

(3) A3 海域 (有明海湾奥西部)

ア) この海域の特性

A3 海域 (有明海湾奥西部) は図 4.4.50 に示すように、住ノ江川沖海底水道と塩田川沖海底水道に挟まれた干潟前面の海域で、南には砂質の野崎の洲を含む。

速水ら (2006) によると、平水時には、海底水道内ではエスチュアリー循環による湾奥向きの残差流が存在するため、海底水道内の底質は潮汐周期で巻き上げられながら、平均的には湾奥向きに輸送されている¹⁾。

本海域には直接流入する河川はなく、園田ら (2008) によると、水質は、隣接する A1 海域 (有明海湾奥奥部)、A2 海域 (有明海湾奥東部) を通して流入負荷の影響を受けているほか²⁾、A1 海域からの河川水の流入によってエスチュアリー循環が発達しており³⁾、年間を通じて底層の塩分は比較的高いとされている¹⁾。

底質については、砂質の野崎の洲を除くと全般的に粘土・シルト分が多い軟泥質であり、有明海の中では有機物、硫化物が多い海域である^{4)、5)}。また、台風によって底泥が巻き上げられて、湾奥部から塩田川沖海底水道を経由して湾中央方向へ輸送され、含水比が増加することが園田ら (2012) によって報告されており⁶⁾、気象イベントの影響を受けやすい海域と考えられる。

貧酸素水塊については、成層が発達する夏期 (6~9 月) に発生がみられる。出水の影響が大きい年には貧酸素水塊の規模は拡大し、広範囲に貧酸素状態になる^{7)、8)} (濱田ら, 2008 ; 荒巻ら, 2011)。

赤潮について、本海域は 2011~2015 年の赤潮発生件数が 44 件である (図 4.4.150 参照)。赤潮の発生頻度が比較的多い海域である A1 西部海域と接続しており、発生件数が多い。夏期は出水後に小型の珪藻とラフィド藻 (*Heterosigma* 属や *Chattonella* 属) が、冬期は小型珪藻に加え、*Asteroplanus* 属と *Eucampia* 属が赤潮を形成する^{9)、10)、11)} (松原ら, 2011 ; 吉田, 2012 ; 片野ら, 2013)。

本海域では区画漁業権区域が設定されておらず、ノリ養殖は行われていない。

底生生物は、園田ら (2012) によると環形動物・軟体動物の群集変動が前述のような底質の変動や底層溶存酸素量の変動に対応しており、比較的移動能力が大きな節足動物は貧酸素水塊から逃避している可能性があることが報告されている⁶⁾。

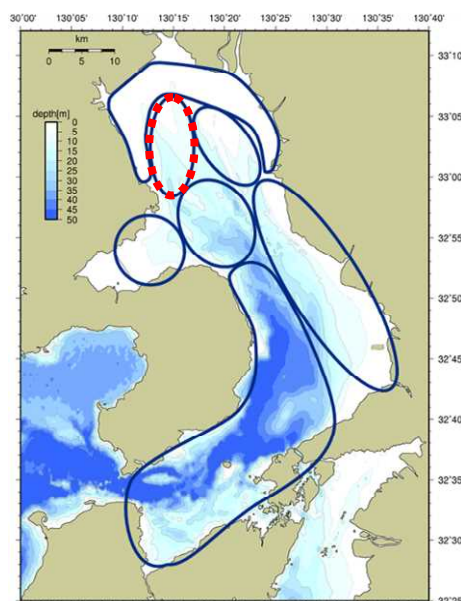


図 4.4.50 A3 海域位置

イ) ベントスの変化

① 現状と問題点の特定

A 3 海域では、1988 年以前の海域毎のベントスのモニタリング結果がなく、1970 年頃と現在の変化は不明である。ここでは 1989 年夏期及び 2000 年夏期の調査結果並びに 2005～2015 年のモニタリング結果から、以下のとおり傾向の整理を行った。なお、調査地点は図 4. 4. 51 に示すとおりである^{12)、13)、4)、5)}。

1989 年夏期と 2000 年夏期の調査によると、全マクロベントス（小型の底生動物）の平均密度は 5, 577 個体/m²（1989 年）から 1, 658 個体/m²（2000 年）へと約 1/3 に減少しており、多毛類、甲殻類、その他の分類群は増加し、二枚貝類、クモヒトデ類は減少していた（表 4. 4. 6）。

表 4. 4. 6 A 3 海域におけるマクロベントスの個体数地点平均の比較

年	項目 全個体数 (個体/m ²)	出現率(%)				
		多毛類	二枚貝類	甲殻類	クモヒトデ類	その他
1989年	5,577	22.9	67.2	1.8	3.0	6.3
2000年	1,658	53.0	21.4	9.5	0.2	16.0

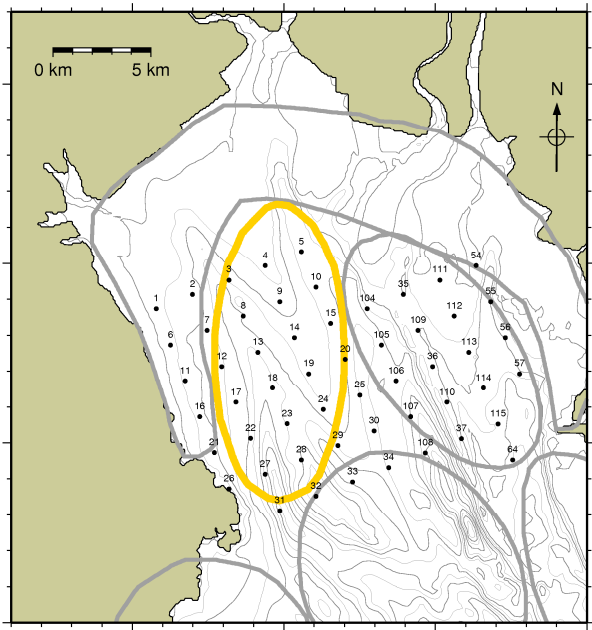


図 4. 4. 51 マクロベントス調査地点

出典：古賀秀昭（1991）：有明海北西海域の底質及び底生生物，佐賀県有明水産試験場研究報告，第 13 号
大隈齊，江口泰蔵，川原逸朗，伊藤史郎（2001）：有明海湾奥部の底質およびマクロベントス，佐賀県有明水産試験場研究報告，第 20 号

調査手法は異なるが、2005 年から 2015 年にかけて A 3 海域で行われた他の調査（図 4.4.52）をみると、種組成はさらに変化し、2007 年頃までは節足動物、それ以降は環形動物が個体数の上で高い割合を占め、二枚貝類が多くみられた。2005 年以降は、1 地点（海域内の全調査地点）（Asg-4）で環形動物門の種類数に増加傾向がみられた。これ以外の分類群では、種類数、個体数に時系列的に一方向の増加・減少傾向はみられなかった。2005 年以降は総個体数の変動が大きく、最大値は最小値の約 30 倍になっており、特定の優占種（ホソツツムシ等の短命種やダルマゴカイ等の有機汚濁耐性種）が爆発的に増加することがあり、群集構造の年変動が大きいと考えられる^{4)、5)}（表 4.4.7 に具体的に示す）。

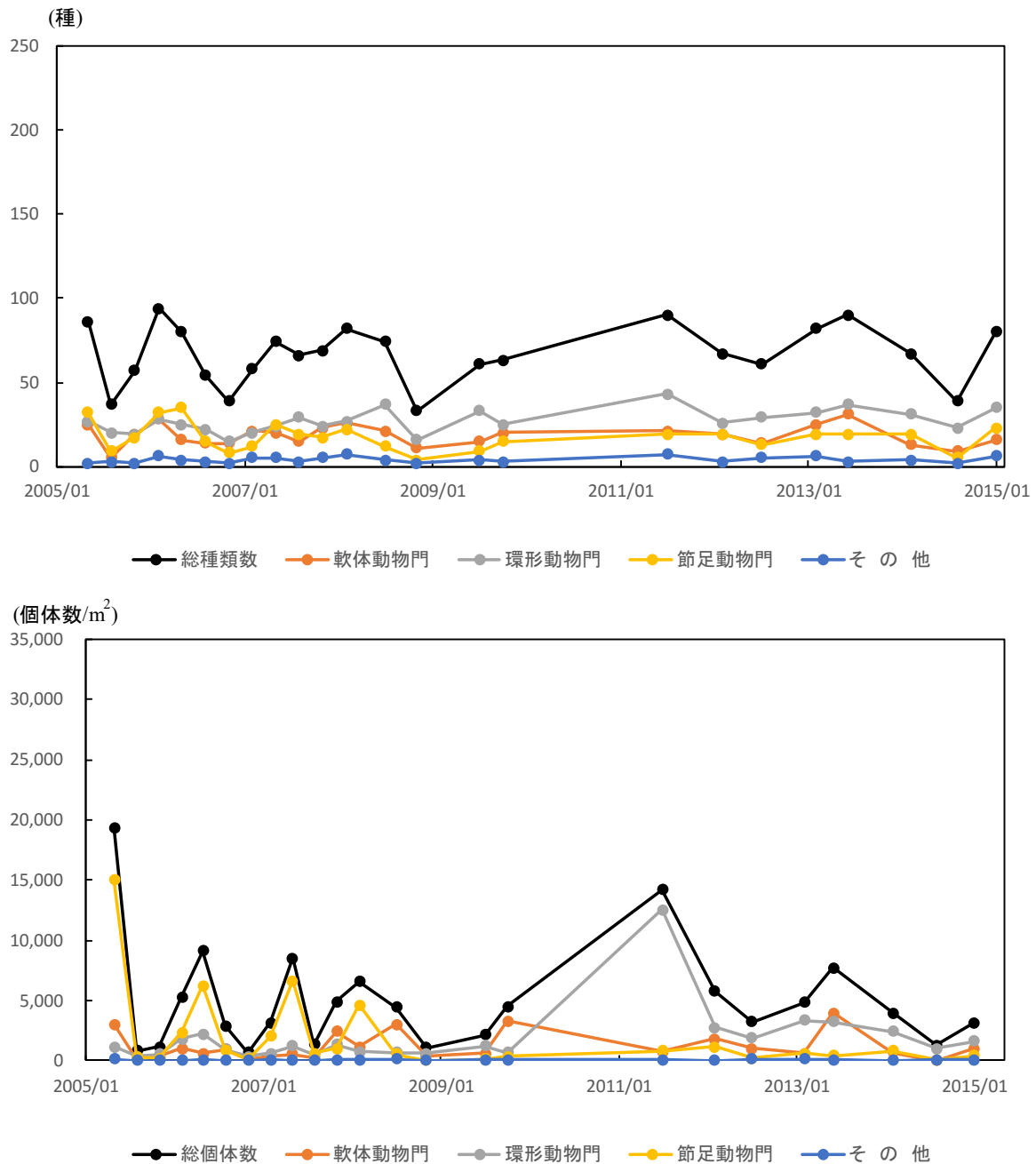
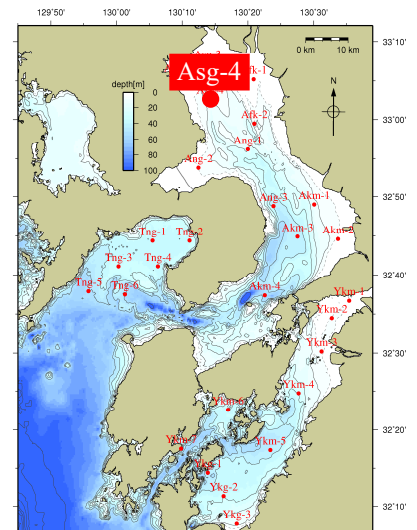


図 4.4.52 A3海域におけるベントスの推移

出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」
環境省「有明海・八代海再生重点課題対策調査結果」等をもとに環境省が作成した。



A3 海域における主要出現種の変遷を詳細にみると、2005 年から 2008 年までは主要出現種のなかでは、節足動物が多くみられたが、2008 年以降はその他の動物、環形動物や軟体動物（二枚貝類）が多くみられる。総個体数が多かった 2005 年 5 月にはホソツツムシ、2011 年 7 月にはダルマゴカイが多くみられた。

なお、有機汚濁耐性種で強内湾性の海域に生息できるとされているシズクガイが 2005 年から断続的に主要出現種となっている。一方、富栄養でない海域に生息しているとされるクビナガスガメが 2007～2009 年に主要出現種となっている。

表 4.4.7 A3 海域におけるベントスの主要出現種の推移

年月	A-3 Asg-4		
	門等	種名	個体数割合
2005/05	節足動物門	ホソツツムシ	35.9%
	節足動物門	ボトトリア科	15.4%
	節足動物門	カラムシ目	10.0%
2005/08	環形動物門	ダルマゴカイ	19.2%
	節足動物門	ホソツツムシ	17.1%
	軟体動物門	シズクガイ	13.3%
2005/11	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	28.4%
	軟体動物門	トリカクガイ科	9.0%
	節足動物門	ボトトリア科	8.4%
2006/02	環形動物門	ダルマゴカイ	22.4%
	節足動物門	ボトトリア科	20.4%
	節足動物門	カラムシ目	6.5%
2006/05	節足動物門	Corphiidae spp.	22.4%
	環形動物門	ダルマゴカイ	18.4%
	節足動物門	ホソツツムシ	17.6%
2006/08	環形動物門	ダルマゴカイ	27.2%
	軟体動物門	シズクガイ	26.1%
	節足動物門	カラムシ目	19.0%
2006/11	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	18.3%
	軟体動物門	リソボ科	10.6%
	環形動物門	ダルマゴカイ	9.7%
2007/02	節足動物門	ボトトリア科	40.1%
	環形動物門	ダルマゴカイ	8.7%
	節足動物門	ヒサシソコエビ科	8.5%
2007/05	節足動物門	ホソツツムシ	29.1%
	節足動物門	ボトトリア科	20.3%
	節足動物門	ヒサシソコエビ科	9.0%
2007/08	節足動物門	トコロコエビ	21.2%
	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	10.1%
	環形動物門	Sigambra hanaokai	8.2%
2007/11	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	10.5%
	軟体動物門	二枚貝類	Fulvia sp. 10.3%
	節足動物門	クビナガスガメ	9.2%
2008/02	節足動物門	クビナガスガメ	29.0%
	節足動物門	ボトトリア科	23.4%
	節足動物門	ヒサシソコエビ科	8.2%
2008/07	軟体動物門	二枚貝類	シズクガイ 43.9%
	軟体動物門	Mitrella sp.	10.3%
	節足動物門	ボトトリア科	6.1%
2008/11	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	39.5%
	軟体動物門	二枚貝類	ヒメカノアサリ 31.8%
	環形動物門	Sigambra hanaokai	8.5%
2009/07	環形動物門	ダルマゴカイ	23.6%
	軟体動物門	二枚貝類	シズクガイ 15.4%
	環形動物門	ダルマゴカイ	9.2%
2009/10	軟体動物門	二枚貝類	ヒメカノアサリ 64.8%
	環形動物門	Paraprionospio sp.(B型)	4.7%
	節足動物門	クビナガスガメ	4.7%
2011/07	環形動物門	ダルマゴカイ	80.5%
	節足動物門	トコロコエビ	2.4%
	軟体動物門	二枚貝類	シズクガイ 2.2%
2012/02	環形動物門	ダルマゴカイ	37.5%
	軟体動物門	二枚貝類	ヒメカノアサリ 20.8%
	節足動物門	トコロコエビ	10.5%
2012/07	環形動物門	ダルマゴカイ	40.1%
	軟体動物門	二枚貝類	シズクガイ 19.7%
	環形動物門	Sigambra hanaokai	9.6%
2013/02	環形動物門	ダルマゴカイ	48.9%
	軟体動物門	二枚貝類	ヒメカノアサリ 6.1%
	節足動物門	ユンボソコエビ科	4.9%
2013/08	刺胞動物門	ウミエビ目	40.7%
	環形動物門	Micronephthys sp.	29.0%
	軟体動物門	二枚貝類	ハナシガイ科 3.2%
2014/02	環形動物門	シリス重科	25.8%
	軟体動物門	二枚貝類	ヒメカノアサリ 15.3%
	刺胞動物門	ウミエビ目	9.0%
2014/08	環形動物門	Glycera sp.	50.2%
	節足動物門	Ampithoe sp.	8.5%
	軟体動物門	二枚貝類	マツカセガイ属 6.3%
2015/01	軟体動物門	イソエボ	29.2%
	環形動物門	ケハダウミケムシ科	26.9%
	環形動物門	Platynereis sp.	5.3%

【採取方法】

船上からスミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 0.05m²）を用いて表層泥を採取した。採泥回数は 10 回とした。

【主要出現種の選定方法】

年ごとに、Asg-4 において個体数が多い順に 3 種抽出した。同数の場合は併記した。なお、種まで特定できなかった生物については、「種名」の欄に同定可能なレベルまで記載している。

【出典】

環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」等より取りまとめ

② 原因・要因の考察

ベントスの生息と密接な関係があるといわれる底質について、1988 年以前の海域毎のモニタリング結果がなく、1970 年頃と現在の変化は不明である。ここでは 1989～2010 年の調査結果を中心に原因・要因の考察を行うこととした。

考察に当たって、泥化の判定は、

- ア. 経年変化において変動が大きな中央粒径 ($Md \phi = 7$) の等値線の動き
- イ. 中央粒径が小さくなること ($Md \phi$ の変化)・粘土・シルト分の増加
- ウ. 底質中の粒度全体が小さくなること (粒径加積曲線の変化)
- エ. 海底上に小さな粒子が堆積すること ($7.8 \mu m$ 以下の粒子 ($Md \phi = 7$ に相当)の含有率の増加)

の 4 つの観点から行った。

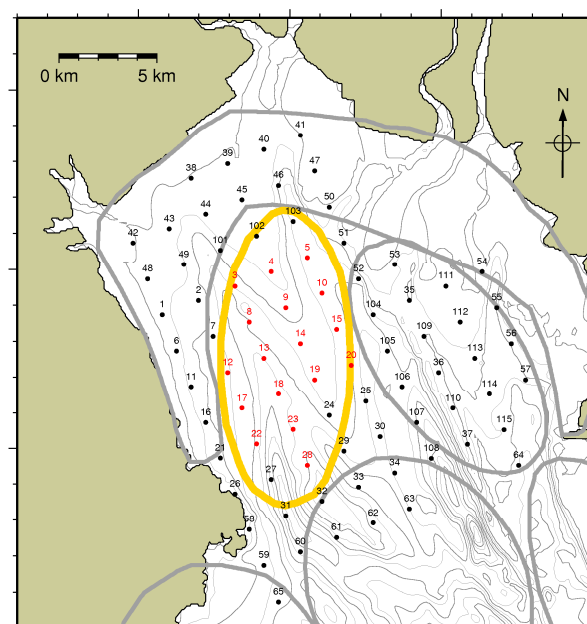
底質の泥化については、表 4.4.8 に示すとおり 2005 年以降については海域全体で増加・減少傾向はみられなかった⁴⁾。なお、調査地点は図 4.4.53 に示すとおりである。

表 4.4.8 A3 海域の底表泥の属性 (1989～2010 年)

	Md ϕ 7 以上の 微細泥地点数	泥分率 70%以 上の地点数
1989 年 8～9 月	6 地点	12 地点
2000 年 9 月	13 地点	15 地点
2005 年 10 月	4 地点	14 地点
2009 年 5 月	0 地点	14 地点
2010 年 10 月	0 地点	15 地点

注) 各年共通地点 17 地点中の数字を示している。

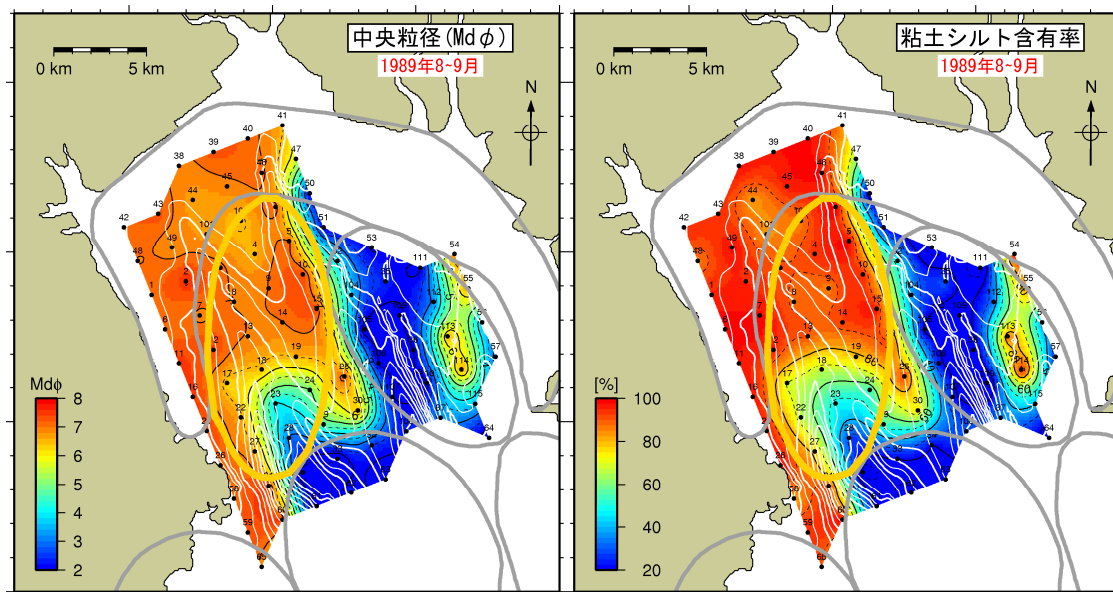
出典：環境省「有明海・八代海再生フォローアップ調査結果」
等より取りまとめ



注) 図 4.4.51 マクロベントス調査地点と同一地点

図 4.4.53 底質調査地点

図 4.4.54 に、1989 年から 2010 年の底質分布を示す^{12)、13)、14)、4)、15)}。



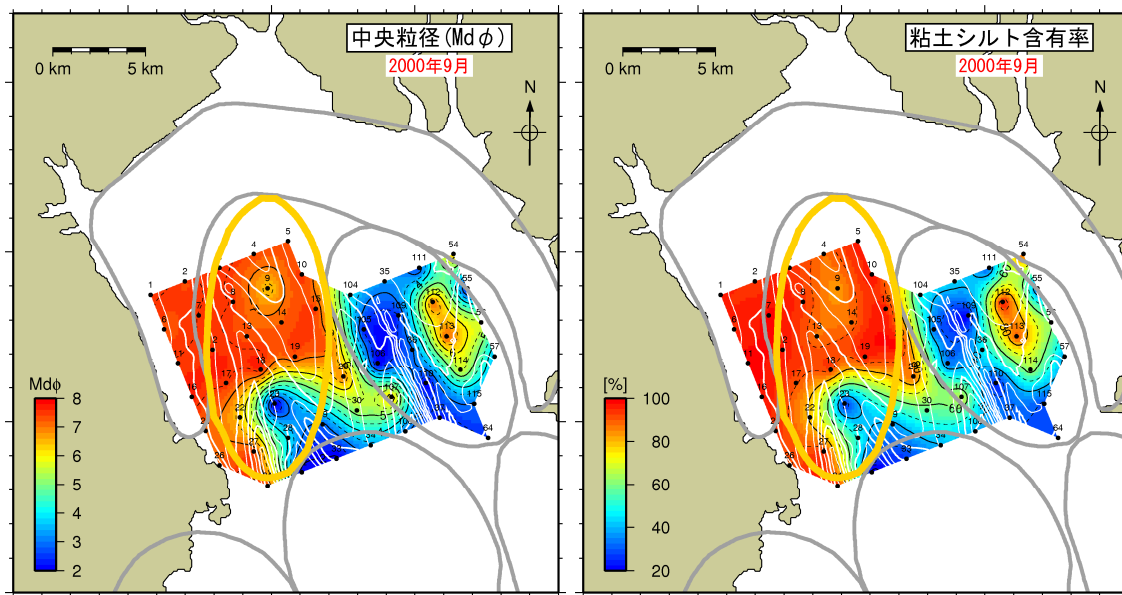
(中央粒径)

(粘土・シルト含有率)

注) 中央粒径 (Mdφ) と粘土・シルト含有率のコンターを示す。

図 4.4.54 (1) A3 海域の底質分布 (採取年: 1989 年)

出典: 古賀秀昭(1991): 有明海北西海域の底質及び底生生物, 佐賀県有明水産試験場研究報告, 第 13 号, pp.57-79 の数値データをもとに環境省が作成した。



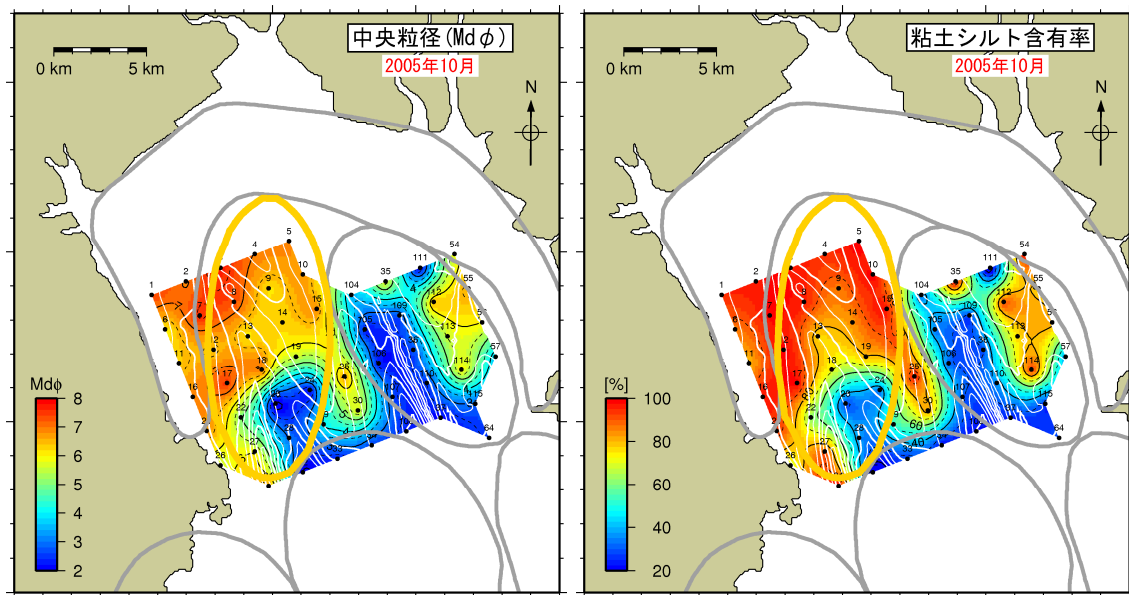
(中央粒径)

(粘土・シルト含有率)

注) 中央粒径 (Mdφ) と粘土・シルト含有率のコンターを示す。

図 4.4.54 (2) A3 海域の底質分布 (採取年: 2000 年)

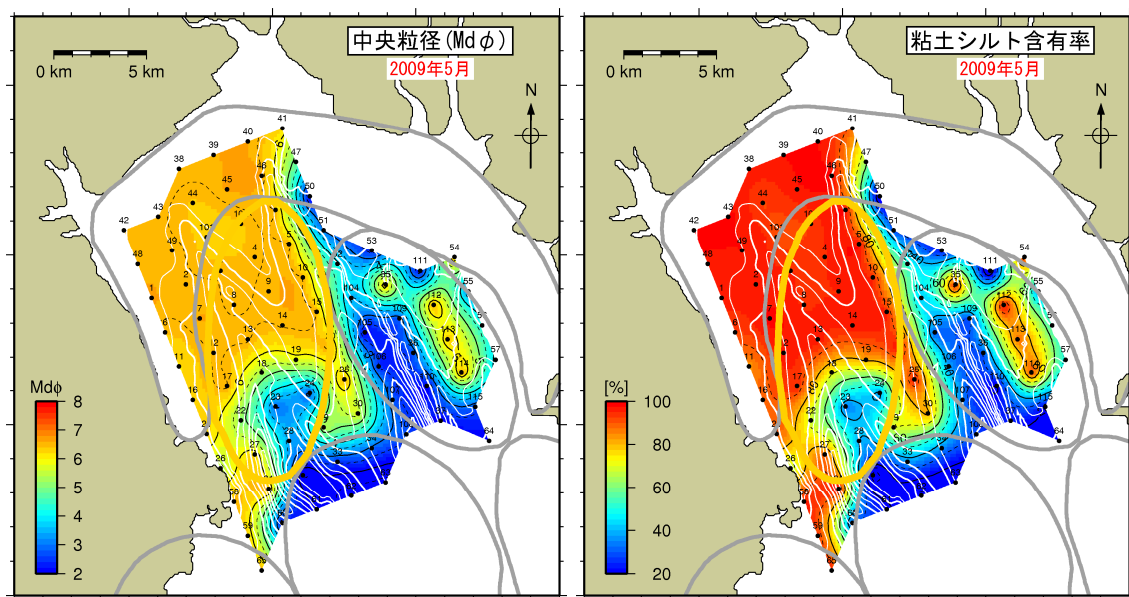
出典: 大隈斉, 江口泰蔵, 川原逸朗, 伊藤史郎(2001): 有明海灣奥部の底質およびマクロベントス, 佐賀県有明水産試験場研究報告, 第 20 号, pp.55-62 の数値データをもとに環境省が作成した。



(中央粒径) (粘土・シルト含有率)
 注) 中央粒径 (Mdφ) と粘土・シルト含有率のコンターを示す。

図 4.4.54 (3) A3海域の底質分布 (採取年: 2005年)

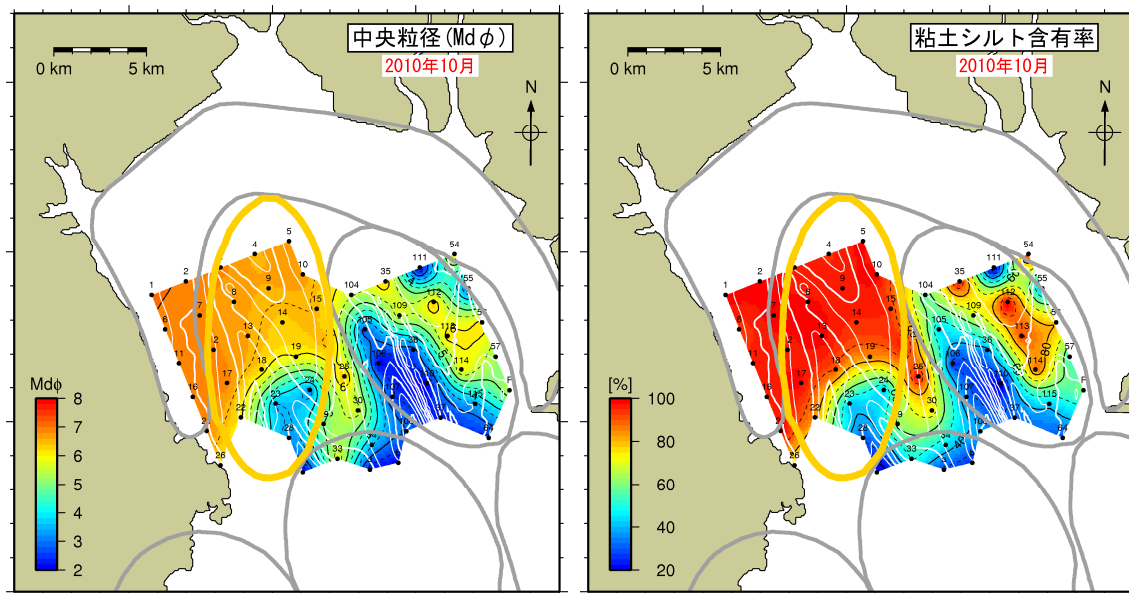
出典: 藤崎博, 大隈斉, 山口忠則, 有吉敏和(2007): 有明海湾奥部の底質, 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第23号, pp.37-40の数値データをもとに環境省が作成した。



(中央粒径) (粘土・シルト含有率)
 注) 中央粒径 (Mdφ) と粘土・シルト含有率のコンターを示す。

図 4.4.54 (4) A3海域の底質分布 (採取年: 2009年)

出典: 環境省「平成21年度 有明海・八代海再生フォローアップ調査(懸濁物調査) 報告書」より



(中央粒径)

(粘土・シルト含有率)

注) 中央粒径 (Mdφ) と粘土・シルト含有率のコンターを示す。

図 4.4.54 (5) A3海域の底質分布 ((採取年: 2010年))

出典: 環境省「平成 22 年度 有明海・八代海生態系回復方策検討調査報告書」のデータをもとに環境省が作成した。

図 4.4.55 によると、1989 年から 2000 年では中央粒径 (Mdφ) は小さく、粘土・シルト含有率 (63 μm 以下) は増加しており泥化 (細粒化) していると考えられていた。しかしながら、2000 年から 2009 年では前者に比べて中央粒径、粘土・シルト含有率ともに小さくなっていない (図 4.4.56)。調査地点ごとに中央粒径及び粘土・シルト含有率に加えて粒径加積曲線の変化を確認し、さらに、底質表層の中央粒径の分布状況の変化からみて、変動が最も大きい粒径である 7.8 μm 以下 (この粒径より細かい粒径が 50% を占める底質が Mdφ = 7 に相当する) の粒子の変化を確認したところ、多くの地点で 10% 以下の減少率となっており、2000 年以降は泥化傾向がみられなかった (図 4.4.57)。

なお、A3 海域では、二枚貝資源の回復等を目的として覆砂が実施されており、図 4.4.62 に示すように地点 24 は覆砂の影響が含まれる可能性が考えられることから、底質の泥化の評価の対象外とすることとし、それ以外の地点でのみ評価した。

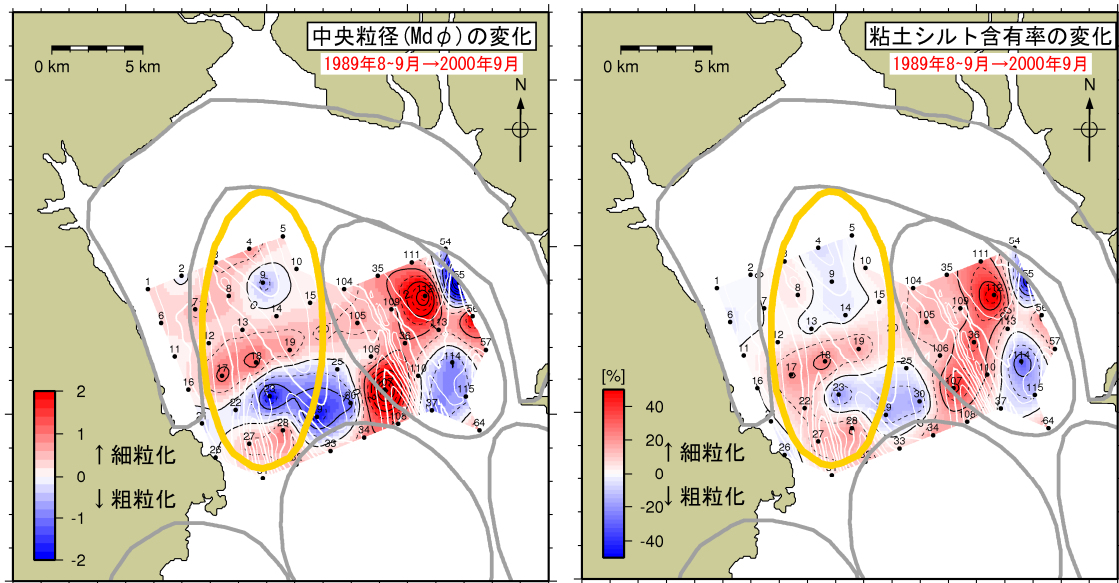


図 4.4.55 中央粒径と粘土・シルト含有率の分布の変化(1989~2000年の差)

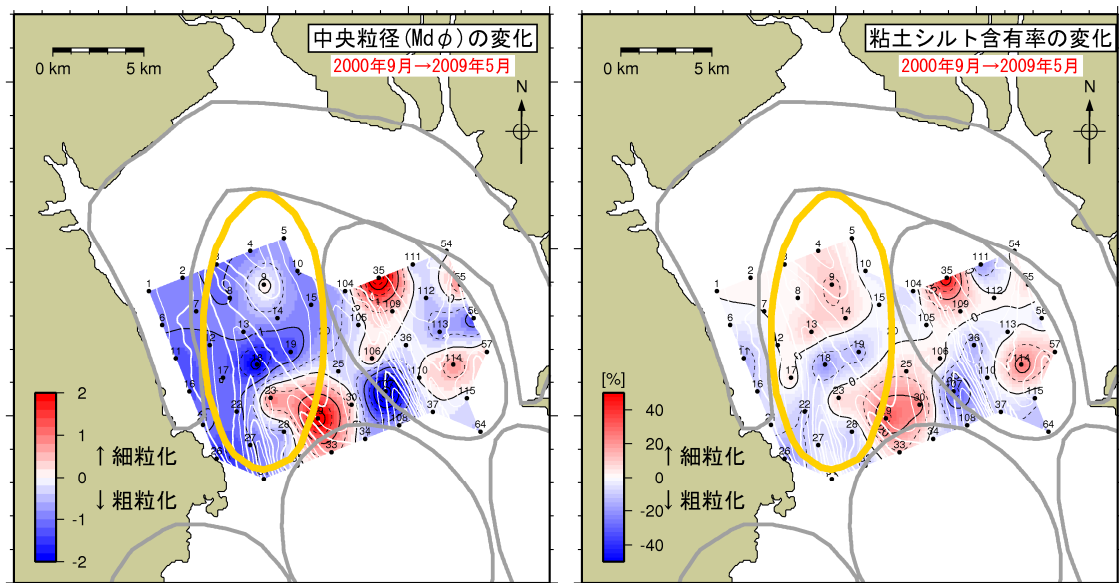


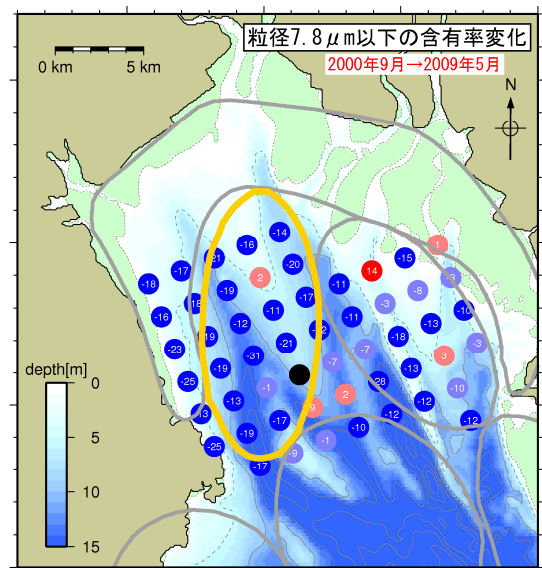
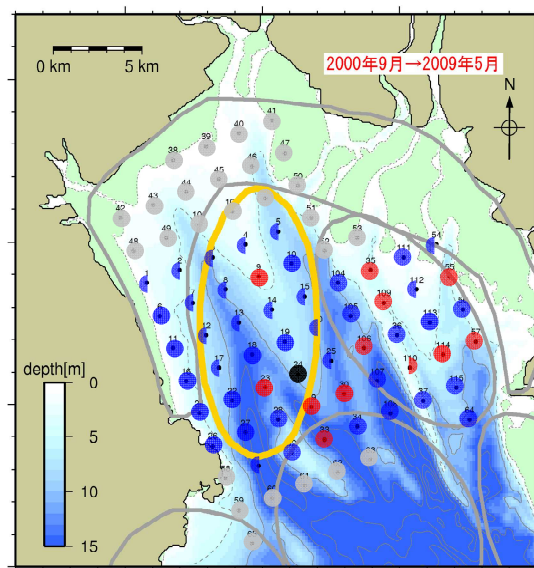
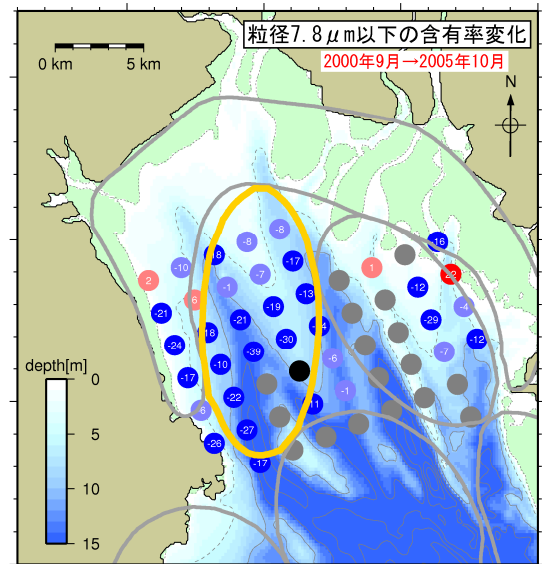
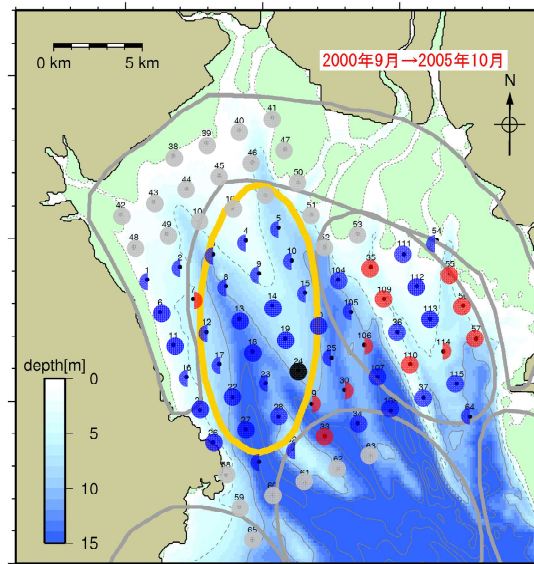
図 4.4.56 中央粒径と粘土・シルト含有率の分布の変化(2000~2009年の差)

中央粒径、粘土・シルト分、粒径加積曲線
による細粒化・粗粒化判別

- 細粒化 ● 粗粒化 ● データ無
- 覆砂エリアのため解析対象外
- どちらでもない(Mdφは細粒化)
- どちらでもない(Mdφは粗粒化)

7.8 μm 以下の粒子の含有率の変化

- : +10%以上 ● : +10~0%
- : -10%以下 ● : -10~0%
- : 分析値なし
- : 覆砂エリアのため解析対象外
- 数字 : 含有率の差分 (%)



注) 図中、「● : データ無」は調査が行われていないことを示し、「● : 分析値なし」は底質の粒度組成において 74 μm 以下の粒子が少なく分析が行われていないことを示す。また、「● : 覆砂対象エリアのため解析対象外」は図 4.4.62 に示すように覆砂事業位置と重なることから評価から外したことを示す。

図 4.4.57 細粒化・粗粒化判別結果と 7.8 μm 以下の粒子の含有率の変化

1989 年以前の底質に関する知見が少ないため、1975～1976 年頃に実施された鎌田 (1980) に掲載されている中央粒径 ($Md\phi$) の等値線¹⁶⁾ (図 4.4.58 左) を参考にして底質変化を考察した。図 4.4.59 に示すとおり、 $Md\phi=7$ の等値線が 1970 年代から 1989 年にかけて湾奥側へやや後退¹²⁾、すなわち粗粒化傾向にあったと推定される。

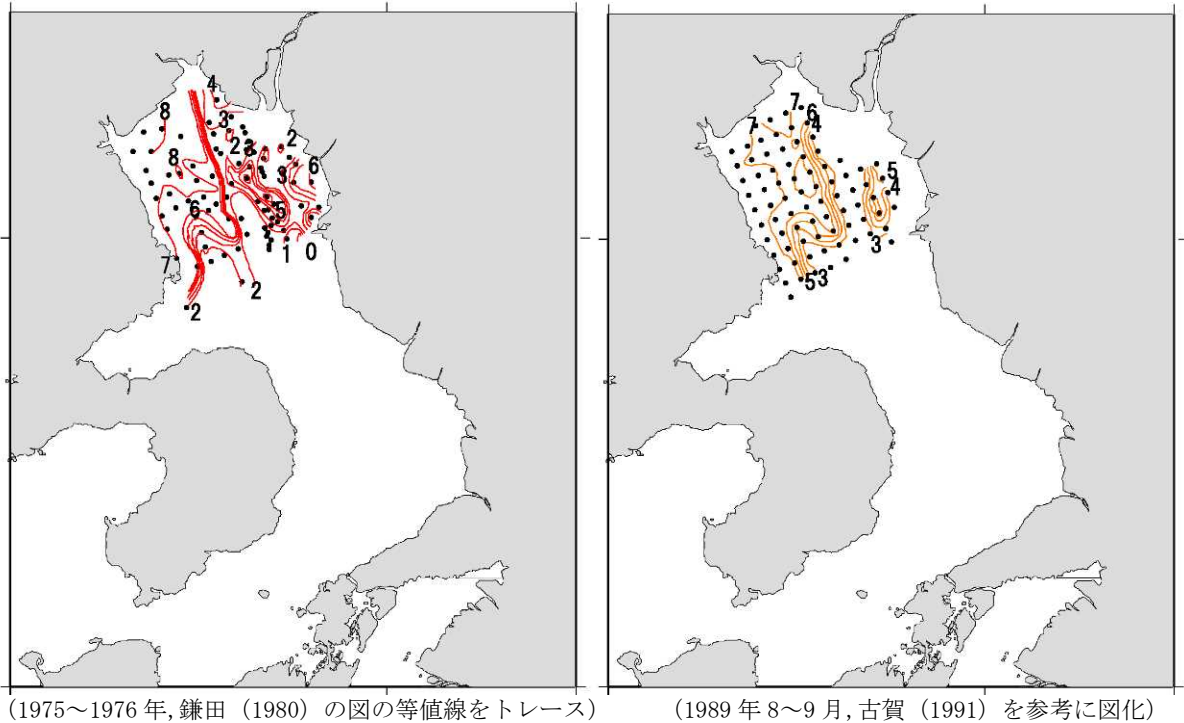


図 4.4.58 中央粒径 ($Md\phi$) の分布

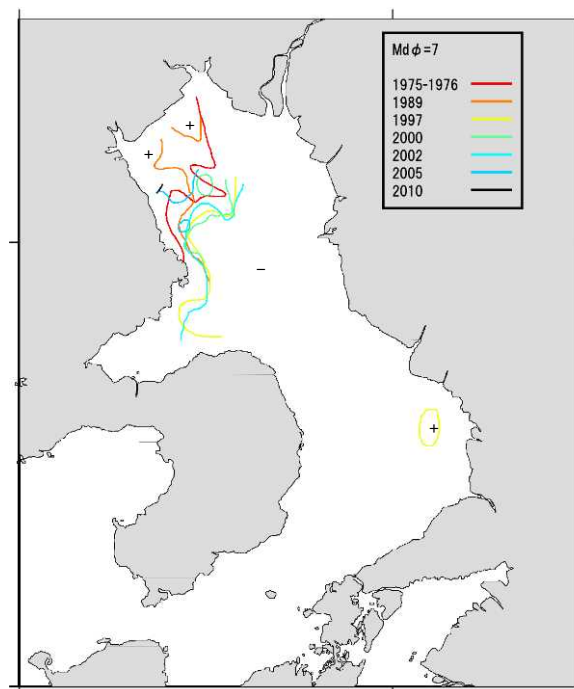
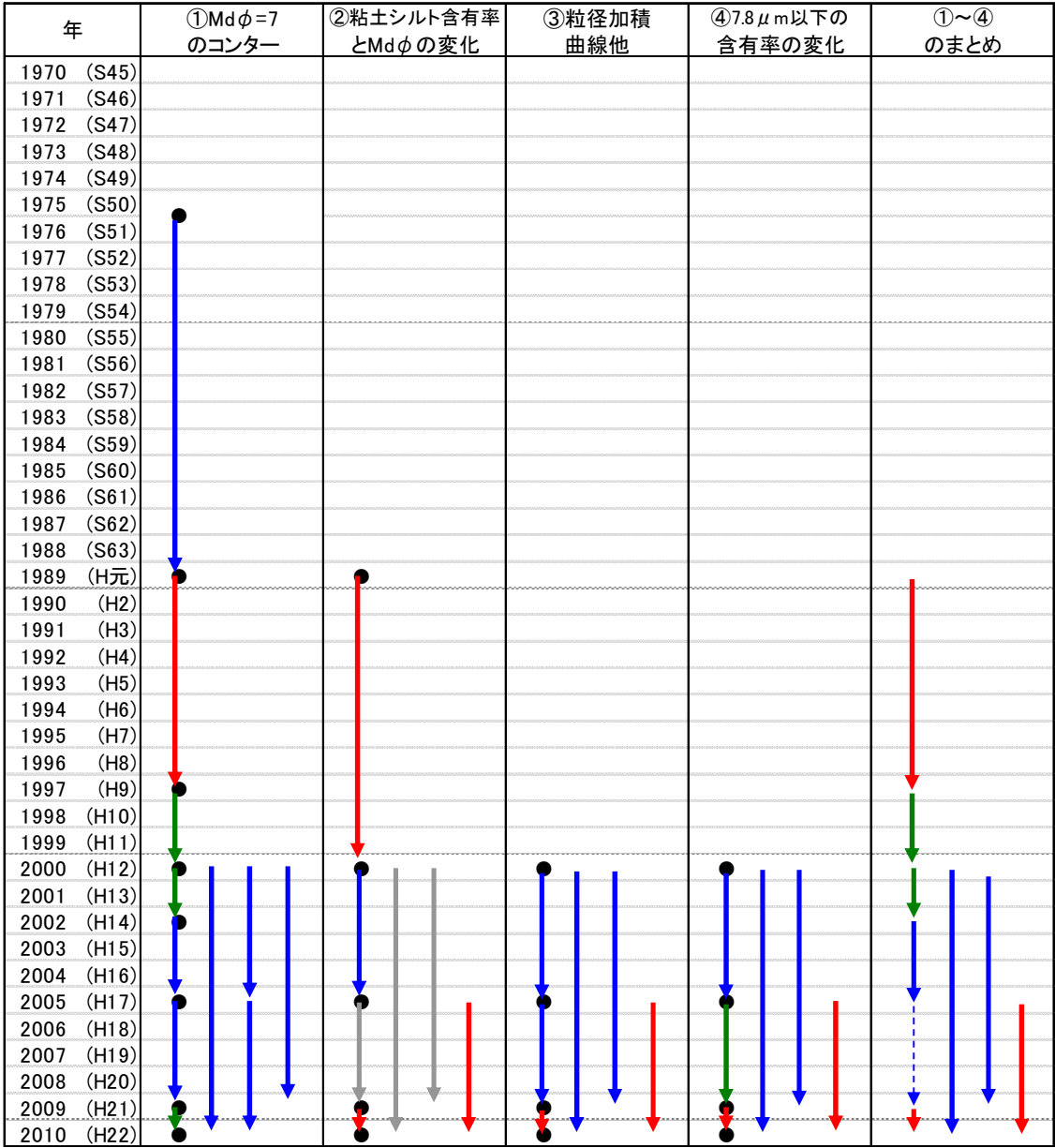


図 4.4.59 $Md\phi=7$ の等値線の比較

これらの調査結果を取りまとめると、1970年代から1989年にかけては、粗粒化傾向であった（図 4.4.60）。これまでの検討では、1989年から2000年にかけて細粒化が進んだことが示されていたが、 $Md\phi=7$ のコンターによると、1997年には既にある程度の細粒化は進んでいたと考えられる。

1997年から2002年までは変化は小さく、その後2005年にかけて粗粒化が進んだと考えられる。2005年から2009年にかけては変化傾向が明瞭ではないが、2005年から2010年の間でみると、細粒化が進んできていることが分かる。しかし、2000年から2010年の間でみると、粗粒化の傾向となる。これらの結果から、A3海域全体では長期間にわたる単調な変化（細粒化・粗粒化傾向）を呈していないと考えられる。



※ 粗粒化・細粒化の判別は、基本的には③で行う
 ※ ③のデータが無い部分については、①②④を参考にする
 ※ 矢印の凡例
 → 粗粒化傾向
 → 細粒化傾向
 → どちらでもない(細粒化と粗粒化の地点が同数)
 → 判別不能(②において粘土シルト含有率の変化とMdφの変化傾向が異なる)
 → 粗粒化傾向(明瞭でない)

図 4. 4. 60 有明海湾奥西部海域 (A3 海域) の底質の細粒化・粗粒化傾向

A3海域内18調査地点（覆砂の実施エリアに該当する地点24は除く）の中央粒径、粘土・シルト含有率（ $63\mu\text{m}$ 以下）及び微細粒子 $7.8\mu\text{m}$ 以下の含有率の海域内平均値の推移を図4.4.61に示す。

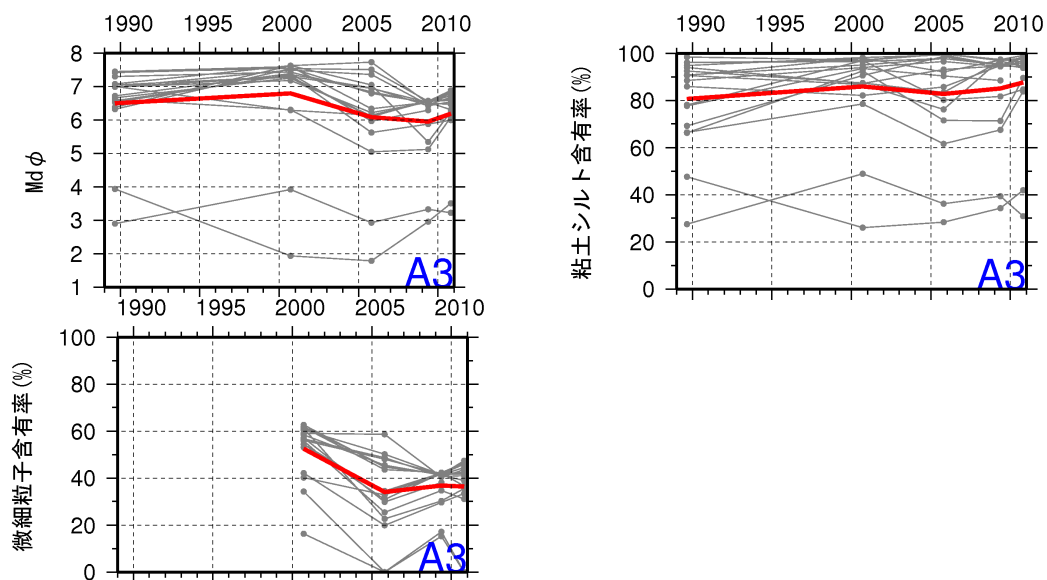
Md ϕ については、1989年から2000年にかけては細粒化、2000年から2005年にかけては粗粒化、2005年から2009年にかけては粗粒化、2009年から2010年にかけては細粒化の傾向がみられた。

粘土・シルト含有率については、1989年から2000年にかけては増加、2000年から2005年にかけては減少、2005年から2010年にかけては増加傾向がみられた。

微細粒子含有率については、2000年から2005年にかけては減少、2005年から2009年にかけては増加、2009年から2010年にかけては横ばいの傾向がみられた。

なお、これらの傾向は地点によって様々であるものの、その変化範囲はMd ϕ が5～8程度、粘土・シルト含有率が60～100%であり、基本的に泥質で推移している。

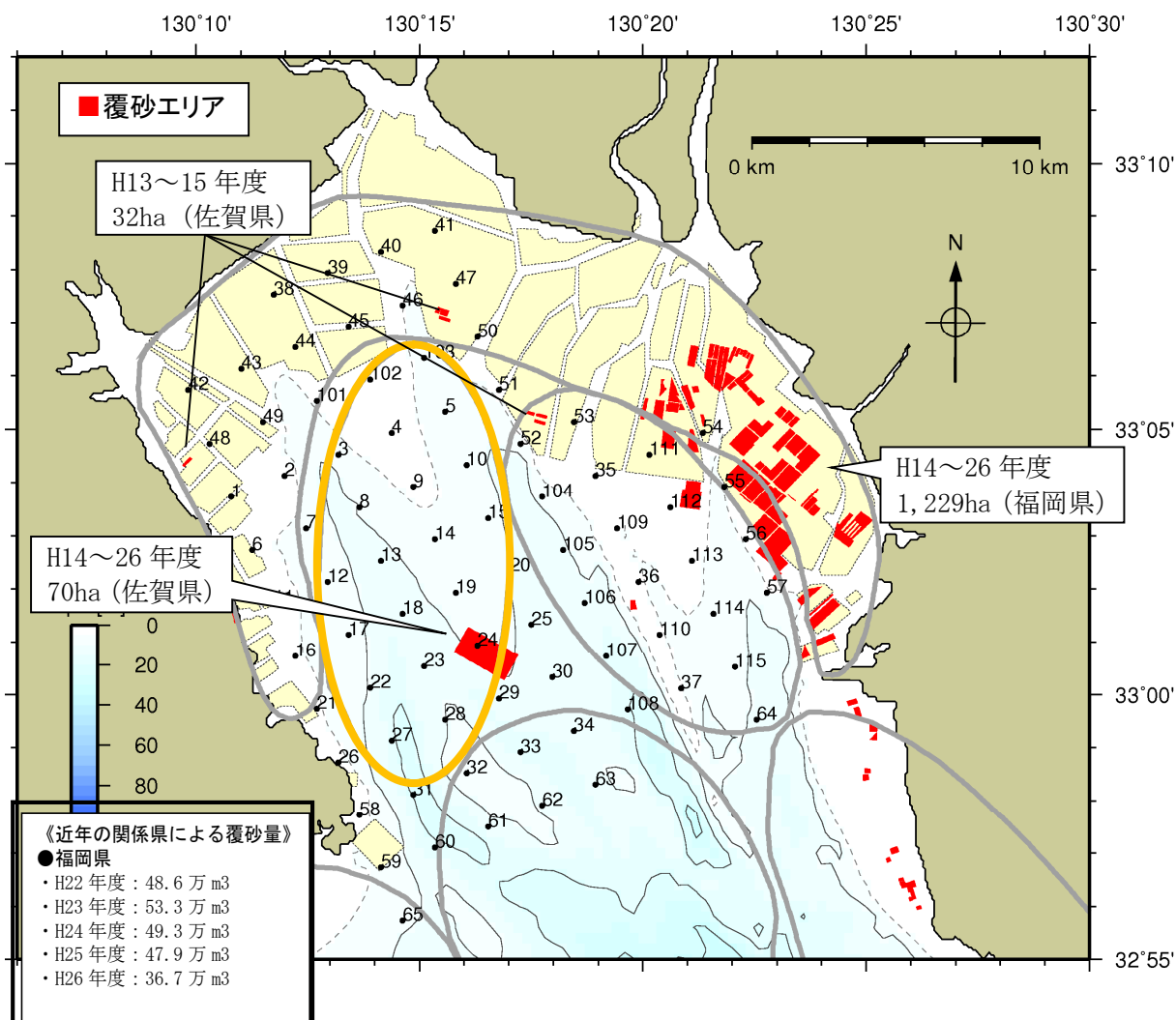
この結果から、1989年から2011年にかけては、海域全体では長期間にわたる単調な変化（細粒化・粗粒化傾向）を呈していないと考えられる。



注) 図中の赤線は海域内平均値を表す。

図 4.4.61 有明海湾奥西部海域（A3海域）の底質粒径の推移

また、A3海域では、二枚貝資源の回復等を目的として覆砂が実施されていることに留意する必要がある（図 4.4.62）。

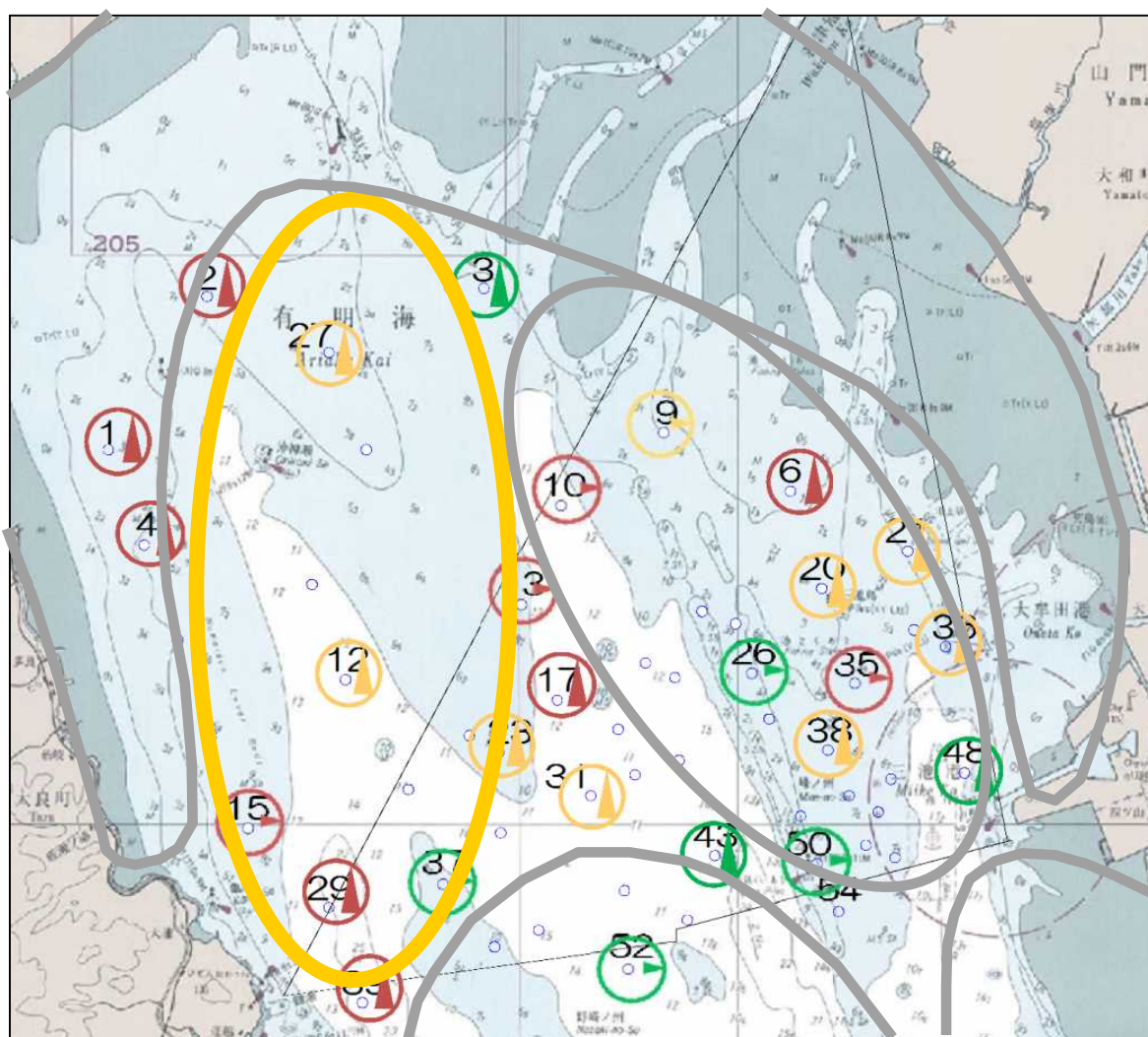


注) 関係県が実施した主な覆砂事業（水産庁補助事業）をプロット

図 4.4.62 底質調査地点と覆砂実施エリア

出典：関係県の整備実績をもとに環境省が作成した。

図 4.4.63 に示すようにA3海域の 2008 年から 2013 年の含泥率の調査結果をみると、地点によって変化傾向は異なっており、場所によっては増加傾向を示す地点もみられる¹⁷⁾ ことに留意する必要がある。



- | | |
|---------------------|-------------------|
| ○ : 平均含泥率全年 60%超地点 | ▲ : 平均含泥率増加傾向 |
| ○ : 平均含泥率一部年 60%超地点 | → : 平均含泥率増減傾向みられず |
| ○ : 平均含泥率全年 60%以下地点 | ▼ : 平均含泥率減少傾向 |

図 4.4.63 有明海灣奥部の底質の含泥率の変化傾向（2008～2013 年）

出典：農林水産省「平成 26 年度有明海底質環境調査業務 環境調査経年変化検討とりまとめ資料」をもとに環境省が作成した。

これらの結果から、A3海域全体では長期間にわたる単調な変化（細粒化・粗粒化傾向）を呈していないと考えられる。