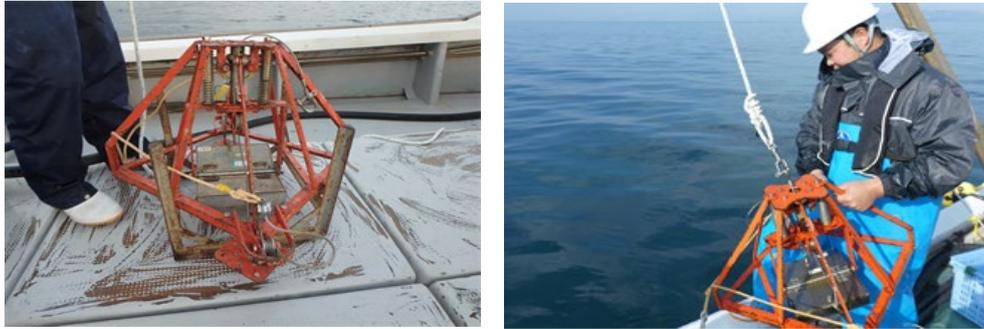


1 3.5 底質

2 3.5.1 底質の分布状況と経年変化

3 有明海・八代海・橘湾における底質について、スミスマッキンタイヤ型採泥器(採泥面
4 積 0.05m²)を用いて 3 回採取し、混合試料を分析した(付図 3.5.1-1)。調査項目及び
5 分析方法は付表 3.5.1-1 に、調査地点を付図 3.5.1-2 に示す。



14 付図 3.5.1-1 底質採取状況等

15 出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

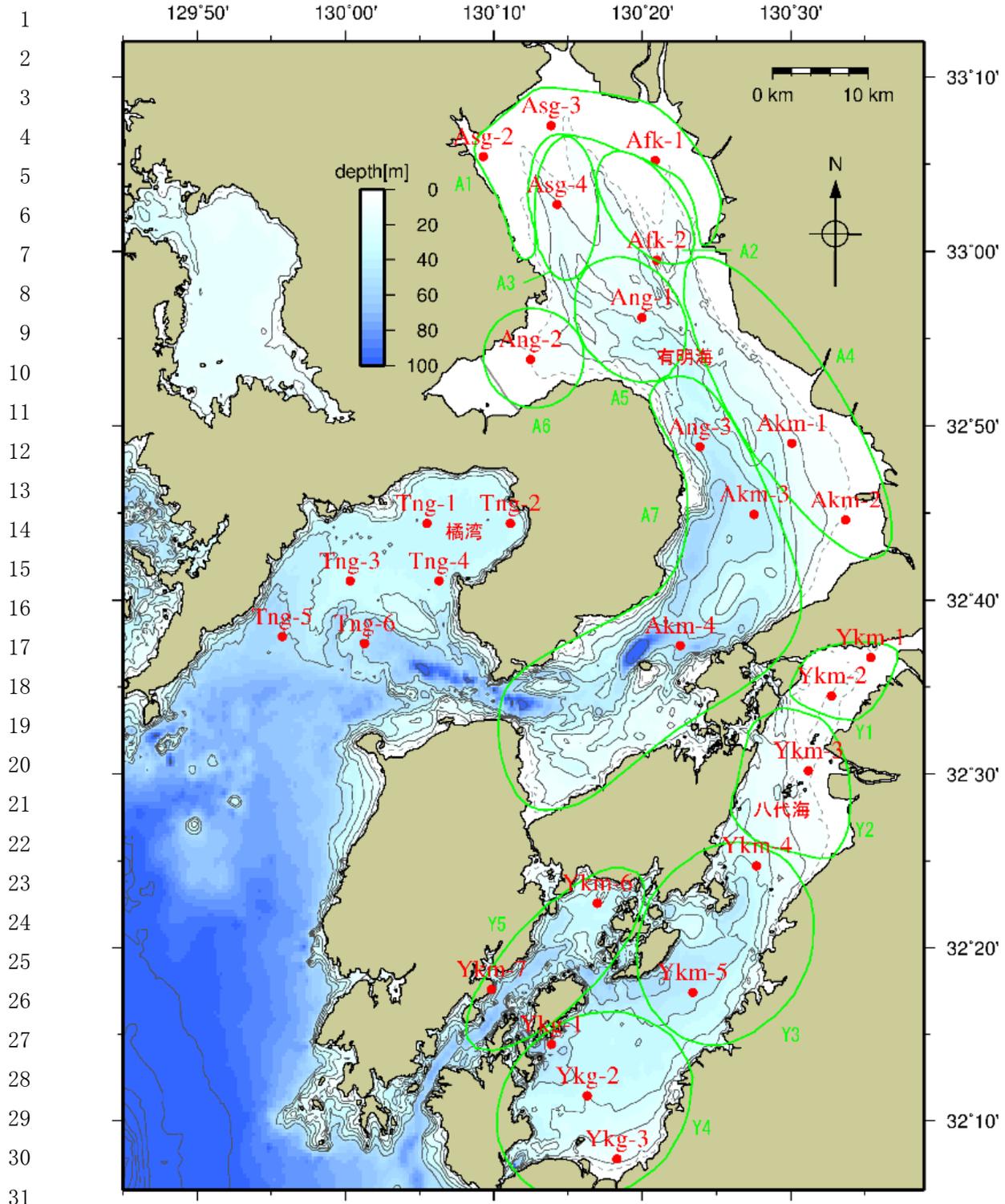
16 付表 3.5.1-1 底質の調査項目及び分析方法

17

| 調査項目 | 調査・分析方法 |
|----------------|---------------------------------------|
| 泥色 | 標準土色帳による目視観察 |
| 性状 | 現場における目視観察 |
| 泥温 | 棒状温度計又は電気温度計 |
| 粒度組成 | JIS A 1204 (2020) |
| 含水率 | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 3 |
| pH | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 4 |
| 酸化還元電位 | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 5 |
| 強熱減量 | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 2 |
| 化学的酸素要求量 (COD) | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 7 |
| 全窒素 (T-N) | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 8. 1 |
| 全りん (T-P) | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 9. 1 |
| 硫化物 (T-S) | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 6 |
| 全有機炭素 (TOC) | 「底質調査方法」(平成 24 年 8 月 環境省) II. 4. 10 |

18 出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

19



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 |

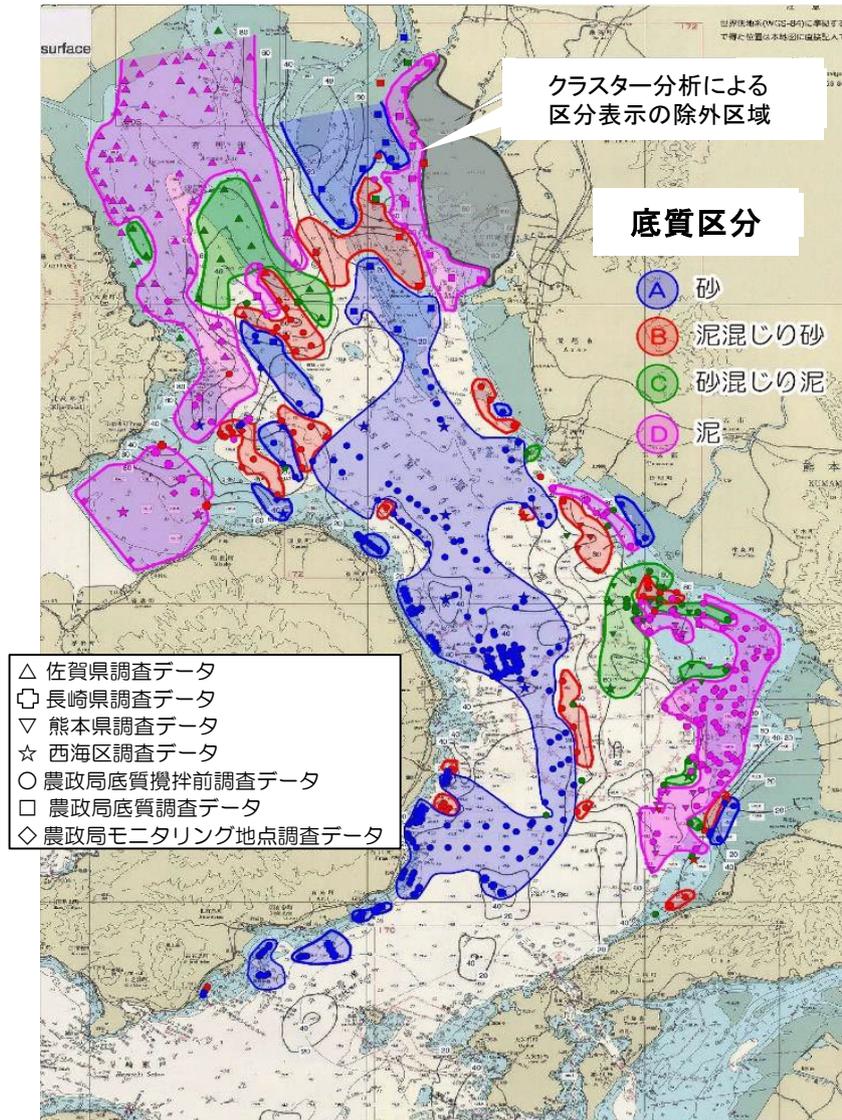
付図 3.5.1-2 有明海・八代海・橘湾における底質の調査地点

1 (1) 有明海の底質の分布状況と経年変化

2 ア) 底質の分布状況

3 有明海の底質の分布状況は、複雑な様相を呈しているため一概には言えないが、湾
4 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
5 砂あるいは泥混じり砂が広がっている¹⁾(付図 3.5.1-3)。

6 平成 28 年度委員会報告及び中間取りまとめで報告された 2014 年及び 2019 年の調
7 査結果と比較して、底質の分布状況に大きな変化はみられていない。



9
10
11 付図 3.5.1-3 有明海の底質特性格別海底質区分図(2023 年)

12 出典:環境省(2024)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第 14 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

13
14
1) 環境省(2024)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第 14 回海域環境再生方策検討作業小委員会資料」

1 イ) 底質分布の経年変化

2 有明海の底質の粒度組成をみると、主に湾奥部、諫早湾、中央東部において粘土・
3 シルト分が占める割合が高く、湾中央部や湾口部では粒径の大きい底質が占めており、年
4 ごとの変動はあるものの、大きな変動はみられていない(付図 3.5.1-7)。

5 底質の COD、T-N、T-P については、年ごとに変動はみられるものの、概ね湾奥部で
6 高く、湾中央部や湾口部で低い(付図 3.5.1-7～付図 3.5.1-10)。

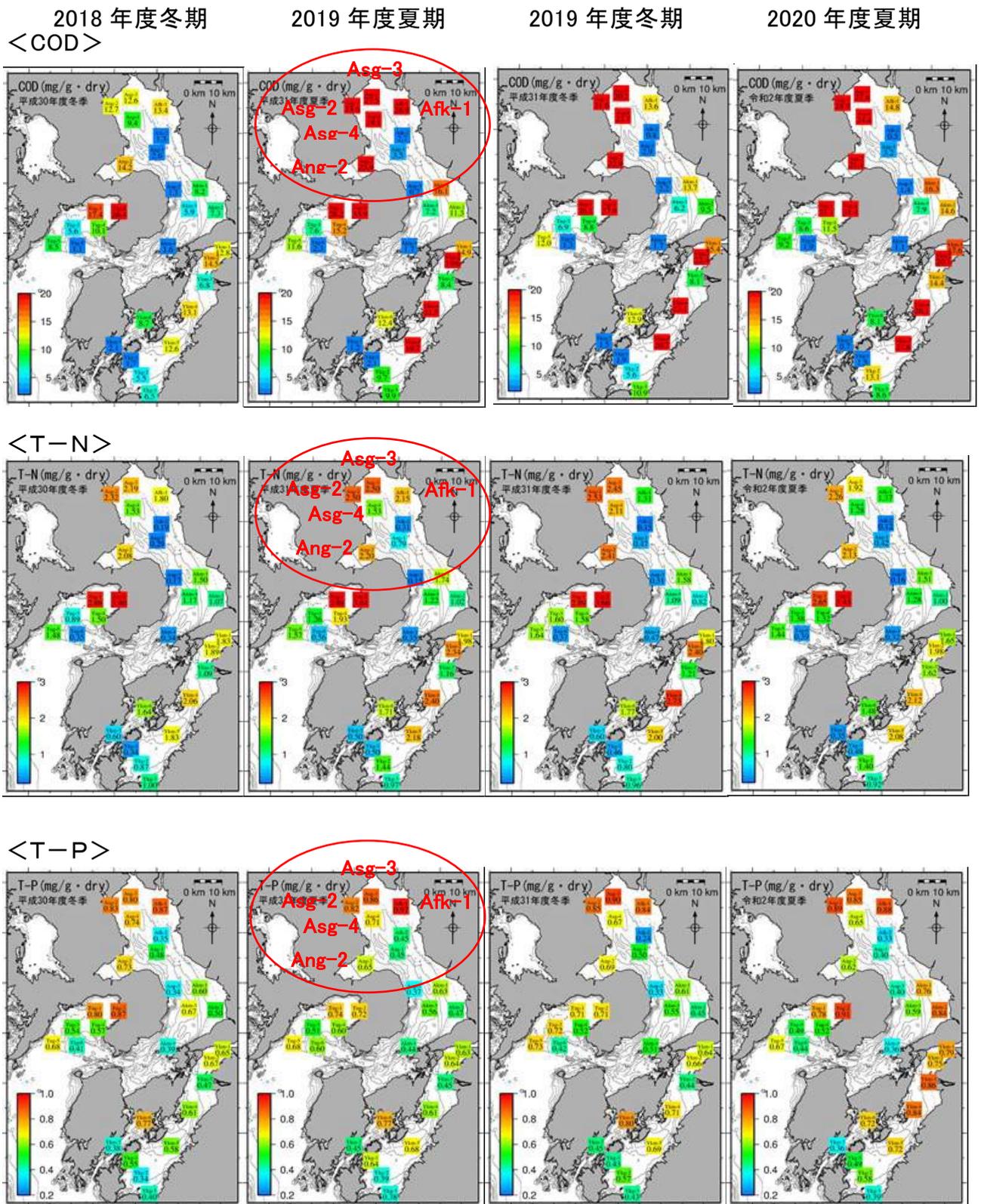
7 底質に大きな変動がみられた時期として、2019 年度夏期が挙げられ、湾奥部 A1 海
8 域(Afk-1、Asg-2、Asg-3)、湾奥西部 A3 海域(Asg-4)、諫早湾 A6 海域(Ang-2)で、
9 COD が大きく増加し(付図 3.5.1-4)、以降、調査時期ごとに増減はあるものの、増加傾
10 向は継続していた。なお、T-N、T-P が同時に高くなった地点もみられ、その後は概ね横
11 ばい傾向で推移している。

12 また、2023 年度夏期には、中央東部 A4 海域(Akm-2)において、COD、T-N、T-P が
13 大きく増加し、同時に粒度組成の粘土・シルト分の割合も上昇しており、2024 年度冬期
14 の段階でも高い値で推移している(付図 3.5.1-5)。

15 海底堆積物中の珪藻の休眠期細胞の変化等(平成 28 年度委員会報告 図 3.5.3)
16 からも環境変化の開始時期が推定されており、有明海の富栄養化は 1950 年～1960
17 年頃から顕著に進行していると報告されている²⁾。底質の COD、T-N、T-P 濃度が比
18 較的高い海域である熊本沖では、潮目のところで硫化水素臭を伴う泥が 20mm～30mm
19 堆積している(平成 28 年度委員会報告 図 3.5.4)。堆積速度は年間約 1mm と推定
20 されており³⁾、それに基づくと、底質の変化は 1970 年～1980 年頃から始まったと推察
21 される。

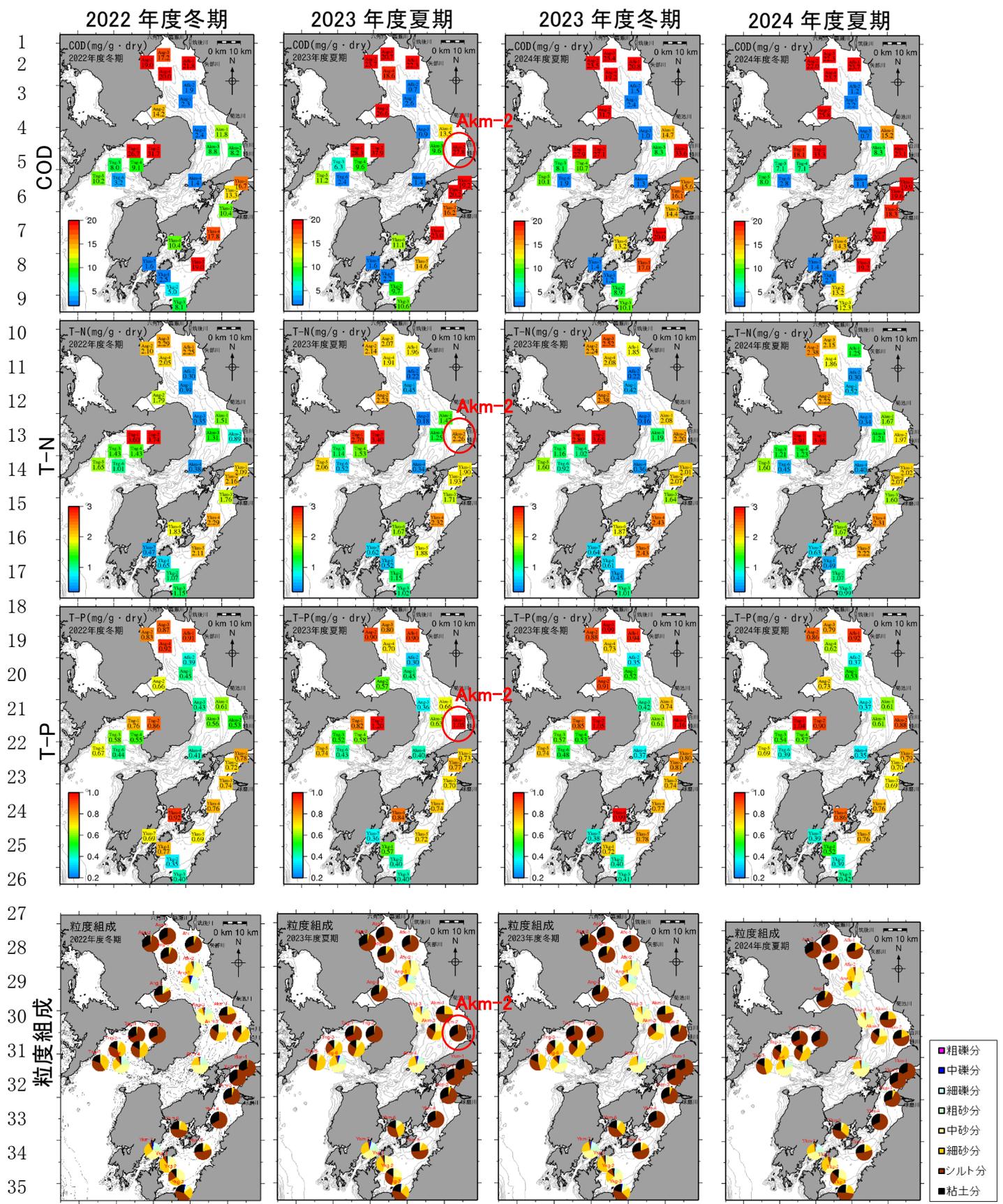
2) 滝川清(2005)「第14 回有明海・八代海総合調査評価委員会資料-3有明海・八代海の底質環境について」

3) 滝川ら(2005)「有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物分布特性」海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.956-960



付図 3.5.1-4 有明海で底質に大きな変動がみられた際(2019 年度夏期)の
水平分布(2018 年度冬期~2020 年度夏期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



付図 3.5.1-5 有明海で底質に大きな変動がみられた際(2023 年度夏期)の
水平分布(2022 年度冬期~2024 年度夏期)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

1
2 **(2) 八代海の底質の分布状況と経年変化**

3 八代海の底質の粒度組成は、主に湾奥部や湾央部で粘土・シルト分が占める割合が
4 高く、湾口部では粒径の大きい底質が占めており、年ごとの変動はみられるものの、大き
5 な変動はみられていない(付図 3.5.1-7)。

6 底質の COD、T-N、T-P については、年ごとに変動はみられるものの、概ね湾奥部や
7 湾央部で高く、湾口部で低い(付図 3.5.1-8～付図 3.5.1-10)。

8 八代海の球磨川河口部 Y2 海域(Ykm-3)では、2020 年度夏期以降、粒度組成の粘
9 土・シルト分の割合、COD、T-P が高い値で推移しており、これは 2020 年 7 月の球磨川
10 の大出水による影響と考えられる(付図 3.5.1-6)。COD は 2022 年度冬期には一旦減
11 少したものの、翌 2023 年度夏期以降は高い値で推移している。粘土・シルト分と T-P は
12 継続して高い値で推移しており、出水の影響との関連が示唆される。

13 また、2020 年度夏期には、Y2 海域周辺の Y1、Y3 海域の T-P も増加しており、2024
14 年度冬期の段階でもやや高い値で推移している。

15 なお、八代海湾奥部 Y1 海域(Ykm-1、Ykm-2)及び湾央部 Y3 海域(Ykm-4、Ykm-5)
16 では、2012 年度頃から比較して COD が増加したが、2021 年度頃から大きな変動はみ
17 られていない。

18
19 **(3) 橘湾の底質の分布状況と経年変化**

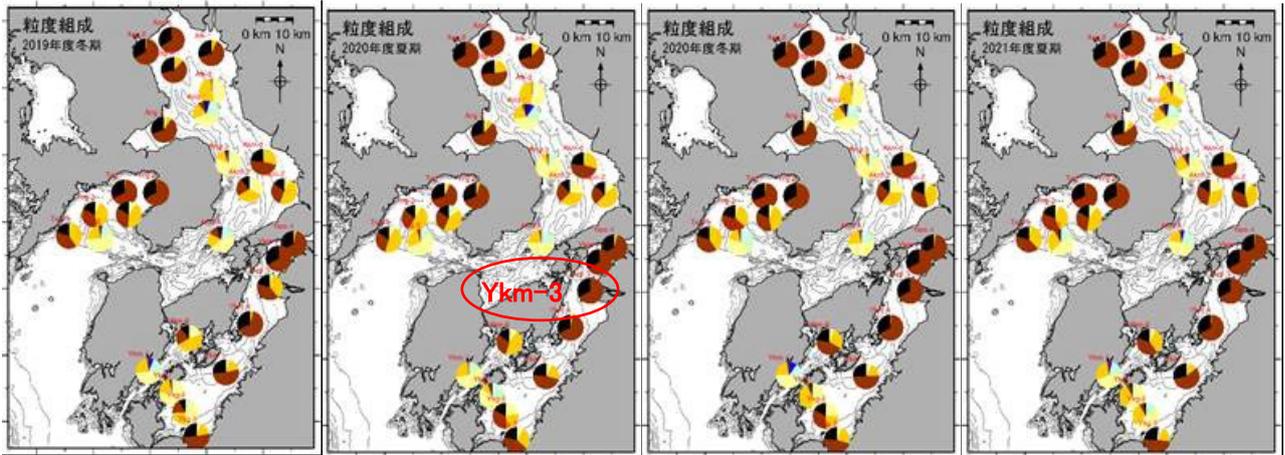
20 橘湾の底質の粒度組成については、湾奥部から湾西部の沿岸部で粘土・シルト分が
21 占める割合が高く、湾東部では粒径の大きい底質が占めており、大きな変動はみられて
22 いない(付図 3.5.1-7)。

23 底質の COD、T-N、T-P については、概ね湾奥部で高く、湾西部や湾東部で低い。
24 また、これらに大きな変動はみられていない(付図 3.5.1-8～付図 3.5.1-10)。

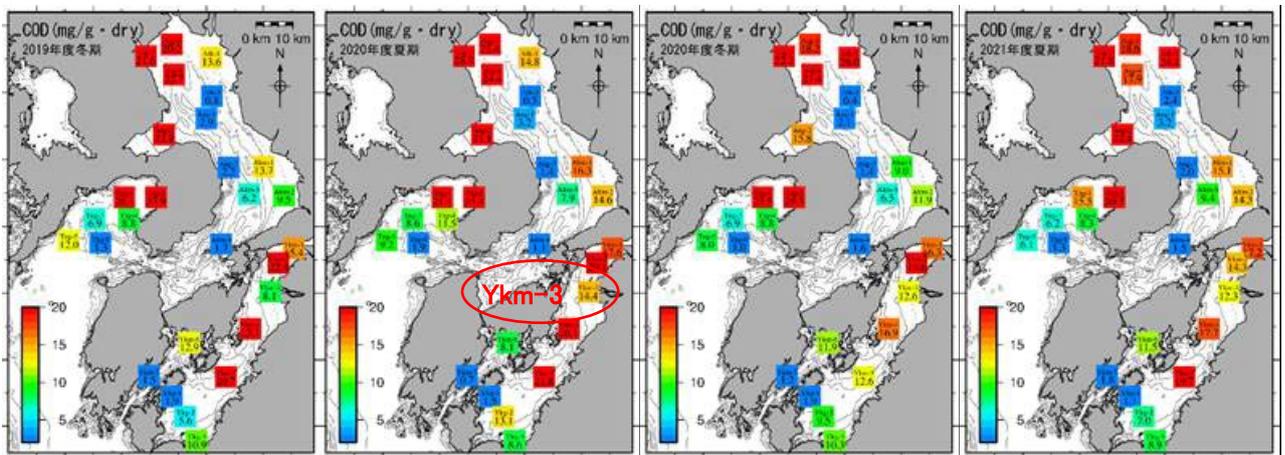
25
26 **(4) その他の海域**

27 牛深町周辺の海面については、底質のデータがない。
28
29
30
31
32

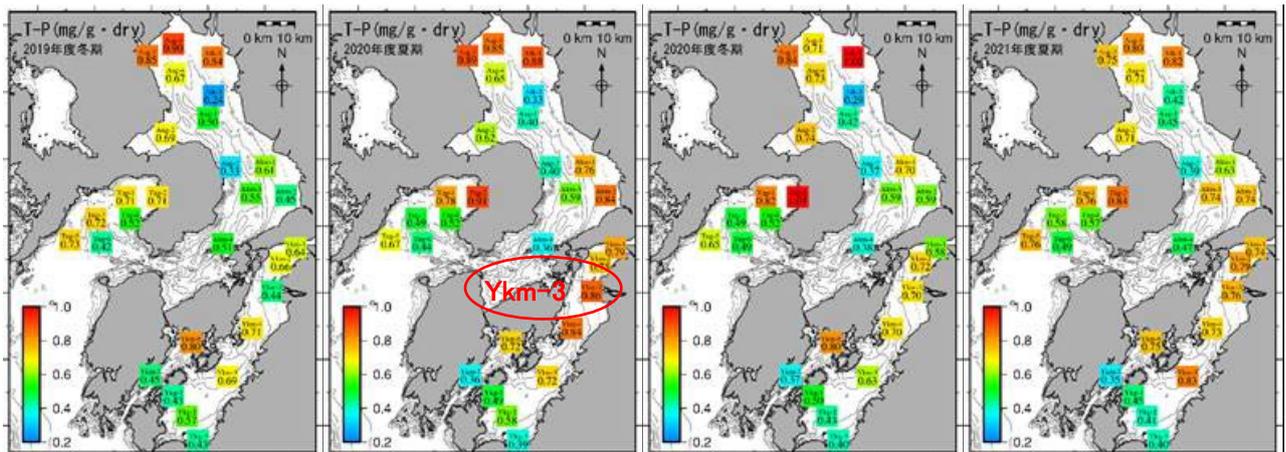
1 2019年度冬期 2020年度夏期 2020年度冬期 2021年度夏期
 2 <粘土・シルト分の割合>



13 <COD>

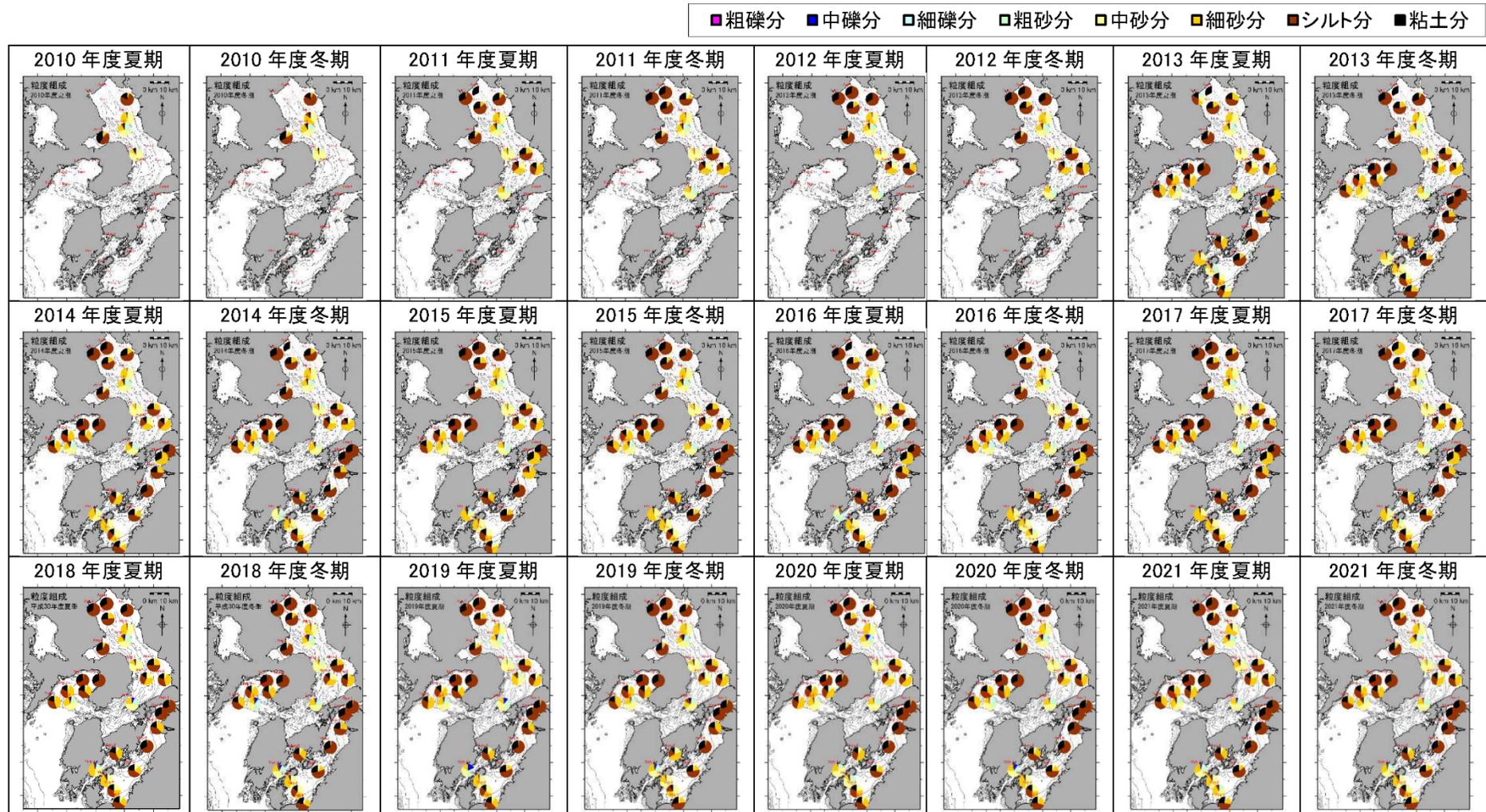


24 <T-P>



34
35 付図 3.5.1-6 八代海で底質に大きな変動がみられた際(2020年度夏期)の水平分
36 布(2019年度冬期~2021年度夏期)

37 出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

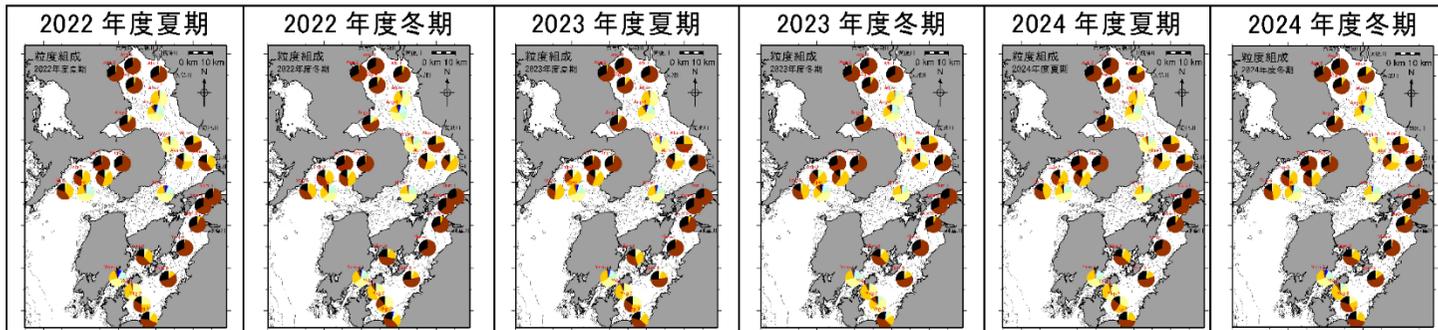


注) 粒度組成は2010年度以降の調査結果を表示。

付図 3.5.1-7(1) 底質の粒度組成の水平分布(2010年度～2024年度)

出典: 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

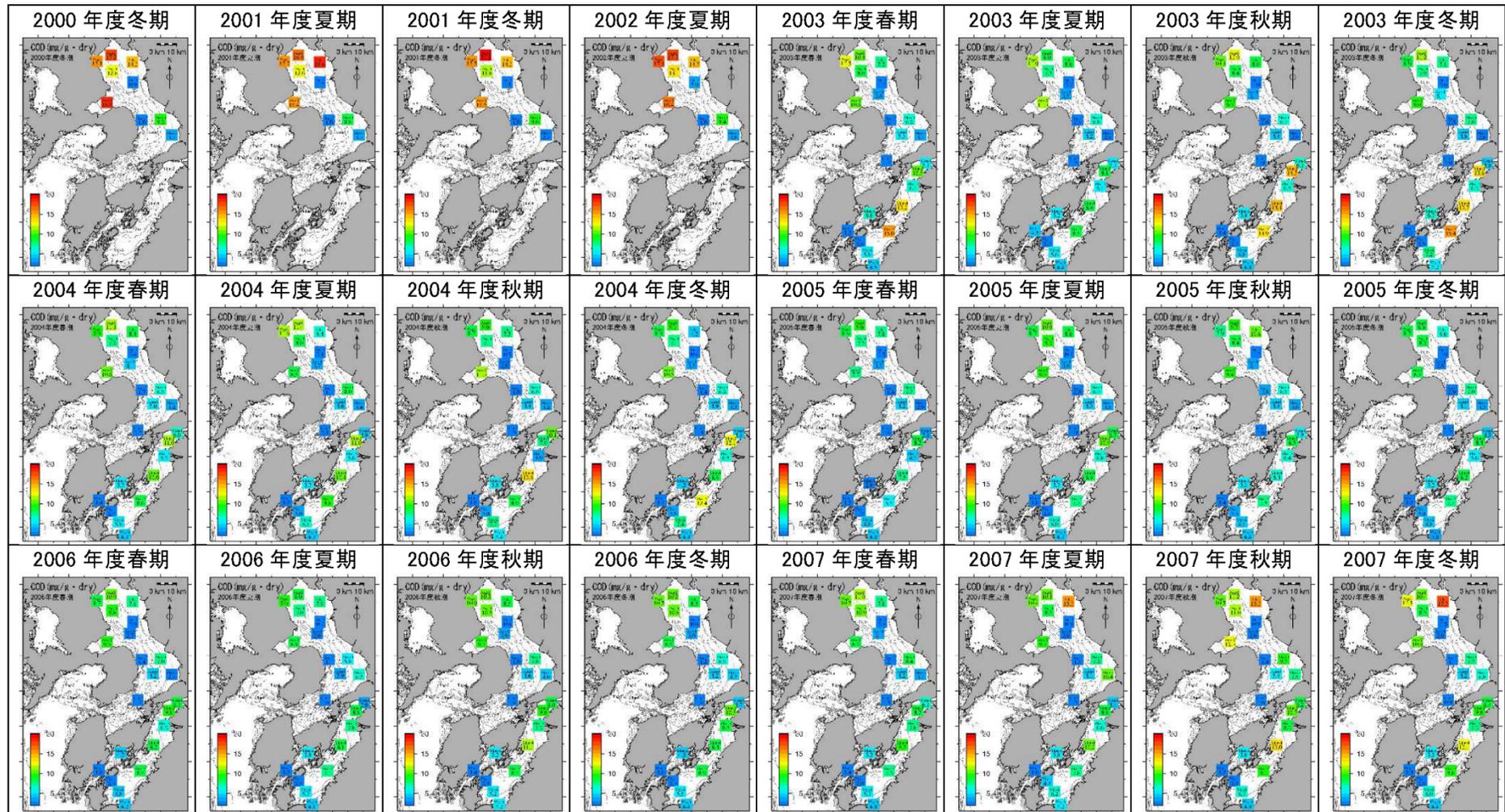
■粗礫分
 ■中礫分
 □細礫分
 □粗砂分
 □中砂分
 ■細砂分
 ■シルト分
 ■粘土分



注) 粒度組成は 2010 年度以降の調査結果を表示。

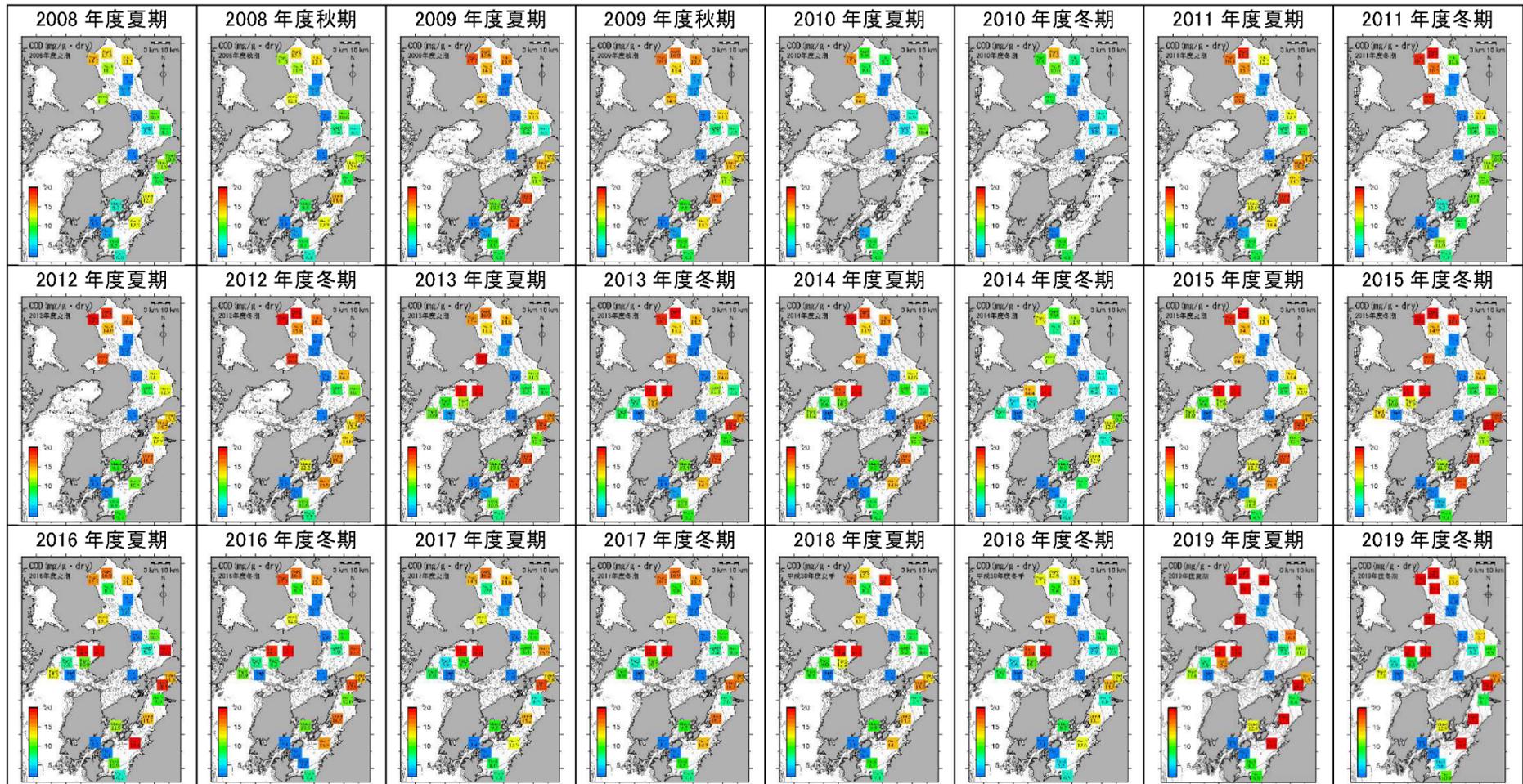
付図 3.5.1-7(2) 底質の粒度組成の水平分布(2010 年度～2024 年度)

出典: 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



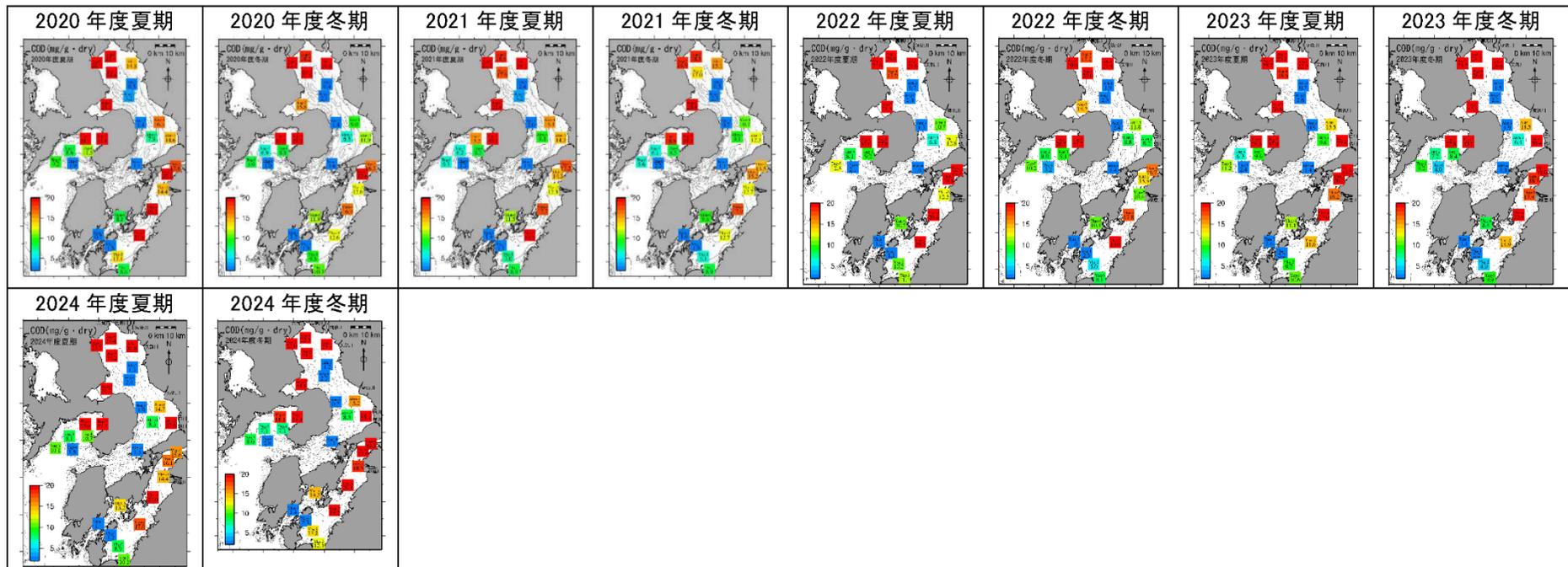
付図 3.5.1-8(1) 底質(COD)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典: 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



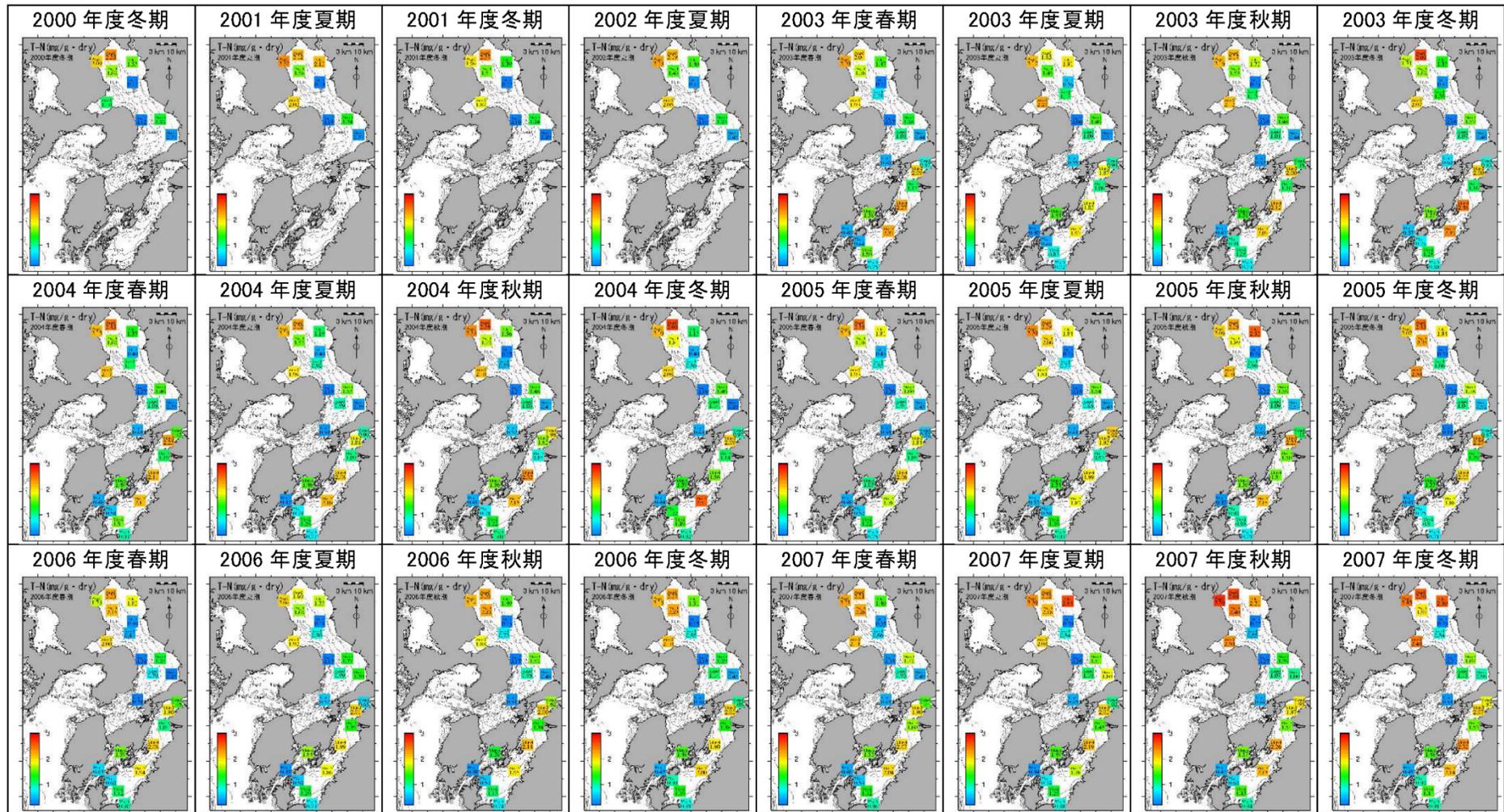
付図 3.5.1-8(2) 底質(COD)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



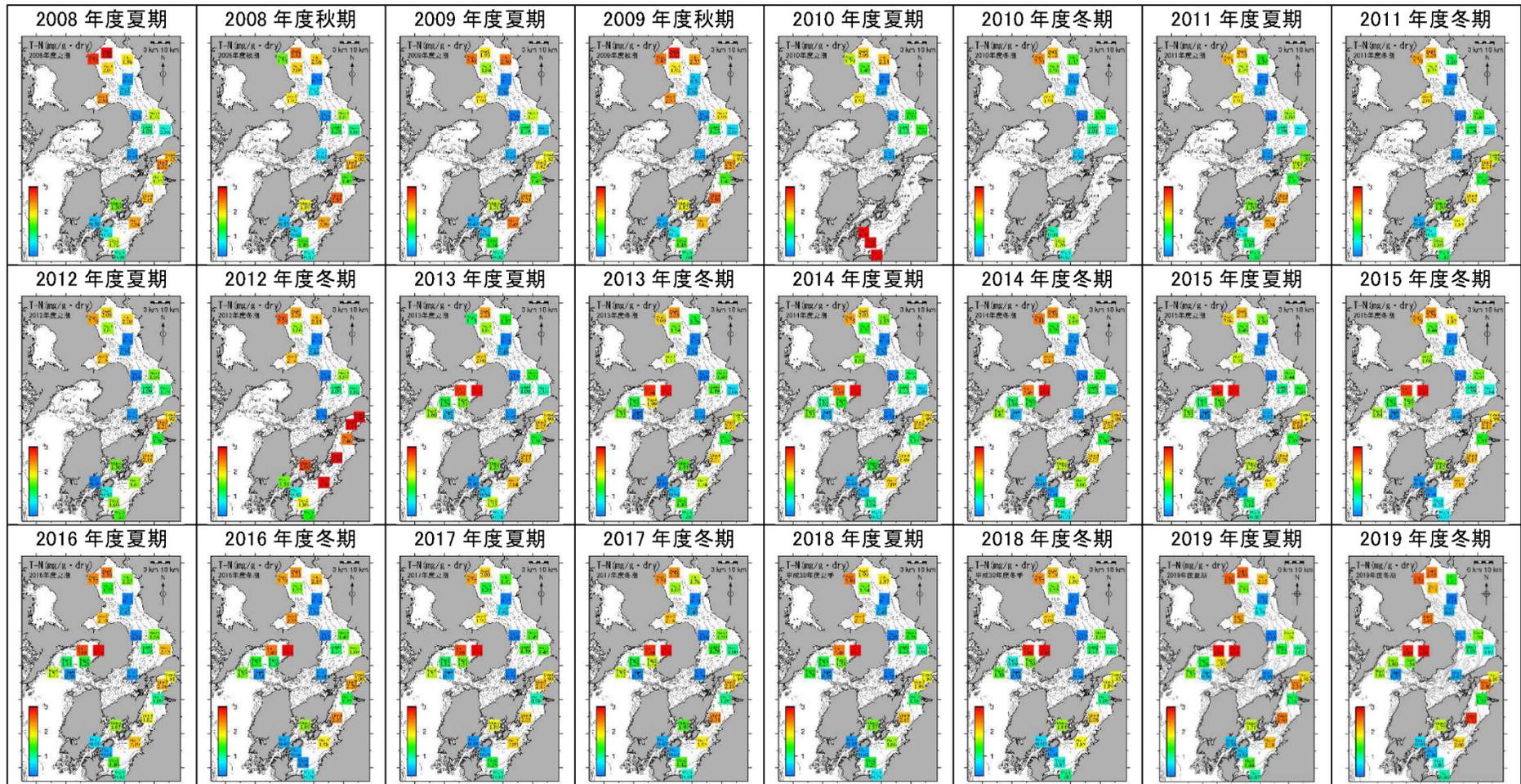
付図 3.5.1-8(3) 底質(COD)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



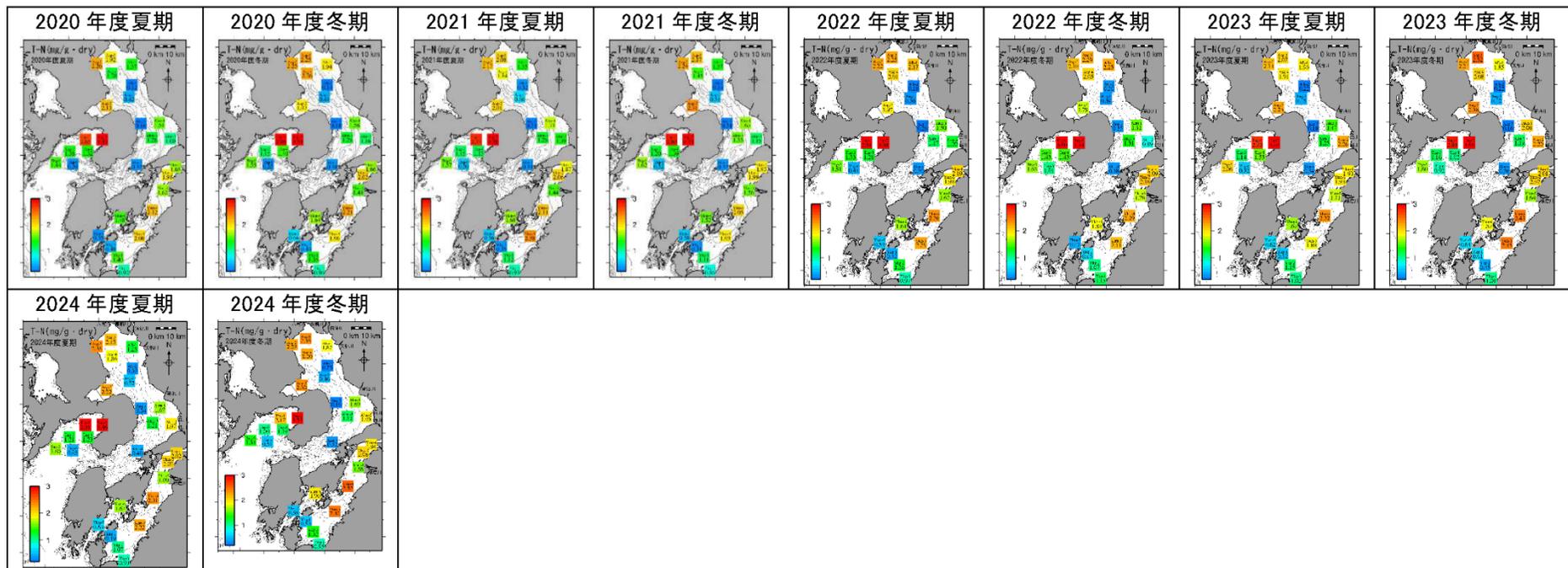
付図 3.5.1-9(1) 底質(T-N)の水平分布(2000 年度～2024 年度)

出典: 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



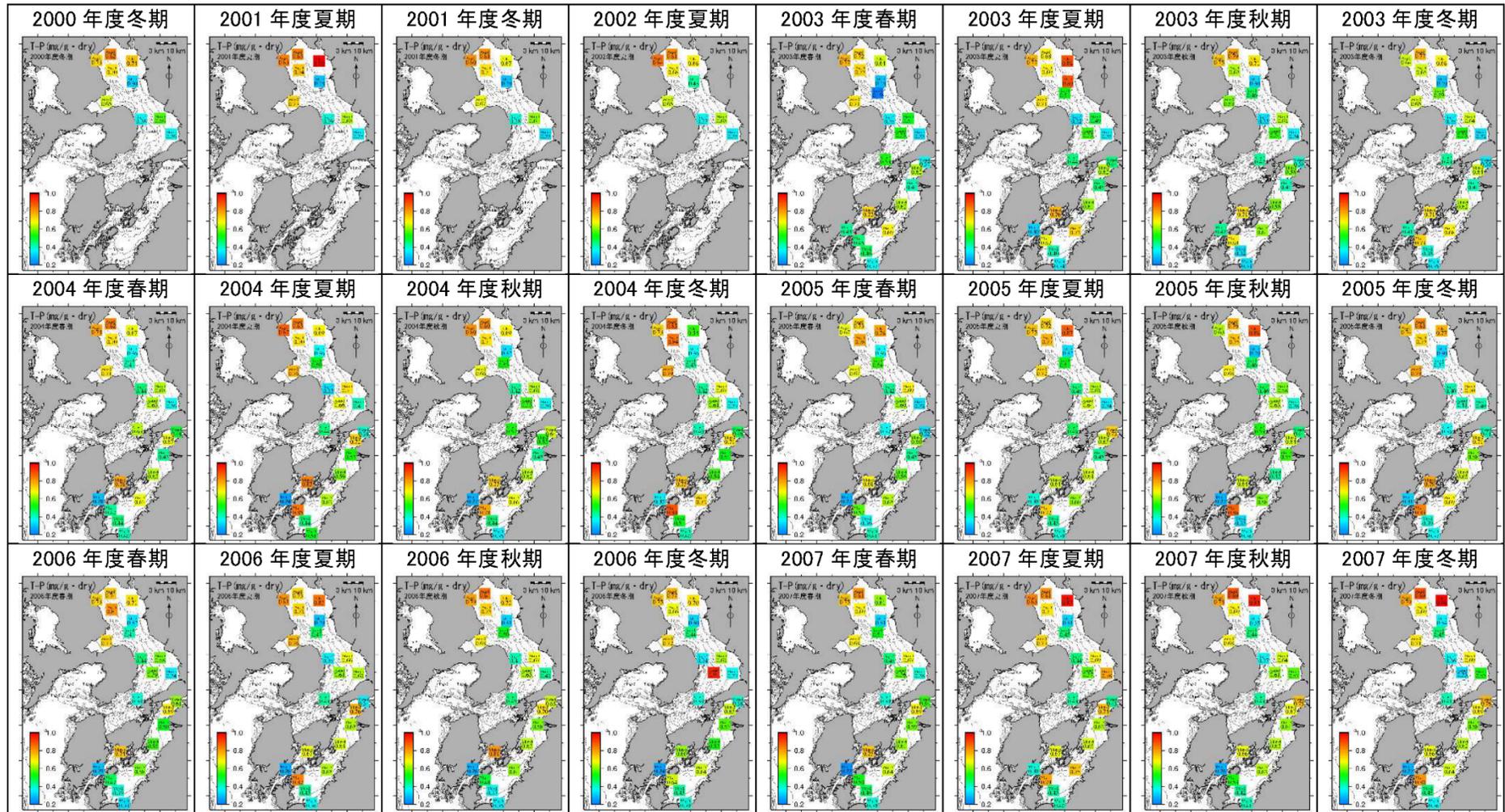
付図 3.5.1-9(2) 底質(T-N)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



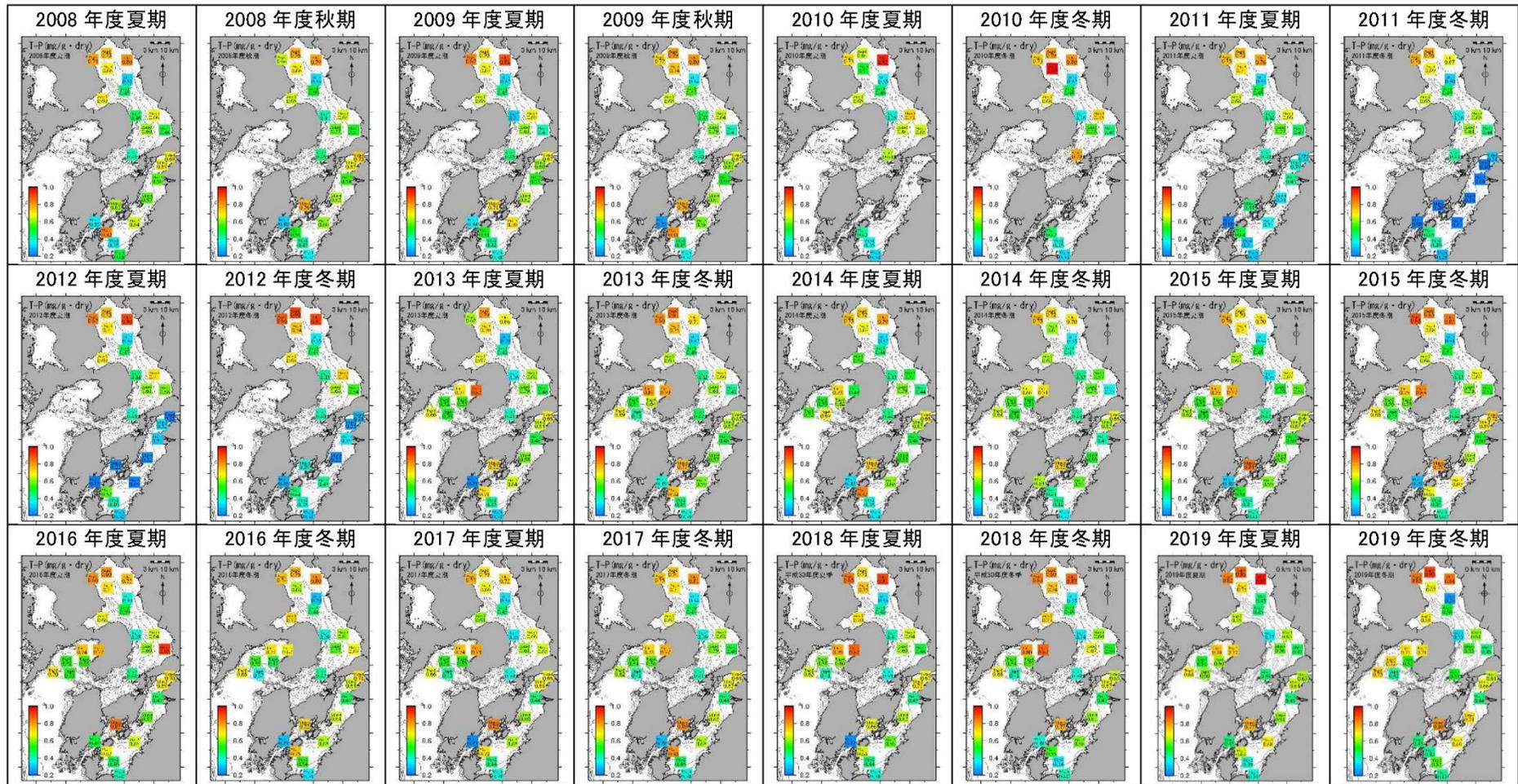
付図 3.5.1-9(3) 底質(T-N)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



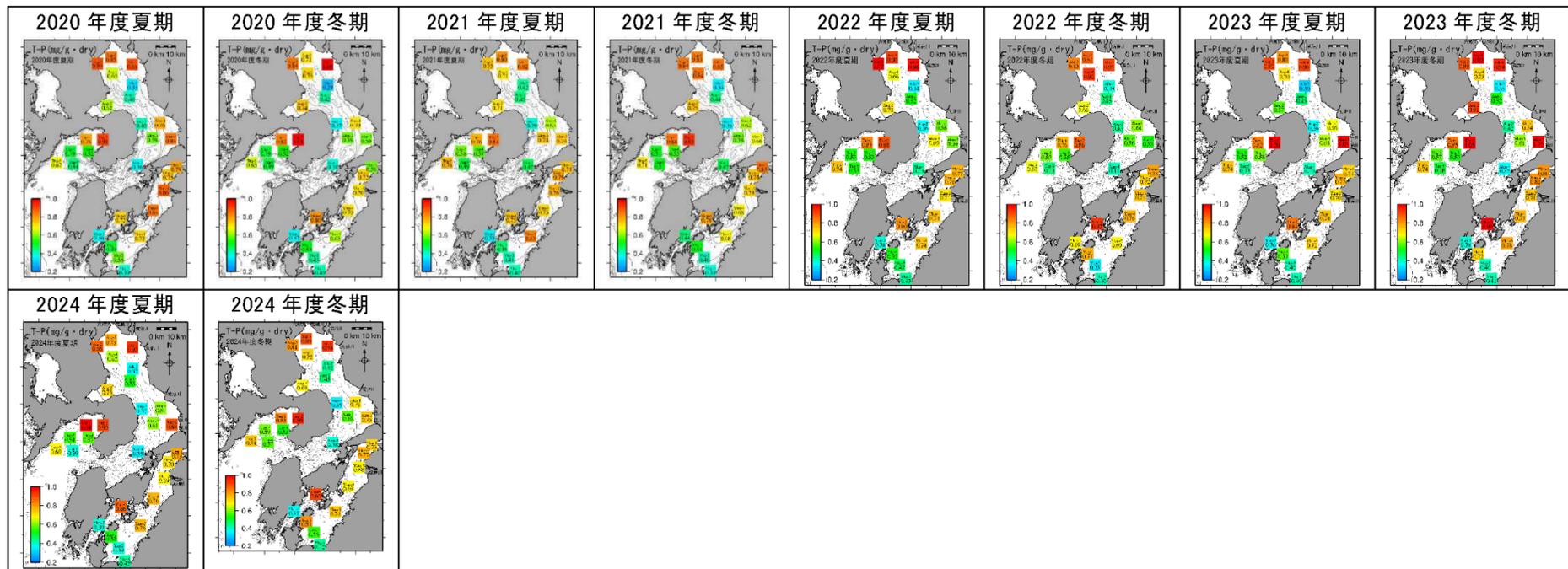
付図 3.5-10(1) 底質(T-P)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



付図 3.5.1-10(2) 底質(T-P)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典：環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」



付図 3.5.1-10(3) 底質(T-P)の水平分布(2000年度～2024年度)

出典:環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

1 (5) 大雨の影響

2 大雨による底質への影響が示唆されていることから、ここでは 2019 年 8 月及び 2023
3 年 7 月の大雨を例として、大雨による底質への影響について整理した。

4
5 ア) 2019 年 8 月の前線による大雨の影響(筑後川)

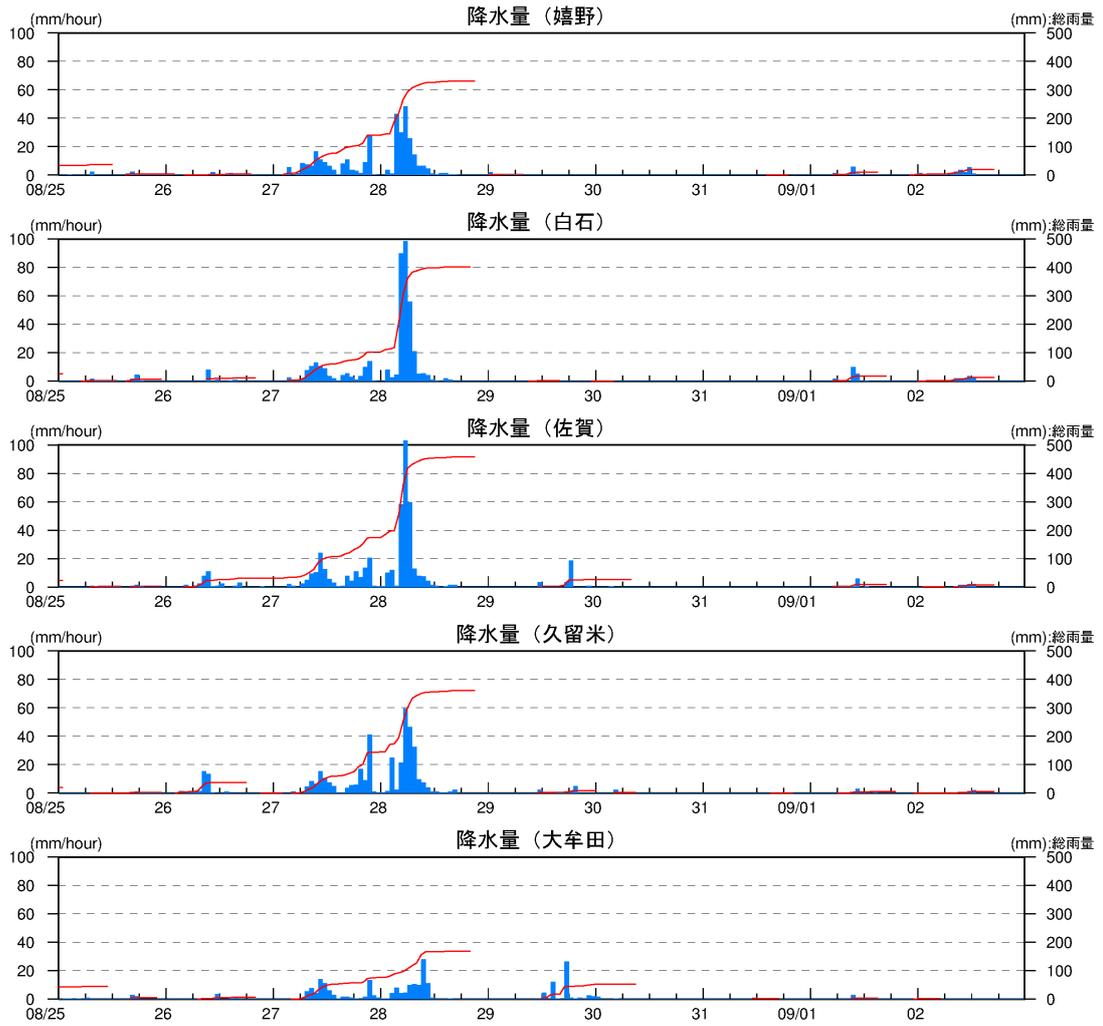
6 2019 年 8 月 26 日から 29 日にかけて発生した前線による大雨の直後にあたる 8 月
7 29 日から 9 月 2 日において底質調査が実施されていることから、大雨と底質との関連性
8 について整理した。

9 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
10 測地点:嬉野、白石、佐賀、久留米、大牟田)を付図 3.5.1-11 に、国土交通省の水文・
11 水質調査における筑後川の流量(観測地点:瀬ノ下)を付図 3.5.1-12 に示す。これによ
12 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
13 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
14 地点の日平均流量は 8 月 28 日に $3,210\text{m}^3/\text{s}$ を記録している。

15 2019 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
16 及び Ang-2)の COD が顕著に高い値を示した。一方、湾央部や湾口部の測定地点で
17 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
18 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部に流入する六角川・
19 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。

20 なお、その後 2024 年度までも引き続き COD が高い状況が継続しており、当該海域
21 においては、2019 年度夏期の大雨による底質(COD)への影響との関連が示唆された。

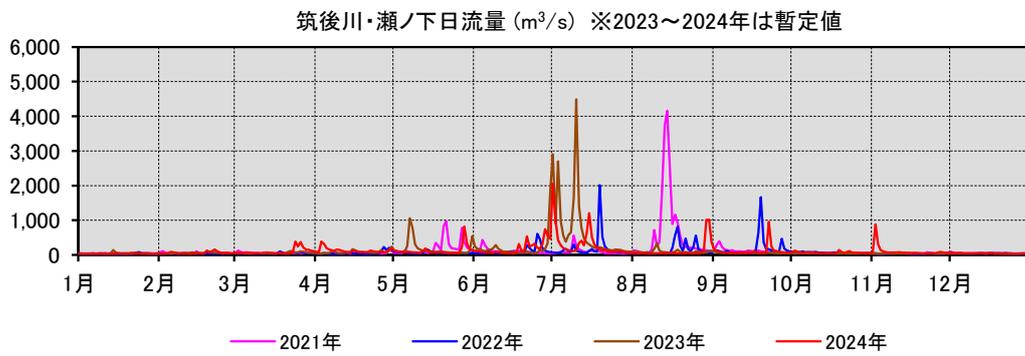
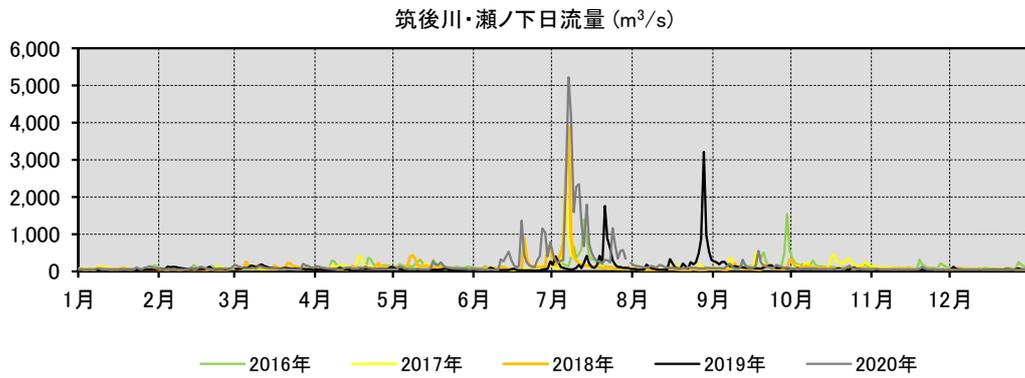
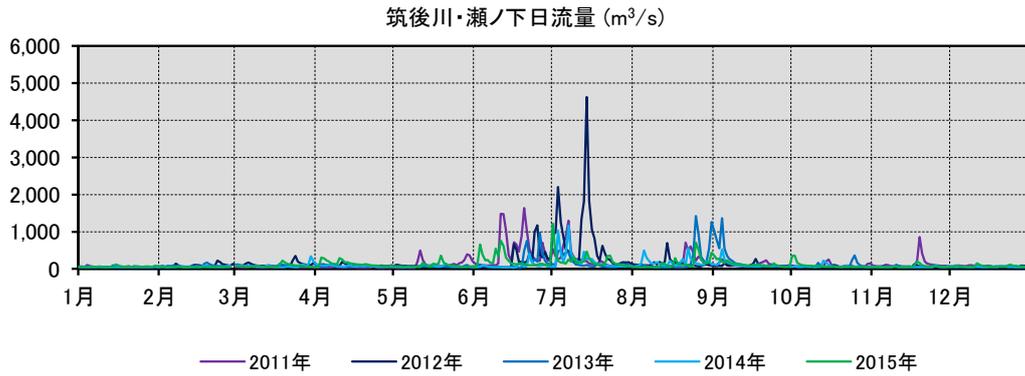
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27



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。

付図 3.5.1-11 降水量の経時変化

出典: 気象庁「気象観測データ」をもとに環境省作成



2
3
4
5
6

付図 3.5.1-12 筑後川の瀬ノ下地点の日平均流量の比較(1月～12月)
出典:国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省作成

1 イ) 2023 年における大雨の影響(緑川)

2 2023 年度夏期に Md ϕ ^{注)}、含泥率(粘土・シルト含有率)が急上昇し、T-N、T-P、
3 COD、TOC、強熱減量も急な増加をみせた有明海中央東部 A4 海域の Akm-2 地点に
4 着目し、当該地点に流入する河川による出水影響等について検討を行った(付図
5 3.5.1-13)。

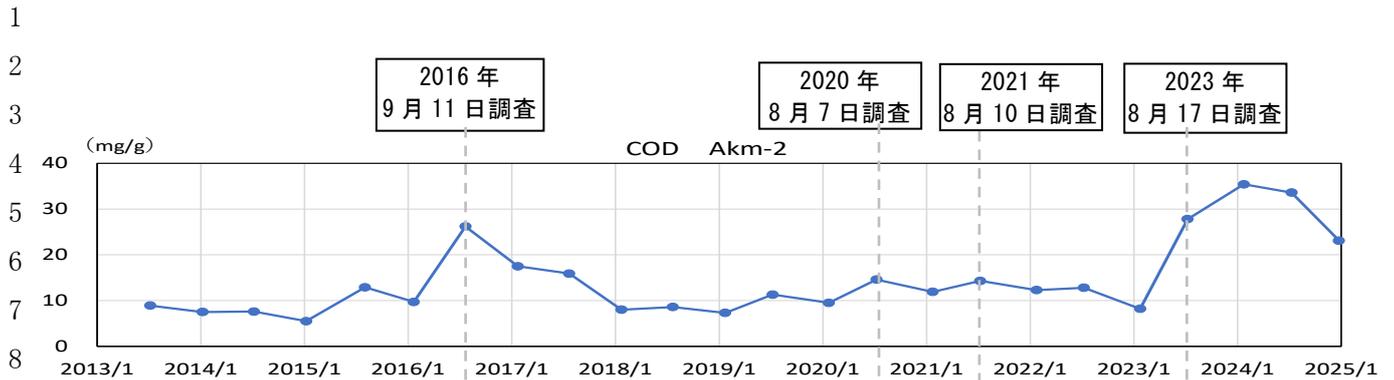
6
7 注) 中央粒径をファイ(ϕ)スケールで表した単位。値が大きくなるほど粒径が細くなり、値が小さくなるほど粒径は
8 大きくなる。



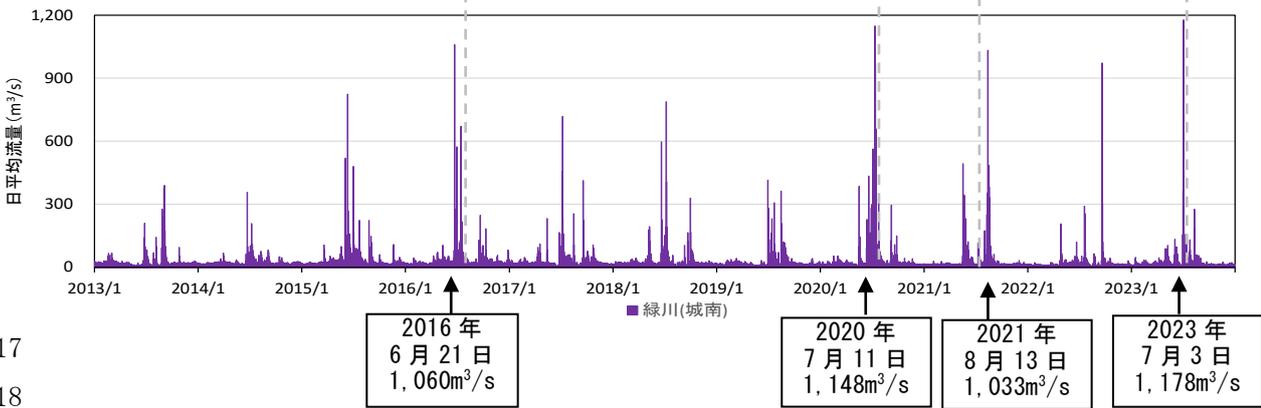
9
10 付図 3.5.1-13 Akm-2 と主要河川との位置関係

11
12 Akm-2 における底質(COD)の経年変化を付図 3.5.1-14 に、緑川の日平均流量の
13 推移を付図 3.5.1-15 に示す。

14 Akm-2 の底質 COD が大きく増加したのは、2016 年 9 月調査時及び 2023 年 8 月調
15 査時であり、その調査前において緑川では 1,000m³/s を超える出水が発生しており、出
16 水による底質 COD への影響の可能性が推察された。しかしながら、同じく 1,000m³/s を
17 超える出水があった 2020 年では、8 月の調査時には底質 COD はやや増加した程度で
18 あることから、出水による底質 COD への影響について、明確な関係性を得ることはでき
19 なかった。



付図 3.5.1-14 Akm-2 における底質(COD)の経年変化



付図 3.5.1-15 緑川(城南)の日平均流量の推移

出典:国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省作成

一方で、出水時の水質状況によっても底質への影響は相違してくるものと想定されることから、九州地方整備局により実施されている洪水時の水質調査結果と比較した。2016年と2023年の水質調査結果は付表 3.5.1-2 に示すとおりである。なお、2020年7月の洪水時の水質調査結果のデータはなかった。

2016年6月21日の洪水時の緑川の水質調査では、水質CODは最大290mg/Lであり、COD成分を多く含む濁水が流出したことが推察された。一方で2023年7月3日の水質CODは最大84mg/Lであり、2016年に比べてCOD成分の少ない濁りであったが、底質CODは両年ともに大きく増加していることから、水質CODと底質CODの関係性について、一概に説明できない状況であった。

なお、2016年6月21日の出水時の水質CODに対して、その約1週間後の6月29日出水時には、水質CODは大幅に低かったが、SS濃度は最大1,300mg/Lと高い値を示していた。このことから、6月29日の出水により、COD成分は少ないがSS濃度の高い濁水が流入し、Akm-2の底質表面を覆った可能性が示唆された。その結果、2016年の底質CODが2023年と同様な濃度レベルとなった可能性も考えられる。

以上から、海域の底質の変動に影響を及ぼす一つの要素として、流入河川の出水が挙げられるが、その変動の傾向や程度は、出水(流量)規模のほか、出水によりもたらさ

れる濁り等を含む水質に影響を受けるものと考えられる。また、水質を規定するものとして、土砂流入の状況、流域からの負荷の発生形態や場所、先行降雨の状況、降雨の場所やパターン(強度や継続時間)等の要素が想定される。さらに海域側では、底質が通常状態に戻るまでの期間や潮汐・潮流等の関係など、多くの要素が関係している可能性が示唆される。

付表 3.5.1-2 緑川(城南)における洪水時の水質調査結果

<2016年>

| 平成28年6月21日出水 | | | | |
|----------------|------|--------|--------|--------|
| 項目 | 単位 | 3:00 | 9:00 | 15:00 |
| 流量 | m3/s | - | - | - |
| pH | | 6.9 | 7.3 | 7.4 |
| DO | mg/L | 8.8 | 8.8 | 9.3 |
| T-P | mg/L | 6.30 | 3.00 | 1.50 |
| T-N | mg/L | 8.20 | 3.00 | 2.00 |
| 無機三態窒素 | mg/L | 0.64 | 0.61 | 0.66 |
| PO4-P | mg/L | 3.60 | 1.80 | 1.20 |
| COD | mg/L | 290 | 88 | 23 |
| SS | mg/L | 8800 | 2500 | 1200 |
| SiO2-Si | mg/L | 430 | 430 | 140 |
| 粒度分布(レーザー法による) | | | | |
| 10%径 | μm | 4.177 | 4.403 | 0.360 |
| 50%径 | μm | 10.102 | 11.045 | 4.945 |
| 90%径 | μm | 26.229 | 34.932 | 12.289 |
| 平成28年6月29日出水 | | | | |
| 項目 | 単位 | 14:00 | 20:00 | |
| 流量 | m3/s | - | - | |
| pH | | 7.4 | 7.6 | |
| DO | mg/L | 9.5 | 9.5 | |
| T-P | mg/L | 0.87 | 0.45 | |
| T-N | mg/L | 2.00 | 1.30 | |
| 無機三態窒素 | mg/L | 0.57 | 0.61 | |
| PO4-P | mg/L | 0.73 | 0.34 | |
| COD | mg/L | 32 | 10 | |
| SS | mg/L | 1300 | 530 | |
| SiO2-Si | mg/L | 110 | 45 | |
| 粒度分布(レーザー法による) | | | | |
| 10%径 | μm | 4.785 | 2.219 | |
| 50%径 | μm | 11.423 | 7.396 | |
| 90%径 | μm | 31.794 | 19.835 | |

<2023年>

| 令和5年7月3日出水 | | | | |
|----------------|------|-------|-------|-------|
| 項目 | 単位 | 13:55 | 14:20 | 16:20 |
| 流量 | m3/s | | | |
| pH | | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| DO | mg/L | 9.1 | 8.5 | 8.7 |
| T-P | mg/L | 1.0 | 1.3 | 1.3 |
| T-N | mg/L | 1.7 | 2.4 | 2.6 |
| 無機三態窒素 | mg/L | 0.436 | 0.311 | 0.506 |
| PO4-P | mg/L | 0.06 | 0.08 | 0.10 |
| COD | mg/L | 74 | 84 | 78 |
| SS | mg/L | 1500 | 2000 | 2000 |
| SiO2-Si | mg/L | 61 | 67 | 63 |
| 粒度分布(レーザー法による) | | | | |
| 10%径 | μm | 6.20 | 6.21 | 4.82 |
| 50%径 | μm | 15.81 | 15.31 | 12.72 |
| 90%径 | μm | 62.81 | 55.60 | 46.52 |

出典:九州地方整備局河川部「水質調査結果」HP

<https://www.qsr.mlit.go.jp/n-kawa/environment/suishitsu/data/q08.html>

1 (6) 底質の変動傾向

2 有明海、八代海及び橘湾の底質の変動傾向を、Mann-kendall 検定により検定した。

3 ア) 有明海

4 有明海の 12 地点(付図 3.5.1-2)における 2000 年度～2024 年度の底質の変動傾
5 向を付表 3.5.1-3 に示す。

6 底質項目別では、COD 及び強熱減量で増加傾向を示す地点が多くみられた。COD
7 は、A1 海域、A3 海域、A4 海域、A6 海域、A7 海域(Akm-3)で増加傾向であり、(1)で
8 述べたとおり、2019 年度夏期調査以降に A1 海域、A3 海域、A6 海域で COD が増加
9 傾向にある状況とほぼ一致していた。強熱減量は A2 海域、A4 海域、A6 海域、A7 海域
10 (Akm-3、Ang-3)で増加傾向であった。

11 T-N は増加傾向が 2 地点、減少傾向が 3 地点であった。T-P は増加傾向が 3 地点
12 で、(1)で述べたとおり、A1 海域(Afk-1、Asg-2)、A4 海域(Akm-2)で 2019 年度以降
13 に増加傾向を示した状況とほぼ一致していた。T-S と粘土シルト含有率はともに減少傾
14 向の地点がみられ、A3 海域、A5 海域、A6 海域で減少傾向がみられた。

16 イ) 八代海

17 八代海の 10 地点(付図 3.5.1-2)における 2003 年度頃～2024 年度の底質の変動
18 傾向を付表 3.5.1-4 に示す。

19 底質項目別では、T-N、T-P、COD で増加傾向を示す地点が多くみられ、T-S は減
20 少傾向を示す地点がみられた。

21 T-N、T-P、COD はともに、Y1 海域(Ykm-2)、Y3 海域(Ykm-4)、Y4 海域(Ykg-3)、
22 Y5 海域(Ykm-6)で増加傾向であり、(2)で述べたとおり、Y1 海域と Y3 海域で T-P が
23 2020 年度以降に高い値で推移していること、及び COD が 2012 年度頃から長期的に増
24 加傾向をみせていることとほぼ一致していた。なお、T-N、T-P、COD、強熱減量がとも
25 に減少傾向を示していたのは、Y4 海域(Ykg-1)だけであった。

26 T-S は Y3 海域(Ykm-5)、Y4 海域(Ykg-2)、Y5 海域(Ykm-6)で減少傾向がみられ、
27 粘土・シルト含有率は、A1 海域(Ykm-1)、Y5 海域(Ykm-6)で増加傾向、Y5 海域
28 (Ykm-7)のみで減少傾向がみられた。

30 ウ) 橘湾

31 橘湾の 6 地点(付図 3.5.1-2)における 2013 年度頃～2024 年度の底質の変動傾向
32 を付表 3.5.1-5 に示す。

33 底質項目別では、T-P で増加傾向を示す地点が多く、また、T-S と粘土・シルト含有
34 率とも減少傾向を示す地点が多かった。

35 海域別では、(3)で述べたとおり、湾奥部(Tng-1、Tng-2)の T-N、T-P、COD は高い
36 値で推移しており、Tng-2 ではすべての項目で増加傾向、Tng-1 では T-P が増加傾向
37 を示していた。

1

付表 3.5.1-3 有明海における底質の変動傾向

| 海域 | 地点 | 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) | Afk-1 | + | + | + | + | + | + |
| | Asg-2 | + | + | + | + | - | - |
| | Asg-3 | - | + | + | + | - | + |
| 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 (有明海湾中部) | Ang-1 | - | - | - | - | - | - |
| A6海域 (有明海隼早湾) | Ang-2 | + | - | + | + | - | - |
| A7海域 (有明海湾口部) | Akm-3 | + | + | + | + | - | + |
| | Akm-4 | - | - | - | + | + | - |
| | Ang-3 | + | - | + | + | - | - |

2

3

4

5

6

7

8

9

注) 1. Mann-kendall 検定の結果、増加傾向 ($\tau > 0$) の場合は“+”、減少傾向 ($\tau < 0$) の場合は“-”とした。青色は統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$)。

2. 2000 年度頃から 2024 年度までの底質データを対象とし、各年度の平均値により結果を求めた。なお、地点により測定開始年度や欠損の数は異なる。

出典: 1. 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

2. 環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」

10

11

付表 3.5.1-4 八代海における底質の変動傾向

| 海域 | 地点 | 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 (八代海湾中部) | 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 | + | + | - | + | - | - |

12

13

14

15

16

17

18

19

20

注) 1. Mann-kendall 検定の結果、増加傾向 ($\tau > 0$) の場合は“+”、減少傾向 ($\tau < 0$) の場合は“-”とした。青色は統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$)。

2. 2003 年度頃から 2024 年度までの底質データを対象とし、各年度の平均値により結果を求めた。なお、地点により測定開始年度や欠損の数は異なる。

出典: 1. 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

2. 環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」

1

付表 3.5.1-5 橘湾における底質の変動傾向

| 海域 | 地点 | T-N | T-P | COD | 強熱減量 | T-S | 粘土・シルト含有率 |
|----|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----------|
| 橘湾 | Tng-1 | + | + | + | + | - | - |
| | Tng-2 | + | + | + | + | - | - |
| | Tng-3 | - | + | - | - | - | - |
| | Tng-4 | - | - | - | - | - | - |
| | Tng-5 | + | + | - | - | - | - |
| | Tng-6 | + | - | + | + | - | - |

2

3

注) 1. Mann-kendall 検定の結果、増加傾向 ($\tau > 0$) の場合は“+”、減少傾向 ($\tau < 0$) の場合は“-”とした。青色は統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$)。

4

2. 2013 年度から 2024 年度までの底質データを対象とし、各年度の平均値により結果を求めた。なお、地点により測定開始年度や欠損の数は異なる。

5

6

7

8

出典: 1. 環境省「有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務」

9

2. 環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査」

10

11

1 3.5.2 底質中の重金属・有害化学物質等

2 (1) 底質中の重金属・有害化学物質

3 有明海及び八代海の底質中の重金属(総水銀、カドミウム、鉛、亜鉛、砒素)につい
4 ては、平成 28 年度委員会報告以降においても測定値に大きな変動は見られず、東京
5 湾、大阪湾、三河湾及び伊勢湾と概ね同程度の範囲内であった^{4) 5) 6)}。

7 (2) ノリ養殖における酸処理や施肥による水質・底質への影響

8 底泥中に含まれる有機物や硫化物の増減には、流動や水質及び生物が複雑に関与
9 しているが、一般的には植物プランクトン由来の有機物の沈降・堆積が最たる支配要因
10 と考えられている。有明海では、ノリ養殖が盛んであることから、陸域からの負荷のみなら
11 ず、ノリ養殖で行われている酸処理や施肥による水質・底質への影響も懸念されている。

12 3.1.汚濁負荷で示したとおり、有明海における直接負荷を含めた汚濁負荷量に占め
13 る酸処理及び施肥の割合は、T-N で0.7%以下、T-P で4.4%以下である。また、酸処
14 理及び施肥による負荷量とノリ養殖による取り上げ量とを比較すると、窒素については、
15 ノリ養殖による取り上げ量が酸処理及び施肥による負荷量を上回っており、リンについて
16 は、両者がほぼ同じ水準にあることから、酸処理や施肥が適切に行われれば、底泥中
17 の有機物や硫化物の増加の主たる要因となる可能性は少ないと思われる。ただし、酸
18 処理や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の挙動については知見に乏しいことや、
19 環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加に繋がる可能性があることから、
20 海域で使用される酸処理剤等に由来する有機酸量や栄養塩量等の継続的なチェック
21 を適切に実施することも重要である(平成 28 年度委員会報告)。

23 (3) 酸処理剤による水質・底質への影響⁷⁾

24 ノリ養殖では、アオノリなどの付着藻類等の駆除や、アカグサレ病やスミノリ病などの病
25 気予防のため、有機酸による酸処理(小船等に酸処理液を入れてノリ網を浸漬)が行わ
26 れている。アオノリ駆除に適正な浸透液 pH 及び浸透時間を守った使用が行われてい
27 れば、特に酸処理剤による生態系や生物への影響はないと報告されている(水産庁、
28 1995)。水産庁のノリ養殖技術評価検討委員会においても、有機酸成分は微生物により
29 2 日～10 日で分解されることや、環境への負荷は陸域からの負荷やノリによる栄養塩の
30 吸収などを考えれば大きなものとは考えられないと報告されている(水産庁、2003)。

31 一部の海域で、有機酸の挙動を把握するための調査が行われていたが(福岡県有明
32 海研究所(1992～1995)、佐賀県有明水産振興センター(2015))、有明海広域での調
33 査は行われてこなかったことから、2014 年度(水産庁事業では 2015 年度)より有明海の
34 広域でモニタリングが実施された。

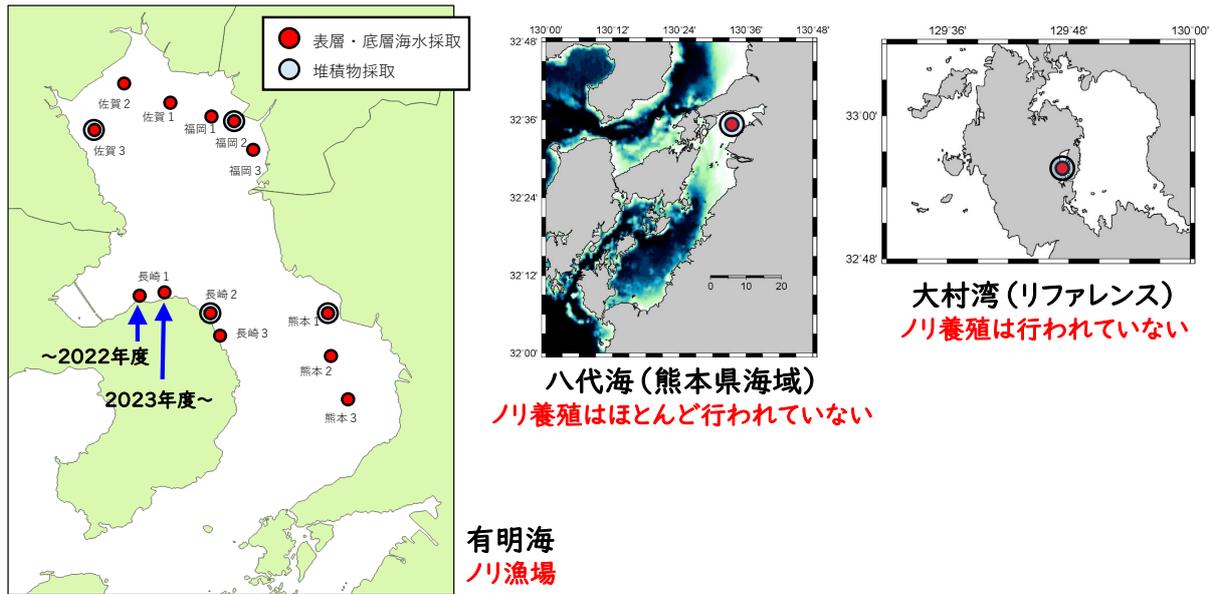
4) 熊本県、「公共用水域等測定結果 報告書」(令和 5 年度ほか直近 10 年分)

5) 海上保安庁海洋情報部、「海洋汚染調査報告 第 46 号(平成 30 年調査結果)」, 2020 年

6) 環境省、「閉鎖性海域の底質モニタリング結果」, 2018 年

7) 環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第 16 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- 1 (モニタリング調査方法)
- 2 ・調査位置:有明海で各県 3 点(ノリ漁場)、八代海 1 点、大村湾 1 点(付図 3.5.2-1)
- 3 ・調査対象:採水(表層、底層)、底泥採取
- 4 ・調査時期:2014 年度～ 酸処理実施前(10 月)と実施期間中(1 月)
- 5 ただし、2015 年度～2017 年度は夏季(8 月)も実施
- 6 ・分 析:酸処理剤の主成分であるクエン酸、リンゴ酸、乳酸を、液体クロマトグラフ
- 7 タンデム質量分析装置(LC-MS/MS)により分析(定量下限値 1.0mg/L)
- 8



付図 3.5.2-1 調査位置

出典:環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第 16 回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

- 13 (モニタリング調査結果)
- 14 海水表層及び底層のリンゴ酸の分析結果を付表 3.5.2-1、付表 3.5.2-2 に示す。採
- 15 水試料からは、リンゴ酸が定量下限値を超える値を記録することがあったが、多くは夏期
- 16 (8 月)か酸処理実施前(10 月)だった。有機酸は、海水中の微生物により 2 日～10 日
- 17 で分解されると報告されていることから(水産庁、1995)、酸処理剤の残留物が検出され
- 18 たとは考えにくい。
- 19 底泥間隙水のリンゴ酸及び乳酸の分析結果を付表 3.5.2-3、出典:環境省(2025)
- 20 「有明海・八代海等総合調査評価委員会第 16 回水産資源再生方策検討作業小委員
- 21 会資料」
- 22 に示す。リンゴ酸及び乳酸は定量下限値を超える値を記録することがあり、酸処理実
- 23 施中(1 月)にも記録されているが、その由来は特定できていない。
- 24 採水試料からのリンゴ酸の検出や、底泥間隙水からのリンゴ酸と乳酸の検出は、ノリ
- 25 養殖がほとんど行われていない八代海の熊本県海域や、ノリ養殖が行われていない大
- 26 村湾でもみられることがあり、有明海で特段に高い頻度や濃度で記録されることはな

1 かった。
 2 以上から、酸処理剤による生態系や生物への影響は検出されなかった。
 3
 4

付表 3.5.2-1 海水表層のリンゴ酸の分析結果

| リンゴ酸(表層) | | 福岡県 | | | 佐賀県 | | | 長崎県 | | | 熊本県 | | | 八代海 | 大村湾 |
|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 福岡1 | 福岡2 | 福岡3 | 佐賀1 | 佐賀2 | 佐賀3 | 長崎1 | 長崎2 | 長崎3 | 熊本1 | 熊本2 | 熊本3 | | |
| 2015年度 | 8-9月* | nd | nd | 2.2 | nd | nd | nd | 1.1 | nd | 1.4 | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | 1.6 | 1.7 | nd | nd | nd | nd | 2.1 | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd |
| 2016年度 | 8月* | nd |
| | 10月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2017年度 | 8月* | 6.9 | nd | 1.9 | nd | 3.8 | 5.9 | 2.8 | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | 3.0 | 1.8 | nd | nd | nd | 1.9 | nd | nd | 1.4 |
| | 1月 | nd | 3.5 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2018年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2019年度 | 11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2020年度 | 10月 | nd |
| | 1月(熊本は3月) | nd |
| 2021年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2022年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2023年度 | 11月 | nd |
| | 1-2月 | nd |

*2015年度~2017年度は夏季にも実施 nd:定量下限値(1 mg/L)未滿

出典:環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第16回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

付表 3.5.2-2 海水底層のリンゴ酸の分析結果

| リンゴ酸(底層) | | 福岡県 | | | 佐賀県 | | | 長崎県 | | | 熊本県 | | | 八代海 | 大村湾 |
|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 福岡1 | 福岡2 | 福岡3 | 佐賀1 | 佐賀2 | 佐賀3 | 長崎1 | 長崎2 | 長崎3 | 熊本1 | 熊本2 | 熊本3 | | |
| 2015年度 | 8-9月* | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | 1.0 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2016年度 | 8月* | nd |
| | 10月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2017年度 | 8月* | 2.2 | nd | 2.3 | nd | nd | 2.4 |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 1.3 | nd | nd | nd | 1.3 | nd | nd | 3.0 |
| | 1月 | nd | 1.3 | nd | nd | nd | nd |
| 2018年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2019年度 | 11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2020年度 | 10月 | nd |
| | 1月(熊本は3月) | nd |
| 2021年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2022年度 | 10-11月 | nd |
| | 1月 | nd |
| 2023年度 | 11月 | nd |
| | 1-2月 | nd |

*2015年度~2017年度は夏季にも実施 nd:定量下限値(1 mg/L)未滿

出典:環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第16回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

1

付表 3.5.2-3 底泥間隙水中のリンゴ酸の分析結果

| リンゴ酸 | | 福岡2 | 佐賀3 | 長崎2 | 熊本1 | 八代海 | 大村湾 |
|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2015年度 | 8-9月* | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2016年度 | 8月* | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2017年度 | 8月* | 1.7 | nd | nd | nd | nd | 1.5 |
| | 10月 | nd | 1.4 | nd | nd | 1.5 | nd |
| | 1月 | nd | 1.3 | nd | 1.4 | 1.3 | 1.2 |
| 2018年度 | 10-11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2019年度 | 11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2020年度 | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月(熊本は3月) | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2021年度 | 10-11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2022年度 | 10-11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2023年度 | 11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1-2月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |

2

*2015年度～2017年度は夏季にも実施

nd:定量下限値(1 mg/L)未満

3

出典:環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第16回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

4

付表 3.5.2-4 底泥間隙水中の乳酸の分析結果

| 乳酸 | | 福岡2 | 佐賀3 | 長崎2 | 熊本1 | 八代海 | 大村湾 |
|--------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2015年度 | 8-9月* | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2016年度 | 8月* | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2017年度 | 8月* | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 10月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2018年度 | 10-11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | 1.2 | nd | 1.7 | nd |
| 2019年度 | 11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | 1.2 | nd |
| 2020年度 | 10月 | nd | 2.3 | nd | nd | nd | nd |
| | 1月(熊本は3月) | 1.0 | nd | nd | nd | 1.5 | nd |
| 2021年度 | 10-11月 | nd | nd | 2.2 | nd | nd | nd |
| | 1月 | 1.3 | 1.2 | 1.8 | 1.0 | 2.2 | 1.2 |
| 2022年度 | 10-11月 | nd | nd | nd | nd | 1.6 | nd |
| | 1月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| 2023年度 | 11月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | 1-2月 | nd | nd | nd | nd | nd | nd |

5

*2015年度～2017年度は夏季にも実施

nd:定量下限値(1 mg/L)未満

6

出典:環境省(2025)「有明海・八代海等総合調査評価委員会第16回水産資源再生方策検討作業小委員会資料」

1 3.5.3 まとめ

2 (有明海)

3 有明海の底質の粒度組成をみると、主に湾奥部、諫早湾、中央東部において粘土・
4 シルト分が占める割合が高く、湾央部や湾口部では粒径の大きい底質が占めており、年
5 ごとの変動はあるものの、大きな変動傾向はみられていない。

6 底質の COD、T-N、T-P については、年ごとに変動はみられるものの、概ね湾奥部で
7 高く、湾央部や湾口部で低い。

8 底質に大きな変動がみられた時期として、2019 年度夏期が挙げられ、湾奥部 A1 海
9 域(Afk-1、Asg-2、Asg-3)、湾奥西部 A3 海域(Asg-4)、諫早湾 A6 海域(Ang-2)で
10 COD が大きく増加し、以降、調査時期ごとに増減はあるものの、増加傾向は継続してい
11 た。なお、T-N、T-P も同時に高くなった地点もみられ、その後は概ね横ばい傾向で推
12 移している。

13 2000 年度～2024 年度の変動傾向としては、上記で述べた 2019 年度・2023 年度に
14 COD、T-N、T-P が増加した A1 海域、A3 海域、A4 海域、A6 海域では、COD や T-P
15 が増加傾向にある。強熱減量は A2 海域、A4 海域、A6 海域、A7 海域(Akm-3、Ang-3)
16 で増加傾向であった。T-N は増加傾向が 2 地点、減少傾向が 3 地点であった。T-S と
17 粘土シルト含有率はともに A3 海域、A5 海域、A6 海域で減少傾向がみられた。

18 このような長期変動については、各海域で状況は異なるものの、大雨による出水の影
19 響とその影響が継続していることが示唆されており、これらの変動を的確に把握するため
20 には、底質調査に加えて、出水状況や海域環境の変化など、複数の要素を踏まえた統
21 合的な調査・解析が重要である。

22

23 (八代海)

24 八代海の底質の粒度組成については、主に湾奥部や湾央部で粘土・シルト分が占め
25 る割合が高く、湾口部では粒径の大きい底質が占めており、年ごとの変動はみられるも
26 の、大きな変動傾向はみられていない。

27 底質の COD、T-N、T-P については、年ごとに変動はみられるものの、概ね湾奥部や
28 湾央部で高く、湾口部で低い。

29 八代海の球磨川河口部 Y2 海域(Ykm-3)では、2020 年度夏期以降、粒度組成の粘
30 土・シルト分の割合、COD、T-P が継続して高い値で推移しており、2020 年 7 月の球磨
31 川の大出水による影響と考えられる。また、Y1、Y3 海域の T-P、COD も増加傾向にあり、
32 やや高い値で推移している。

33 2003 年度～2024 年度の変動傾向としては、T-N、T-P、COD で増加傾向を示す地
34 点が多くみられた。特に Y1 海域(Ykm-2)、Y3 海域(Ykm-4)、Y4 海域(Ykg-3)、Y5 海
35 域(Ykm-6)で増加傾向であり、Y1 海域と Y3 海域では T-P が 2020 年度以降に高い値
36 で推移していた。なお、T-N、T-P、COD、強熱減量がともに減少傾向を示していたのは、
37 Y4 海域(Ykg-1)だけであった。T-S は Y3 海域(Ykm-5)、Y4 海域(Ykg-2)、Y5 海域

1 (Ykm-6)で減少傾向がみられ、粘土・シルト含有率は、A1 海域(Ykm-1)、Y5 海域
2 (Ykm-6)で増加傾向、Y5 海域(Ykm-7)のみで減少傾向がみられた。

3 このような長期変動については、各海域で状況は異なるものの、大雨による出水の影
4 響とその影響が継続していることが示唆されており、これらの変動を的確に把握するため
5 には、底質調査に加えて、出水状況や海域環境の変化など、複数の要素を踏まえた統
6 合的な調査・解析が重要である。

7 8 (橘湾)

9 橘湾の底質の粒度組成については、湾奥部から湾西部の沿岸部で粘土・シルト分が
10 占める割合が高く、湾東部では粒径の大きい底質が占めており、大きな変動傾向はみら
11 れていない。

12 底質のCOD、T-N、T-Pについては、概ね湾奥部で高く、湾西部や湾東部で低い。

13 2013 年度～2024 年度の変動傾向としては、T-P で増加傾向を示す地点が多く、ま
14 た、T-S と粘土・シルト含有率とも減少傾向を示す地点が多かった。海域別では、湾奥
15 部(Tng-1、Tng-2)の T-N、T-P、COD は高い値で推移しており、Tng-2 ではすべての
16 項目で増加傾向、Tng-1 では T-P が増加傾向を示していた。

17 18 (ノリ養殖における酸処理や施肥による水質・底質への影響)

19 有明海における直接負荷を含めた汚濁負荷量に占める酸処理及び施肥の割合は、
20 T-N で 0.7%以下、T-P で 4.4%以下である。また、酸処理及び施肥による負荷量とノ
21 リ養殖による取り上げ量とを比較すると、窒素については、ノリ養殖による取り上げ量が
22 酸処理及び施肥による負荷量を上回っており、リンについては、両者がほぼ同じ水準に
23 あることから、酸処理や施肥が適切に行われれば、底泥中の有機物や硫化物の増加の
24 主たる要因となる可能性は少ないと思われる。

25 また、ノリ養殖では、病気予防等の目的で有機酸による酸処理が行われているが、適
26 正な pH や浸漬時間を守れば生態系や生物への影響はないとされている。2014 年度以
27 降の有明海・八代海・大村湾におけるモニタリングの結果、酸処理剤による底質や水質
28 への影響は検出されなかった。

29 酸処理や施肥により負荷された有機酸や栄養塩の挙動については知見に乏しいこと
30 や、環境中への負荷が増加すると有機物や硫化物の増加に繋がる可能性があることか
31 ら、海域で使用される酸処理剤等に由来する有機酸量や栄養塩量等の継続的なチェッ
32 クを適切に実施することも重要である。