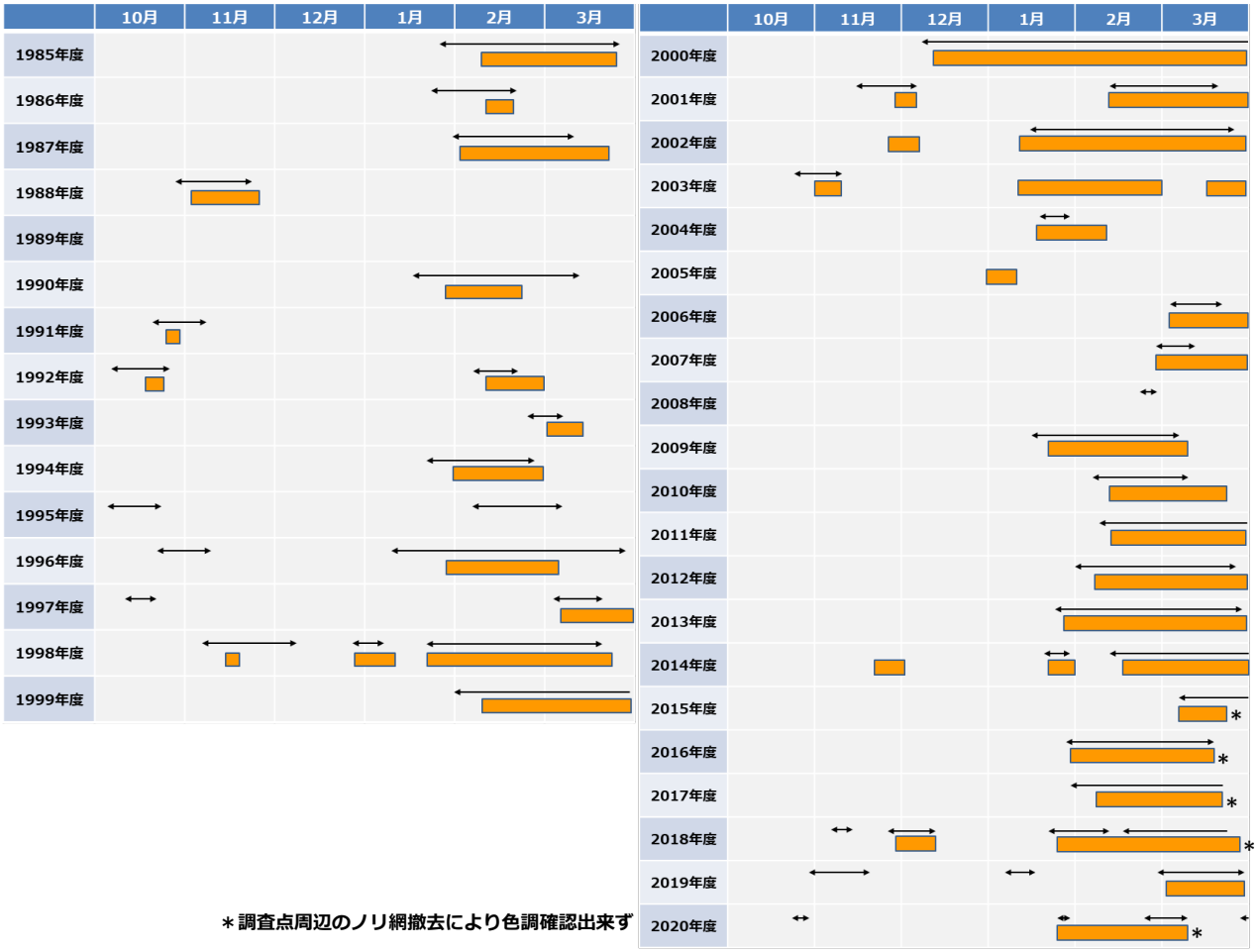
ノリの色落ちと珪藻赤潮との関係を検証するため、有明海福岡県海域を例に、1985 年度以降のノリの色落ちの発生期間と珪藻赤潮の発生期間とを対比した（図 2.8.3-7）。その結果、多くの場合、ノリの色落ちに先行する形で珪藻赤潮が発生しており、珪藻赤潮の発生とノリの色落ち被害とが密接に関係していることが示唆された。すなわち、珪藻類が赤潮を形成することによって、海水中の栄養塩濃度が急激に低下し、ノリ養殖に必要とされる栄養塩が減少する結果、色落ちが生じているものと推察される。



注）赤色のバーは被害件数を示す。

図 2.8.3-6 有明海における秋期～冬期（10 月～翌 3 月）の珪藻赤潮の発生件数

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」をもとに環境省が作成した。

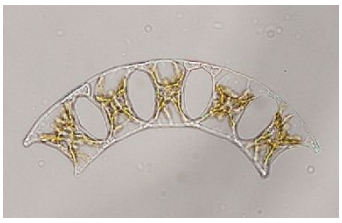


注）終漁によるノリ網撤去期限が、1995 年度以前は 2 月中旬～3 月中旬、1996 年以降は 3/31～4/30 に設定。

図 2.8.3-7 有明海福岡県海域におけるノリの色落ちの発生期間（■）と珪藻赤潮の発生期間（矢印）

② 原因となる珪藻類

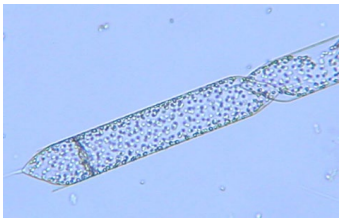
一般に、細胞あたりの栄養塩吸収量が大きい大型の珪藻類、例えば *Eucampia zodiacus* や *Coscinodiscus wailesii*、*Rhizosolenia imbricata* などの種が、ノリの色落ちを引き起こす原因プランクトンして位置づけられている（図 2.8.3-8）。また、世界各地の沿岸・内湾域で普遍的に生息している *Skeletonema* spp.等の小型珪藻類についても、ノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを引き起こす。*Rhizosolenia imbricata*（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.128）は、2000 年度のノリの大不作の原因種と推定されたが、それ以降、有明海において、本種による赤潮が発生したとの報告はなされていない。ここでは、*R. imbricata* を除く、これまでに有明海でノリの色落ち被害を引き起こした主要3種の珪藻類（*Eucampia zodiacus*、*Asteroplanus karianus* 及び *Skeletonema* spp.）について、それぞれの種の有明海における赤潮の発生状況と発生機構について述べる。



Eucampia zodiacus

Coscinodiscus wailesii

Asteroplanus karianus



Rhizosolenia imbricata

Skeletonema sp.

図 2.8.3-8 ノリの色落ちの原因となる主な珪藻類

(i) *Eucampia zodiacus*

Eucampia zodiacus は、極域を除く世界中の沿岸域に広く分布し、頂軸長が 100 μm に達する大型の珪藻類で、ノリの色落ち被害が頻発している瀬戸内海東部においても重要な色落ち原因種として位置づけられていることから、水温や栄養塩に対する増殖特性など、生理・生態学的知見が精力的に収集・整理されている[6)、7)、8)、9)、10)]（例えば、西川, 2002；西川・堀, 2004；Nishikawa et al., 2007；Nishikawa et al., 2009；Nishikawa et al., 2011）。

有明海において、*E. zodiacus* は 1980 年代より出現が確認されており、1980 年代後半や 2000 年前後に、比較的高密度で出現していた（図 2.8.3-9）。2011 年度以降も、高密度での出現がみられており、特に 2013 年度、2018 年度及び 2019 年度の冬期には、本種による赤潮が有明海のほぼ全域で発生し、多くのノリ漁場で色落ち被害が生じた（図 2.8.3-10）。

有明海での *E. zodiacus* による赤潮の発生機構については、いまだ充分には解明されておらず、断片的な知見にとどまっている。Ito et al.（2013）は、2011 年度冬期の比較的大規模な本種による赤潮発生時の観測結果から、まず *Skeletonema* spp.などの小型珪藻類の増殖がみられ、それらが衰退した 2 月下旬から *E. zodiacus* の細胞密度が急激に増加したこと、海水中の栄養塩濃度は、小型珪藻類の増殖により減少し、その後の *E. zodiacus* の増殖にともなって急激に低下したことを報告している[11)]（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.130）。また、観測当初に沖合域の底層に分布していた *E. zodiacus* は、濁度が低下する小潮期の後に、細胞密度が増加する傾向がみられたことから、光環境の改善が海水中で沈降しつつある *E. zodiacus* が赤潮のレベルまで個体群を拡大する要因のひとつであると推察した（平成 28 年度委員会報告 図 4.4.131、図 4.4.132）。

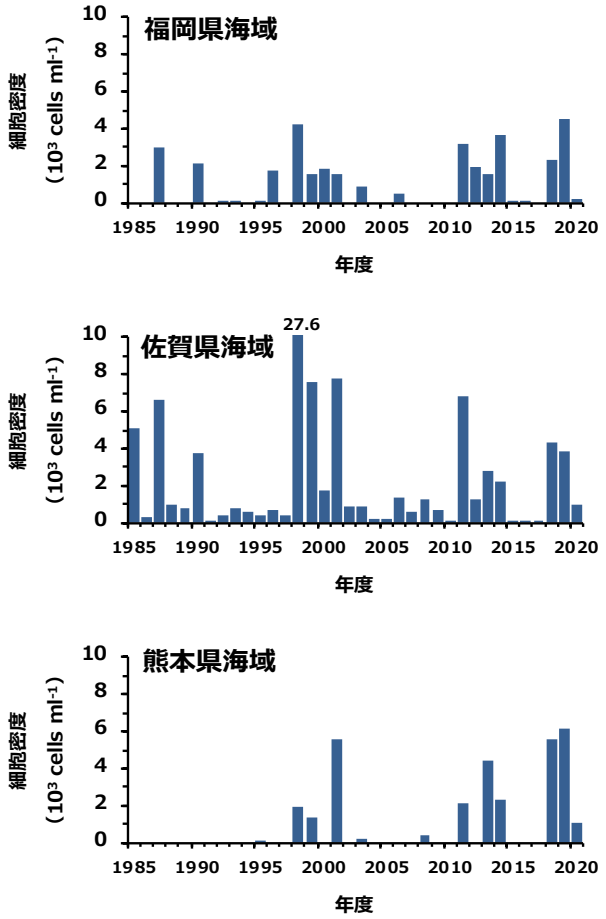


図 2.8.3-9 有明海福岡県海域、佐賀県海域及び熊本県海域における *Eucampia zodiacus* の最高細胞密度の経年変化

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)」

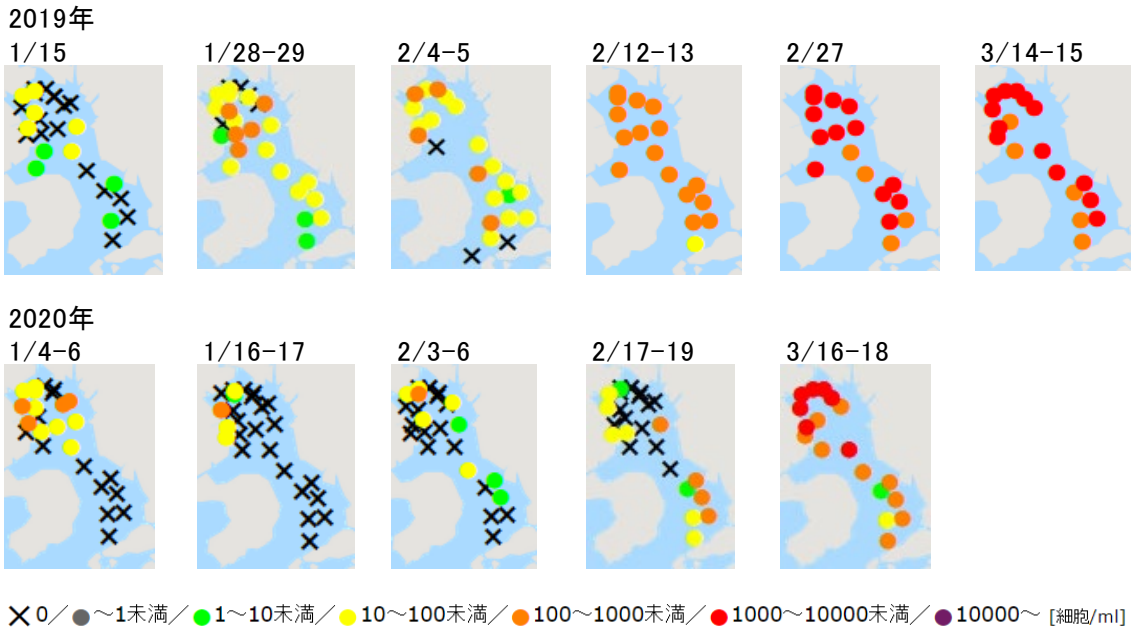


図 2.8.3-10 *Eucampia zodiacus* の出現状況の変化(2019 年 1 月～3 月及び 2020 年 1 月～3 月)

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[12)、13)、14)]（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、1980～2000 年代前半においても出現が認められていたが、2007 年度～2014 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。

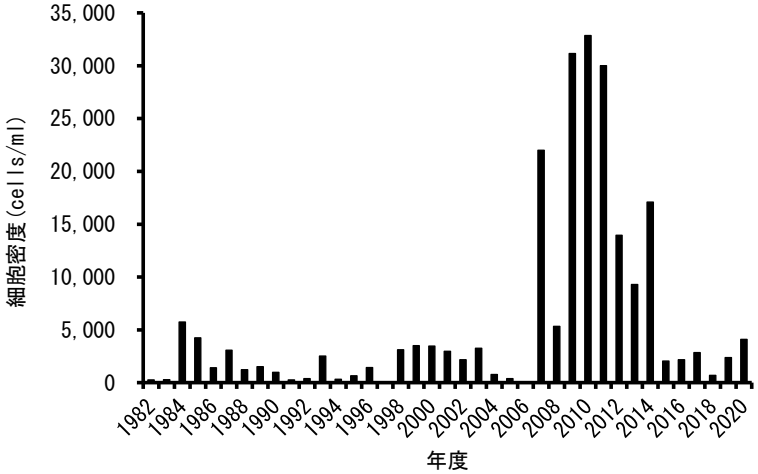
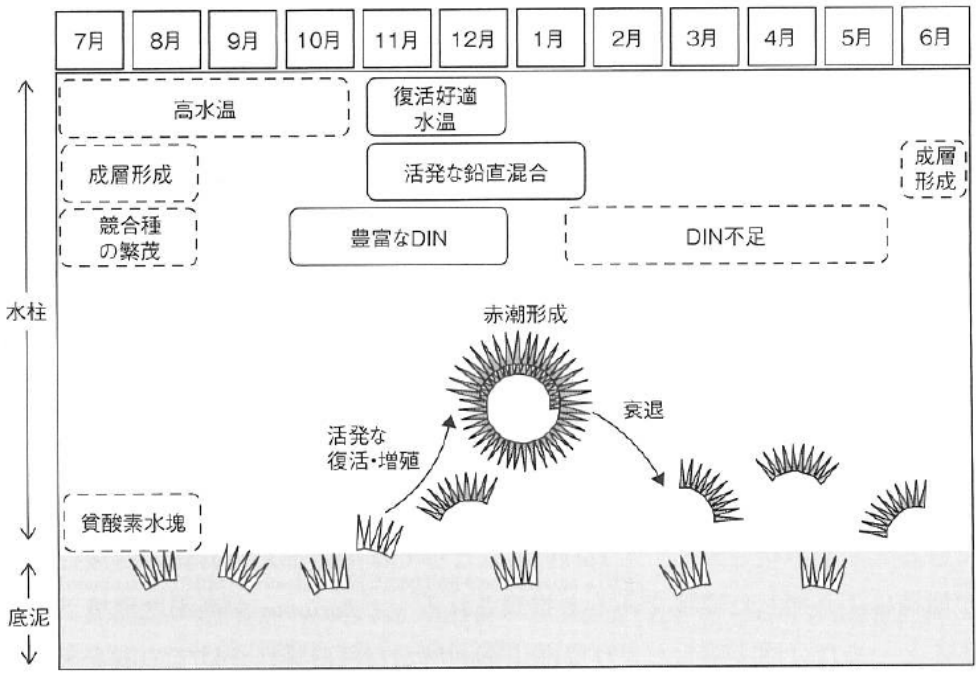


図 2.8.3-11 有明海佐賀県海域における *Asteroplanus karianus* の最高細胞密度の変動

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 年度～2014 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きており、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（松原 2016）。また、ブルームピークの時期が水温 10℃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[15]（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・松岡敷充（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[16]（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[17、18]（山口ら 2017；松原ら 2018；Yamaguchi et al., 2019；山口ら 2021、図 2.8.3-13、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)。

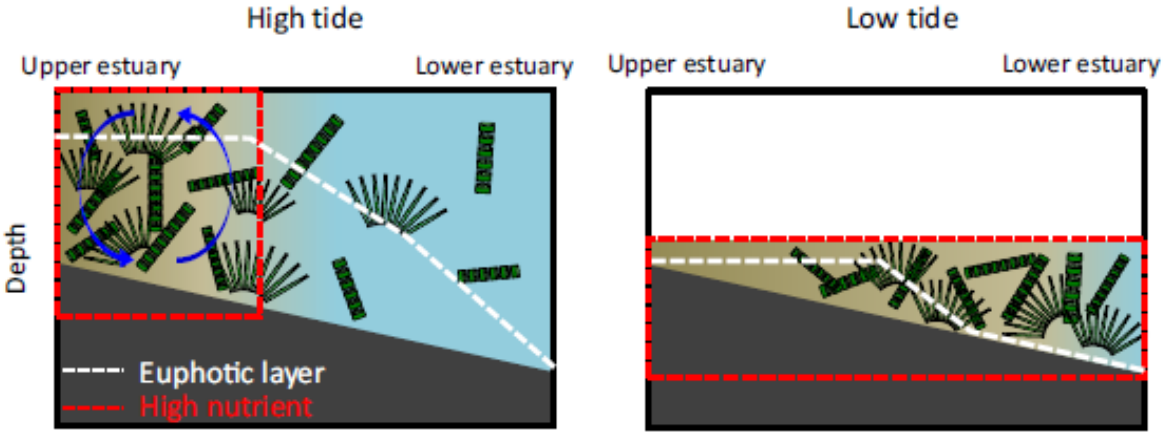


図 2.8.3-13 河口域の満潮時(左)及び干潮時(右)における水塊と珪藻の挙動に関する模式図

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.

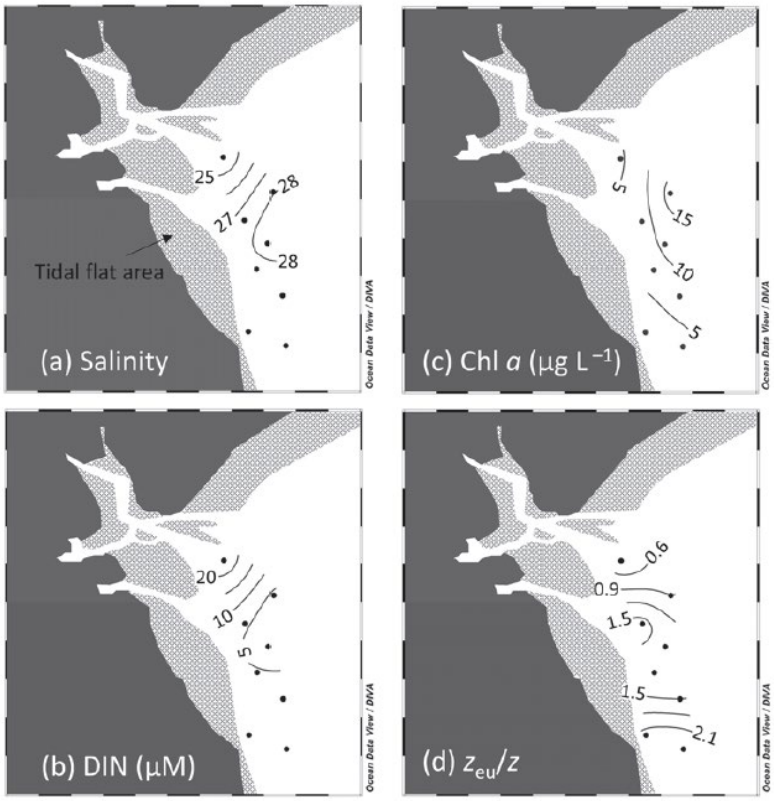


図 2.8.3-14 佐賀県塩田川及び鹿島川の河口沖合域における干潮時の塩分、溶存無機態窒素濃度、クロロフィル a 濃度、有光層/水深比の水平分布

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.

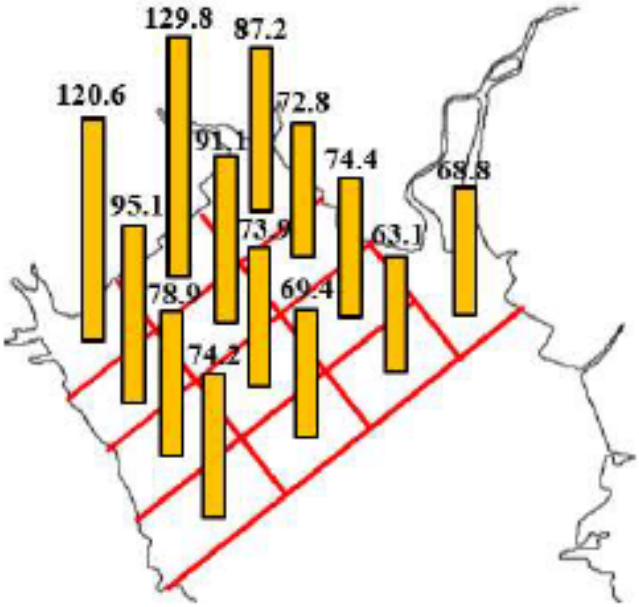


図 2.8.3-15 秋期～冬期の有明海奥部海域の各小領域における滞留時間分布（hour）

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、1988～1990 年、1998～2010 年及び 2015 年に発生件数が多く、2011 から 2014 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。

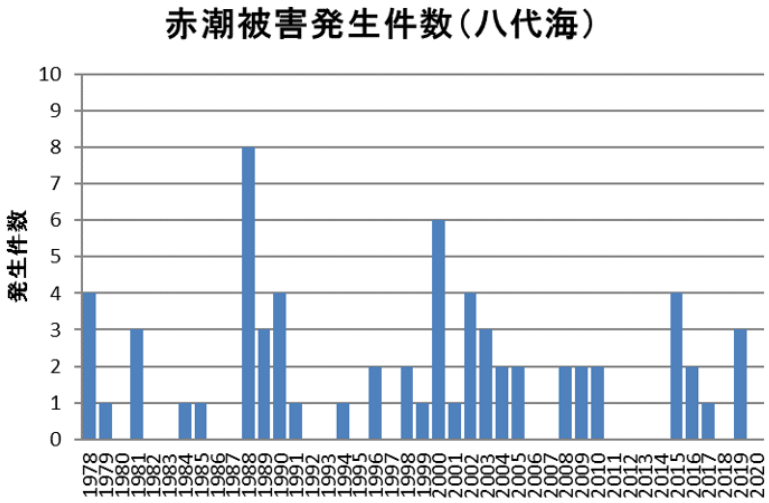


図 2.8.4-1 八代海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

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 1970～1980 年代に赤潮が猛威をふるったが、近年、1990 年以降は減少傾向である。1980 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となっている。

Chattonella 属による赤潮は、1998 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 年以降に発生頻度・規模が急激に拡大し、2008 年、2009 年、2010 年、2016 年、2019 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、1978～1981 年、1991 年、2000～2007 年と一定期間ごとにまとまった出現を示していた（図 2.8.4-5）。特に 2000～2003 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 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 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 年、2000 年、2009 年、2015 年及び 2016 年に発生している。1989 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 年と 2016 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。

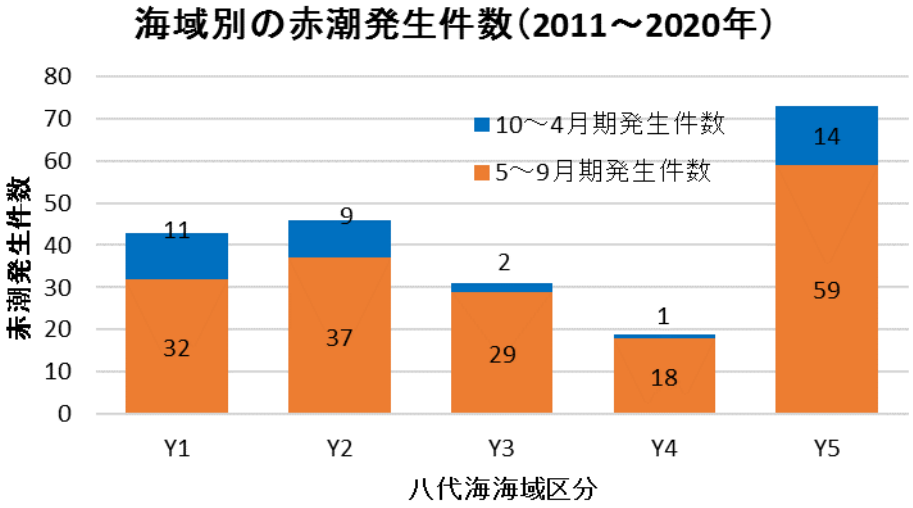


図 2.8.4-2 八代海における海域別赤潮発生件数

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

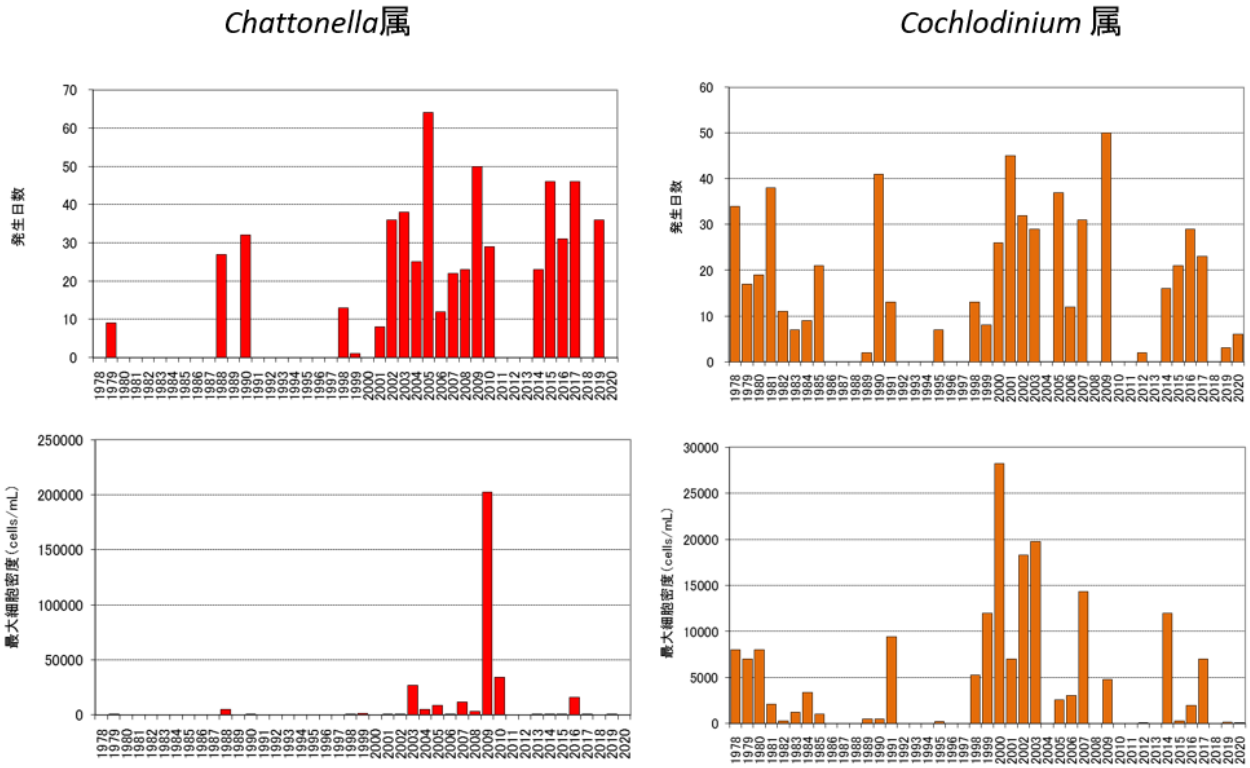


図 2.8.4-3 八代海(熊本県海域)における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

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

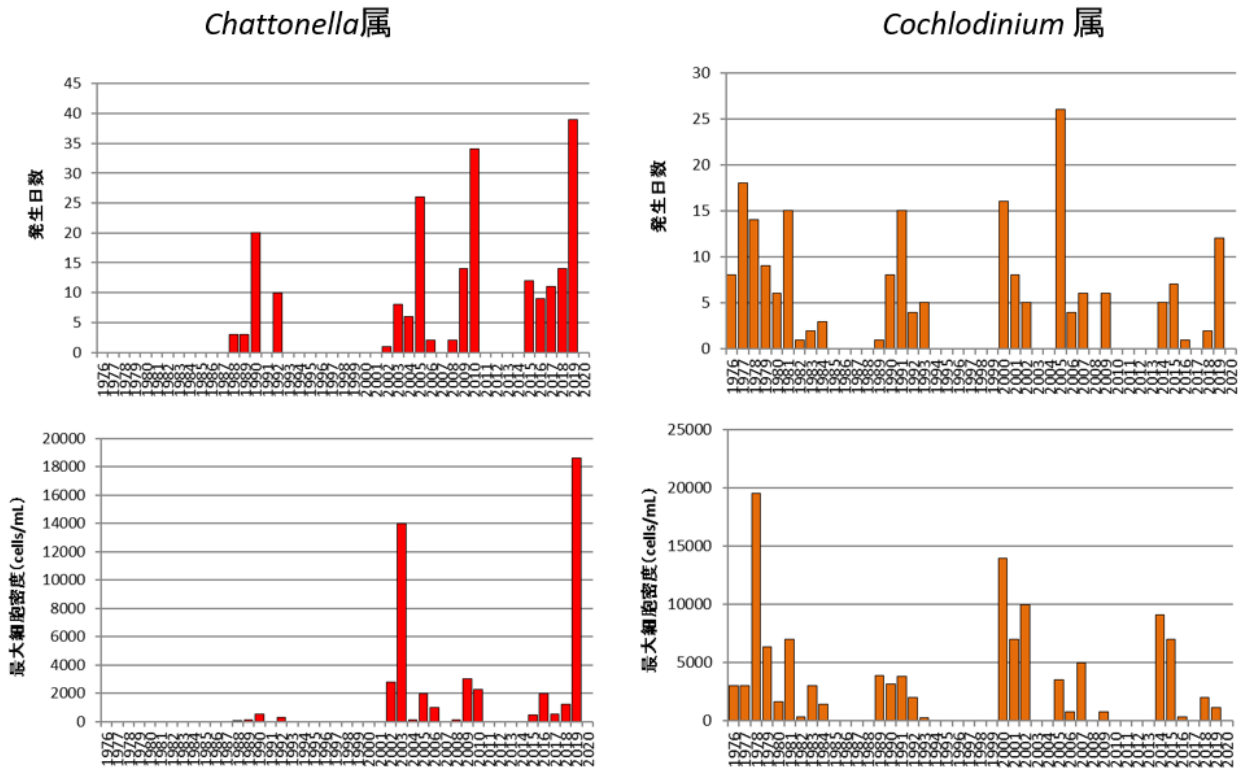
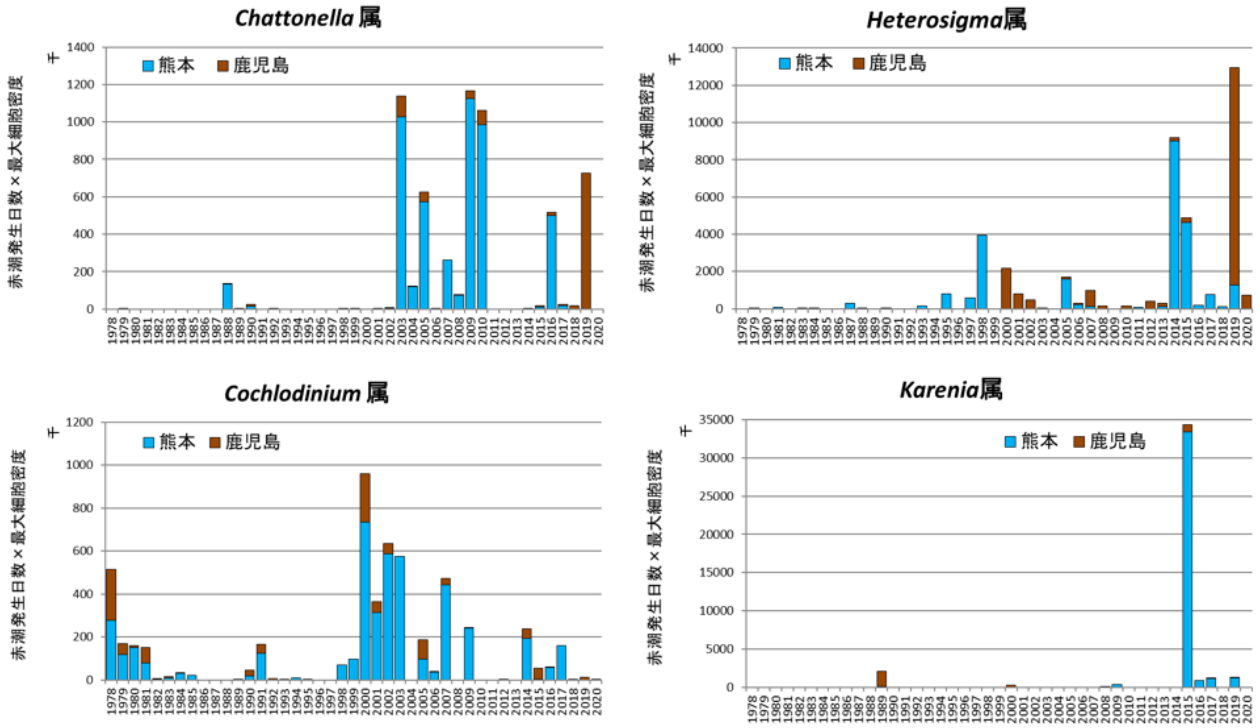


図 2.8.4-4 八代海(鹿児島県海域)における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

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



注）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) 赤潮による魚類養殖被害

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 年～2019 年のデータを中心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 年、2017 年、2019 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 年、2019 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 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 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。

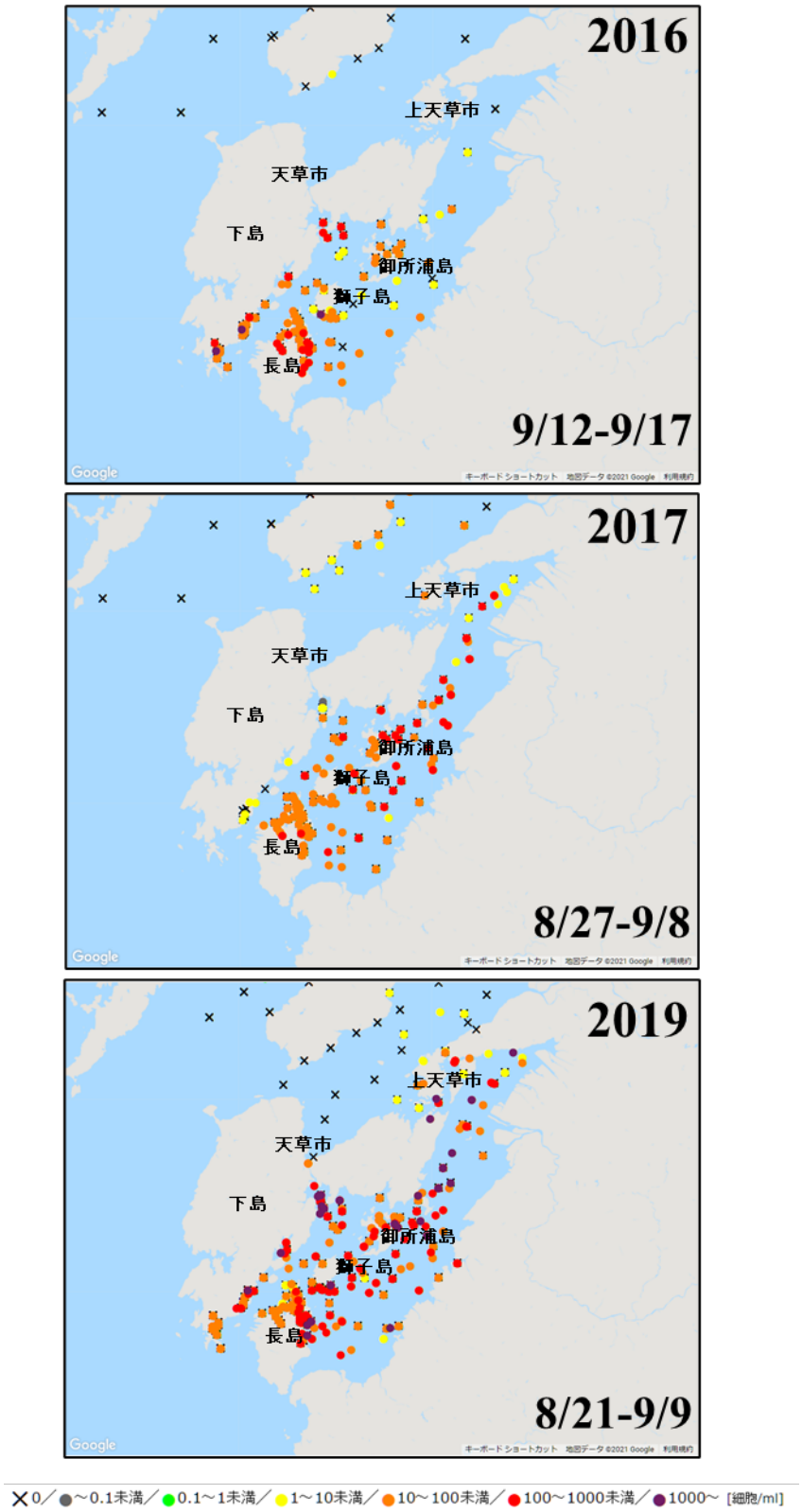


図 2.8.4-6 八代海における *Chattonella* 属赤潮による漁業被害が発生した期間（2016年、2017、2019 年の夏季）の *Chattonella* 属の発生分布状況

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 年に最大 3 件発生し、1978～2014 年までの 36 年間で 10 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。

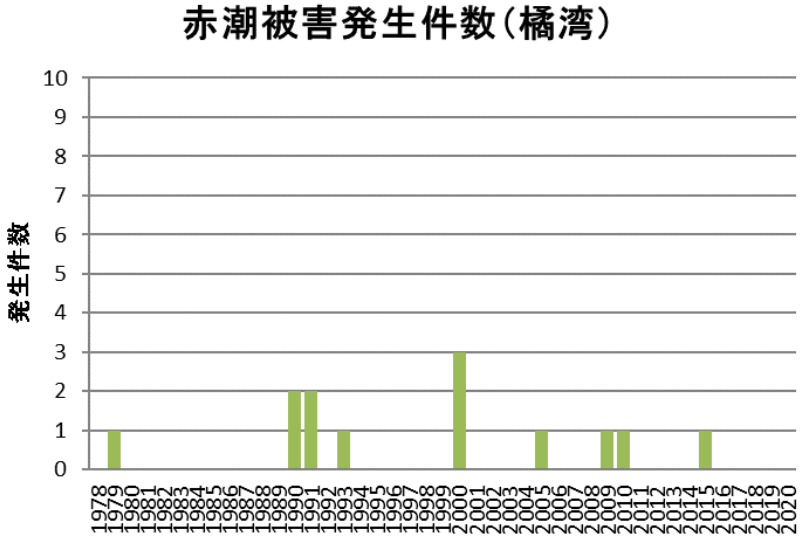


図 2.8.5-1 橘湾において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移

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（1984～2020 年）は、1998 年頃から増加傾向が見られ、2000 年代の発生件数（約 36 件/年）は 1980 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、1998～2000 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 年、2004 年、2007～2010 年及び 2015～2016, 2018 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.、*Asteroplanus 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（1978～2020 年）は、1998～2000 年頃から増加しており、1970～1980 年代（約 8 件/年）と比較して 2000 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 年代中頃から増加し 2006、2009 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、1991～1995 年に珪藻の割合が一時的に低下したものの、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）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.

3)水産総合研究センター，長崎県総合水産試験場，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，熊本県水産研究センター，（株）西村商会（2009・2010）「有明海における夏季の植物プランクトンの変動」平成21年度・平成22年度　赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業報告書

6）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．日本水産学会誌，第 68 巻，第 3 号，pp.356-361

7）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 巻，第 1 号，pp.31-38

8）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

9）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

[10]) 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

[11]) 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.

[12]) 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 巻，第 2 号， pp.222-232

[13]) 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

14) 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

15) 松原 賢，三根崇幸，伊藤史郎(2016)：ノリの色落ち原因珪藻 ***Asteroplanus karianus*** のブループピーク時期の予察，日本水産学会誌，第 82 巻，第 5 号， pp.777-779

16) 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 巻， 第 1 号， pp. 25-33.

17) 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 巻， 第 2 号， pp. 193-201.

18) 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 巻， 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、又は国内で両海域のみ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[i)]、それらの中には環境省レッドリスト[ii)]（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	エツ(EN)、アリアケシラウオ(CR)、ヤマノカミ(EN)、ワラスボ(VU)、ムツゴロウ(EN)、ハゼクチ(VU)、タビラクチ(VU)、デンベエシタビラメ、アリアケヒメシラウオ(CR)、コイチ(EN)、ナルトビエイ(NT)、アリアケアカエイ(DD)
甲殻類	チクゴエビ(NT)、アリアケヤワラガニ(DD)、ハラグクレチゴガニ、アリアケガニ、ヒメモクズガニ(CR)
貝類	ハイガイ(VU)、クマサルボウ、アゲマキ(CR+EN)、ウミタケ(VU)、スミノエガキ(VU)、シカメガキ(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)、アズキカワザンショウ(VU)、ウミマイマイ(VU)、ヤベガワモチ(CR+EN)
その他無脊椎動物	オオシャミセンガイ(CR)、ミドリシャミセンガイ(DD)、アリアケカンムリ、ヤツデシロガネゴカイ、アリアケカワゴカイ(EN)、ベイカ(NT)
植物（塩生植物）	シチメンソウ(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ⅠA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ⅠB類(EN)：ⅠA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

1970 年頃から 2005 年頃までにおいては、調査地点や調査方法が異なる調査が個別に実施されていたが、その経年変化を捉えることは困難であったことから、2005 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おり、ここではその変動傾向を整理した。

各海域における 2005 年度から 2020 年度までのベントスの種類数、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。また、ベントスの種類数及び個体数の経年的な変動傾向を表 2.9.2-1 及び表 2.9.2-2 に示す。

ア) 有明海

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、低い値で推移し、A2～A6 海域は概ね横ばいで推移しているが、変動幅が比較的大きい。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、A3 海域及び A6 海域では大きな変動幅がみられ、特に A2 海域の 2009 年以降の大きな変動はホトトギスガイによる。湿重量は、A1 海域の Asg-3 で 2011 年頃までサルボウガイによる大きな変動、A2 海域の Afk-2 では 2009 年にホトトギスガイによる大きな変動がみられている。

種類数の変動傾向については、総種類数が 3 地点（Asg-3、Afk-1、Ang-3）で減少傾向であり、これらの地点は平成 28 年度委員会報告（2005 年頃～2014 年頃の結果）では増減傾向は確認されていないため、近年における傾向と考えられる。総個体数については、平成 28 年度委員会報告以降（2014 年頃以降）に 2 地点（Afk-1、Ang-1）で減少傾向であり、特に環形動物門によるものと推察された。

イ) 八代海

種類数の経年変化は、Y1～Y3 海域は概ね横ばい傾向であり、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。個体数は、Y1 海域の Ykm-1 で 2003 年、2007 年、2008 年に高い値を示したが、それ以外の地点・時期は全般的に低い値で推移している。湿重量は、Y1海域の Ykm-2 で 2007 年に高い値であったが、それ以外の地点・時期は全般的に低い値で推移している。

種類数の変動傾向については、総種類数は 2 地点（Ykg-3、Ykm-6）で減少傾向であり、平成 28 年度委員会報告（2005 年頃～2014 年頃の結果）も減少傾向であったことから、近年もその傾向は継続しているものと考えられる。総個体数は 1 地点（Ykg-2）で減少傾向であり、平成 28 年度委員会報告（2005 年頃～2014 年頃の結果）も減少傾向であったことから、近年もその傾向は継続しているものと考えられる。

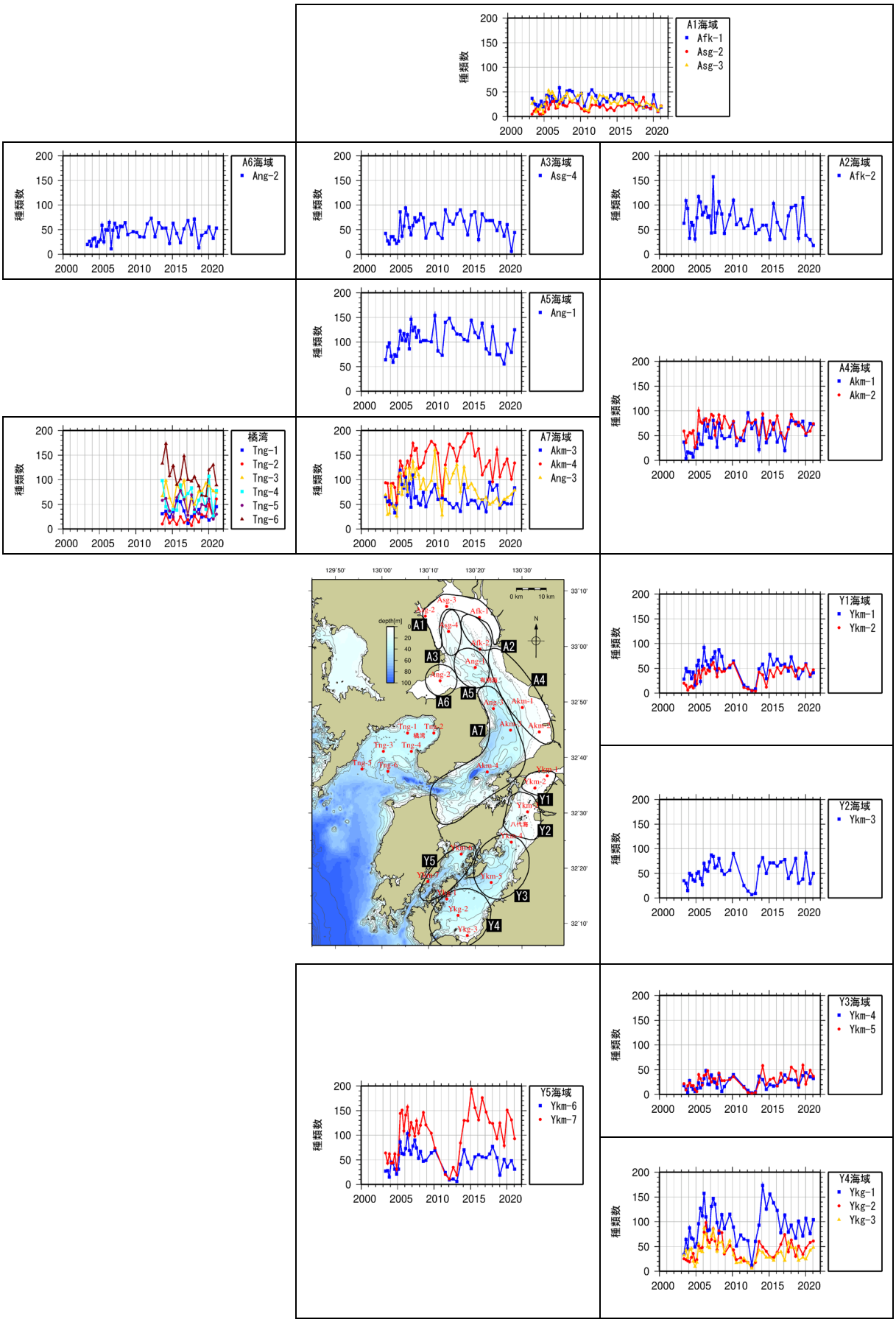
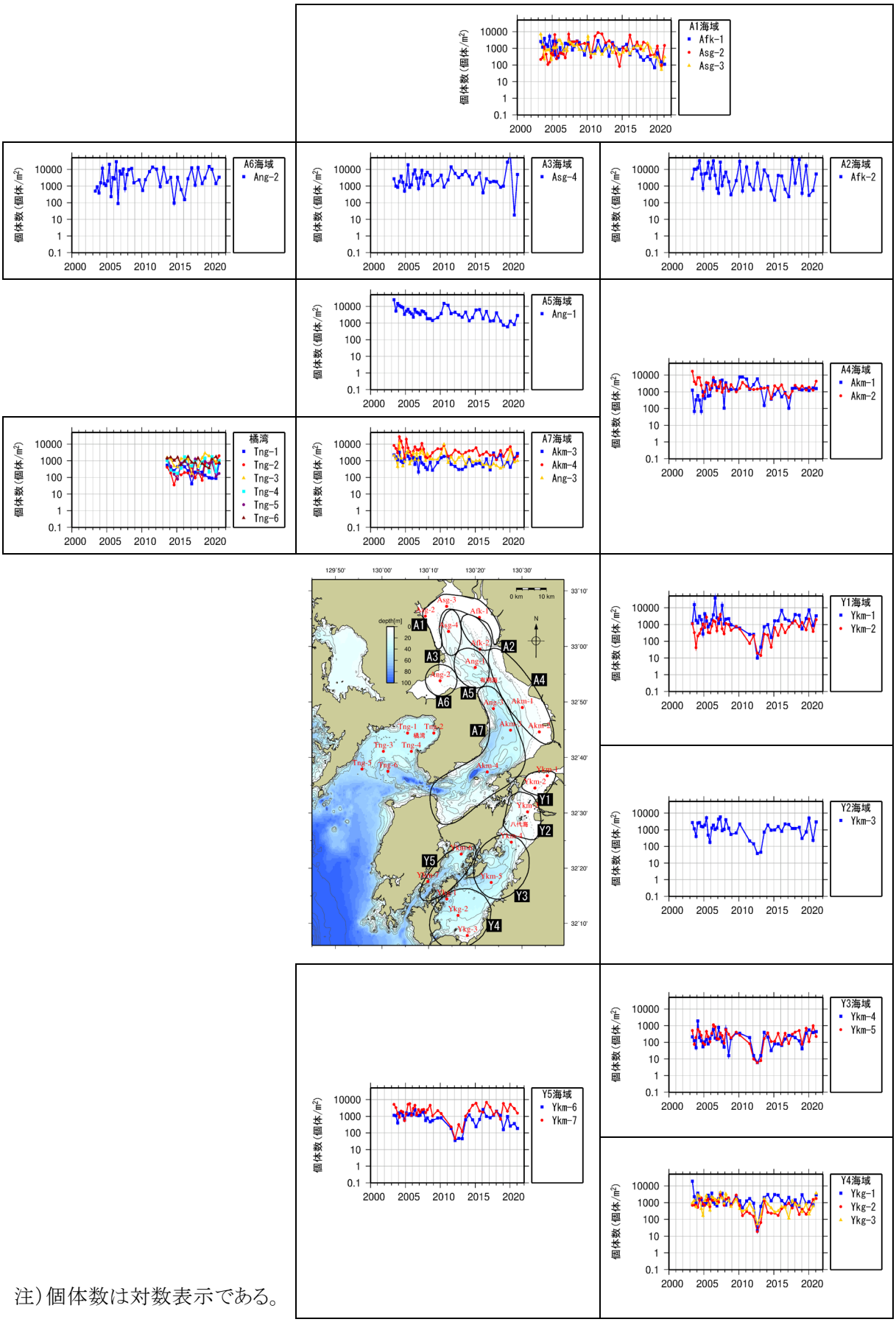


図 2.9.2-1 ベントスの種類数の経年変化

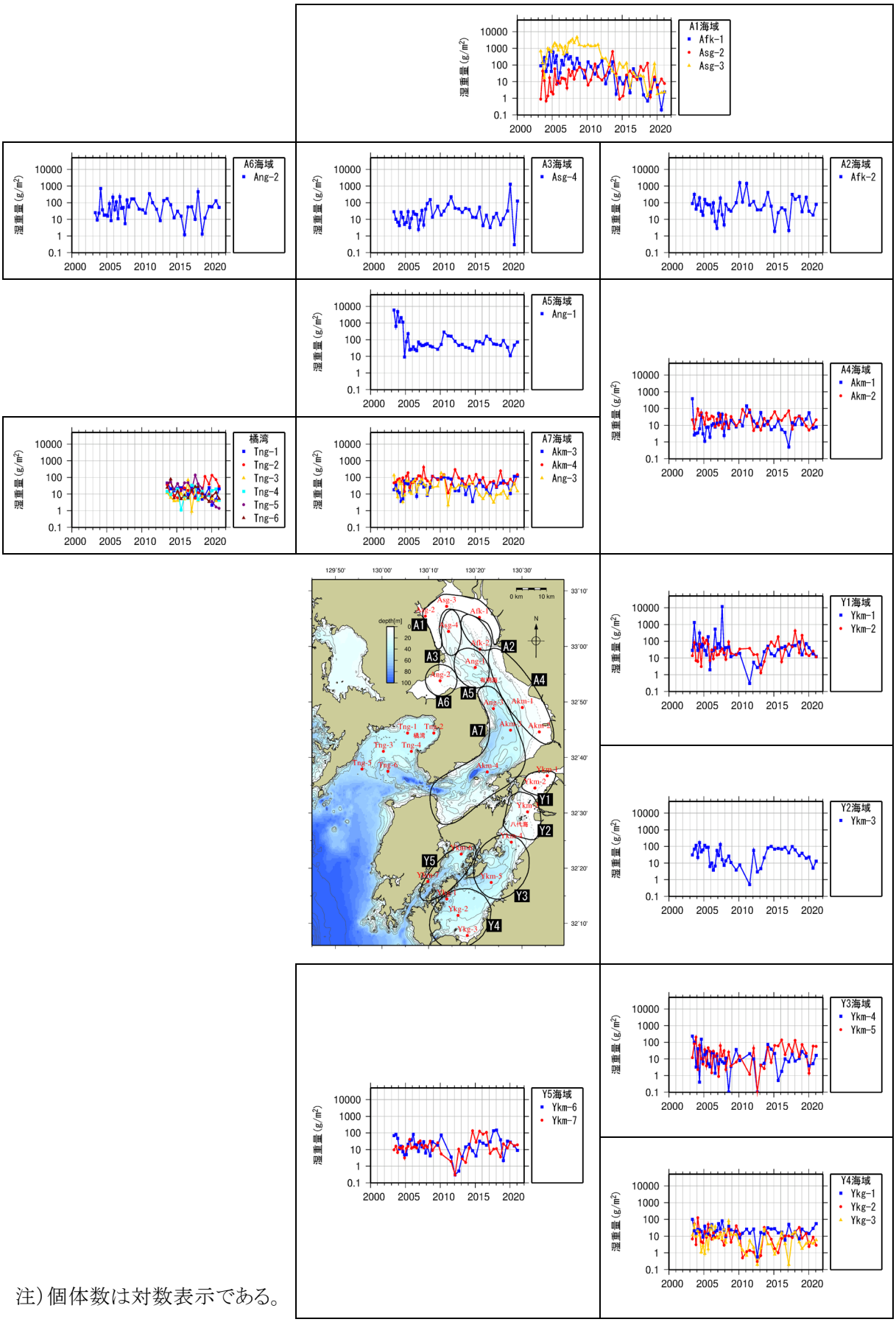
出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



注）個体数は対数表示である。

図 2.9.2-2 ベントスの個体数の経年変化

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



注）個体数は対数表示である。

図 2.9.2-3 ベントスの湿重量の経年変化

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

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. 近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上増加、減少がある場合は“＋＋”、“－－”とし、15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%以上 10%未満の増加、減少がある場合は“＋”、“－”とした。
2. “…”は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%未満であることを示す。

出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・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	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Y3海域 (八代海湾央部)	Ykm-4	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Ykm-5	…	…	…	…	…	…	－－	…	…	＋＋
Y4海域 (八代海湾口東部)	Ykg-1	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	Ykg-2	…	…	…	…	…	－－	…	－－	…	－－
	Ykg-3	－－	－－	－－	…	…	…	…	…	…	…
Y5海域 (八代海湾口西部)	Ykm-6	－－	－－	－－	－－	…	…	…	…	…	…
	Ykm-7	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

注） 1. 近似一次回帰式の決定係数が 0.2 以上であり、かつ、回帰直線による 15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 10%以上増加、減少がある場合は“＋＋”、“－－”とし、15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%以上 10%未満の増加、減少がある場合は“＋”、“－”とした。
2. “…”は決定係数が 0.2 未満、又は回帰直線による 15 年間の変化予測量が全データの算術平均の 5%未満であることを示す。

出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

また、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 2.9.2-4～図 2.9.2-6 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。

有明海においては、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った。2020（令和 2）年度夏季には特に湾奥部で種類数・個体数ともにやや減少したが、冬季には例年と同様の種類数・個体数が確認された地点が多かった。

八代海では、種類数と個体数は湾奥部や湾口部寄りで多い傾向であった。個体数は 2020（令和 2）年度夏季には Ykm-1、Ykm-3 で減少していたが、冬季にはやや増加していた。

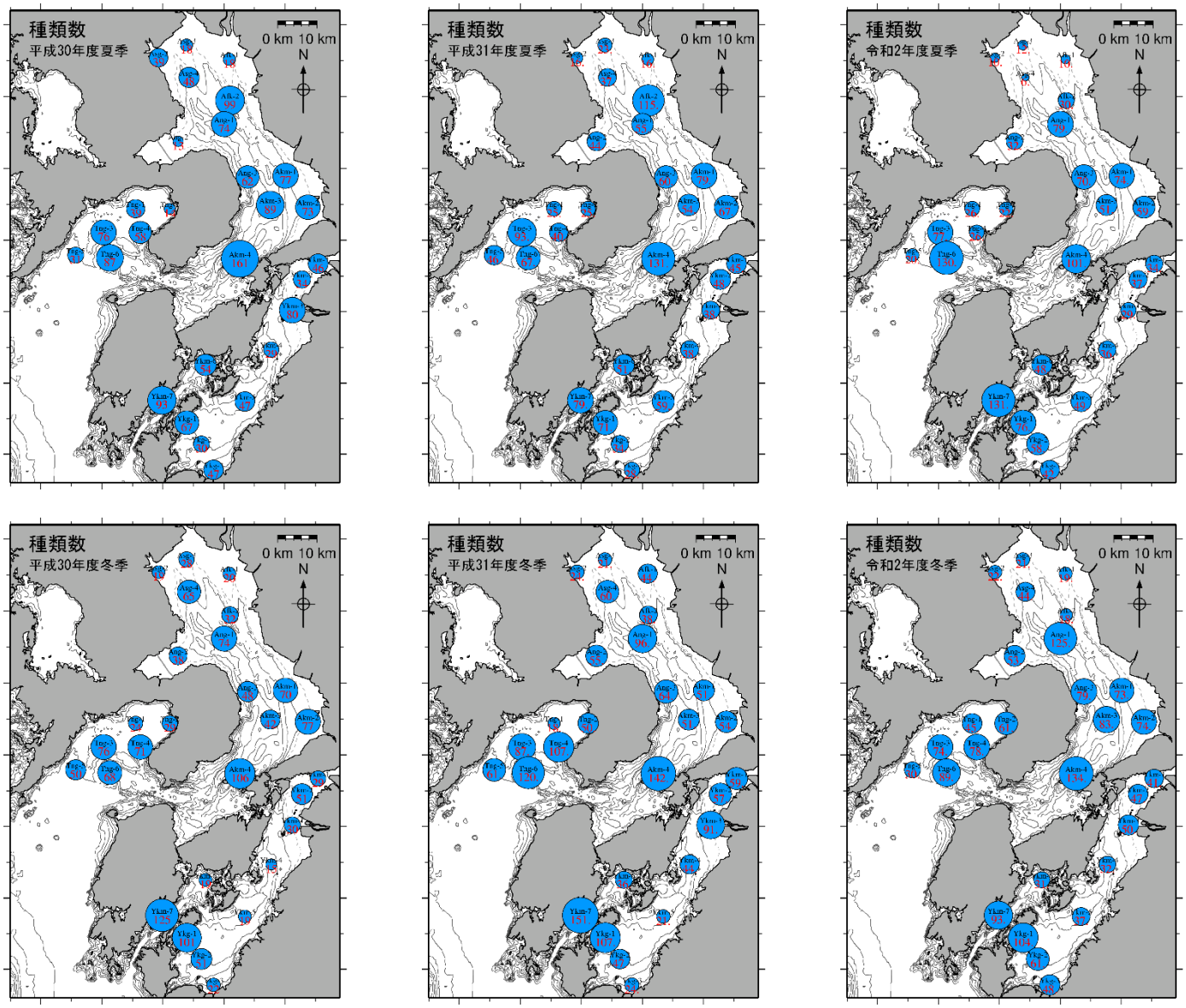


図 2.9.2-4 2018（平成 30）～2020（令和 2）年度のベントスの種類数の水平分布（上段：夏季 下段：冬季）

出典：環境省（2021 年）「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

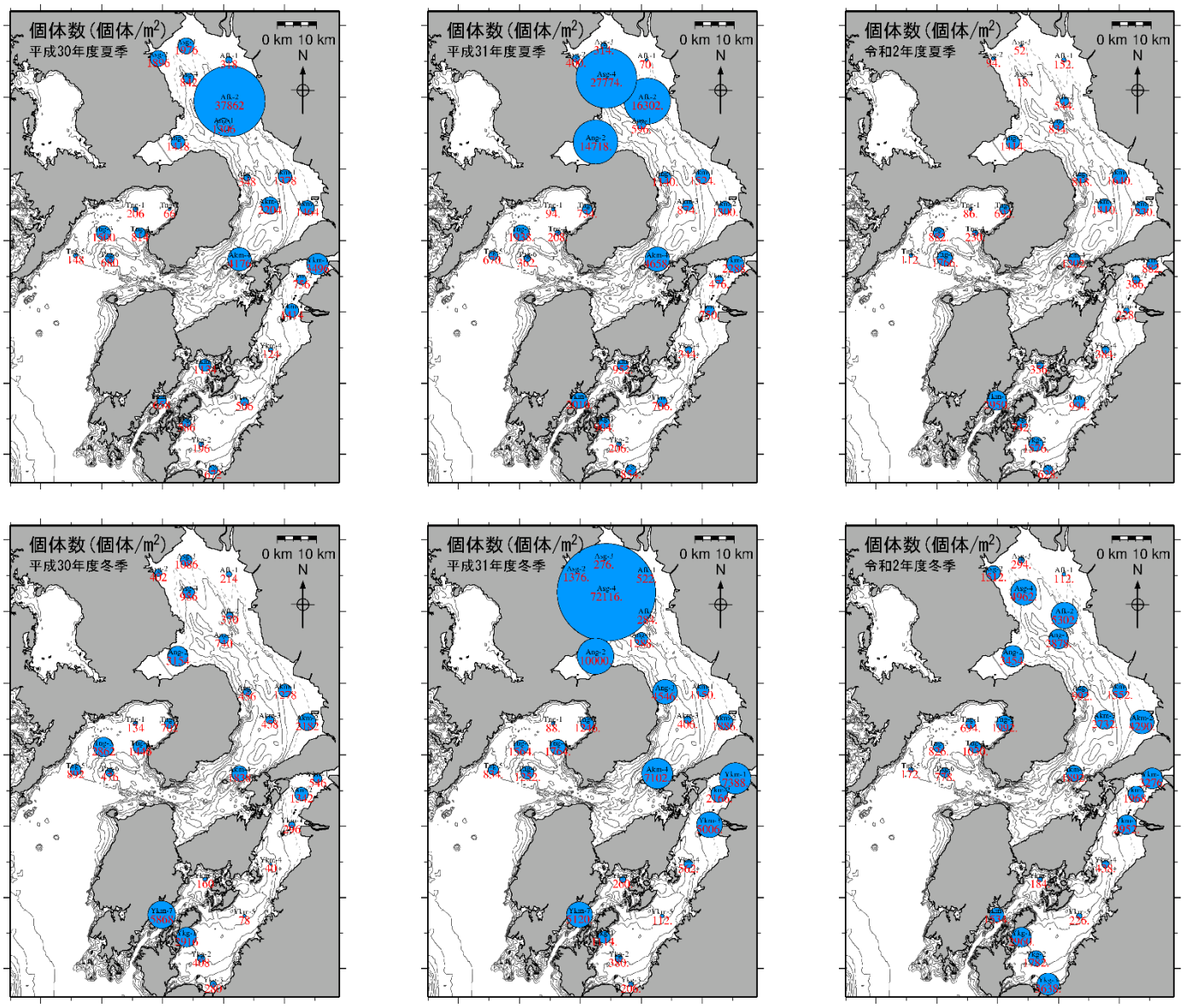


図 2.9.2-5 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度のベントスの個体数の水平分布(上段:夏季 下段:冬季)

出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

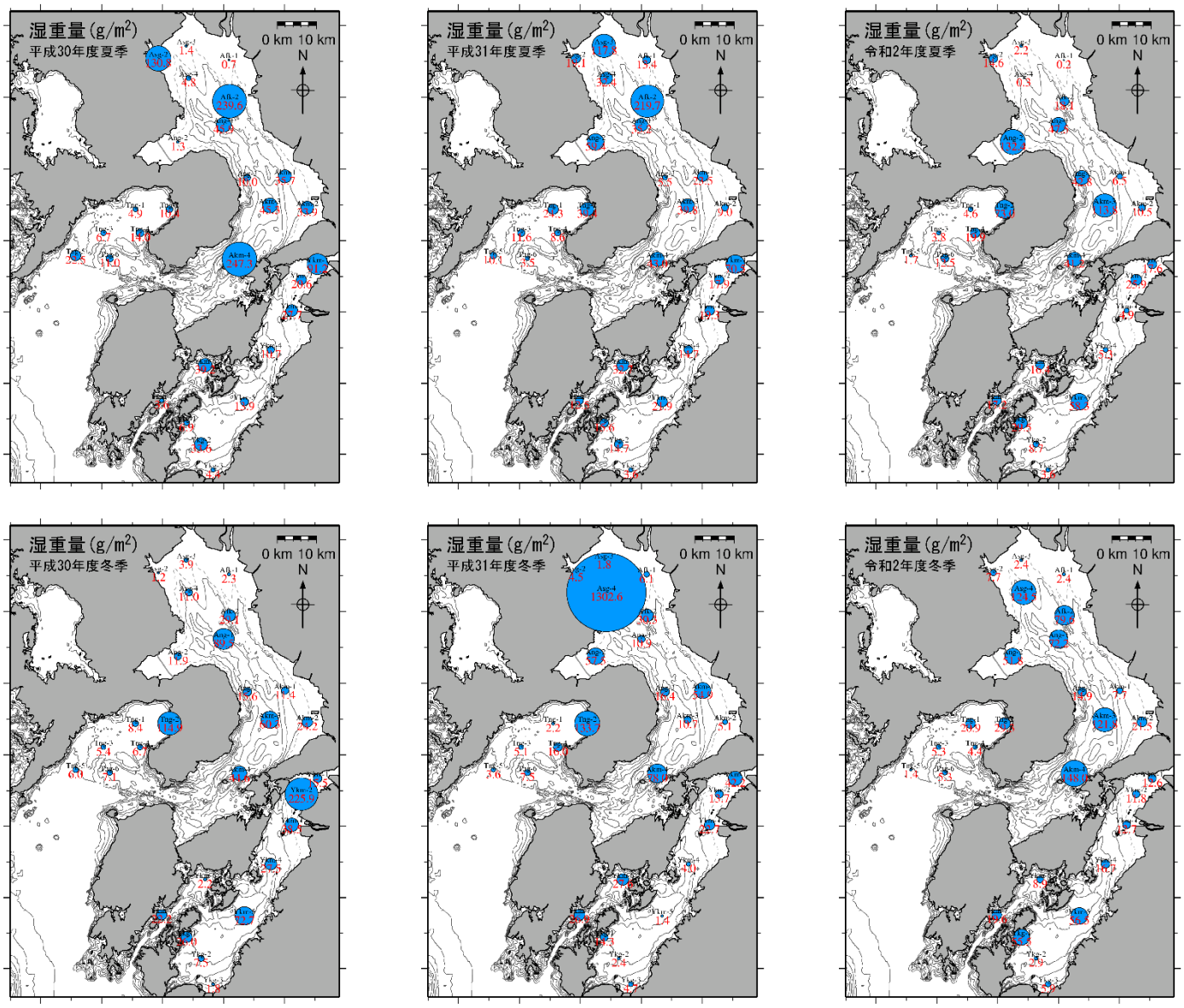


図 2.9.2-6 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度のベントスの湿重量の水平分布(上段:夏季 下段:冬季)

出典:環境省(2021 年)「令和 2 年度有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

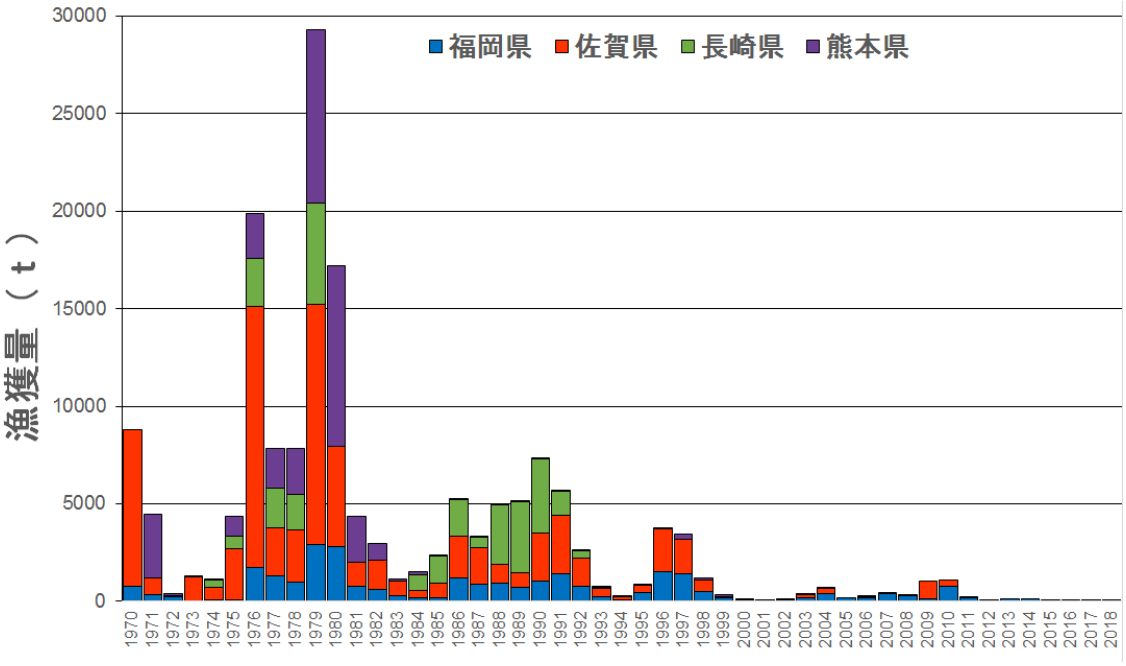
2.9.3 有用二枚貝

ここでは、1970 年頃以降、漁獲量が年間数万 t 以上を示したデータがある有用二枚貝 3 種について述べる。

(1) タイラギ

ア) 漁獲量

有明海でのタイラギの漁獲は 1970～1998 年までは数年おきにピークがみられ、1979 年には最大となる 29,305tを記録した。その後、熊本県では 1980 年代から、長崎県では 1990 年代から、佐賀県・福岡県では 2000 年頃から漁獲量が減少し、2000 年以降は有明海全域で漁獲がない状態にまで低迷した（図 2.9.3-1）。2009～2010 年にかけて、12 年ぶりに漁獲量の回復がみられた（最大 1,078t／2010 年）が、以降は再び低迷し、2012 年より休漁となっている。なお、タイラギの漁獲量は属人統計のため、県ごとの漁獲量がそのまま生息海域からの漁獲を示しているとは限らないことへ留意する必要がある。



注）2007～2014 年の期間タイラギの漁獲量は農林水産統計で集計していないため、県のデータが存在する福岡県分（福岡県提供）の漁獲量のデータのみ計上。2007～2010 年の佐賀県分については、佐賀県有明海漁業協同組合大浦支所における貝柱取扱量が存在することから、佐賀県の 1980～2006 年（休漁の 2001, 2002, 2004, 2005 年を除く）の殻付き重量データと貝柱重量データから、殻付き重量=7.76×貝柱重量の関係式を得て、2007 年以降の殻付漁獲量を求めた。

図 2.9.3-1 有明海におけるタイラギの漁獲量の推移

出典：農林水産統計、福岡県提供資料および佐賀県提供資料（貝柱重量）をもとに環境省が作図した。

イ) タイラギ成貝・稚貝の生息状況

タイラギ成貝の生息量調査（1976 年～2019 年、平成 28 年度委員会報告　図 4.4.36 及び図　2.9.3-2）および稚貝の生息量調査（1996 年～2019 年、図　2.9.3-3）によると、1992 年以降タイラギ生息域はA2海域に分布が偏る傾向がみられる。漁獲量の減少が顕在化しはじめた 1990 年代以降の調査結果によれば、この海域では着底稚貝の資源への加入が極めて少なく、局所的に発生した稚貝も主に春期から夏期にかけて立ち枯れへい死等によって大量減耗（数ヶ月で 50～100％の資源が死滅）し、成貝まで到達していない（平成 28 年度委員会報告）。

漁獲量については海域毎に示せないが、A2海域における成貝の分布状況（各年度の定点間平均密度、非検出（nd）の定点については 0 とみなして計算）の変化によれば、1976 年におけるデータから成貝が 100 個体/100m^2 以上存在した地点もあったが、その後減少し、1996 年から 2011 年までは nd～71 個体（全平均 11 個体）/100 m^2、2012 年以降は nd～0.7 個体（全平均 0.05 個体）/100 m^2 となっており、2012 年以降に資源の凋落傾向が顕著になっている。

1981 年、1982 年及び 1984 年の調査では浮遊幼生・稚貝ともに広範囲に分布していたのに対し、2008 年以降の浮遊幼生調査結果によると、2008 年に高密度（130 個体/m^3 程度）の出現があったが、2012 年以降は 10 個体/m^3 を超えることがなく、それ以前と比べて 1/10～1/4 程度と低位で推移している（タイラギ浮遊幼生広域調査の項目を参照）。また、1997 年以降の稚貝の分布状況（各年度の定点間平均密度）の変化によれば、1997 年から 2011 年まで、タイラギ稚貝が nd～1,190 個体（全平均 92 個体）/100m^2 存在したが、2012 年以降は 0.3～59 個体（全平均 9 個体）/100m^2 となっており、浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下傾向が顕著になっている。

A3海域では、タイラギは 2012 年以降、着底稚貝の発生がほとんど認められないものの、2009～2010 年漁期には 1980 年代の豊漁期に近い密度で成貝の成育が認められ、漁獲量の回復がみられた。しかし、2010 年夏期には生息していたタイラギが 1 ヶ月程度でほとんど死亡する大量へい死が生じ、以降は再び低迷している（古賀・荒巻，2013）。

1976 年におけるデータから成貝が少なくとも 100 個体/100m^2 以上存在した地点もあったが、その後減少し、1996 年から 2011 年までは nd～22 個体（平均 2 個体）/100m^2、2012 年以降は nd～0.1 個体（全平均 0.05 個体）/100m^2 となっており、2012 年以降に資源量の低下傾向が顕著になっている。

また、1997 年以降の稚貝の分布状況の変化によれば、1997 年から 2011 年まで、タイラギ稚貝が nd～33 個体（平均 5 個体）/100m^2 存在したが、2012 年以降は nd～3.4 個体（全平均 1.2個体）/100m^2 となっており、浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下が 2012 年以降顕著になっている。

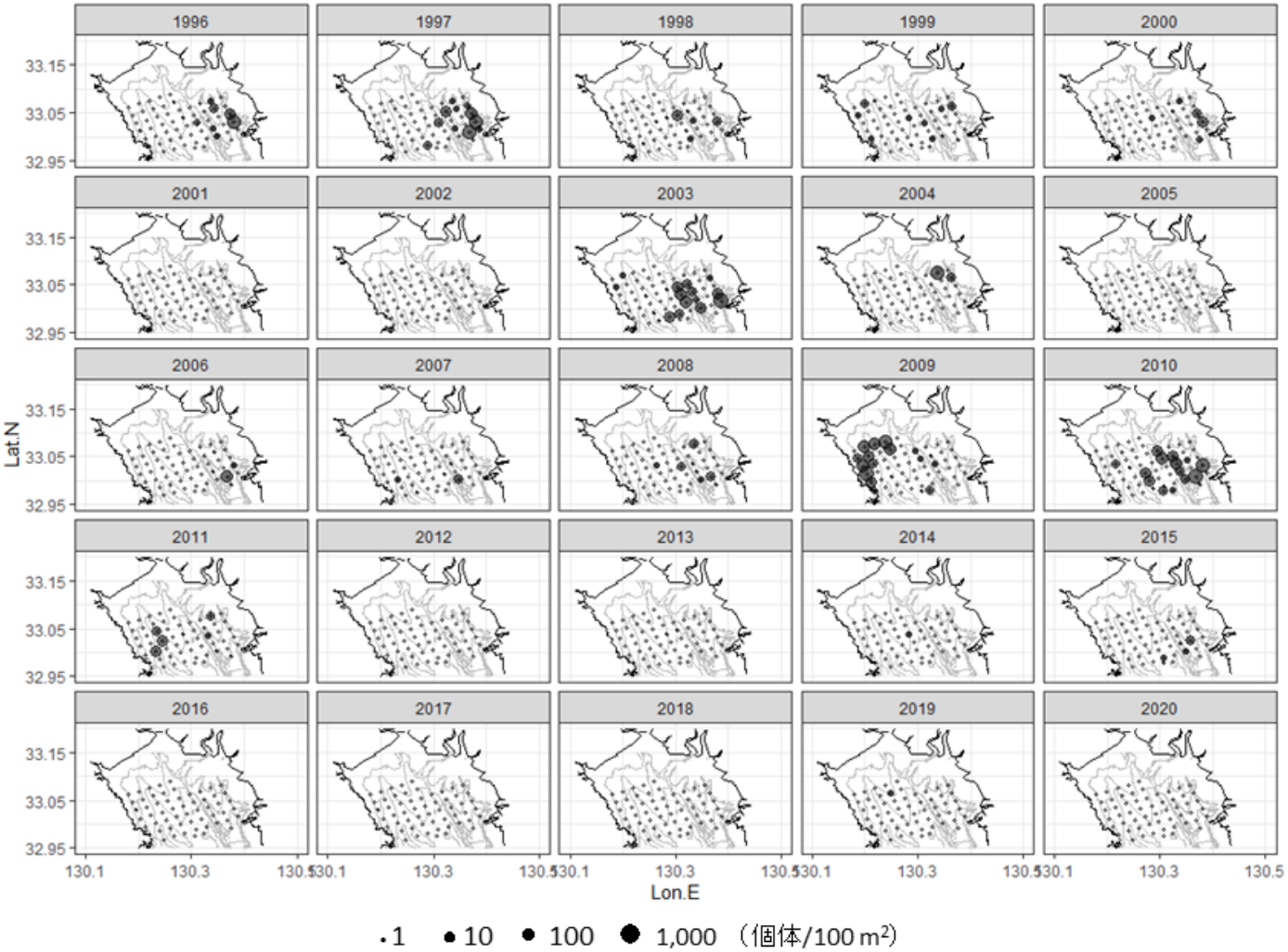


図 2.9.3-2 タイラギ成貝の分布の推移（1996～2019 年）

出典：佐賀県調査結果をもとに環境省が作成した

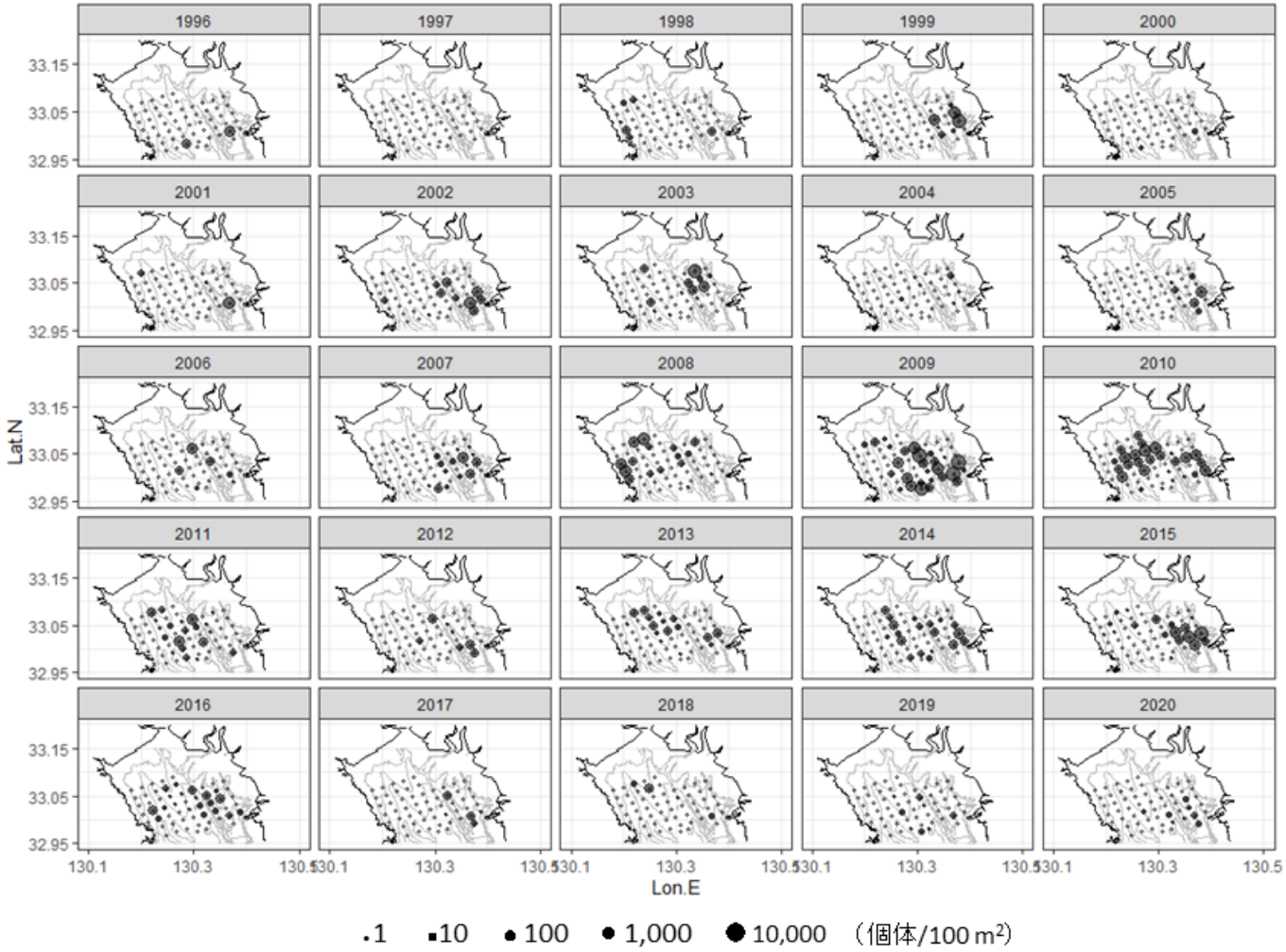


図 2.9.3-3 タイラギ稚貝の分布の推移（1996～2019 年）

出典：古賀秀昭，荒巻裕（2013）：佐賀県有明海におけるタイラギ漁業の歴史と漁場形成要因，佐賀県有明水産振興センター研究報告，第 26 号，pp.13-24 をもとに環境省が作成した

ウ) タイラギ浮遊幼生の出現状況

平成 28 年度委員会報告において、A2～A4 海域におけるタイラギ資源の減少が顕著であり、貧酸素水塊、立ち枯れへい死、浮泥の堆積による稚貝の生残率低下などの原因・要因が指摘されている。さらに、2012 年以降、湾奥全域でタイラギ資源の凋落傾向が顕在化しており、この期間の現象として、親貝資源の減少、浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下傾向による再生産機構の縮小が示唆されている（平成 28 年度委員会報告）。

タイラギの生活史を図 2.9.3-4 に示す。タイラギも含め、ほとんどの有用二枚貝は卵と精子を海水中へ放出して受精卵を形成する。このため図中の赤破線で示した「発生」～「着底」のステージでは、受精卵から発生した浮遊幼生が潮汐や潮流に乗り、海域区分を越えて広域に浮遊・分散するため、有用二枚貝浮遊幼生の出現状況、稚貝の着底状況に関しては、有明海全域で論議する必要がある。

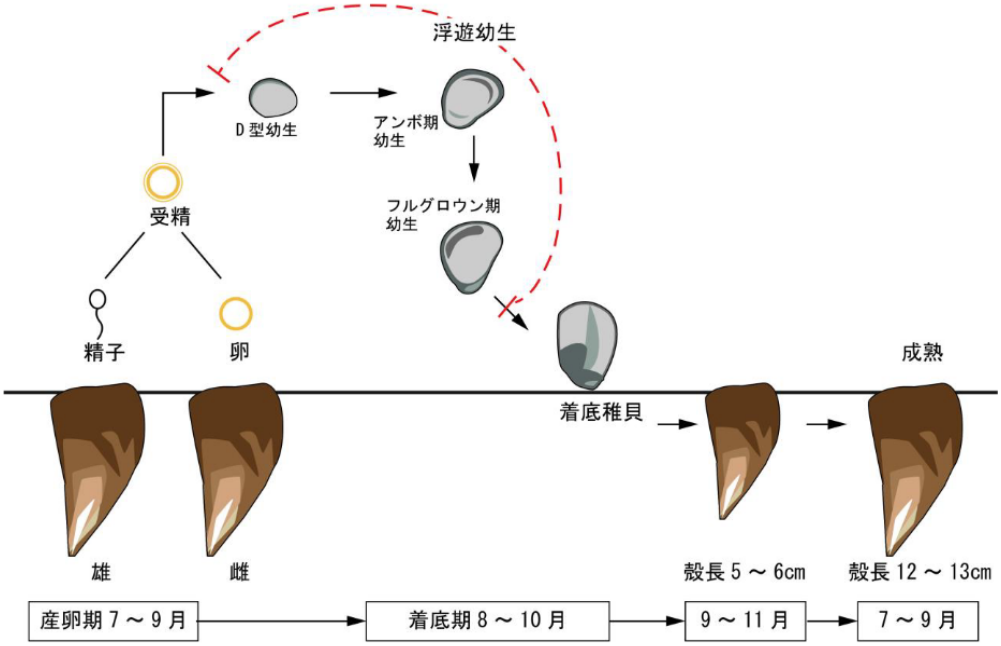


図 2.9.3-4 タイラギの生活史

出典： 伊藤（2006）をもとに環境省が作成した

2016 年以降も同一調査定点での継続調査が行われている諫早湾（A6海域）における出現特性を図 2.9.3-5 に示した。2008 年以降の経年変化をみてみると、A6海域では 2008 年及び 2010 年に 120 個体/m^3 程度の出現があったが、2012～2015 年まで 10 個体/m^3 を超えることがない状況であった（平成 28 年度委員会）。2016～2020 年までの調査結果を破線で示しているが、2020 年に 66 個体/m^3 と 2012 年以降では比較的高い出現密度が 1 年のみ観察されたが、ほとんどの年度で 10 個体/m^3 以下の出現が続いている（水産庁 2020）。図 2.9.3-3 に示した近年のタイラギ稚貝の発生状況もこの浮遊幼生の発生状況とほぼ一致している。このため、平成 28 年度委員会報告で指摘されたように、2012 年以降も引き続き、親貝資源が減少し、浮遊幼生の発生量と着底稚貝の減少という、資源の再生産に大きな支障が生じていることが示唆されている。

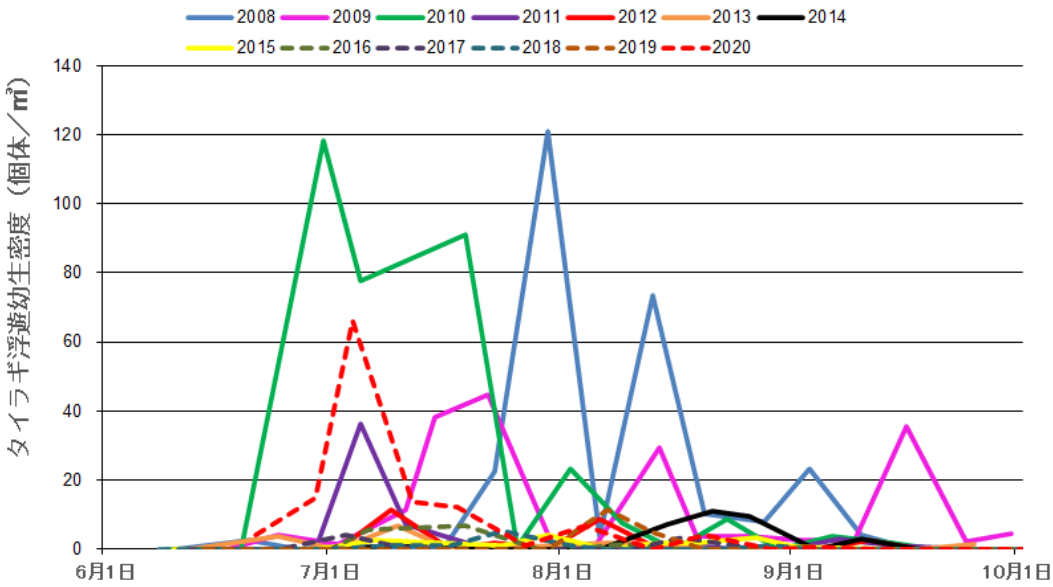


図 2.9.3-5 有明海 A6 海域の 1 定点におけるタイラギ浮遊幼生の出現状況

出典：水産庁「平成 20～令和 2 年有明海水産基盤整備実証調査」をもとに環境省が作成した

注）2017 年度以降は調査定点が A6 海域の 1 定点のみとなったため、この定点における経年変化を示した。平成 28 年度委員会報告の図では A6 海域内の複数定点の平均値を示しており、本図と数字が異なることに留意。

有明海におけるタイラギ浮遊幼生の出現特性について、平成 27（2015）年以降、図 2.9.3-6 に示した地点において、産卵期の6～9月にかけて広域調査（6～9 月に月 3 回を基本）が実施されている。本調査はタイラギの主要漁場であるA1～A3漁場のみならず、湾中南部海域であるA4～A7海域を含む調査である。

各年度の調査結果（出現密度の水平分布）は図 2.9.3-7 に示した。ここでは各定点における出現規模の年変動を便宜的に比較するために、各調査定点毎の出現密度を調査回数分合計した数字を示す。なお、各調査定点の水深が異なるため、定点毎の発生総量を厳密に示したものではないことに留意が必要である。

平成 27（2015）年度は有明海湾全域で累計の出現密度が 6 個体/m^3 以下と出現密度が低く、平成 28（2016） 年度は福岡県の大牟田地先から佐賀県大浦地先および諫早湾北部にかけて累計で 10 個体/m^3 以上の出現がみられた。平成 29（2017）年度は荒尾地先と緑川河口で累積の出現密度が相対的に高く、平成 30（2018）年度は湾奥西部において累計で 10 個体/m^3 を越える出現密度がみられた。

各調査時の平均的な出現密度は図 2.9.3-5 で示した諫早湾における 2012 年以降の出現密度同様に nd～5 個体/m^3 が検出されることが多く、平成 28 年度委員会報告で示された過去の調査結果を踏まえると、出現密度は平成 27（2015）～平成 30（2018）年度のように増加の兆しは見られるものの、2012 年以前と比較すると、全体的に低位で横ばいであると考えられる。

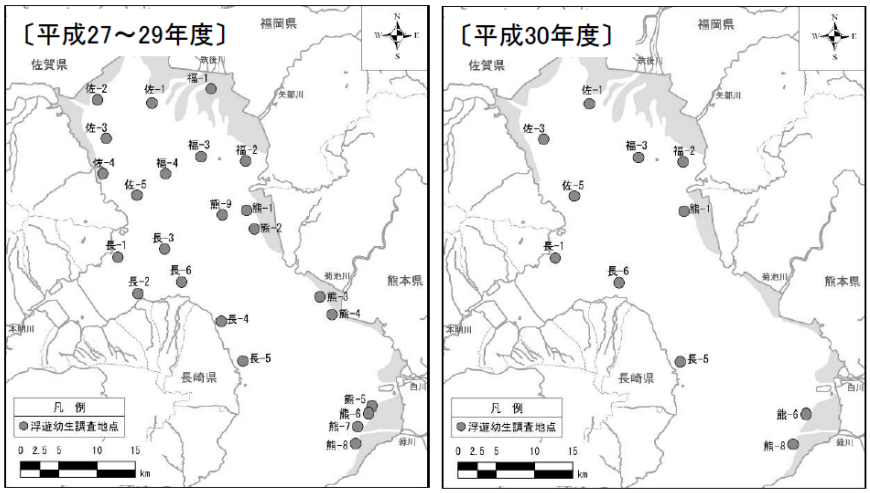


図 2.9.3-6 タイラギ浮遊幼生出現広域調査地点図

注)平成 27(2015)～29(2017)年度は 22～24 地点で、平成 30(2018)年度は 11 地点で調査が実施されている。

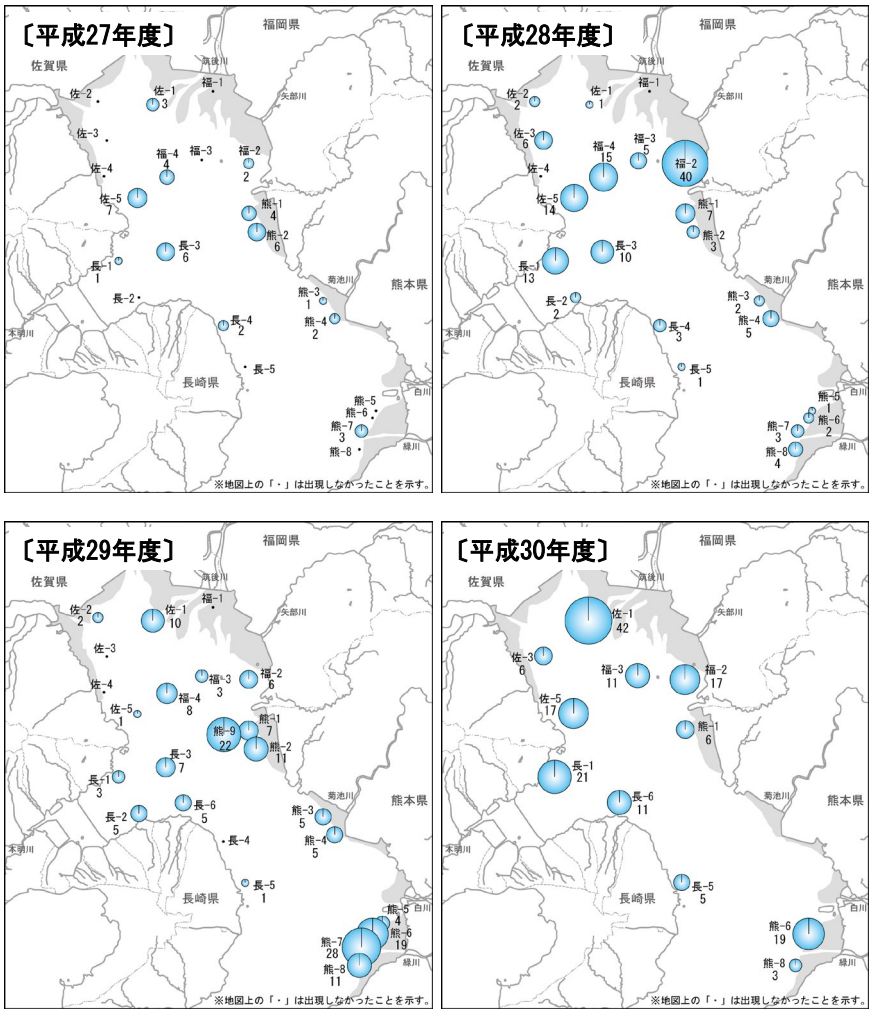


図 2.9.3-7 タイラギ浮遊幼生の水平出現特性(平成 27(2015)～平成 30(2018)年度)

注)浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて 2 層(2m³)、3 層(3m³)で浮遊幼生を採取しており、各年度の発生総量を示すため、6～9 月にかけて実施された計 12 回の調査結果を合計した浮遊幼生数(1 層 1m³ 相当数)を表したものである。

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」

タイラギ浮遊幼生の各年度、県別の経時的出現状況を図 2.9.3-8 に示す。平成 27(2015)年度は明確な発生ピークはみられなかったものの、平成 28(2016)年度以降の発生ピークは、概ね 7 月から 8 月に 1～2 回見られ、これは本種の成熟盛期(圦本ら 2005)と一致していた。ただし、浮遊幼生の出現ピークの発生時期については、年変動が大きいことが推察される。 平成 28(2016)年度の福-2 の累計出現密度は 40 個体/m^3 に対して 7 月中旬に 39 個体/m^3 検出されていること、平成 30(2018)年度の佐-1 における累計出現密度は 42 個体/m^3 に対して、7月中旬に 33 個体/m^3 が検出されていることなど、数度の出現ピークが年間の累計出現密度に相当することが分かる。

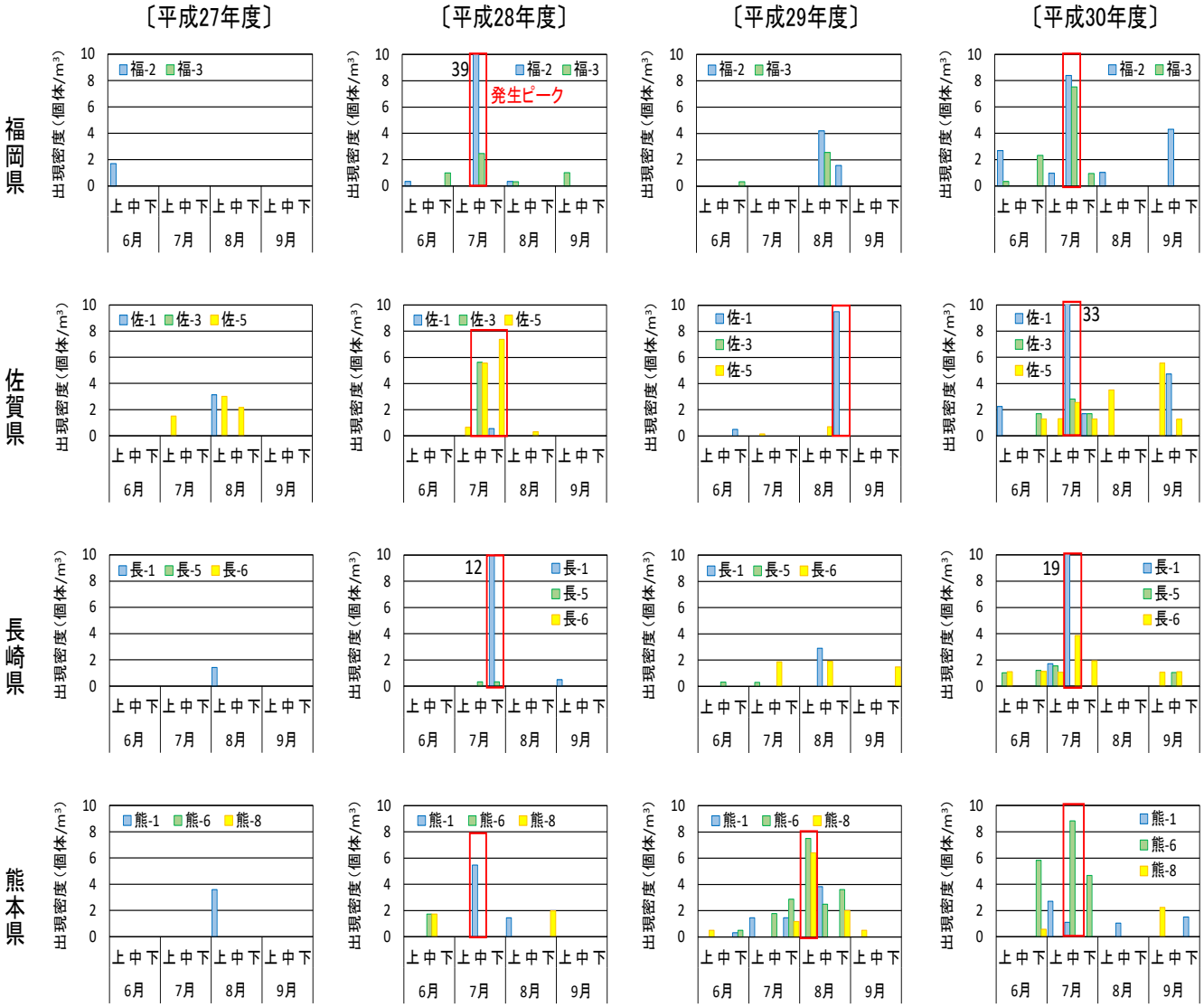


図 2.9.3-8 タイラギ浮遊幼生の各年度、県別の経時的出現状況

注)ここでは、4 カ年すべての調査データが揃っている 11 定点のデータのみを表示している

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」

(2) サルボウ

サルボウ漁場はA1海域(佐賀県西部及び矢部川河口域)が中心である。1972 年に24,252tの漁獲量があったが、その後、へい死(原因は不明)が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985 年を境に収束し、1988～1997 年にかけて 1 万トンを超える漁獲量(最大 17,299t／1994 年)がみられたが、1998 年以降、減少傾向となり、2006 年以降の生産量は 5 千t以下の年が多く、変動幅も 1,000～3,000t と大きい(図 2.9.3-9)。なお、サルボウの漁獲量は属人統計のため、県ごとの漁獲量がそのまま生息海域からの漁獲を示しているとは限らないことへ留意する必要がある。

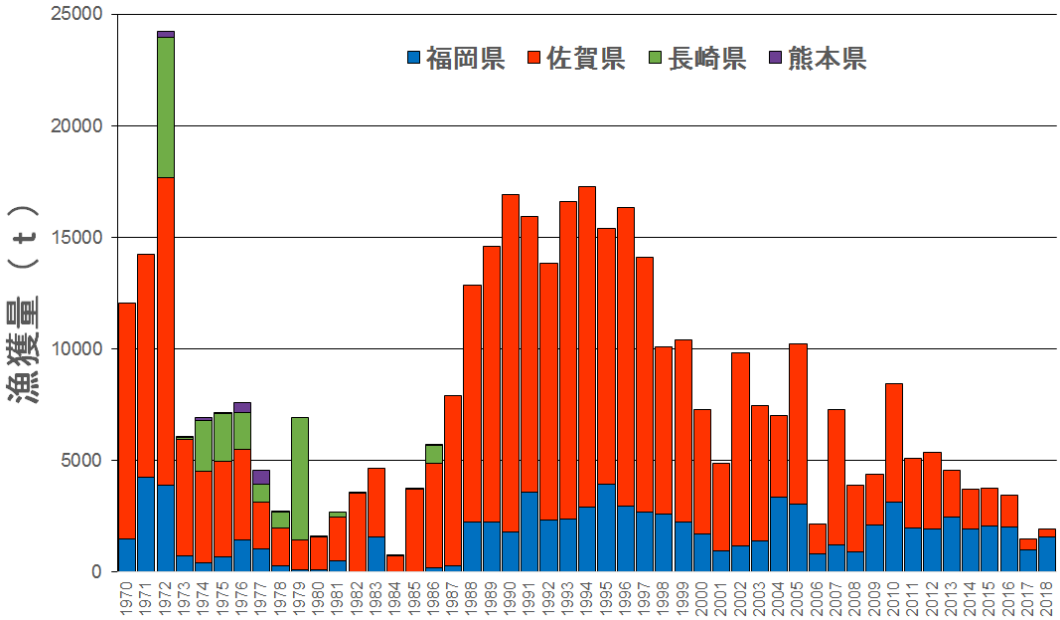


図 2.9.3-9 有明海におけるサルボウの漁獲量推移

出典：農林水産統計、福岡県提供資料および佐賀県提供資料をもとに環境省が作図した。
注) 2007～2010 年の期間サルボウ漁獲量は農林水産統計で集計していないため、県のデータが存在する福岡県分（福岡県提供）と佐賀県（福岡県提供）の漁獲量のデータのみ計上。

(3) アサリ

ア) 漁獲量

有明海でのアサリの漁獲量は、1977～1983 年には 4 県の漁獲合計がピークに達し（有明海におけるアサリは熊本県沿岸で最も多く漁獲され、1977 年に 65,000t の漁獲を記録）、1983 年には最大となる 90,386tとなった。その後減少し、1996 年以降、2,000t前後で推移した。2003 年から 2008 年にかけて有明海全域で資源が一時的に回復し、2006 年の漁獲量は 9,655tに達した。しかしながら、2009 年以降再び漁獲量が減少している（図 2.9.3-10）。2014～2015 年に比較的高い稚貝の発生がみられ、2018 年の漁獲量が福岡県で 1,682t、A4海域に相当する熊本県の 2017 年の漁獲量が 672 t まで増加した。

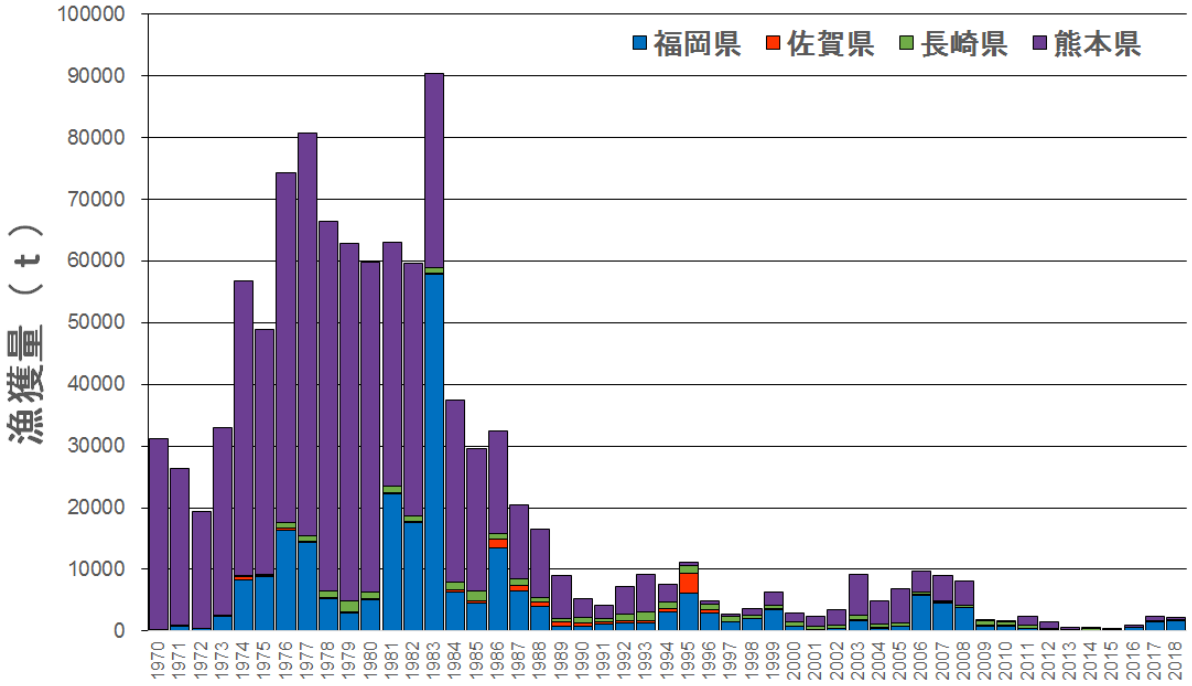


図 2.9.3-10 有明海におけるアサリ漁獲量の推移

出典：農林水産統計をもとに環境省が作図した。

八代海におけるアサリは熊本県沿岸で 1985 年に 2,891tの漁獲があり、1970 年以降では最高であった。その後変動幅は 500～1,500tと大きいものの、1993～2000 年の間で 6 年ほど 1,000tを超える漁獲量がみられた。2005 年以降漁獲量が増加し、2008 年には 1,721tとなったが、その後減少し、2012 年以降は低い水準で推移している（図 2.9.3-11）。

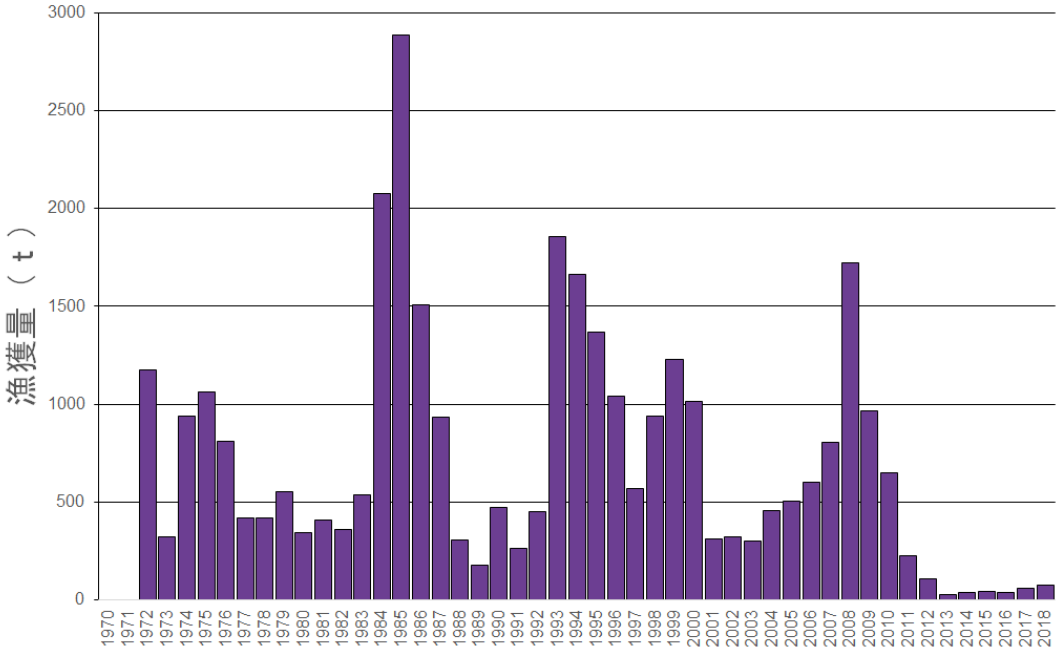


図 2.9.3-11 八代海におけるアサリ類漁獲量の推移

出典：農林水産省「農林水産統計（1972～2018）」をもとに環境省が作成した

イ) アサリ浮遊幼生の出現状況

アサリの生活史を図 2.9.3-12 に示した。アサリも他の有用二枚貝同様に体外受精を行い、卵と精子を海水中に放出して受精卵を形成する。アサリでは「発生」～「着底」のステージでは、浮遊幼生が潮流に乗り、海域区分を越えて広域に浮遊・分散するため、有用二枚貝浮遊幼生の出現状況、稚貝の着底状況に関しては、有明海全域で論議する必要がある。アサリの浮遊期間は 10 日間から 2 週間程度と言われている。

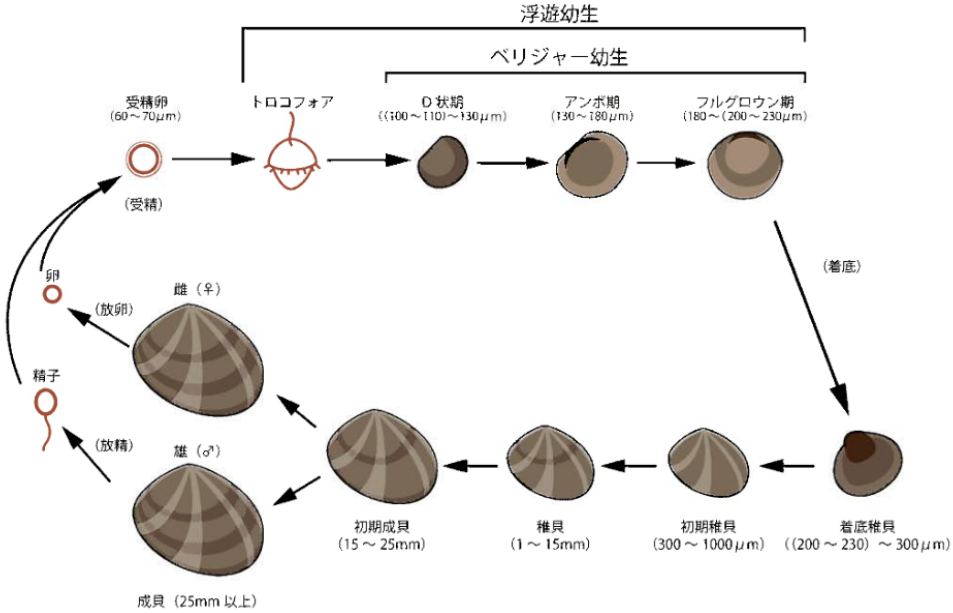


図 2.9.3-12 アサリの生活史

出典： 沿岸漁場整備事業増殖場造成計画指針ヒラメ・アサリ編（2006）より作成

有明海のアサリ浮遊幼生出現状況について、平成 27(2015)年以降、図 2.9.3-13 に示した地点において、産卵期の6～9月にかけて広域調査が実施されている。本調査はアサリの主要漁場であるA1、A4、A6海域のみならず、湾中南部海域であるA5、A7海域を含む調査である。

各年度の調査結果(出現密度の水平分布)を図 2.9.3-14 に示した。ここでは各定点における出現規模の年変動を便宜的に比較するために、各調査定点毎の出現密度を調査回数分合計した数字を示す。なお、各調査定点の水深が異なるため、定点毎の発生総量を厳密に示したものではないことに留意が必要である。

アサリは産卵盛期が春と秋の2回みられることから、春期と秋期のそれぞれの調査時の出現密度(個体/m^3)の総計である。

春期の 3 年間の調査のうち、平成 29(2017)年度の累計の出現密度は 3 カ年の中で最も高く、福-4 における累計出現密度が 15,546 個体/m^3となっていた。これに比較すると、平成 30(2018)年度は累計の出現密度が 1 桁近く少ない出現であった。春期の出現は概ね湾全域でみられるが、福岡県から熊本県の沿岸部で比較的高い累計出現密度がみられる。

秋期は春期に比較すると累計の出現密度がやや低めに推移し、かつ高密度で出現する定点がいくつかみられた。4 年間の調査のうち、大牟田地先から長洲地先にかけて(福-2、熊-1、熊-2)で高い累計出現密度がみられている。

平成 29(2017)年度は春期も秋期も高いアサリ浮遊幼生の出現がみられているが、図 2.9.3 10 に示した漁獲量でもこの年度は近年としては比較的高い漁獲がみられていることから、親貝資源の規模と浮遊幼生発生量との関係性が示唆される。また、アサリの浮遊幼生の出現は、アサリの主要な生息域である福岡県から熊本県の沿岸で高い出現がみられているが、アサリの生息がほとんどみられない佐賀県地先でも低いながら常に浮遊幼生の出現がみられることから、幼生が湾全域で広域に拡散していることが推定される。

また、春期、秋期における浮遊幼生の旬別の変化を図 2.9.3-15 と図 2.9.3-16 に示す。春期の結果では、平成 30(2018)年度は明確なピークが見られなかったものの、他の年では図中赤囲みのとおり、各海域で、異なる時期においてピークが見られた。ただし春期の出現ピークは年変動が大きいことが分かった。秋期では、シーズンごとに 1 から 3 回のピークが認められ、出現ピークは 10 月中旬から 11 月中旬に集中していた。2010 年と 2011 年に行われた組織学的観察結果でも、秋期の肥満度の最小値が 11 月に観察されと同時に雌雄とも放出期が認められており(松本ら 2014)、今回の調査結果とほぼ合致している。

日本の主要なアサリ漁場である東京湾、三河湾、伊勢湾のアサリ浮遊幼生発生量を文献値と比較したところ、東京湾で 200～900 個体/m^3以上(いずれも殻長 100μm 以下の D 型幼生)、三河湾で 100～20,000 個体/m^3(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)、伊勢湾で 100～300 個体/m^3(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)であった。有明海におけるアサリ浮遊幼生の発生量(100～15,000 個体/m^3、D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)は三河湾の発生量と同程度であった。親貝資源量や海水交換率など湾の物理学的な構造が異なるため、出現密度を単

純に比較できないが、調査期間中のアサリ資源量は過去最低レベルであったにも拘わらず、広域で他海域と同じかより高い浮遊幼生の発生がみられた。

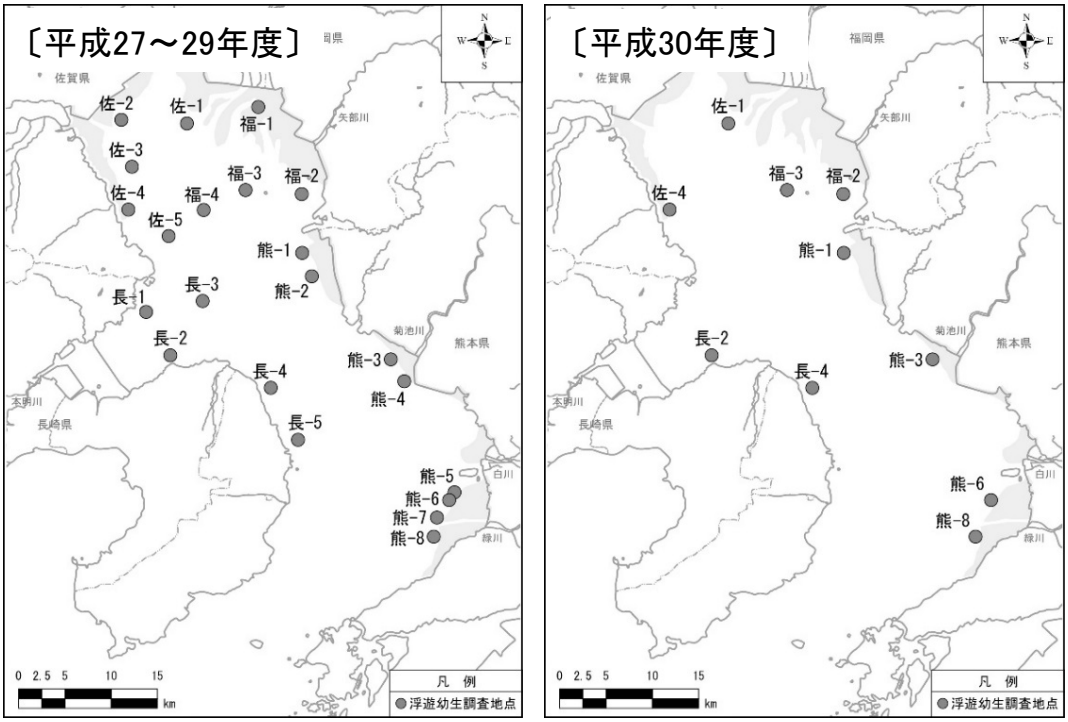


図 2.9.3-13 アサリ浮遊幼生出現広域調査地点図

※平成 27～29 年度は 22 地点(左図)、平成 30 年度は 3 か年の調査結果を踏まえ、10 地点(右図)で実施された。
浮遊幼生調査はアサリの産卵期が春と秋の２回みられることから、春期は 4～6 月に月 3 回、秋期は 9～11 月に月 3 回を基本として実施された。
出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第4回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

参考文献

1)圦本達也，前野幸男，松井繁明，吉岡直樹，渡辺康憲(2005):タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係、水産増殖，第 53 巻 4 号，397－404.

2)粕谷智之(2005):東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態、水産総合研究センター研究報告別冊，第 3 号，51-58
黒田伸郎，落合真哉(2002):三河湾におけるアサリ D 型幼生の分布、愛知県水産試験場研究報告，第 9 号，19-26.

3)水野知巳，丸山拓也，日向野純也(2009):三重県における伊勢湾のあさり漁業の変遷と展望(総説)、三重県水産研究所研究報告，第 17 号，1-21.

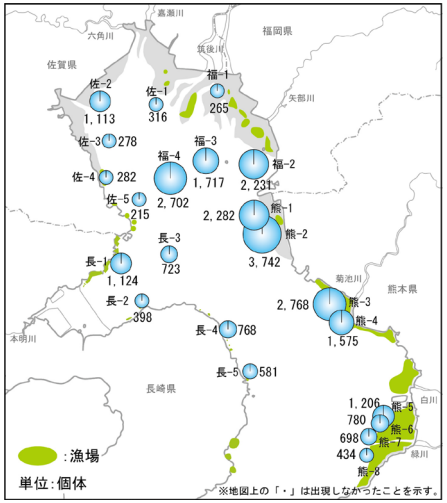
4)全国沿岸漁業振興開発協会(1997):沿岸漁場整備開発事業増殖場造成計画指針(ヒラメ・アサリ編)，増殖場造成計画指針編集委員会編

5)松本才絵，淡路雅彦，日向野純也，長谷川夏樹，山本敏博，柴田玲奈，秦 安史，櫻井 泉，宮脇 大，平井 玲，程川和宏，羽生和弘，生嶋 登，内川純一，張 成年 (2014): 日本国内 6 地点におけるアサリの生殖周期、日本水産学会誌，第 80 巻 4 号，548-560

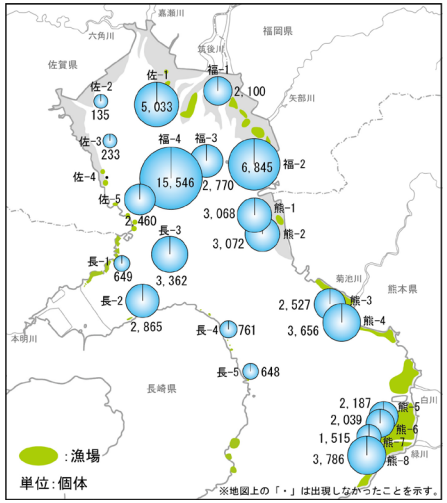
〔平成27年度春季〕

未調査

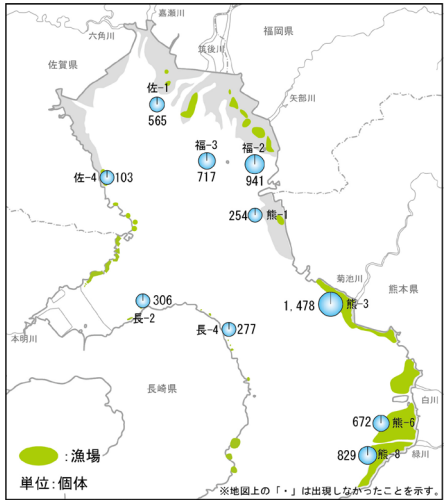
〔平成28年度春季〕



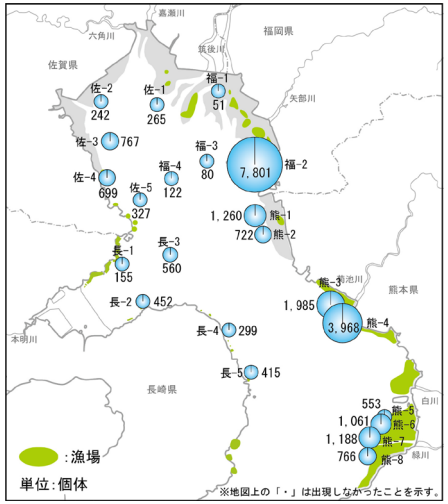
〔平成29年度春季〕



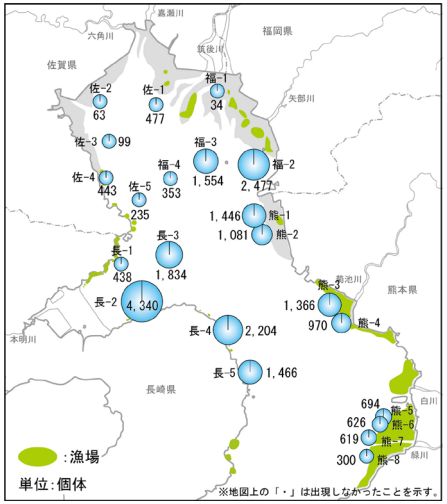
〔平成30年度春季〕



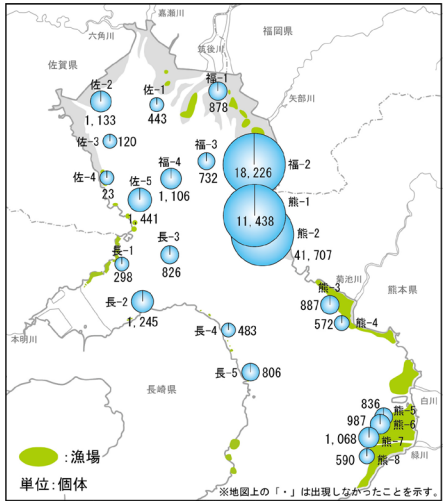
〔平成27年度秋季〕



〔平成28年度秋季〕



〔平成29年度秋季〕



〔平成30年度秋季〕

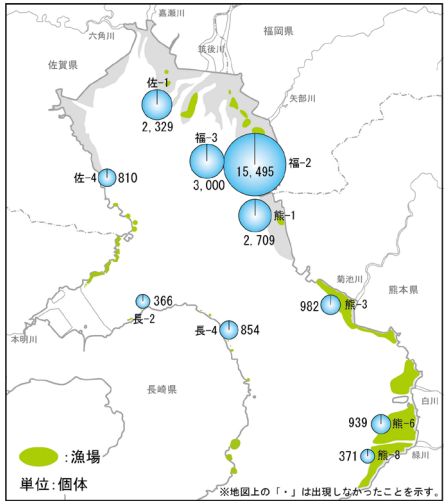


図 2.9.3-14 アサリ浮遊幼生の出現状況(平成 27(2015)年度～平成 30(2018)年度の経時変化)

出典:環境省(2019)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 4 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて 2 層(2m^3)、3 層(3m^3)で浮遊幼生を採取しており、平面図及び表中の浮遊幼生数は、調査期間中(4～6 月)の1m^{3}あたり浮遊幼生の合計数を表記している。

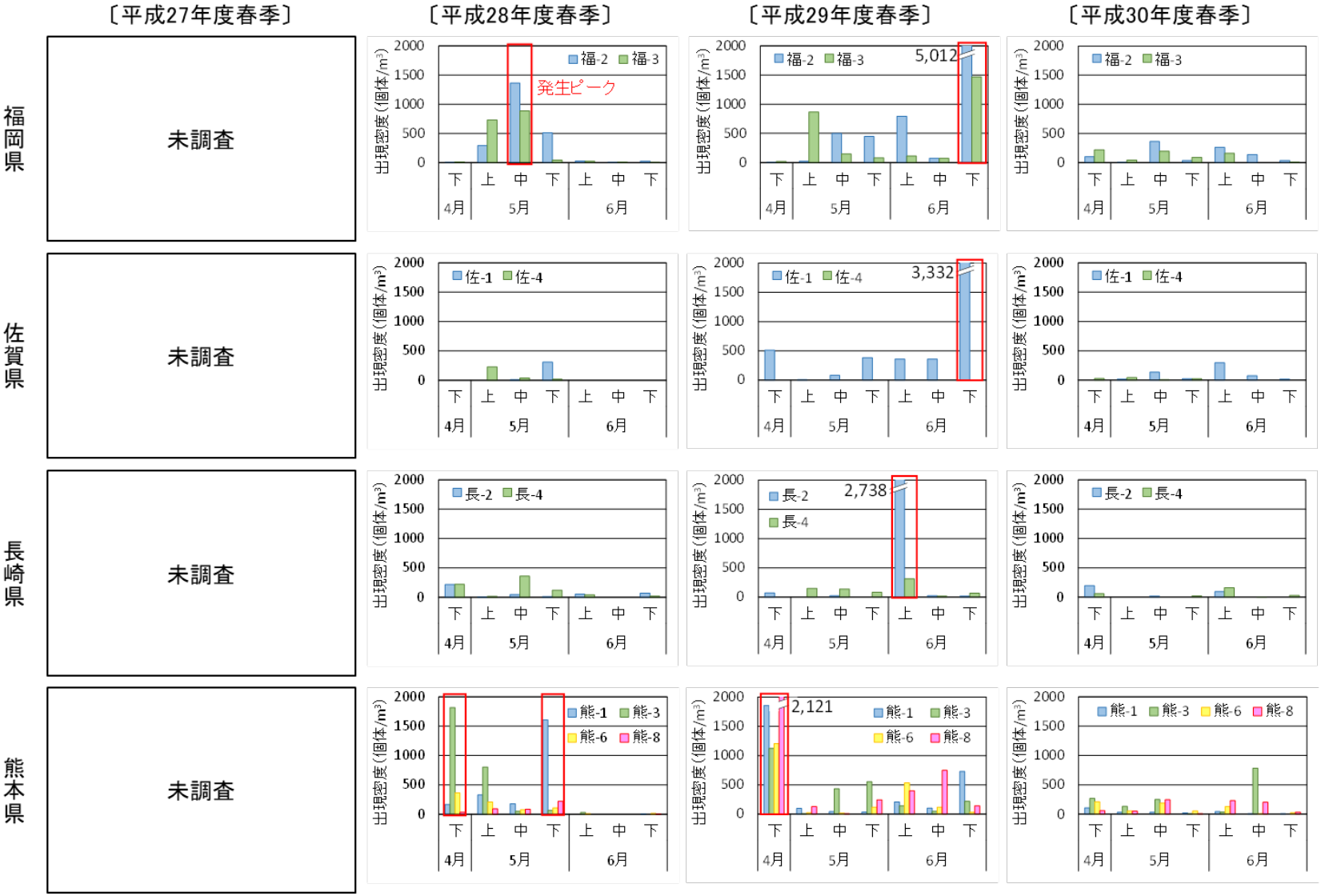


図 2.9.3-15 アサリ浮遊幼生の出現状況(浮遊幼生の旬別の変化・春期)

ここでは、3 カ年すべての調査データが揃っている 10 定点のデータのみを表示している

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

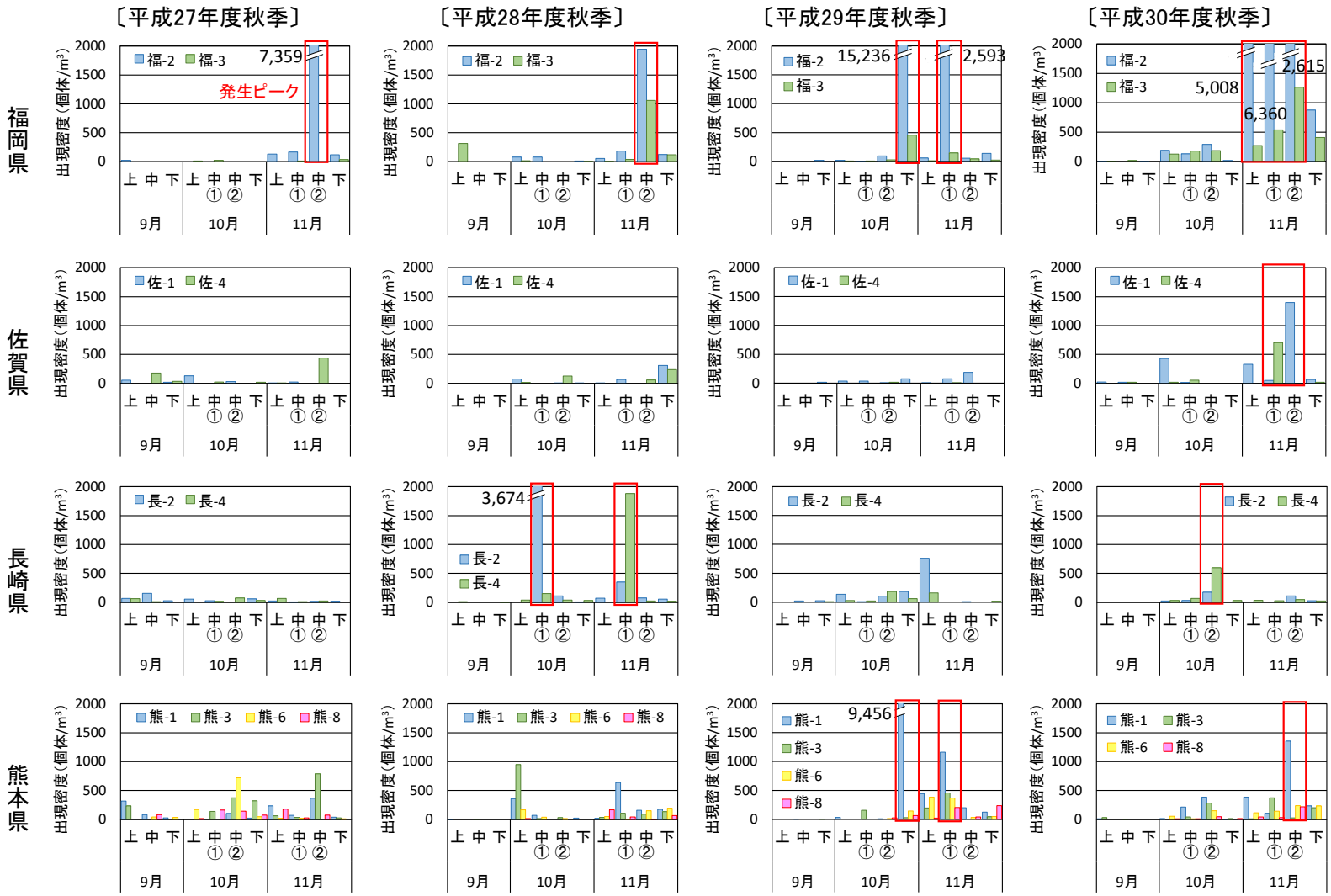


図 2.9.3-16 アサリ浮遊幼生の出現状況(浮遊幼生の旬別の変化・秋期)

ここでは、4 カ年すべての調査データが揃っている 10 定点のデータのみを表示している

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

2.9.4 魚類

(1) 有明海・八代海の魚類漁獲量

ア) 魚類漁獲量

有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピーク(13,000t 台)に減少傾向を示しており、1999 年には 6,000t を割り込んだ(図 2.9.4-1)。2000 年以降も減少傾向にあり、2018 年の魚類漁獲量は過去最低となる 2,455t となったが、ここ数年間は横ばい傾向である。有明海の漁獲量では底生魚類の占める割合が高く、それらの減少程度が大きい。

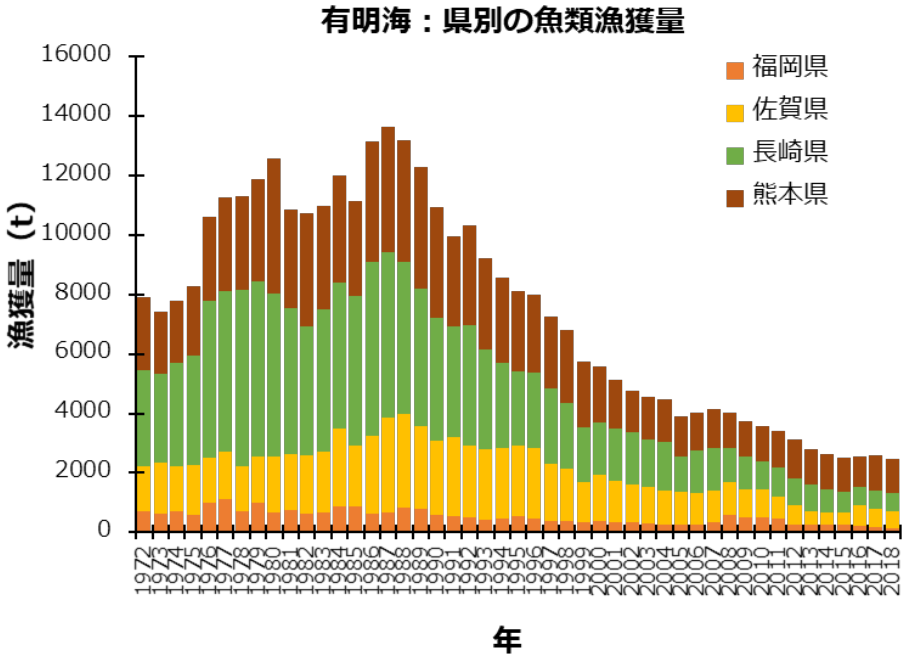


図 2.9.4-1 有明海の魚類漁獲量(海面漁業)の経年変化

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

八代海の魚類漁獲量については、長期的には顕著な減少傾向はみられていない(図 2.9.4-2)。1982 年をピーク(19,000t 台)に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003 年及び 2006 年には 9,000t 台まで落ち込んだものの、それ以降は再び増加し、2016 年には漁獲量約 21,000t となったが、2017 年、2018 年には再び減少した。県別にみると、鹿児島県では近年増加傾向、熊本県では減少傾向である。

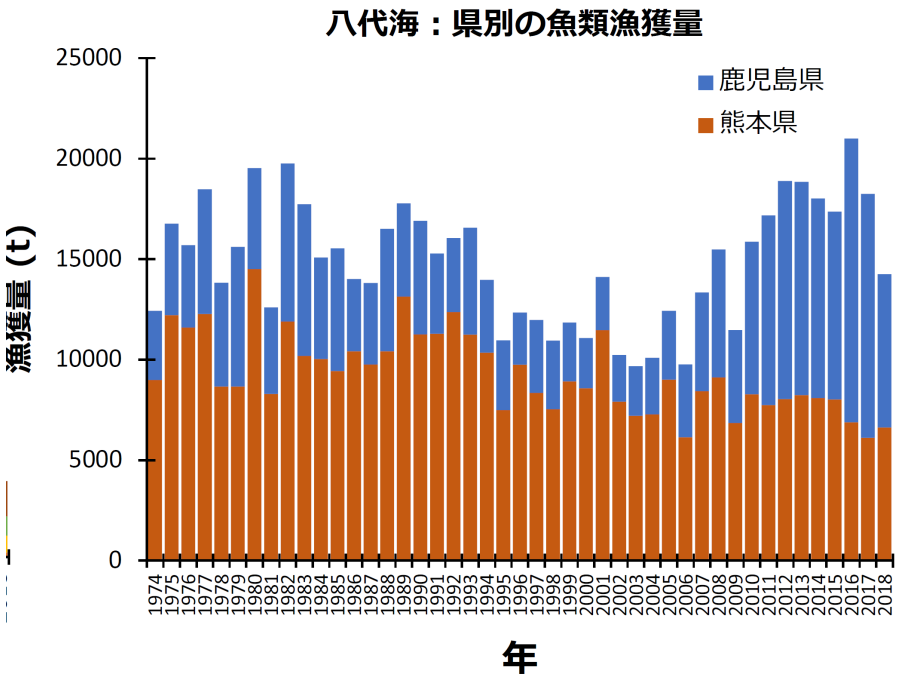


図 2.9.4-2 八代海の魚類漁獲量（海面漁業）の経年変化

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

イ) 魚種別組成別漁獲量

有明海と八代海の魚種別組成別漁獲量を図 2.9.4-3 に示す。八代海の魚種組成は、浮魚類、ニシン目の魚類の占める割合が高い。

八代海、有明海ともに、コノシロの漁獲量割合が最も多かった。コノシロは両海域において水産上重要な種であり、サイズによって名称が変わる出世魚(シンコ：50-100mm 程度、コハダ：100-150mm 程度、ナカズミ：150-200mm 程度、ツナシ：200mm 以上(寺田・伊藤 2017))である。

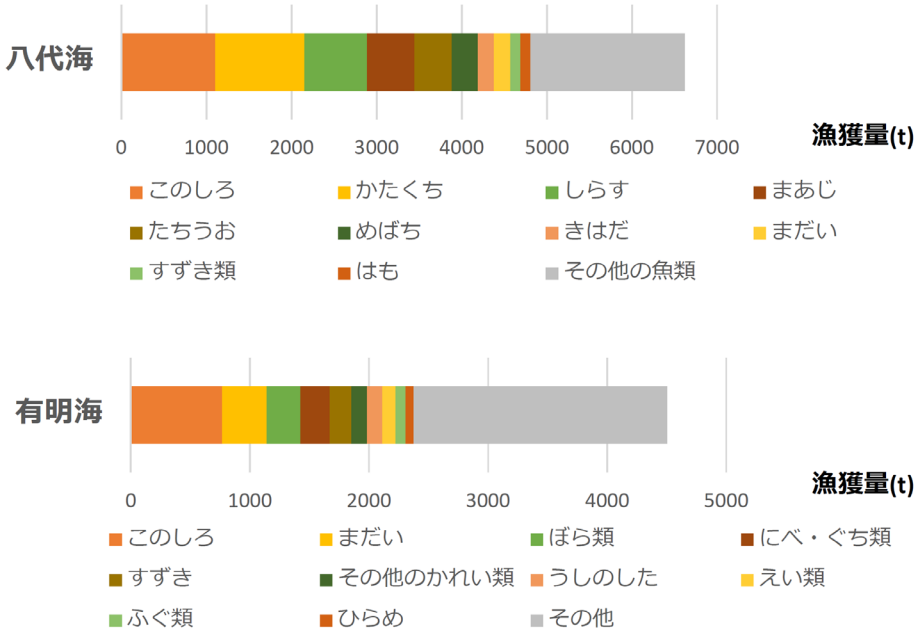


図 2.9.4-3 有明海・八代海の魚種別組成別漁獲量

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

また、2020 年 1 月に八代海奥部で羽瀬網による魚類相調査を実施した。調査結果は図 2.9.4-4 に示すとおりであり、個体数、湿重量ともにコノシロが多かった。当該海域での複数年の調査においても、いずれも同様の傾向が見られている。

コノシロの全生活史は未解明であることから、今後、有明海及び八代海においてコノシロの分布と生活史を明らかにする必要があり、現在長崎大学で研究が行われている。

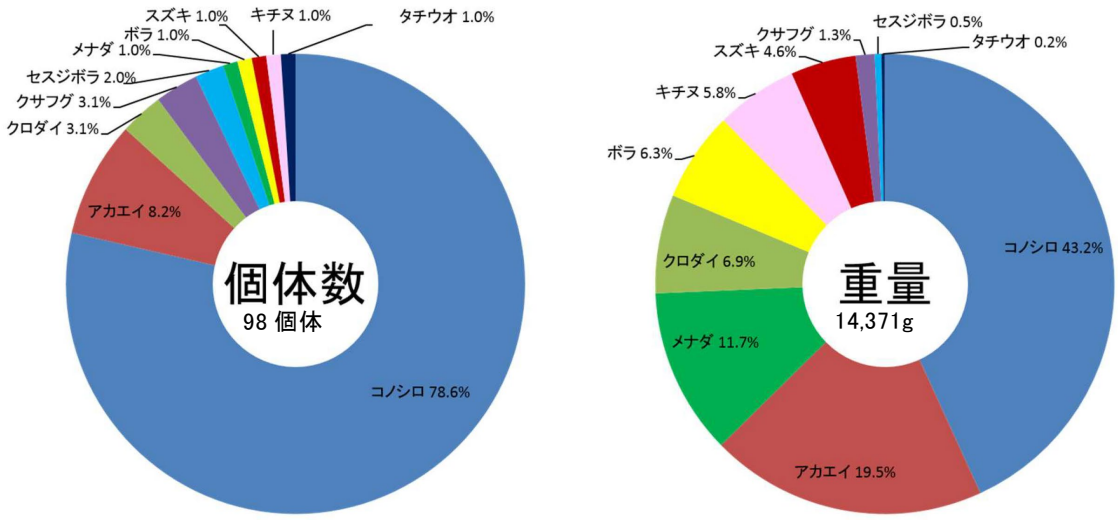


図 2.9.4-4 八代海奥部の羽瀬網による魚類調査の結果(2020 年 1 月実施)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(2) 有明海・八代海の魚類相

ア) 魚類相

長崎大学・山口による魚類相に関する 2020 年までの調査結果によれば、有明海奥部に出現した魚類の種数は 115 種(17 目 54 科 88 属)、八代海奥部では 85 種(16 目 51 科 70 属)であったという。しかし、有明海では 2001 年～現在までの 20 年間の調査であるのに対し、八代海では 8 年間の調査であることから、調査を継続すれば種数は更に増加する可能性があると報告されている。また、 有明海・八代海の奥部はともに広大な干潟を擁し、良く似た環境を持つにもかかわらず、両海域の魚類の種組成は異なっており、魚類生態系構造は大きく異なる可能性があることを示唆している。

今後はさらに、両海域の環境や海洋構造の違いなどを含めて魚類生態系構造と機能の解明、生態系構造がそれぞれ異なる要因の解明を図ることで、両海域固有の再生方策の検討に役立てられると考えられている。

イ) 魚類等の生態系構造の特徴

有明海では、過去において大型の高次捕食魚に関する情報がなく、生態系の視点から有明海を捉えるができていなかったことから、特に重点的に研究を行った結果、栄養段階の高い生物から成る生態系構造であることが分かってきた。八代海は現在、同

時並行で研究を行っている段階である。

有明海・八代海で明らかとなった生態系構造に関するトピックとしては、ナルトビエイなど多くのサメ、エイ類が両海域を繁殖・摂餌の場として季節的に利用しているということであり、特に有明海については、アカシュモクザメなど数種のサメ・エイ類にとっては、世界有数の繁殖・成育場として機能している特別な海域であるということが分かってきた（図 2.9.4-5）。

また、両海域はつながっていることから、回遊性のサメ・エイ類は両海域を往来していると予想していたものの、これまでに人工衛星等を活用した行動追跡調査などから、両海域間での移動はないことを確認した 。

八代海については基礎情報が不足していることから、両海域ともにサメ・エイ類の生息状況、生態、生態系への影響などについて研究を継続する必要がある。

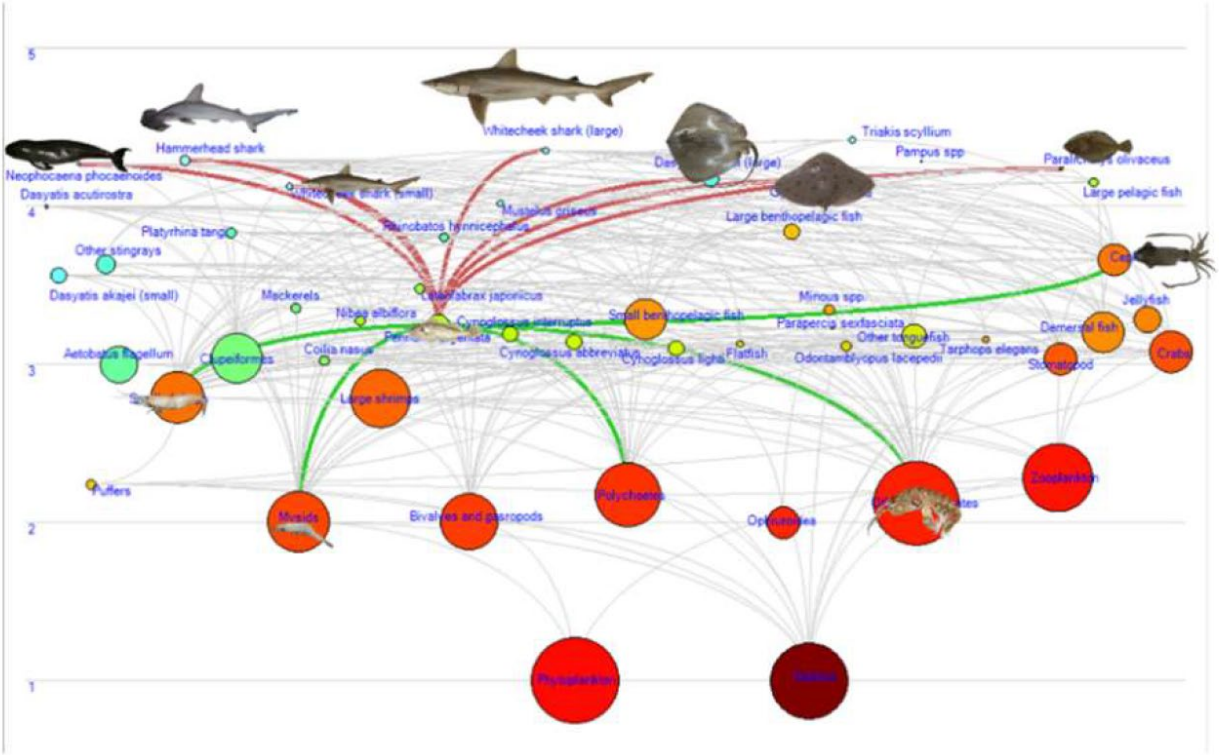


図 2.9.4-5 有明海における魚類等の生態系構造（山口）

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

(3) 有明海・八代海の奥部の仔稚魚分布と生息密度

有明海・八代海奥部の成育場としての機能を評価するために、仔稚魚の分布と生息密度の調査を実施した。有明海では 2012 年～2013 年、八代海では 2013 年～2019 年に実施した。調査地点は図 2.9.4-6 に示すとおりである。

図 2.9.4-6 調査地点

出典：環境省（2020）「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

2012 年と 2013 年における有明海・八代海における全仔稚魚の分布密度は図 2.9.4-7 に、2013 年以降の八代海における仔稚魚の分布密度は図 2.9.4-8 に示すとおりである。

有明海奥部は仔稚魚の分布密度が高く、仔稚魚の重要な成育場、生息場であることが示唆される一方で、八代海奥部における仔稚魚の分布密度は、有明海に比べて低い傾向にあった。

また、出現する仔稚魚の種組成は有明海と八代海とでは異なり、有明海の優占種であるニベ科のシログチやウシノシタ科のデンベエシタビラメ等の仔稚魚は、八代海奥部では採取されなかった。今後、八代海において、有明海奥部に相当する重要な成育場の有無について明らかにする必要がある。

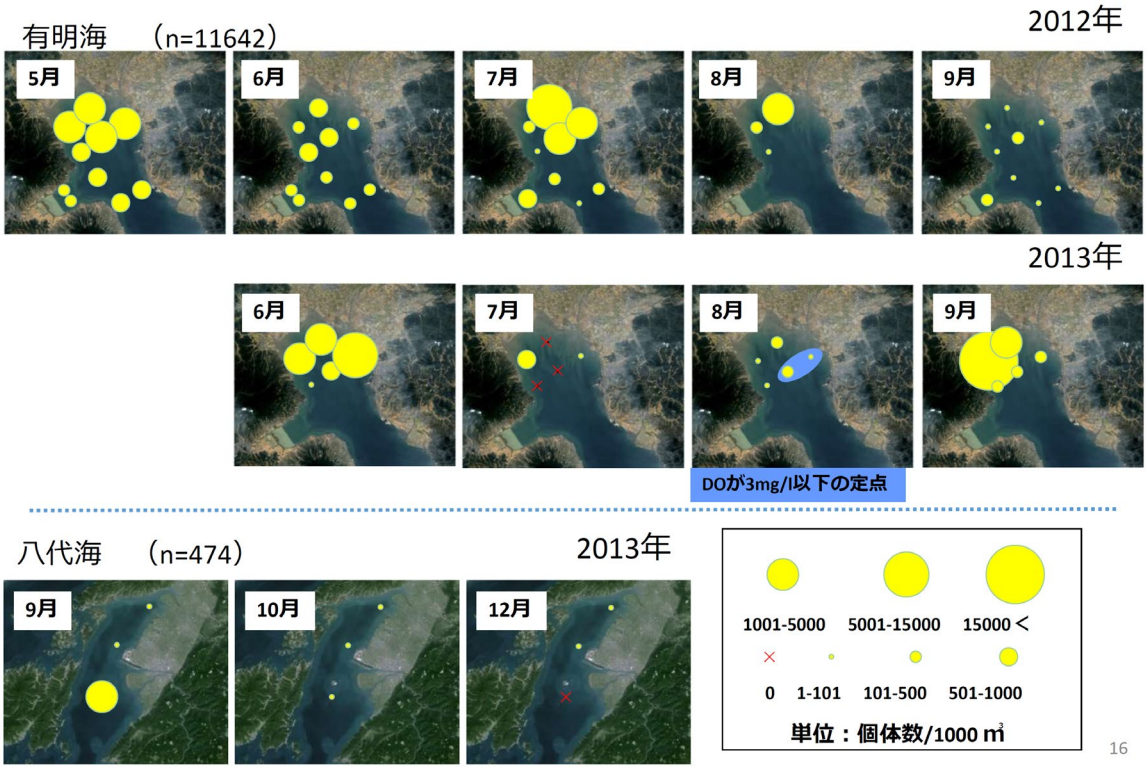


図 2.9.4-7 有明海・八代海における全仔稚魚の分布密度(2012 年、2013 年)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

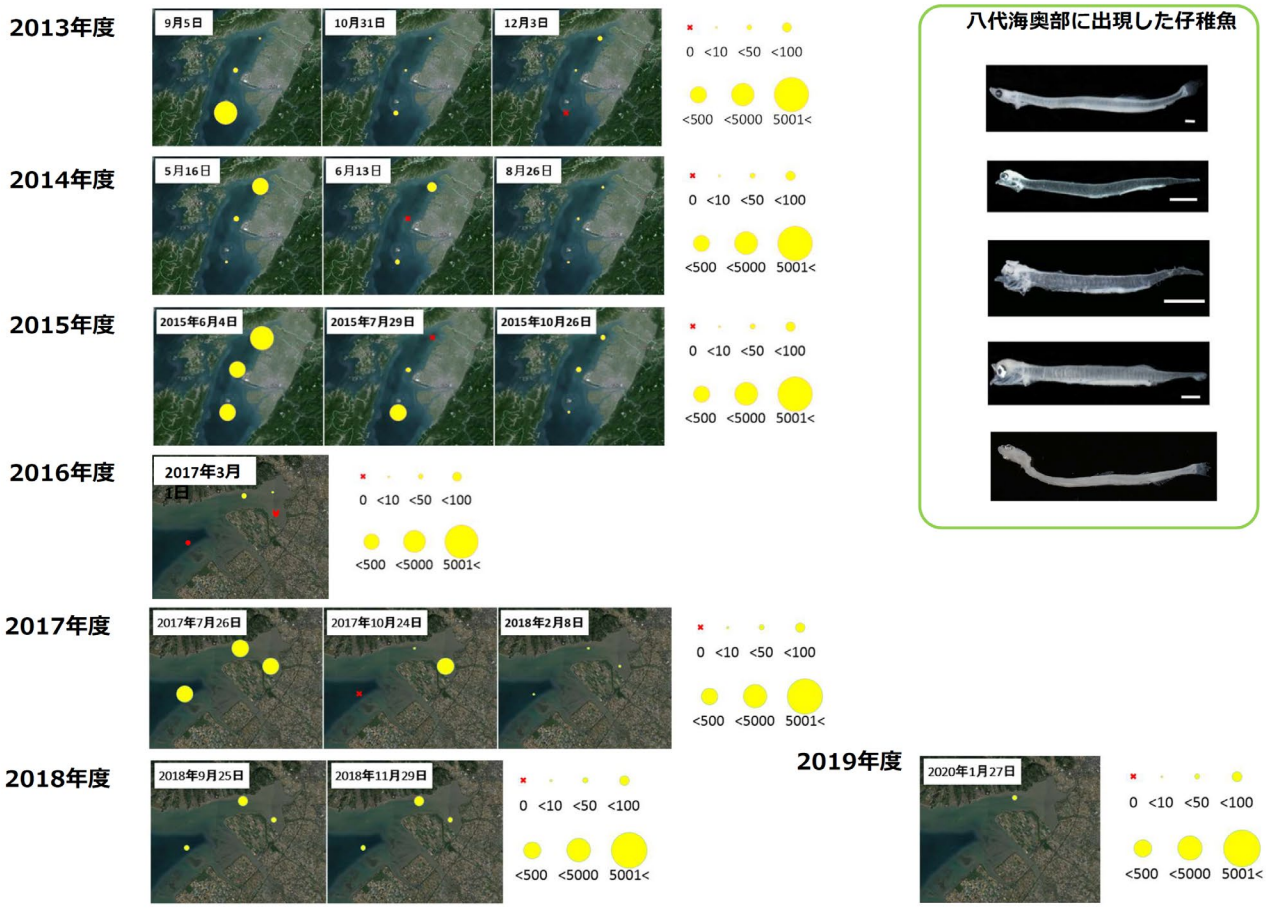


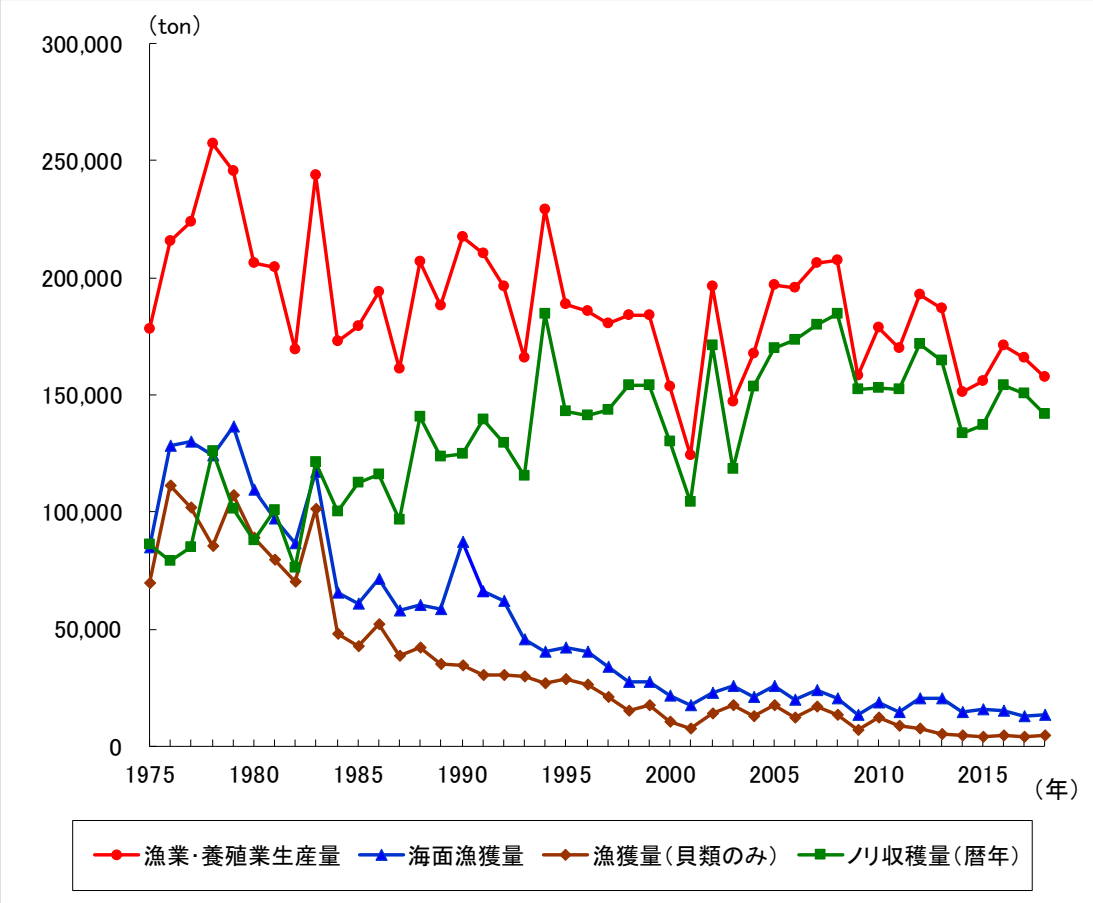
図 2.9.4-8 八代海における仔稚魚の分布密度(2013-2019 年)

出典:環境省(2020)「有明海・八代海等総合調査評価委員会 第 6 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

2.9.5 漁業・養殖業生産量

(1) 有明海の漁業・養殖業生産量の推移

有明海の漁業・養殖業生産量(漁獲量とノリ収穫量(重量)の合計)は増減を繰り返しながら 2000 年以降は 15 万～20 万 t 程度で推移している。有明海では漁獲量に占める貝類の割合が高いが(1970 年代で約 79%、2004～2018 年で約 47%)、その漁獲量は、1980 年頃から急速に減少して最近 5 年間では 20,000t を下回っている。貝類等の海面漁獲量の減少に伴い、有明海の漁業・養殖業生産量に占めるノリ収穫量の割合は年々高まっており、1998 年以降は 8 割以上(重量ベース)となっている(2018 年の漁業・養殖業生産量:157,802t、ノリ収穫量:141,888t)(図 2.9.5-1)。有明海のノリの収穫量は 1994 年までは増減を繰り返しつつ増加傾向にあったが、その後は 10 万～20 万t の間で推移している。



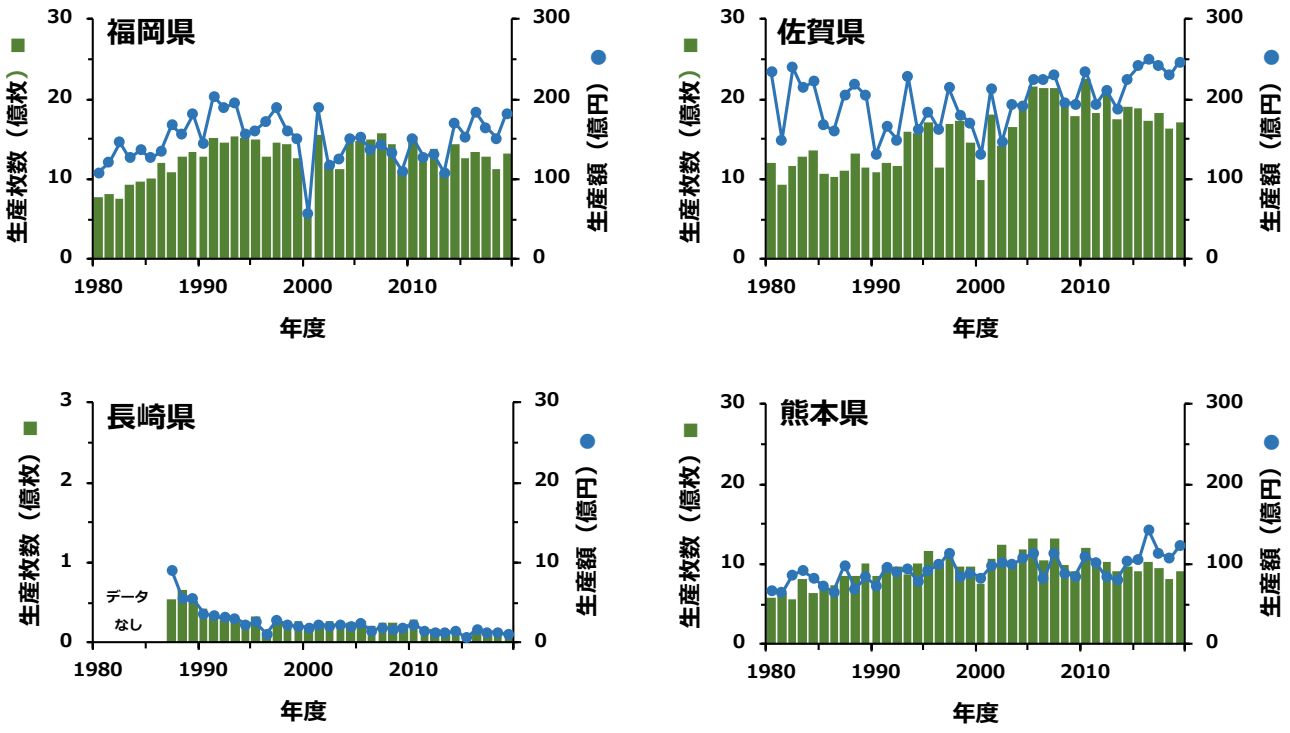
注:1.福岡県の養殖生産量は、2010 年以降は集計不可となっているため、2009 年の値を用いた。
2.福岡県のノリ収穫量は、2009 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。
3.長崎県のノリ収穫量は、2012 年以降は重量が不明なため、収穫量(千枚)に 0.037 を乗じて算出した。
出典:農林水産統計をもとに環境省が作成した

図 2.9.5-1 有明海の漁業・養殖業生産量

ア) ノリの生産量

有明海の福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県海域における 1980 年代以降のノリ養殖の生産枚数及び生産額の推移を図 2.9.5-2 に示した。福岡県海域におけるノリ養殖の生産枚数は 1980 年代に増加し、1990 年代以降、10～15 億枚程度で推移している。生産額についても、1980 年代に増加し、1991 年度には 200 億円にまで達した。その後、減少し、2000 年代以降は 100～180 億円程度で推移している。佐賀県海域におけるノリ養殖の生産枚数は、1980 年代に 10 億枚程度であったのが、1990 年以降増加し、2000 年代中頃以降は、16～22 億枚程度で推移している。生産額は、年度による変動が大きいが、1980 年代以降、概ね 200 億円前後で推移している。熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数及び生産額は、ともに 1980 年代に増加し、1990 年代中頃以降、それぞれ 10 億枚及び 100 億円前後で推移している。一方、長崎県海域におけるノリ養殖の生産枚数及び生産額は、1990 年前後に減少し、1990 年代中頃以降、生産枚数は 1～3 千万枚程度、生産額は 1～2 億円程度で推移している。

このように、2000 年代中頃以降、有明海におけるノリ養殖の生産量は、長崎県海域を除くと、高い水準で推移している。しかしながら、毎年、高い生産量が安定して維持されているわけではなく、年度によって、生産量の増減がみられる。



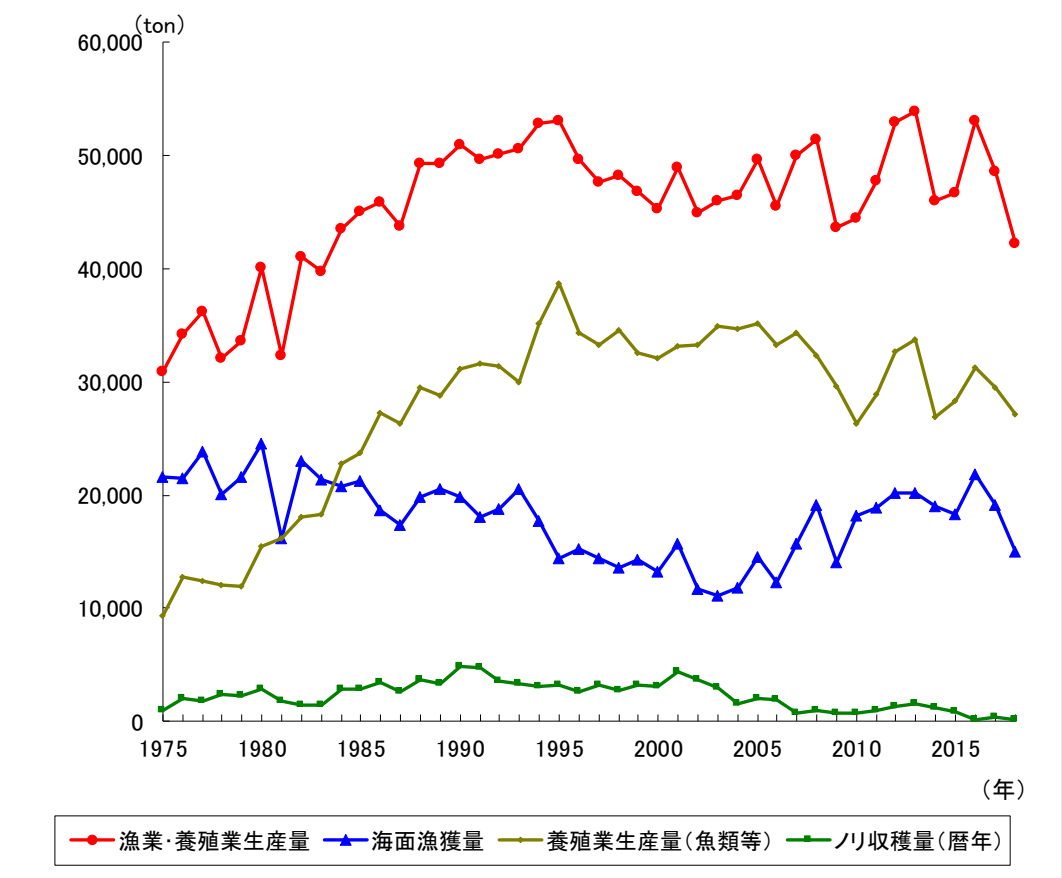
注）1.長崎県海域については、1996 年度以前のデータが集計されていない。
2.1995 年度以前の熊本県海域のデータについては、八代海のデータを含む。

図 2.9.5-2　有明海の福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数（カラム）及び生産額（折れ線）の推移

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」

(2) 八代海の漁業・養殖業生産量の推移

八代海の漁業・養殖業生産量（漁獲量、魚類養殖収穫量、ノリ収穫量の合計）は、1994 年頃までは増加傾向にあったが、その後は増減があるものの、43,000～54,000t 程度で推移している。八代海の海面漁獲量は浮魚類の漁獲動向によって、2003 年頃まで減少が続いていたが、以降は増加傾向に転じている。養殖生産量（魚類等）は 1994 年までは増加していたが、その後は 26,000～39,000t 程度で推移している。八代海のノリ収穫量は 2002 年までは、やや増加傾向がみられるが、2004 年からおよそ 2,000t 以下となっており、不作が続いている（図 2.9.5-5）。



注：1.養殖生産量(魚類等)には、コンブ、ワカメ、ノリ及び真珠の生産量は含まない。
2.熊本県の養殖業生産量は、2010 年、2011 年は魚類のみであり、2013 年は集計不可となっている。
3.熊本県のノリ収穫量は、2012 年以降は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.036 を乗じて算出した。
4.鹿児島県の養殖業生産量は、2013 年以降は集計不可となっているため、2012 年と同じ値を用いた。
5.鹿児島県のノリ収穫量は、1975 年、1982 年、2004 年は重量が不明のため、収穫量(千枚)に 0.033 を乗じて算出した。
出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した

図 2.9.5-3 八代海の漁業・養殖業生産量

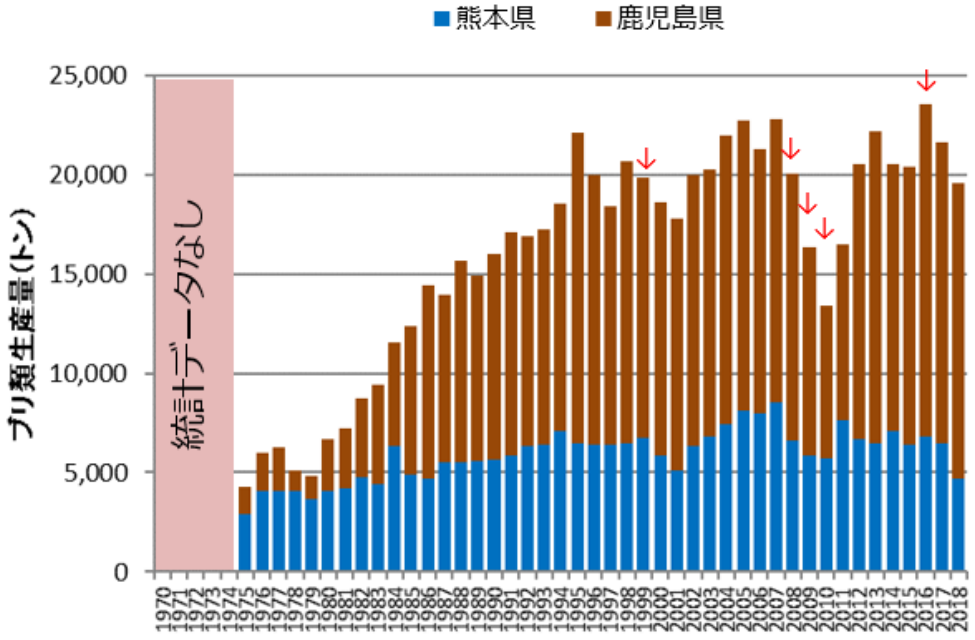
ア) 魚類養殖の状況

八代海では、ブリ、マダイ、トラフグ、シマアジなどの魚類養殖や真珠養殖業等が行われている。八代海における魚類養殖は、ブリ類とタイ類で全体の 90%以上を占めており、図 2.9.5-6 にブリ類、図 2.9.5-7 にタイ類の生産量を示した。

ブリ類については、生産量が横ばいに転じた 1990 年代中頃以降(赤潮による大きな漁業被害があった 2010 年を除く。)、概ね 17,000～23,000tの範囲で推移している。タイ類については、生産量が横ばいに転じた 1990 年代中頃以降、概ね 7,400～12,000t の範囲で推移している。

赤潮生物のなかでも、*Cochlodinium* 属と *Chattonella* 属については、魚類、特にブリ類に対する毒性が強いため、赤潮が発生すると養殖魚類に甚大な被害を与えることが知られている。ブリ類については、2000 年に *Cochlodinium* 属赤潮の発生による生産減少が生じたほか、2009 年及び 2010～2011 年に発生した生産減少の要因として、主に *Chattonella* 赤潮による減産の影響が大きい。

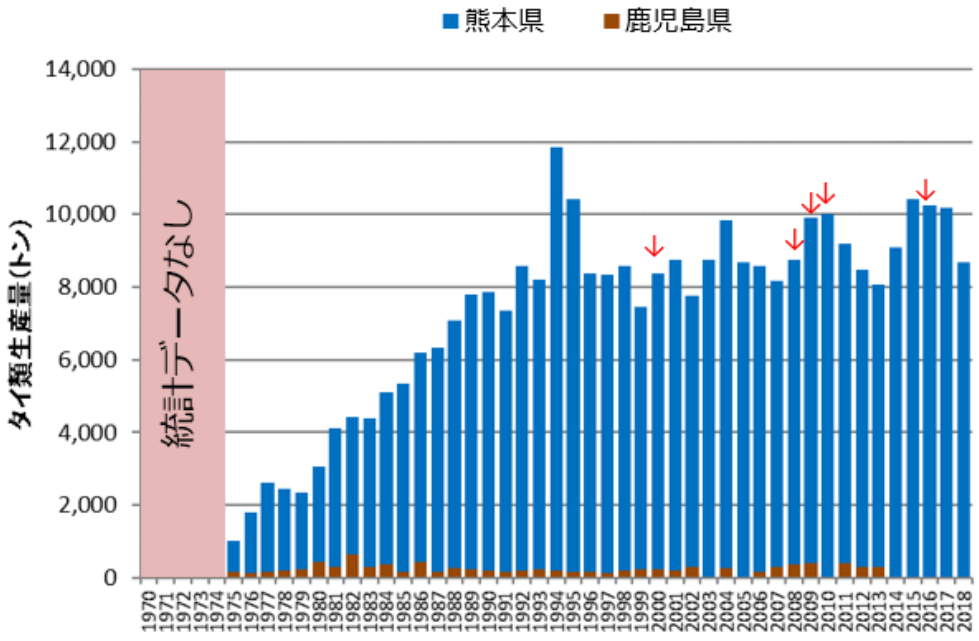
八代海では *Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属による赤潮が発生し、過去にはブリ類を中心に漁業被害をもたらした。八代海においては魚類養殖が広範囲に営まれていること、*Chattonella* 属は魚類に対する毒性が強く、赤潮が発生すると養殖魚類に影響を及ぼす可能性があることから、この海域における 2009 年以降の安定した魚類養殖の生産を阻害している重要な要因の一つであると考えられる。



注）矢印は赤潮により 1 億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 2.9.5-4 八代海におけるブリ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和 50～平成 30 年)」
農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和 50～平成 30 年)」をもとに環境省が作成した



注）矢印は赤潮により１億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 2.9.5-5　八代海におけるタイ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和 50～平成 30 年）」
　　農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和 50～平成 30 年）」をもとに環境省が作成した

2.9.6 まとめ

(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、又は国内で両海域のみ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、それらの中には環境省レッドリスト等に掲載されている希少種も複数みられる。

(2) ベントス（底生生物）

有明海におけるベントスの種類数の経年変化については、A1 海域では変幅動は小さく、低い値で推移し、A2～A6 海域は概ね横ばいで推移しているが、変動幅が比較的大きい。個体数は、A1 海域、A4 海域、A5 海域及び A7 海域では全般的に変動幅は小さく、近年は低い値で推移しているが、A2 海域、A3 海域及び A6 海域では大きな変動幅がみられている。総個体数の変動傾向については、平成 28 年度委員会報告以降（2014 年頃以降）に 2 地点（Afk-1、Ang-1）で減少傾向であり、特に環形動物門によるものと推察された。

八代海における種類数の経年変化については、Y1～Y3 海域は概ね横ばい傾向であり、Y4 海域の Ykg-1と Y5 海域の Ykm-7 では変動幅が大きく、種類数が比較的多い。個体数は、Y1 海域の Ykm-1 で 2003 年、2007 年及び 2008 年に高い値を示したが、それ以外の地点・時期は全般的に低い値で推移している。種類数の変動傾向については、総種類数は 2 地点（Ykg-3、Ykm-6）で減少傾向であり、平成 28 年度委員会

報告（2005 年頃～2014 年頃の結果）も減少傾向であった。また、総個体数についても 1 地点（Ykg-2）で減少傾向であり、平成 28 年度委員会報告も減少傾向であったことから、近年もその傾向は継続しているものと考えられる。

(3) 有用二枚貝

有明海でのタイラギの漁獲は、1979 年には最大となる 29,305tを記録したが、熊本県では 1980 年代から、長崎県では 1990 年代から、佐賀県・福岡県では 2000 年頃から漁獲量が減少し、2000 年以降は低迷した状態が続き、2012 年より休漁となっている。

タイラギ成貝及び稚貝の生息量調査によると、1992 年以降タイラギ生息域はA2海域に分布が偏る傾向がみられるが、この海域では着底稚貝の資源への加入が極めて少なく、局所的に発生した稚貝も主に春期から夏期にかけて立ち枯れへい死等によって大量減耗し、成貝まで到達していない。漁獲量については、1996 年から 2011 年までは nd～71 個体（全平均 11 個体）/100 m^2、2012 年以降は nd～0.7 個体（全平均 0.09 個体）/100 m^2 となっており、2012 年以降に資源の凋落傾向が顕著になっている。また、1997 年以降の稚貝の分布状況の変化によれば、1997 年から 2011 年まで nd～1,190 個体（全平均 92 個体）/100m^2 存在したが、2012 年以降は 0.3～59 個体（全平均 10.4 個体）/100m^2 となっており、浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下傾向が顕著になっている。

A3海域では、タイラギは 2012 年以降、着底稚貝の発生がほとんど認められないものの、2009～2010 年漁期には 1980 年代の豊漁期に近い密度で成貝の成育が認められ、漁獲量の回復がみられた。しかし、2010 年夏期には生息していたタイラギが 1 ヶ月程度でほとんど死亡する大量へい死が生じ、以降は再び低迷している。

浮遊幼生について、A6海域では 2008 年及び 2010 年に 120 個体/m^3 程度の出現があったが、2012～2015 年まで 10 個体/m^3 を超えることがない状況であり、その後は 2020 年に 66 個体/m^3 と 2012 年以降では比較的高い出現密度が 1 年のみ観察されたが、ほとんどの年度で 10 個体/m^3 以下の出現が続いている。2012 年以降も引き続き、親貝資源が減少し、浮遊幼生の発生量と着底稚貝の減少という、資源の再生産に大きな支障が生じていることが示唆されている。また、有明海での浮遊幼生調査結果によると、平成 27（2015）年度は有明海湾奥部で浮遊幼生が確認され、平成 28（2016） 年度から平成 30（2018）年度は概ね全域で浮遊幼生が確認されたが、平成 28 年度委員会報告で示された過去の調査結果を踏まえると、出現密度は平成 27（2015）～平成 30（2018）年度のように増加の兆しは見られるものの、2012 年以前と比較すると、全体的に低位で横ばいであると考えられる。

サルボウ漁場はA1海域（佐賀県西部及び矢部川河口域）が中心であり、1972 年に 24,252tの漁獲量があったが、その後、へい死（原因は不明）が発生して漁獲量が減少した。へい死は 1985 年を境に収束し、1988～1997 年にかけて 1 万トンを超える漁獲量（最大 17,299t／1994 年）がみられたが、1998 年以降、減少傾向となり、2006 年以降の生産量は 5 千t以下の年が多く、変動幅も 1,000～3,000tと大きい。

有明海でのアサリの漁獲量は、1977～1983 年には 4 県の漁獲合計がピークに達し、1983 年には最大となる 90,386tとなった。その後減少し、1996 年以降、2,000t前後で推移し、2009 年以降再び漁獲量が減少している。八代海では、熊本県沿岸で 1985 年に 2,891tの漁獲があり、1970 年以降では最高であった。その後 1993～2000 年の間で 6 年ほど 1,000tを超える漁獲量がみられ、2005 年以降漁獲量が増加し、2008 年には 1,721tとなったが、その後減少し、2012 年以降は低い水準で推移している。

有明海のアサリ浮遊幼生出現状況については、春期の 4 年間の調査のうち、最も浮遊幼生が多く観測された地点は平成 29(2017)年度の福－2 であり、約 7,000 個体/m^3 の浮遊幼生が観測された。一方、平成 29 年度の佐－4 における浮遊幼生は未検出であった。秋期の 4 年間の調査のうち、最も浮遊幼生が多く観測された地点は、春期と同様に平成 29 年度の福－2 であり、約 18,000 個体/m^3 であった。最小は平成 29 年度の佐－4 で、23 個体/m^3 であった。

日本の主要なアサリ漁場である東京湾、三河湾、伊勢湾のアサリ浮遊幼生発生量を文献値と比較したところ、東京湾で 200～900 個体/m^3 以上(いずれも殻長 100μm 以下の D 型幼生)、三河湾で 100～20,000 個体/m^3(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)、伊勢湾で 100～300 個体/m^3(D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)であった。有明海におけるアサリ浮遊幼生の発生量(100～15,000 個体/m^3、D 型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生)は三河湾の発生量と同程度であった。

(4) 魚類

有明海の魚類漁獲量は、1987 年をピーク(13,000t 台)に減少傾向にあり、1999 年には 6,000t を割り込んだ。2000 年以降も減少傾向にあり、2018 年の魚類漁獲量は過去最低となる 2,455t となったが、ここ数年間は横ばい傾向である。有明海の漁獲量は底生魚類の占める割合が高く、それらの減少程度が大きい。八代海については、1982 年をピーク(19,000t 台)に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003 年及び 2006 年には 9,000t 台まで落ち込んだものの、それ以降は再び増加し、2016 年には漁獲量約 21,000t となったが、2017 年、2018 年には再び減少した。県別にみると、鹿児島県では近年増加傾向、熊本県では減少傾向である。

(5) 漁業・養殖業生産量

有明海の漁業・養殖業生産量(漁獲量とノリ収穫量(重量)の合計)は増減を繰り返しながら 2000 年以降は 15 万～20 万 t 程度で推移している。有明海では漁獲量に占める貝類の割合が高いが(1970 年代で約 79%、2004～2018 年で約 47%)、その漁獲量は、1980 年頃から急速に減少して最近 5 年間では 20,000t を下回っている。貝類等の海面漁獲量の減少に伴い、有明海の漁業・養殖業生産量に占めるノリ収穫量の割合は年々高まっており、1998 年以降は 8 割以上(重量ベース)となっている。有明海のノリの収穫量は 1994 年までは増減を繰り返しつつ増加傾向にあったが、その後は 10 万～20 万tの間で推移している。

八代海では、1994 年頃までは増加傾向にあったが、その後は増減があるものの、43,000～54,000t 程度で推移している。八代海の海面漁獲量は浮魚類の漁獲動向によって、2003 年頃まで減少が続いていたが、以降は増加傾向に転じている。養殖生産量（魚類等）は 1994 年までは増加していたが、その後は 26,000～39,000t 程度で推移している。八代海のノリ収穫量は 2002 年までは、やや増加傾向がみられるが、2004 年からおよそ 2,000t 以下となっており、不作が続いている。

---

[i]）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
[ii]）環境省（2015）「環境省レッドリスト 2015」