

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(平成 10)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(平成 11)年以降採水方法を変更したため、1999(平成 11)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(平成 10)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(平成 11)年以降採水方法を変更したため、1999(平成 11)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(平成 11)年以降採水方法を変更したため、1999(平成 11)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(昭和 45)年頃から現在までの水質環境基準達成率(COD、全窒素(T-N)及び全磷(T-P))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(昭和 49)年度以降 80%以上

で推移しており、直近年の 2019(令和元)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(昭和 49)年度から 2019(令和元)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)及び全リン(T-P)の水質環境基準達成率は低く、2006(平成 18)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(平成 19)年度以降 80%以上で推移しており、直近年の 2019(令和元)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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。

全リン(T-P)(上層)については、水質環境基準達成率は 2006(平成 18)年度から 2018(平成 30)年度までは 40%の達成率で推移し、直近年の 2019(令和元)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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(昭和 53)年度から 2019(令和元)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(昭和 45)年度から 2019(令和元)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(平成 8)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(令和元)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(昭和 49)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)及び全リン(T-P)の水質環境基準達成率は、2010(平成 22)年度以降 75～100%で推移しており、直近年の 2019(令和元)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(平成 15)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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。

全リン(T-P)(上層)については、水質環境基準達成率は 2010(平成 22)年度以降 75%以上で推移しており、直近年の 2019(令和元)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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(昭和 53)年度から 2019(令和元)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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(昭和 55)年度から 2019(令和元)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(昭和 54)年度から 2019(令和元)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(平成 23)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(昭和 50)年度から 2019(令和元)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)及び全リン(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(昭和 56)年度から 2019(令和元)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(平成 15)年度から 2019(令和元)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(昭和 56)年度から 2019(令和元)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(平成 10)年度から 2019(令和元)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(平成 11)年度から 2019(令和元)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。
- 全リン(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(平成 11)年度から 2019(令和元)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(昭和 54)年度から 2019(令和元)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(令和元)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(昭和 54)年度から 2019(令和元)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。

参考文献

- 1)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

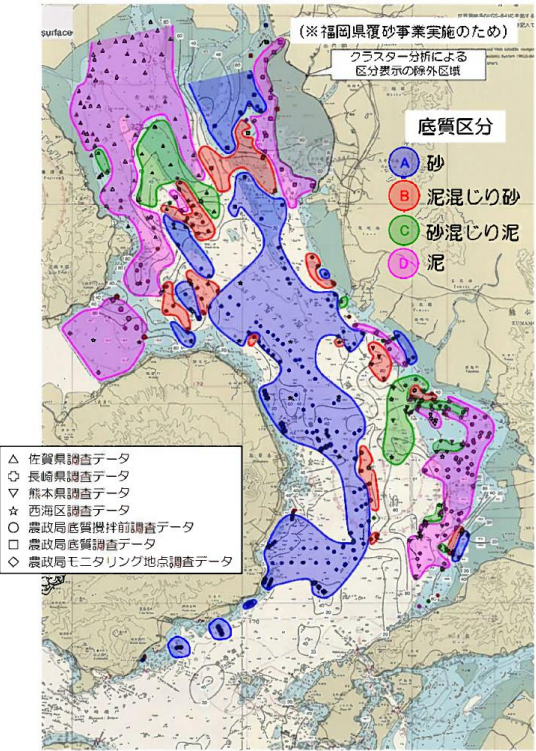
2.5 底質

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・再分配が繰り返して生じており、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 φ	含泥率 %	含水率 %	硫化物 mg/g	強熱減量 %	COD mg/g	全窒素 mg/g	全リン 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(令和元)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(データ集 2.5.2)に記載した。

この結果によると、有明海では、2019(令和元)年度夏期以降において、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。また、湾奥西部 A3 海域で COD 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(令和元)年度夏期以降においては、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(令和 2)年度夏期には Y1 海域、Y2 海域、Y3 海域で T-P が増加していた。

コメントの追加 [A1]: 意見 12

(2) 2019(令和元)年 8 月の前線による大雨の影響

2019(令和元)年 8 月 26 日から 29 日にかけて発生した前線による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。

2019(令和元)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(令和元)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 3,210m³/s を記録している。

2019(令和元)年度夏期の大雨直後には、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(令和元)年度冬期以降は、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(令和元)年度夏期の大雨による底質(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。

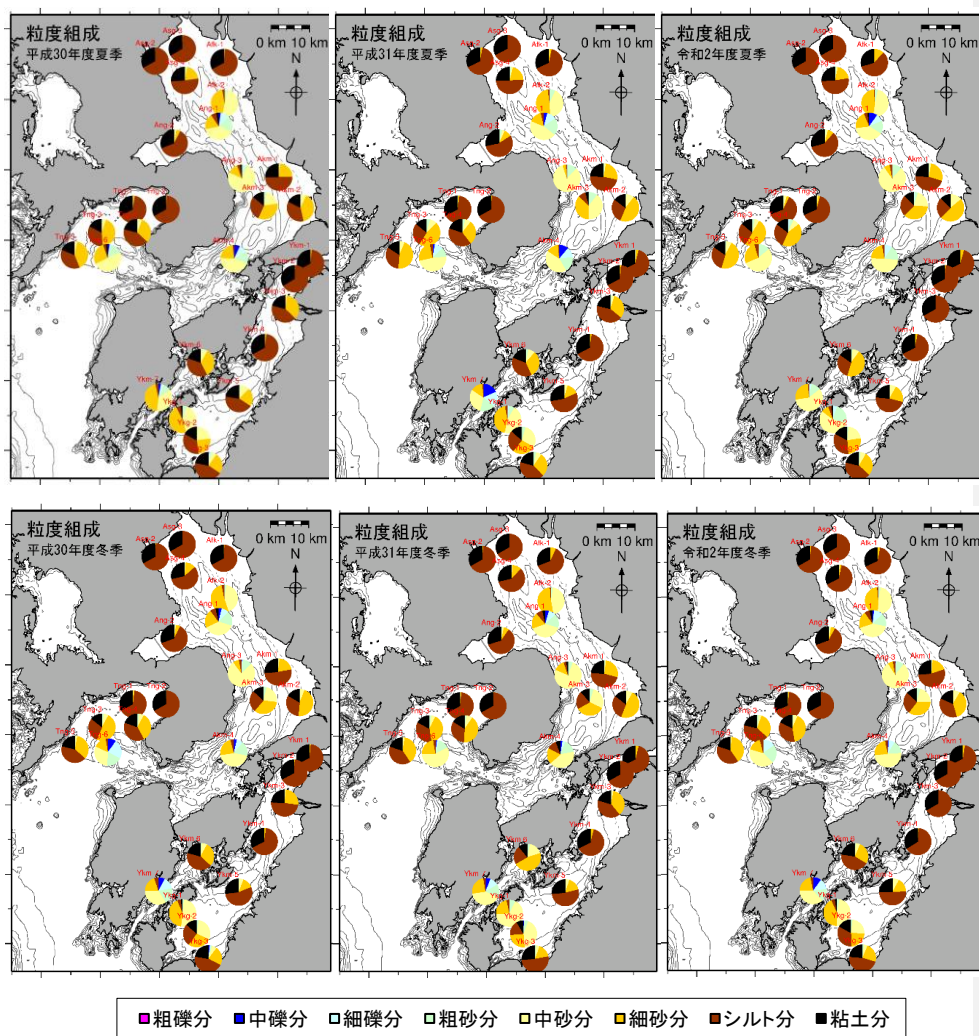


図 2.5.2-1 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度の底質の粒度組成の水平分布
(上段:夏季 下段:冬季)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

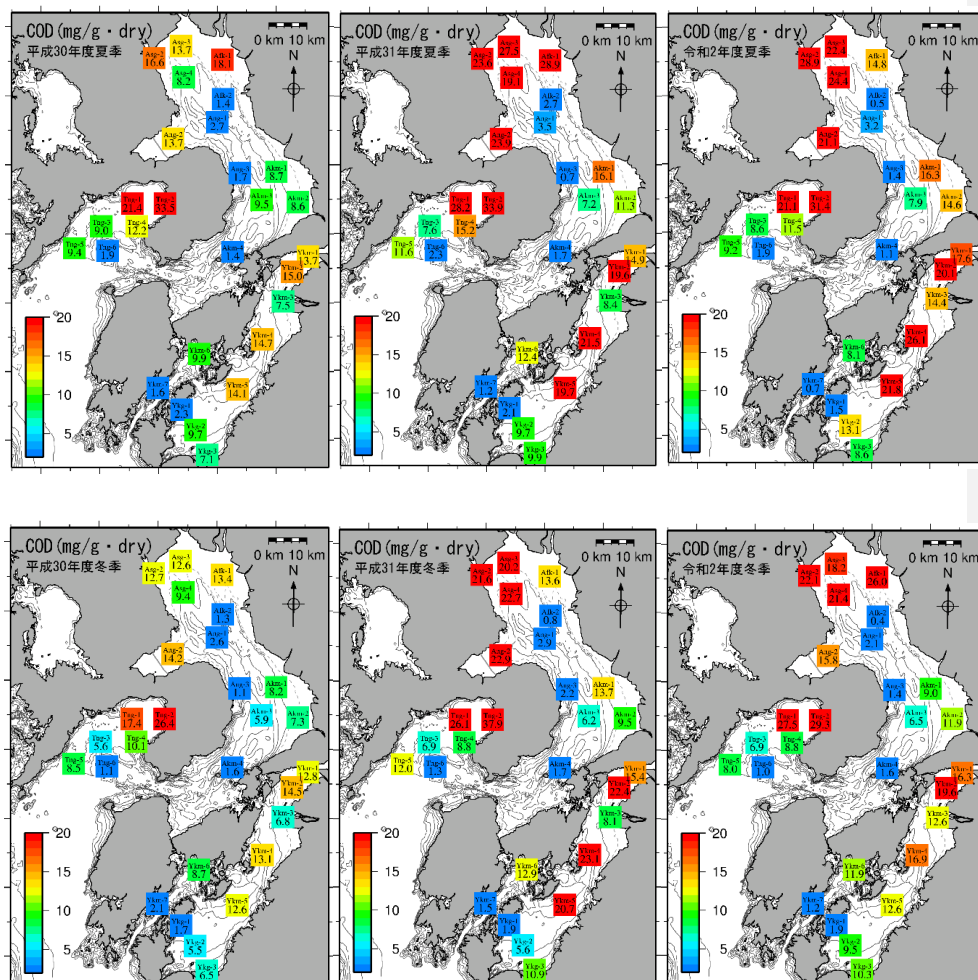


図 2.5.2-2 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度の底質(COD)の水平分布
(上段:夏期 下段:冬季)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

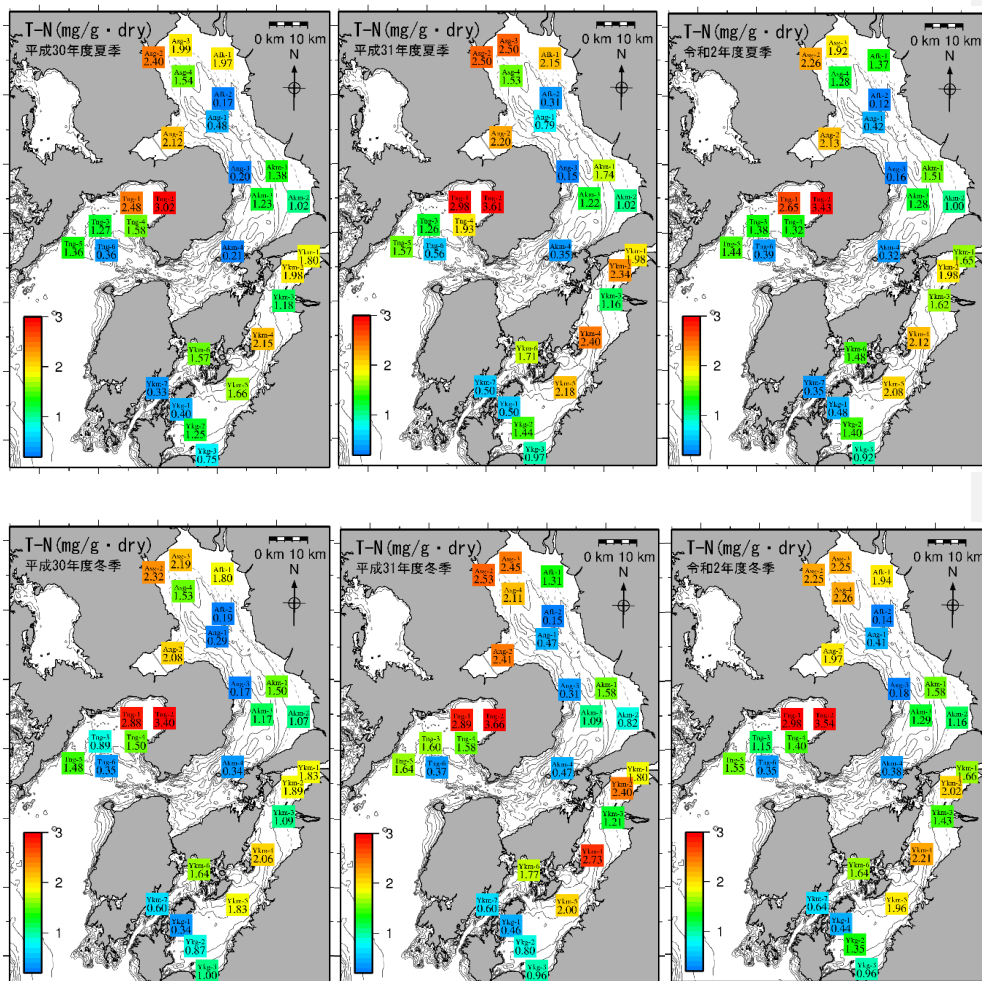


図 2.5.2-3 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度の底質(T-N)の水平分布
(上段:夏期 下段:冬期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

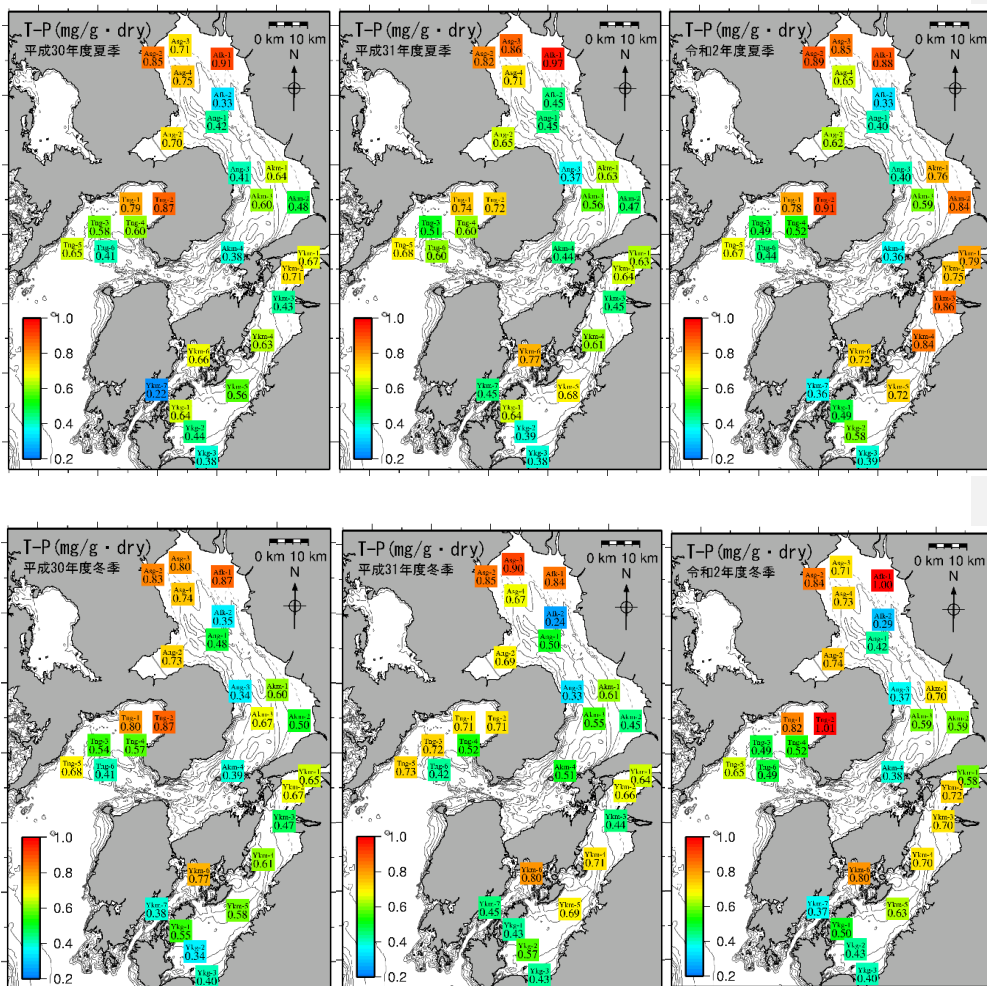
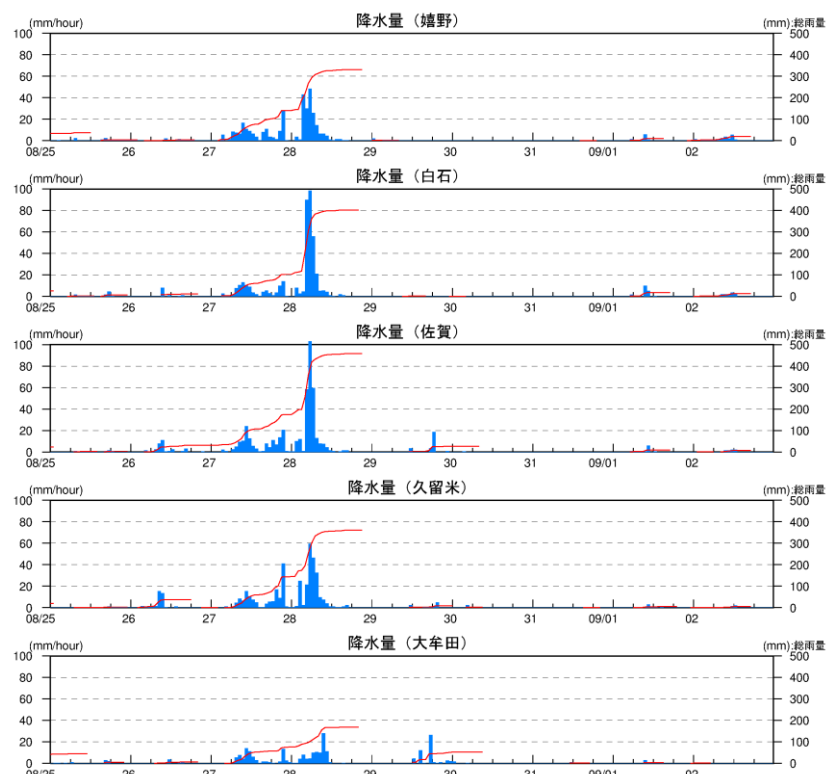


図 2.5.2-4 2018(平成 30)～2020(令和 2)年度の底質(T-P)の水平分布
(上段:夏期 下段:冬季)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



注) 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。

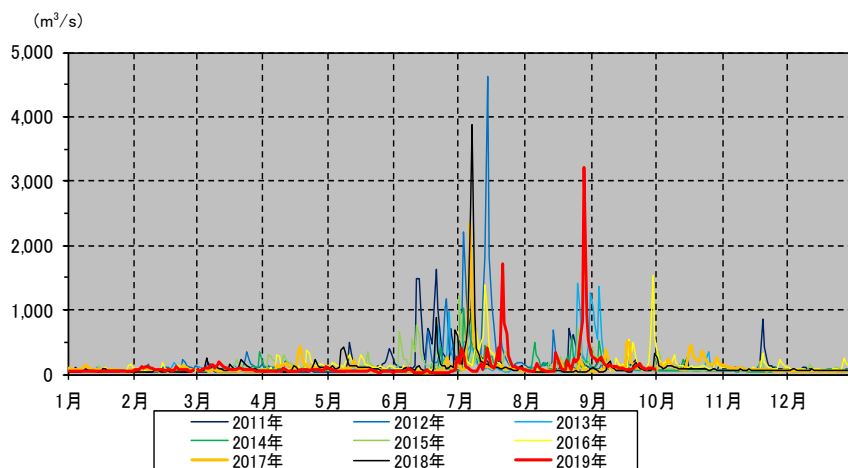


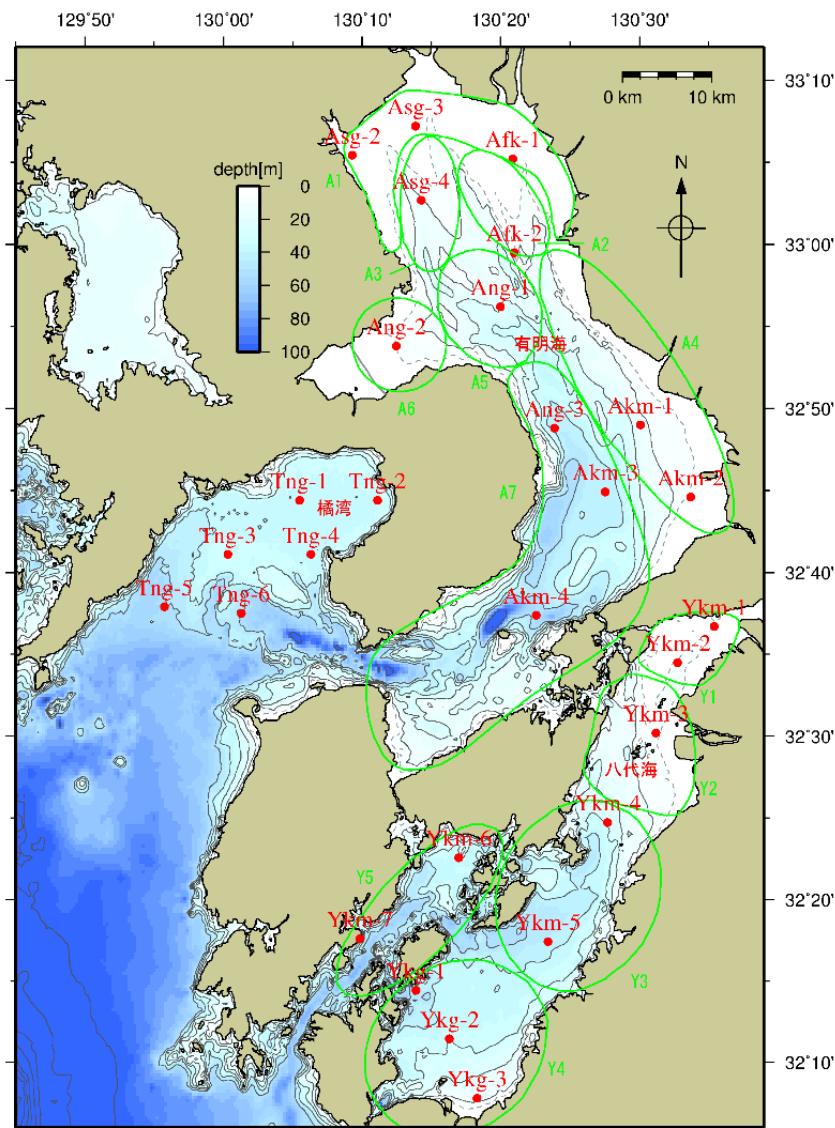
図 2.5.2-6 筑後川の瀬ノ下地点の日平均流量の比較(1～12 月)

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. 底質は2001(平成13)年頃以降のデータであり、水質(1970(昭和45)年頃以降)に比べて調査期間が短い
ため、水質の方法とは違う下記の方法により変動傾向を分析した。
2. 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。
3. “…”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・八代海等再生対策検討作業支援業務」

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. 底質は2001(平成13)年頃以降のデータであり、水質(1970(昭和45)年頃以降)に比べて調査期間が短い
ため、水質の方法とは違う下記の方法により変動傾向を分析した。
2. 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。
3. “…”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・八代海等再生対策検討作業支援業務」

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³⁾。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。

参考文献

- 1)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)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)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(昭和 47)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(平成 14)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(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 [\(データ集 2.6.1\)](#)に記載した。

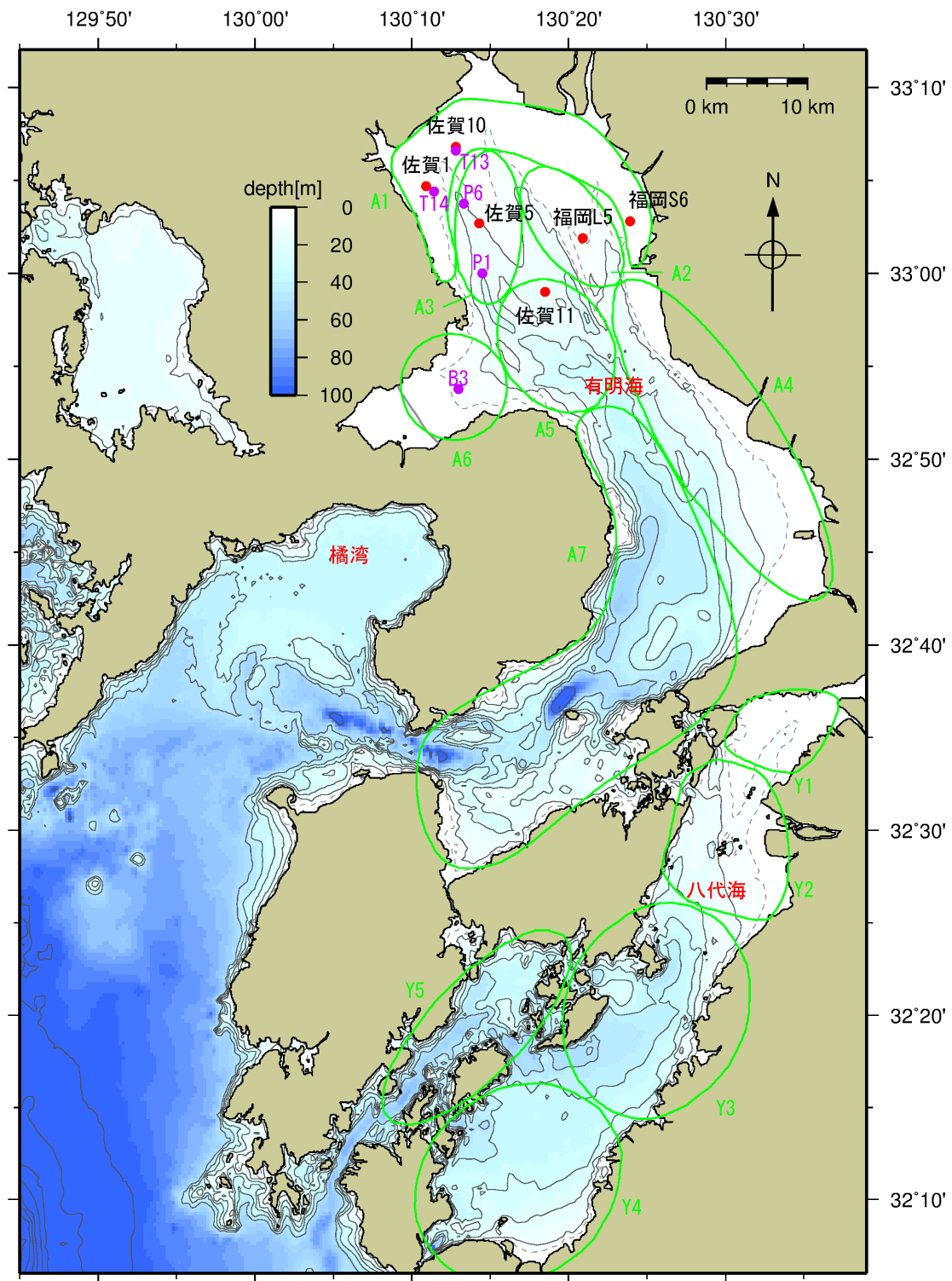
表 2.6.1-1 回帰分析結果:有明海(浅海定線調査等)

		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(平成 14)年から 2019(令和元)年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」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 は福岡県、佐賀県「浅海定線調査」の地点、B3 は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」及び「有明海貧酸素水塊広域連続観測[諫早湾]」の地点、T13、T14、P1 及び P6 は国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所「有明海水質連続観測調査」の地点を示す。

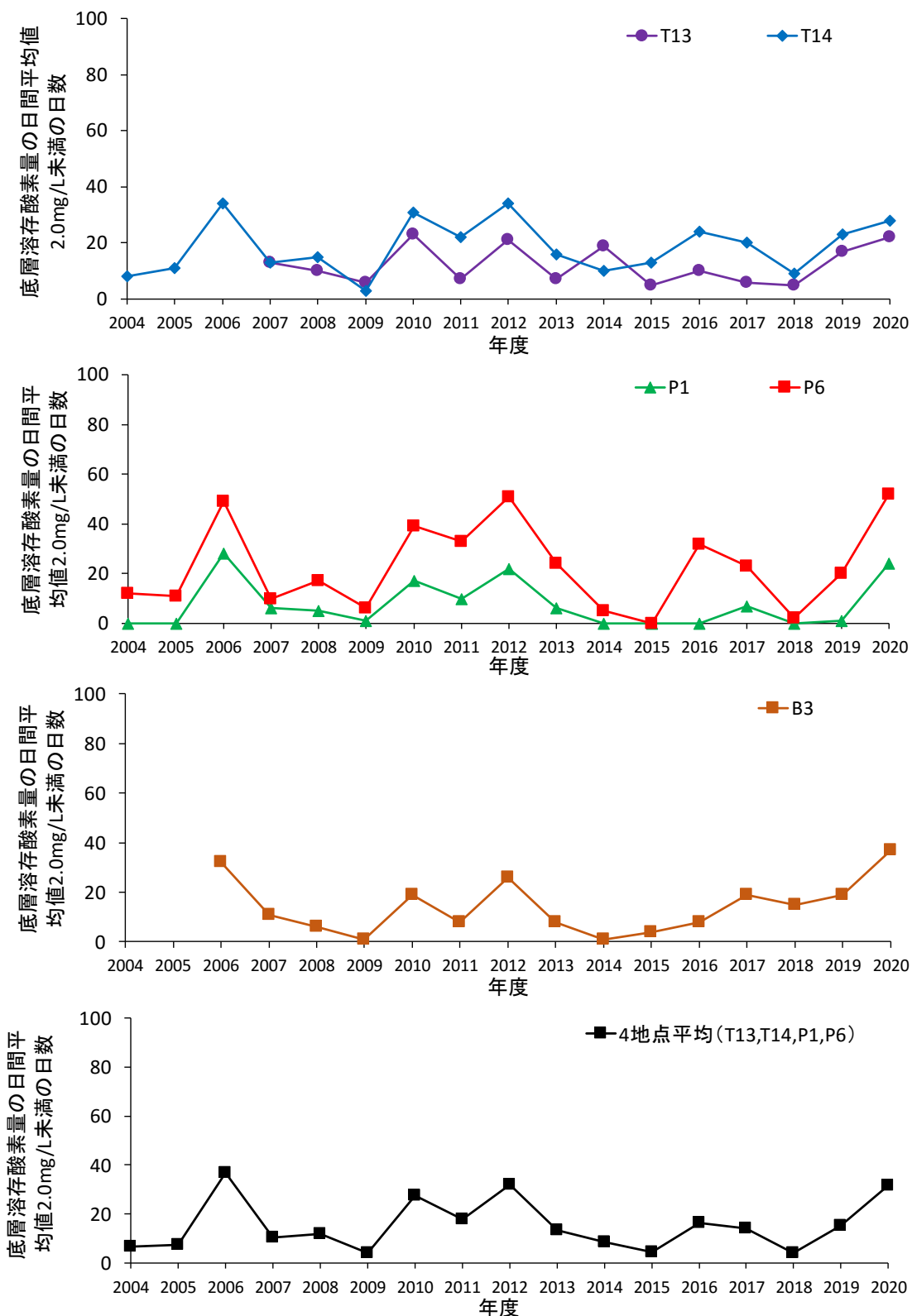
2. 図中の有明海、八代海の緑色の範囲は海域区分を示す。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| A1海域…有明海湾奥西部 | 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…有明海湾中央部 | 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…八代海湾中央部 | 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(平成 16)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 17 年間の平均で 15 日(最少 4 日～最多 37 日)、3.0mg/L 未満は 32 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。

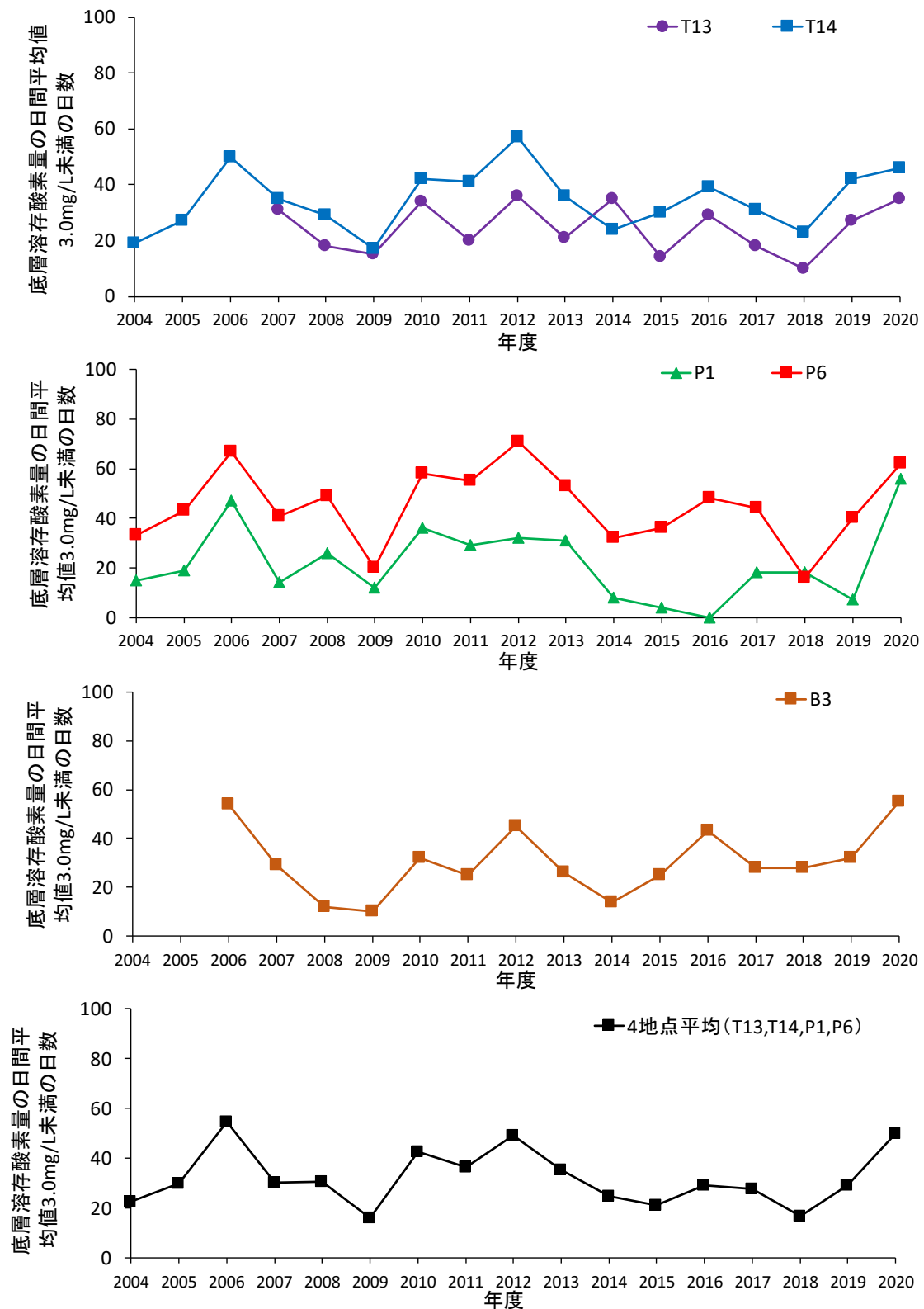


注) 1.各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 2.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。

2.4 地点平均 (T13,T14,P1,P6) の 2004 (平成 16) 年～2006 (平成 18) 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。

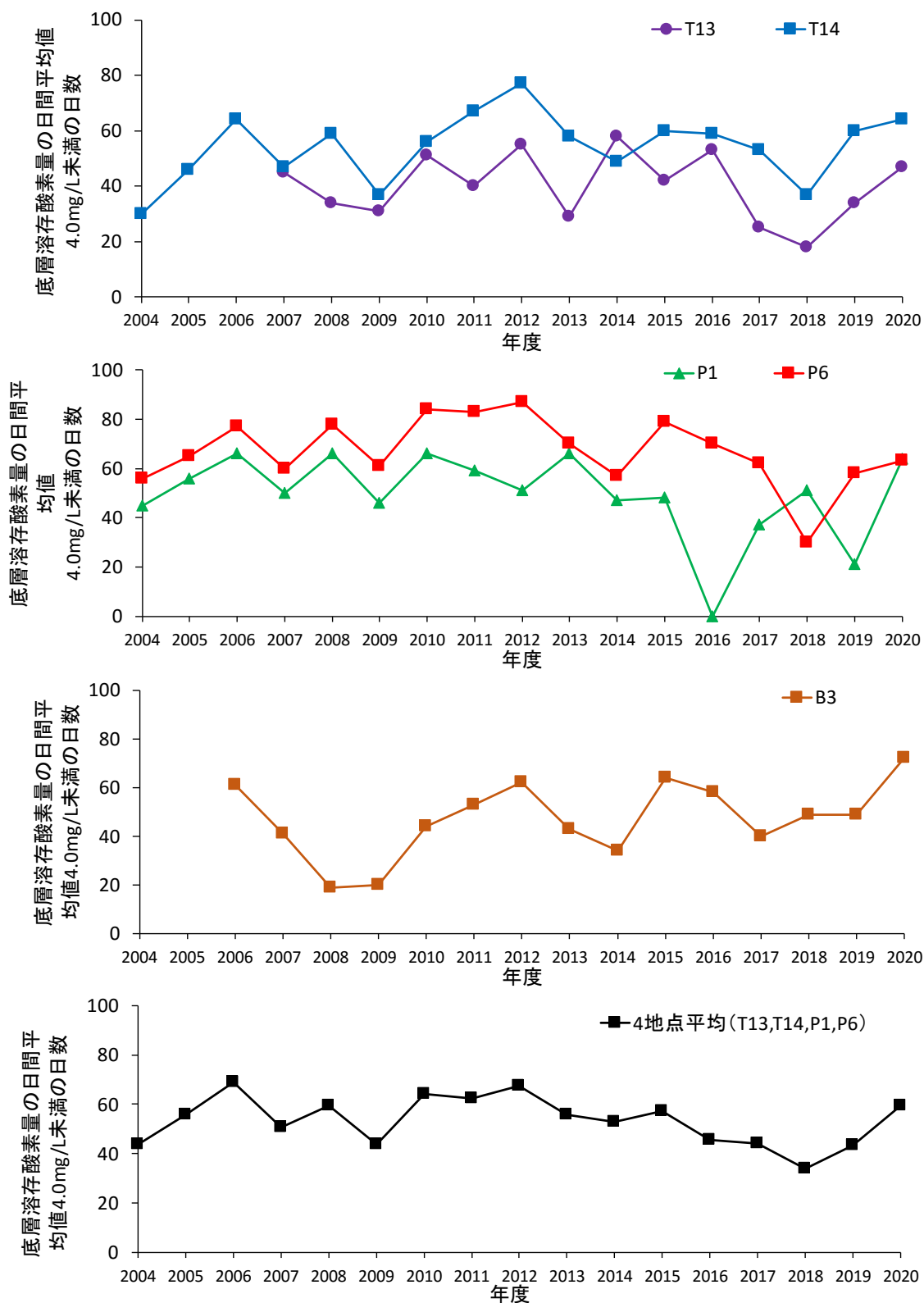


注) 1.各年度、各地点の底層溶存酸素量の日平均値が 3.0mg/L 未満となった日数を記載している。なお、観測期間は 6～9 月を中心に行われており、詳細な観測日数は各年度、各地点により異なる。

2.4 地点平均 (T13,T14,P1,P6) の 2004(平成 16) 年～2006(平成 18) 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(平成 16)年～2006(平成 18)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 箇所では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(平成 2)年～2019(令和元)年の 30 年間にわたる 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 2.6.2-1 に示す。

河川からの大規模出水が底層溶存酸素量の動態に与える影響については、有明海における流体力学モデルと低次生態系モデルを用いた解析によって、大規模出水の総流量が多いと貧酸素状態の継続日数が長くなること等が示唆されている¹⁾。「2.2 河川からの土砂流入」に記載のとおり、近年、九州北部地方では大雨に伴う大規模な出水が発生しており、貧酸素水塊の発生との関連についても、今後の調査研究が必要である。

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様式図が示された(図 2.6.2-2)。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²⁾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²⁾、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³⁾、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。

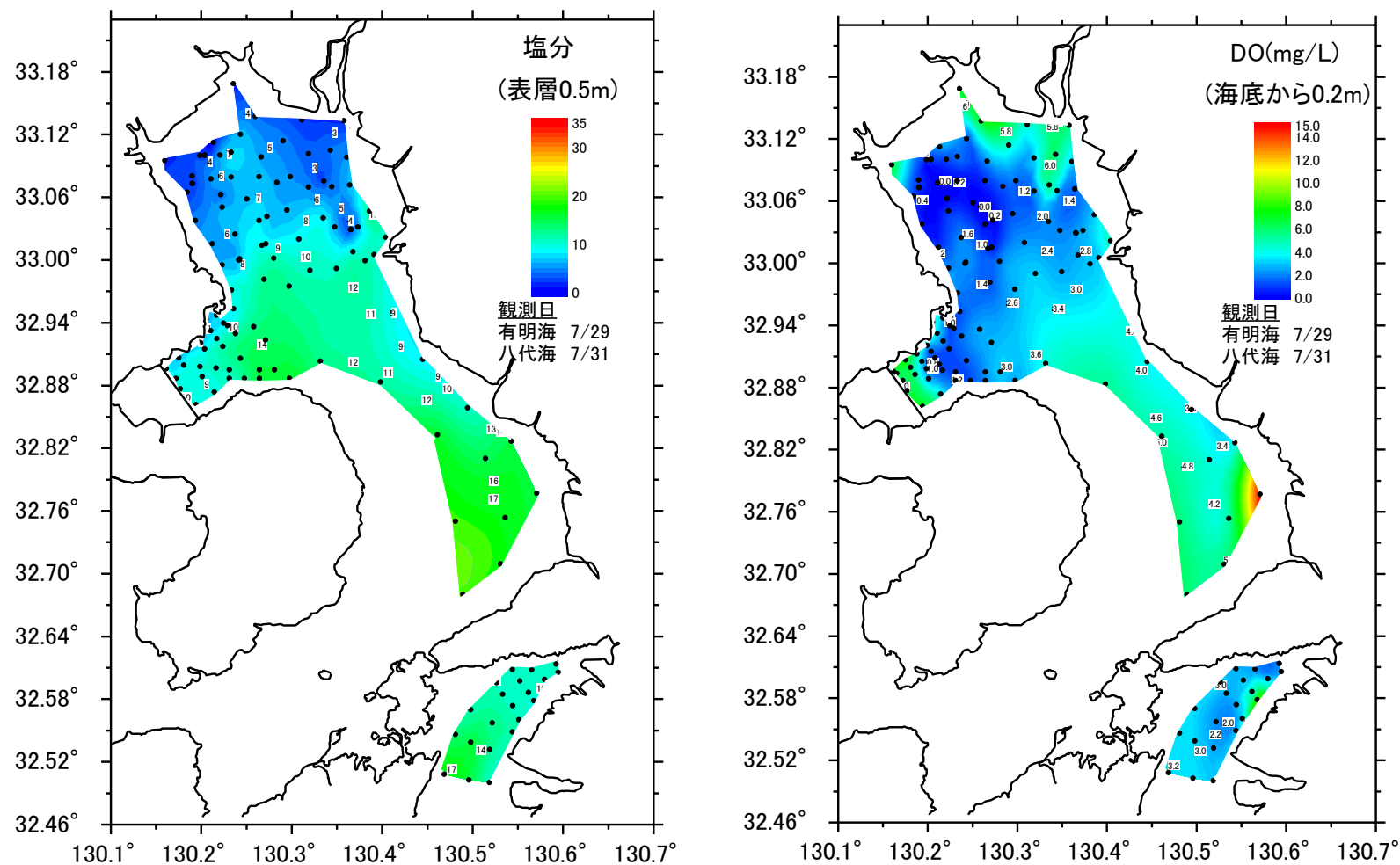


図 2.6.2-1 有明海及び八代海における表層塩分と底層溶存酸素濃度の分布(有明海:2020(令和2)年7月29日、八代海7月31日)

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

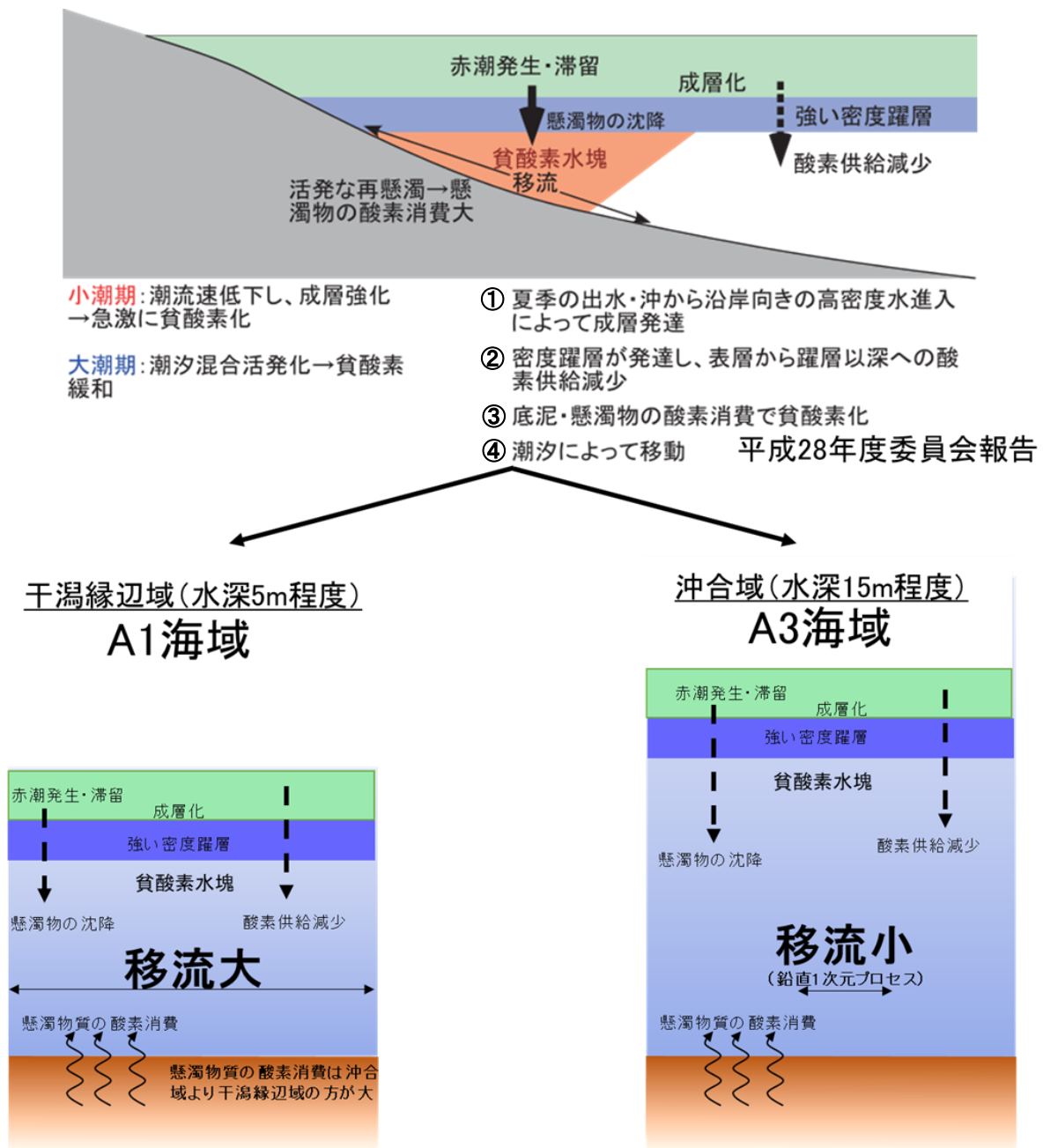


図 2.6.2-2 有明海湾奥部における貧酸素水塊発生の様式図

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」

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⁴⁾。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⁵⁾。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⁶⁾、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が検討されている。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⁷⁾)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⁸⁾、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⁸⁾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。

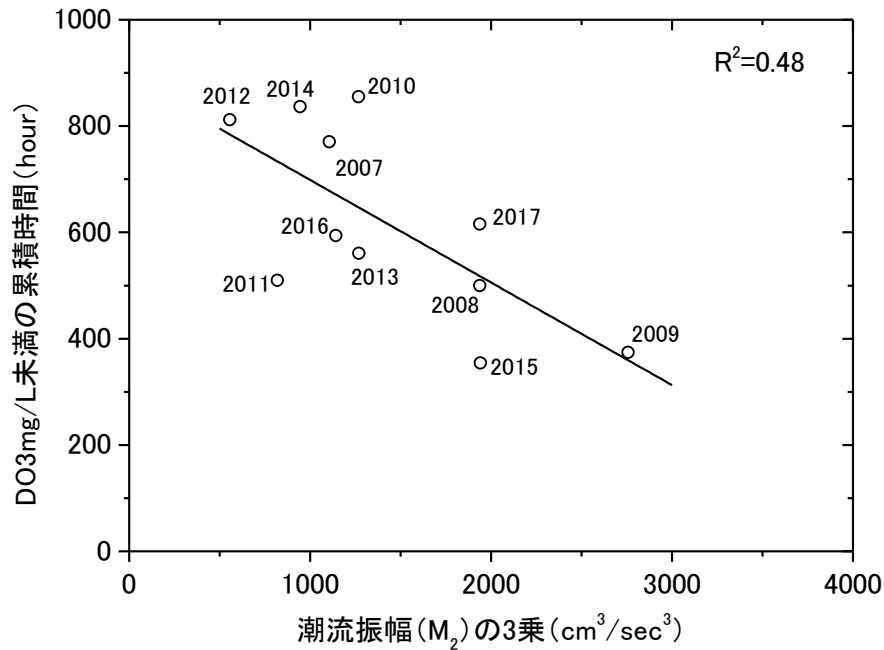


図 2.6.4-1 干潟縁辺域(T13)における底層潮流振幅の 3 乗と 7 月～9 月における DO3mg/L 未満の累積時間との関係

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

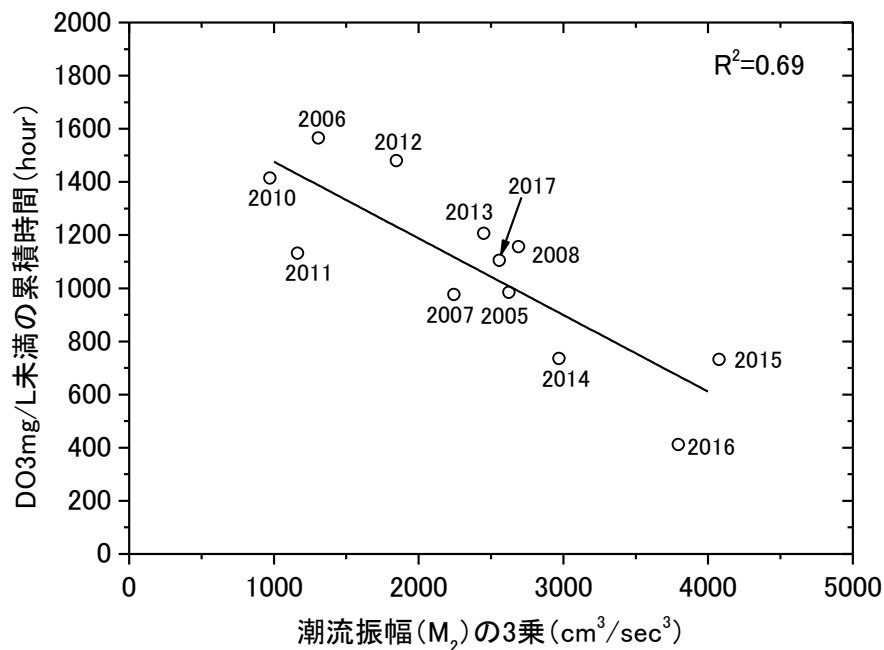
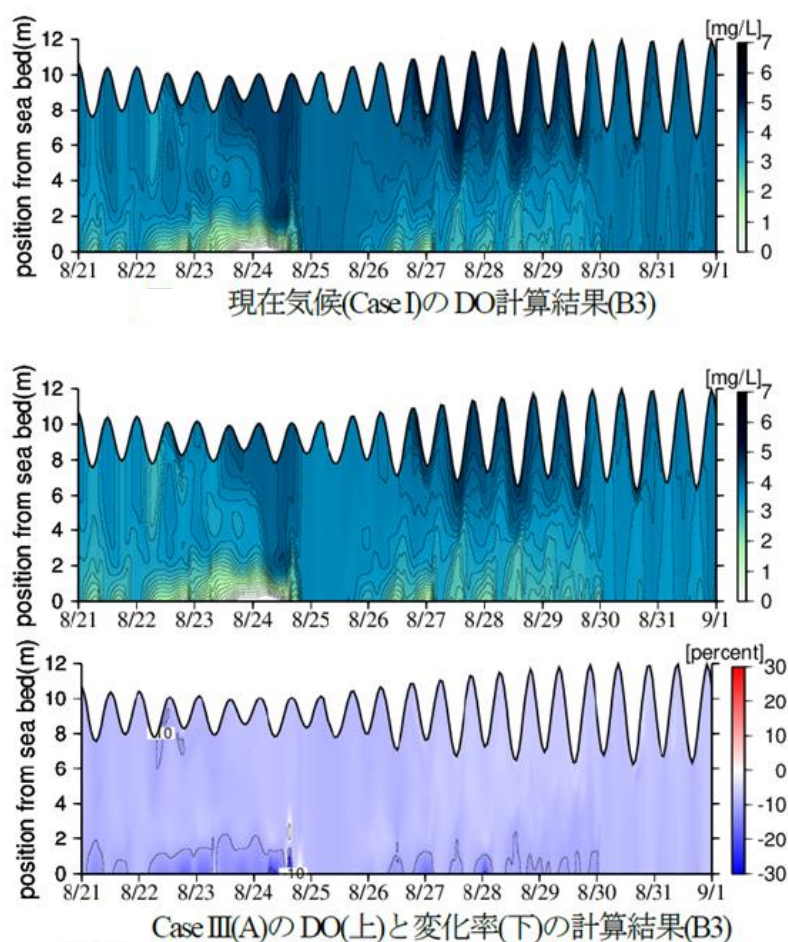


図 2.6.4-2 沖合域(P6)における底層潮流振幅の 3 乗と 7 月～9 月における DO3mg/L 未満の累積時間との関係

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)	Case III (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(平成 27)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(昭和 47)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 箇所では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。

河川からの大規模出水が底層溶存酸素量の動態に与える影響については、有明海における流体力学モデルと低次生態系モデルを用いた解析によって、大規模出水の総流量が多いと貧酸素状態の継続日数が長くなること等が示唆されている。近年、九州北部地方では大雨に伴う大規模な出水が発生しており、貧酸素水塊の発生との関連についても、今後の調査研究が必要である。

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、渦鞭毛藻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、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)の累積時間と、潮流の状況を示す底層流速から評価した M_2 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。

有明海を対象とした疑似温暖化実験では、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) Lin HAO, Yuya SATO, Shinichiro YANO, Bing XIONG, Baixin CHI (2021) : Effects of Large-Scale Effluent of the Chikugo River due to 2020 Kyushu Floods on the Development of Hypoxia in the Ariake Sea, 土木工学会論文集 B2(海岸工学), Vol.77, No.2, pp.865-870
- 2) 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
- 3) 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
- 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, 高巢裕之 (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 Yukihiro 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おり、近年ではブルーカーボンとしての役割も期待されている。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、我が国固有数の渡り鳥の中継地又は越冬地ともなっており、一部の干潟は、シギ・チドリ類等が数多く飛来する重要な場として、ラムサール条約登録湿地となっている。

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([データ集 2.7.1](#))。

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。

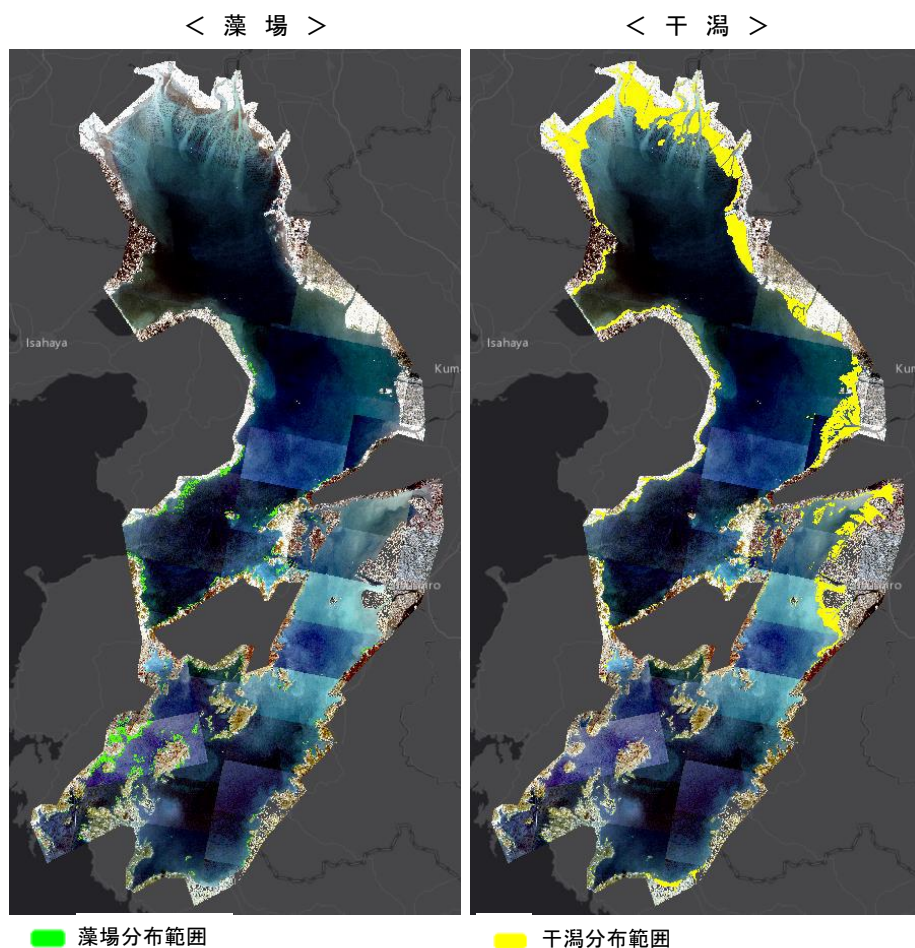


図 2.7.1-1 有明海・八代海における藻場・干潟分布図(左:藻場、右:干潟)

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、有明海・八代海の藻場・干潟の経年的な分布状況の把握は、これまで第 2 回、第 4 回及び第 5 回の自然環境保全基礎調査で行われてきたが、近年における藻場・干潟の分布状況を把握するためには、これら既往調査(自然環境保全基礎調査)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・干潟の分布状況の調査が行われた。これまでの調査結果は表 2.7.1-2 に示すとおりである。なお、ヒアリング調査結果は、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。

変動の要因としては、漁業管理や再生活動等(藻場)、土砂堆積(干潟)、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 藻場・干潟の面積にかかる調査結果

海域		既往知見			ヒアリング調査 (ha)
		第 2 回自然環境 保全基礎調査 (ha)	第 4 回自然環境 保全基礎調査 (ha)	第 5 回自然環境 保全基礎調査 (ha)	
		1978 (昭和 53) 年度	1989 (平成元) ~1991 (平成 3) 年度	1997 (平成 9) 年度	
藻場	有明海	1,186	880	786	863
	八代海	460	453	521	645
藻場合計		1,647	1,333	1,308	1,508
干潟	有明海	18,887	18,009	17,765	18,819
	八代海	2,746	2,687	2,661	2,794
干潟合計		21,633	20,696	20,606	21,613

注)1.第 2 回及び第 4 回自然環境保全基礎調査は水深 20mまでの結果であり、第 5 回自然環境保全基礎調査は水深 10mまでの結果である。

2.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。

3.上表の藻場・干潟の面積は、2018(平成 30)年度から 2019(令和元)年度に実施したヒアリング調査と同じ範囲のみを対象に整理した面積であり、平成 28 年度委員会報告に記載されている面積とは異なることに留意が必要である。

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

コメントの追加 [A1]: 意見 17、18

また、有明海に注ぐ熊本市の白川や、八代海に注ぐ宇城市の大野川の河口域の干潟で、特定外来生物である *Spartina* 属植物によるコロニー形成が確認されている。この *Spartina* 属植物による群落はその密度の高さと成長の速さから、干潟を草原化・陸地化することが危惧されており¹⁾、専門家、国、県、関係市等が連携して、2015(平成 27)年から防除が行われている。

なお、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

日本の沿岸には毎年、多くのごみが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、生物の生息環境を含めた海洋環境の保全、港湾・漁港施設や海岸保全施設の適正な管理、航行船舶の安全確保等の観点から、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）。

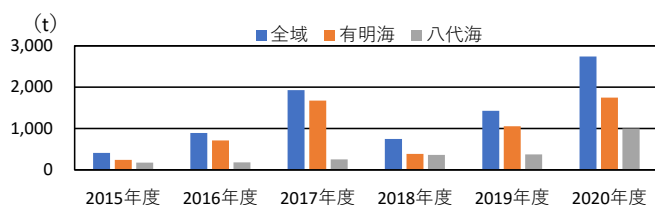


図 2.7.2-1 有明海・八代海における海洋ごみの回収量の推移

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372m³、八代海で1,734m³のごみが回収された（図2.7.2-2）。

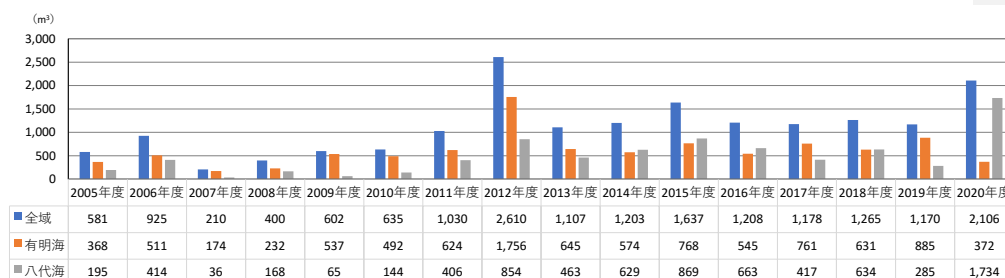


図 2.7.2-2 有明海・八代海における国の海洋環境整備船(海輝・海煌)によるごみ回収量の推移

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 [HP](#)より作成

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」「がなりゅう」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2020（令和2）年7月4日～31日に実施され、当該28日間で15,883m³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（令和2）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おり、近年ではブルーカーボンとしての役割も期待されている。

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)年度において有明海・八代海の一部エリアを対象にヒアリング調査が実施されたが、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。変動の要因としては、漁業管理や再生活動等(藻場)、土砂堆積(干潟)、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。

熊本市及び宇城市の河川河口域では、外来特定生物の *Spartina* 属植物による干潟の草原化が危惧されており、専門家、国、県、関係市等が連携して、2015(平成 27)年から防除が行われている。

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、生物の生息環境を含めた海洋環境の保全、港湾・漁港・海岸保全施設の適正な管理、航行船舶の安全確保のために、引き続き連携した取組が必要である。

参考文献

- 1)玉置雅紀, 瀧崎吉伸(2015):国内における *Spartina* 属植物の侵入実態とその影響, 水環境学会誌, Vol.38(A), No. 2, pp.61-66

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(平成 10)年頃から、八代海では 1998(平成 10)～2000(平成 12)年頃から赤潮の発生件数が増加しており、2000(平成 12)～2020(令和 2)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(昭和 45)～1980(昭和 55)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(平成 10)～2000(平成 12)年以降は、着色現象の程度によらず、ノリの色落ちなどの漁業被害が報告されるようになり、これらの現象も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ている。またため、あわせて赤潮の調査に係る体制の強化や頻度の増加、原因となる珪藻類の優占種ごとに発生件数をカウントするなど報告の精緻化が図られている。このため、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から、過去の数値と単純比較できない点に留意する必要がある。

コメントの追加 [A1]: 意見 19～24

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(データ集 2.1.3 は資料編に記載)は、直近 5 年間(2014(平成 26)～2019(令和元)年度)は 1975(昭和 45)～1980(昭和 55)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(平成 26)～2019(令和元)年度)は 1975(昭和 45)～1980(昭和 55)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(平成 2)年代中頃から増加し 2006(平成 18)、2009(平成 21)年度頃に最大となり、直近 5 年間は 1975(昭和 45)～1980(昭和 55)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(平成 10)年以降増加し、1997(平成 9)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(平成3)年に9件、1990(平成2)年と1993(平成5)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(平成28)年～2020(令和2)年にかけて赤潮発生はみられなかった。

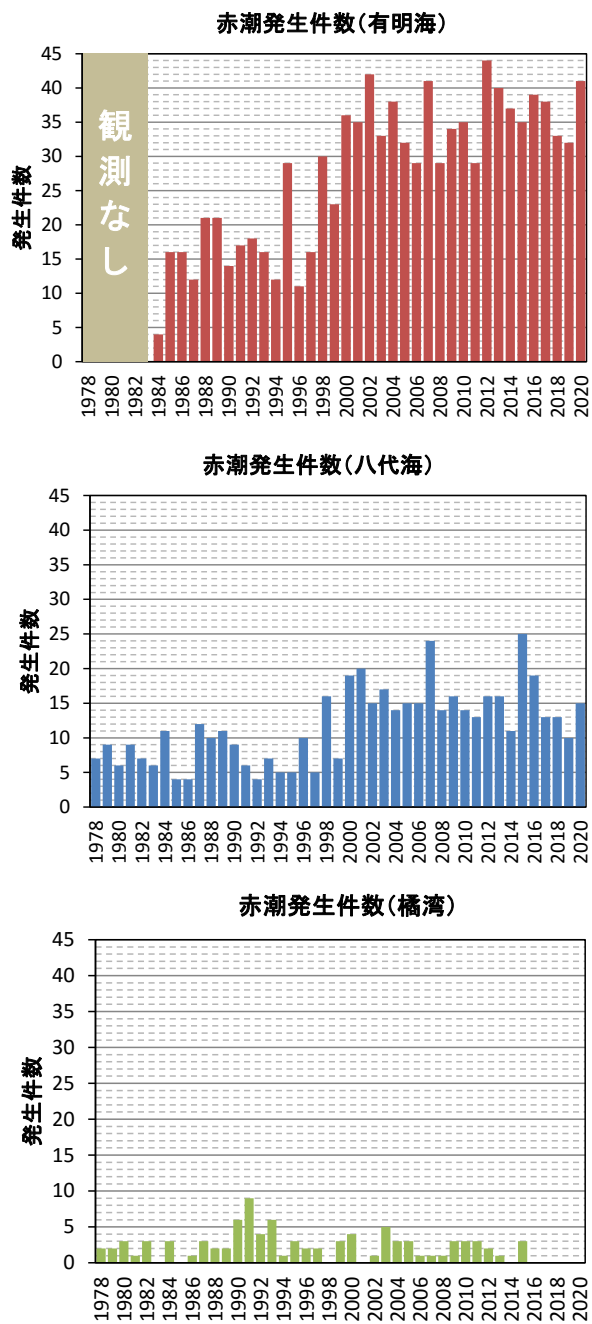


図 2.8.1-1 有明海、八代海及び橘湾における赤潮発生件数の推移

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。