

A2海域（有明海湾奥東部）の問題点と原因・要因の考察

1 この海域の特性

A2海域(有明海湾奥部東部)は図1に示すように、筑後川沖東水道に位置し、園田ら(2008)によると筑後川からの影響を大きく受けていると考えられる。また、環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会(平成18年12月)委員会報告によると、水平的には反時計回りの恒流が形成され、大串ら(2007)によると鉛直的にはエスチュアリ循環流が形成されている。園田ら(2008)は塩分の年間変動からみて、出水時には全層にわたって河川水が流入することを報告しており横山ら(2008)は出水時に筑後川等から流入した粘土シルト分は河口沖に堆積し、湾奥へ移流されることを報告している。水質については園田ら(2008)は、筑後川からの影響が大きく、筑後川から流入した栄養塩類(DIN)が反時計回りに移流・拡散していくと報告している。底質は砂泥質である。

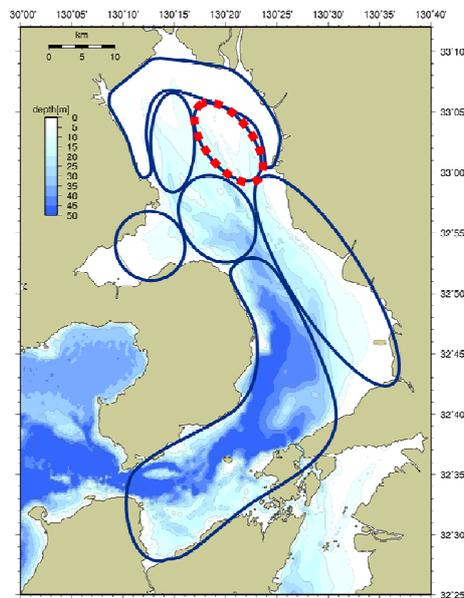
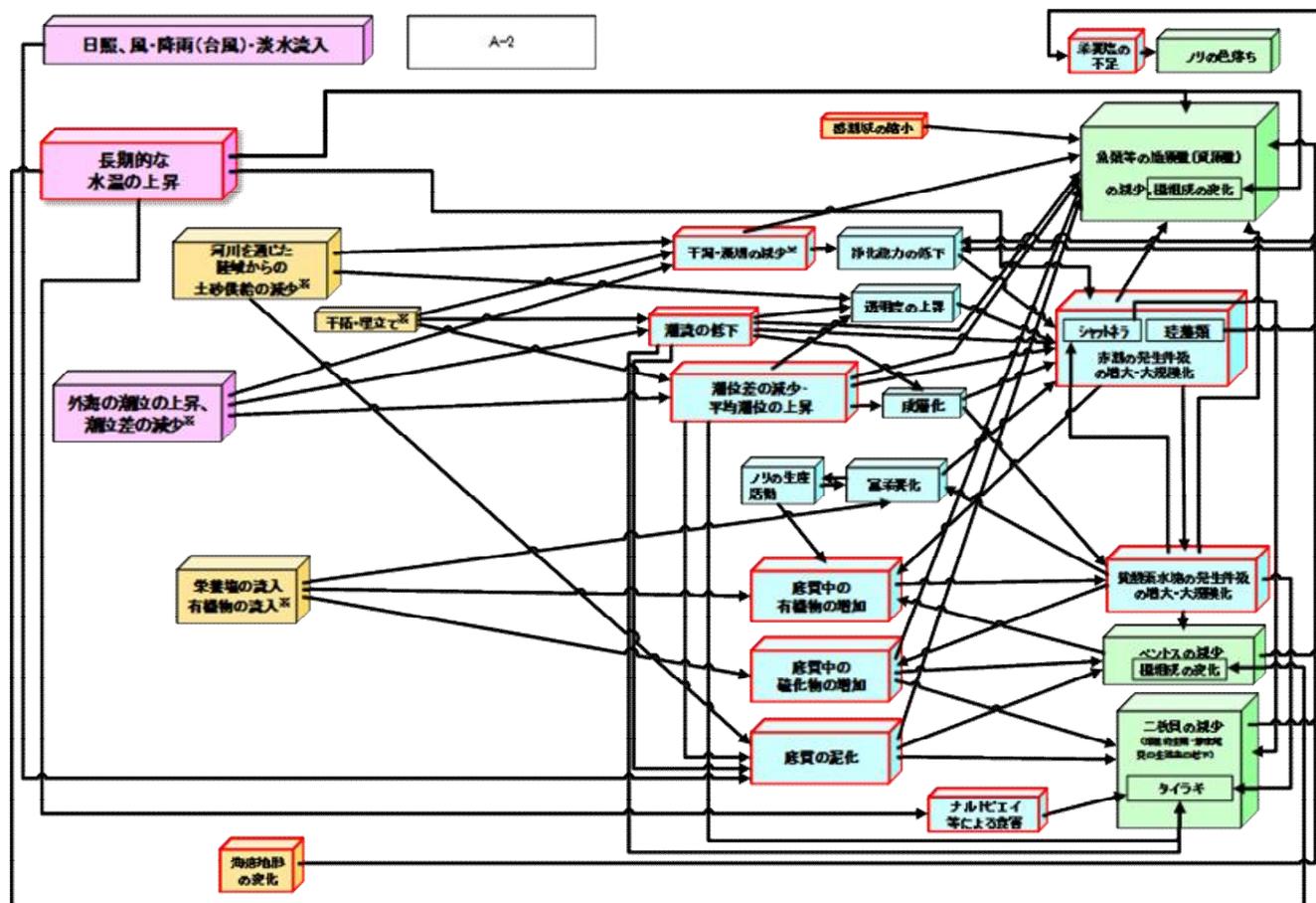


図1 A2海域位置

当該海域の問題点とその原因・要因に関する調査研究結果、文献、報告等を整理し、問題点及び問題点に関連する可能性が指摘されている要因を図2に示す。



: 直接的な原因・要因
 : 生物、水産資源
 : 海域環境
 : 陸域・河川の影響
 : 気象、海象の影響

※図中、枠内の語尾に※を付した原因・要因は当該海域への影響が他海域を経由するものを示す。

図 2 A 2 海域(有明海湾奥東部)における問題点と原因・要因との関連の可能性

【ベントスの減少】

2 ベントスの減少

① 現状と問題点の特定

A2 海域では、1970 年からのベントスのモニタリング結果がないため、ここでは 1989 年夏季と 2000 年夏季の調査、2005 年以降のモニタリング結果を確認した。1989 年夏季と 2000 年夏季の調査によると、全マクロベントス（小型の底生動物）の平均密度は 2,595 個体/m²（1989 年）から 2,085 個体/m²（2000 年）に減少しており、多毛類、甲殻類、クモヒトデ類は増加し、二枚貝類、その他は減少していた（表 1）。

表 1 A2 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	2,595	44.1	40.8	4.0	1.9	12.3
2000年	2,085	58.8	15.0	16.7	4.6	4.8

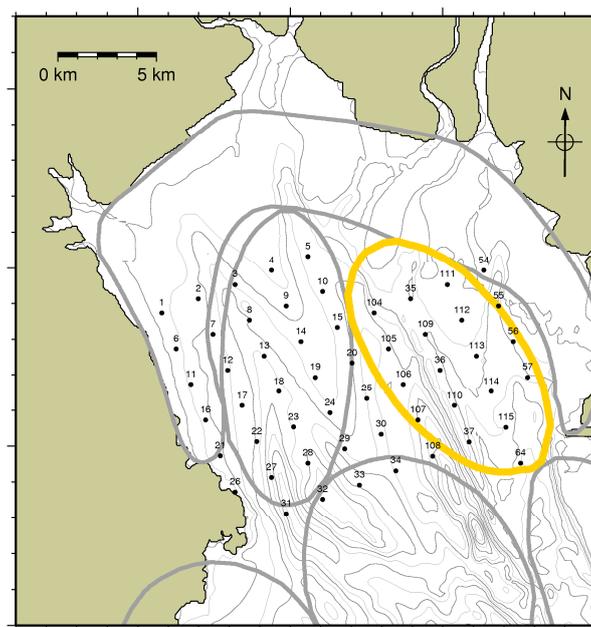


図 3 マクロベントス調査地点

A2 海域で行われた他調査（図 4）では、2005 年以降は、種類数では総種類数、軟体動物門、節足動物門に減少傾向がみられ、個体数では節足動物門に減少傾向がみられた。これ以外の動物では、種類数、個体数に明瞭な増減傾向はみられなかった。

主要種の構成をみると、節足動物門が減少し、2006 年から軟体動物門がみられてきており、これらは泥質に生息する二枚貝類が主要種となっていた。なお、この調査結果は表 1 の調査採取方法とは異なる。

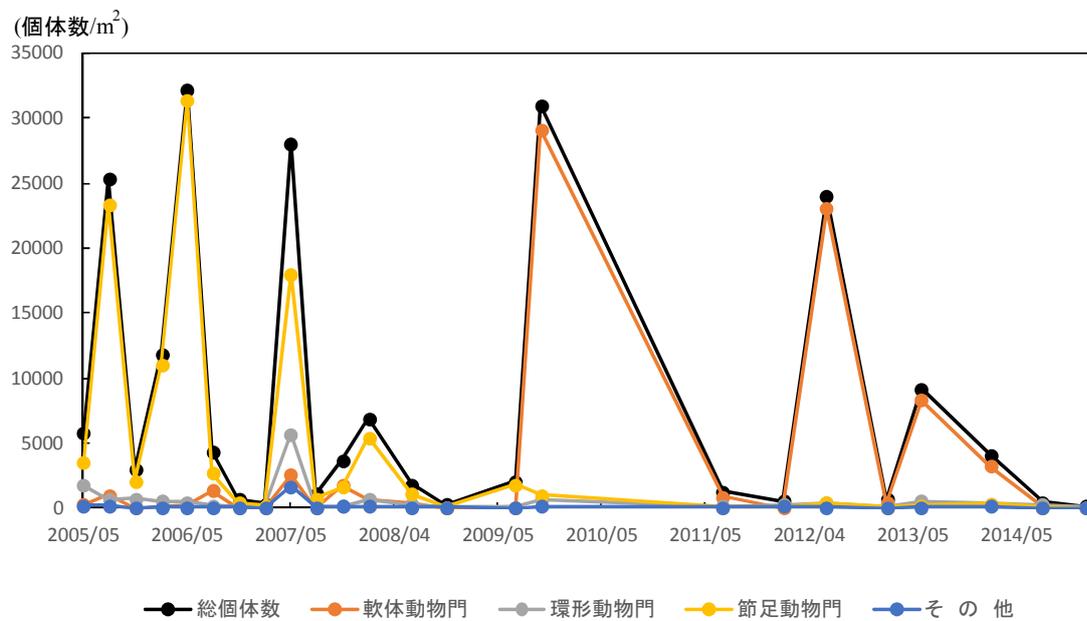
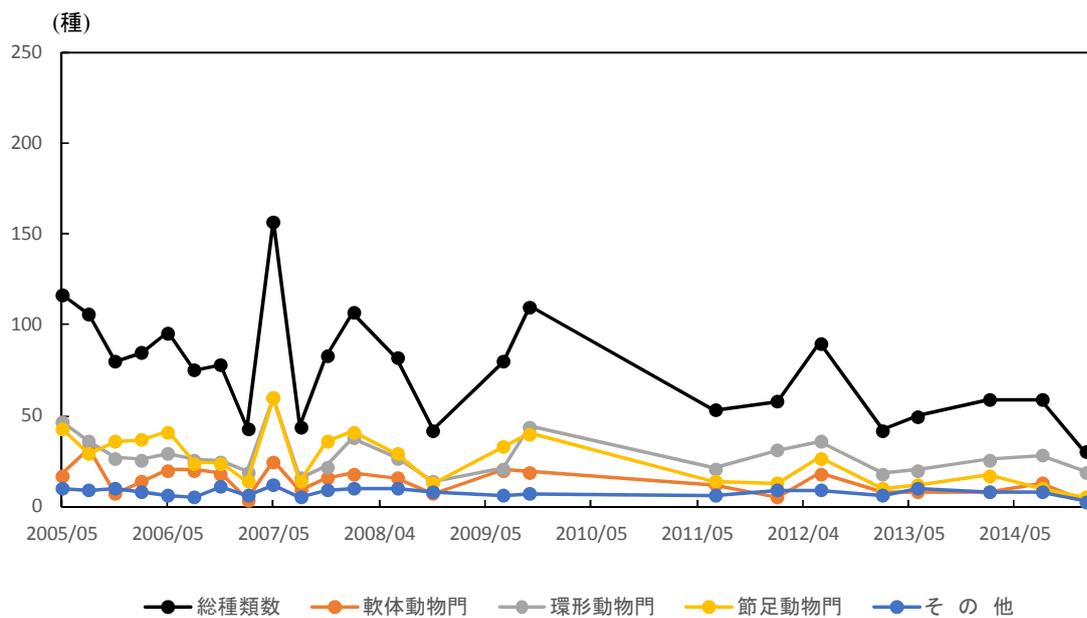


図 4 A 2 海域におけるベントスの推移

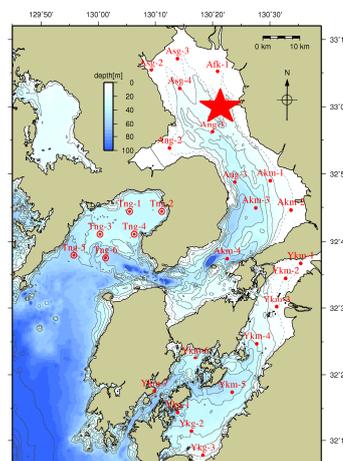


表 2 A 2 海域におけるベントスの出現主要種の推移

		A-2	
		Afk-2	
2005/05	節足動物門		ユンボソコエビ科
	環形動物門		シリス亜科
	環形動物門		カザリゴカイ科
2005/08	節足動物門		Corophium sp.
	節足動物門		ホソツツムシ
2005/11	節足動物門		フトヒゲソコエビ科
	節足動物門		タヌ目
	環形動物門		ハラオニス科
2006/02	環形動物門		シリス亜科
	節足動物門		タヌ目
	節足動物門		レプトケリア科
2006/05	節足動物門		ユンボソコエビ科
	節足動物門		Corophium sp.
	節足動物門		ホソコエビ
2006/08	節足動物門		クダソコエビ
	節足動物門		ホソツツムシ
	軟体動物門 二枚貝類		ホトキスガイ
2006/11	節足動物門		タヌ目
	節足動物門		カイク目
	節足動物門		Urothoe sp.
2007/02	節足動物門		Photis sp.
	節足動物門		タヌ目
	環形動物門		ハラオニス科
2007/05	節足動物門		Photis sp.
	節足動物門		ニホンソコエビ
	軟体動物門 二枚貝類		チリハギガイ科
2007/08	節足動物門		タヌ目
	節足動物門		カイク目
	紐形動物門		紐形動物門
2007/11	軟体動物門 二枚貝類		イガイ科
	軟体動物門 二枚貝類		ヤマホトキスガイ
	節足動物門		タヌ目
2008/02	節足動物門		レプトケリア科
	節足動物門		タヌ目
	節足動物門		Photis sp.
2008/07	節足動物門		Urothoe sp.
	軟体動物門 二枚貝類		ヤマホトキスガイ
	環形動物門		カザリゴカイ科
2008/11	紐形動物門		紐形動物門
	節足動物門		ハラオニス科
	節足動物門		ニッホンスガメ
2009/07	節足動物門		レプトケリア科
	節足動物門		Urothoe sp.
	節足動物門		Byblis sp.
2009/10	軟体動物門 二枚貝類		ホトキスガイ
	節足動物門		ニッホンスガメ
	節足動物門		クダソコエビ
2011/07	軟体動物門 二枚貝類		ホトキスガイ
	棘皮動物門		クモヒデ綱
	環形動物門		カザリゴカイ科
2012/02	環形動物門		エグソネ亜科
	節足動物門		クダソコエビ
	袋形生物門		線虫綱
2012/07	軟体動物門 二枚貝類		Musculista sp.
	軟体動物門 二枚貝類		ホトキスガイ
	軟体動物門 二枚貝類		イガイ科
2013/02	軟体動物門 二枚貝類		ヒメカノアサリ
	節足動物門		レプトケリア科
	軟体動物門 二枚貝類		キセウガイ科

【採取方法】

スミスマッキンタイヤ型採泥器にて 10 回採泥

【主要種の選定方法】

年ごとに、Afk-2 において個体数が多い順に 3 種抽出した。

【出典】

H17～H25 環境省調査結果より取りまとめ

A 2 海域における出現主要種の変遷を詳細にみると、2005 年から 2010 年まではほとんどが節足動物であったが、2011 年以降は棘皮動物、袋形動物及び環形動物に変わっており、2012 年は軟体動物（二枚貝類）であった。

② 要因の考察

底質の泥化については、細粒化の観点から整理を行うこととした。1970年ころからの底質のモニタリング結果がないため、ここでは1989年から2009年の調査結果を中心に要因の考察を行うこととした。

考察にあたって、泥化の判定を、

ア. 経年変化において変動が大きい中央粒径 ($Md \phi = 7$) 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. 海底上に小さい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。

なお、A 2 海域には覆砂域と考えられる砂質が散在しており、出水時等に砂→シルト(粘土)の変化がみられるが、短期的な変動なので生物の生息環境の観点から大きな影響はないと考える。

底質の泥化については、表 3 に示すとおり A 2 海域では一方向 (単調増加・単調減少) の粒径変化はみられない。

表 3 A 2 海域の底表泥の属性 (1989 年～2010 年)

	Md ϕ 7 以上の 微細泥地点数 ※1	泥分率 70%以 上の地点数※1
1989年8～9月	0 地点	3 地点
2000年9月	2 地点	2 地点
2005年10月	0 地点	6 地点
2009年5月	1 地点	4 地点
2010年10月	0 地点	5 地点

※1 各年共通地点 18 地点中の数字

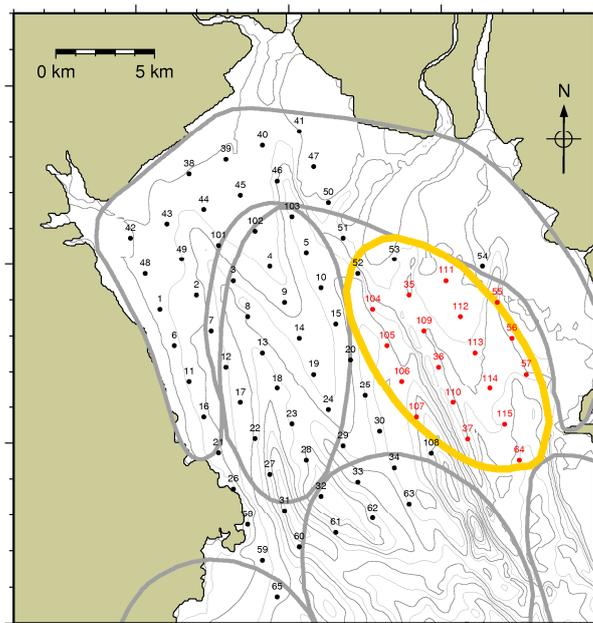
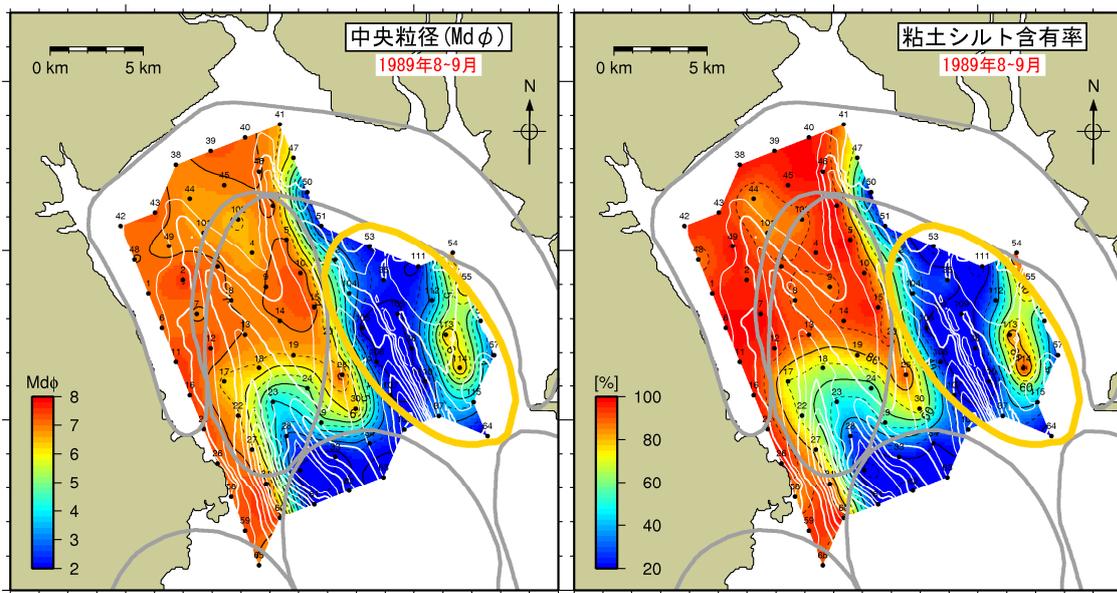


図 5 底質調査地点

(図 3 マクロベントス調査地点と同一地点)

図 6 に、1989 年から 2010 年の底質分布を示す。

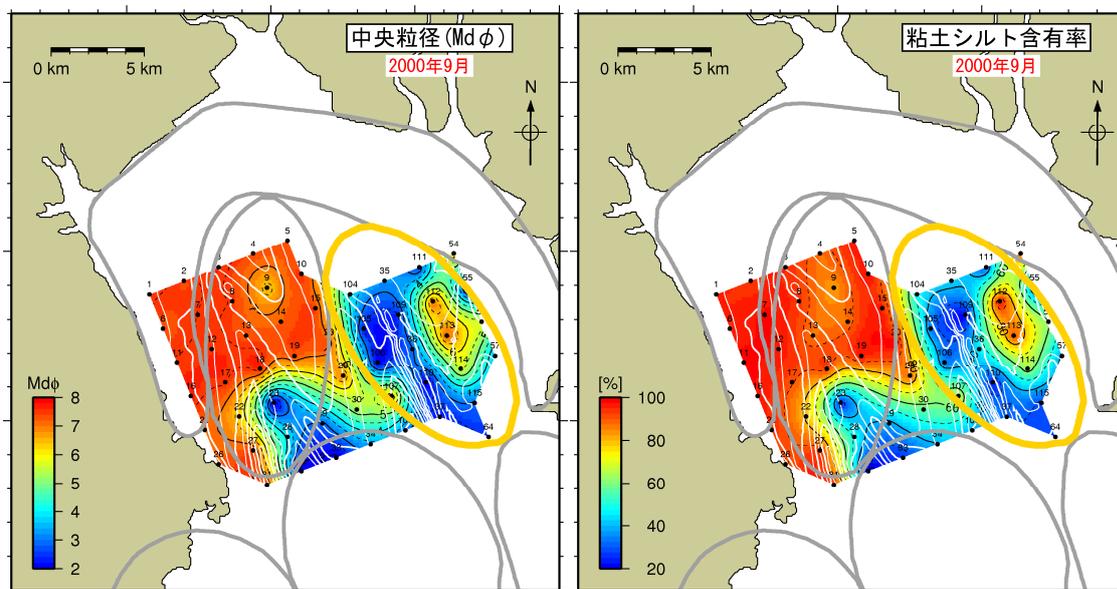


(中央粒径)

(粘土シルト含有率)

※古賀(1991)の数値データを基にカラーコンター図に改変

(1) 中央粒径(Mdφ)と粘土シルト含有率のコンター (採取年：1989年)



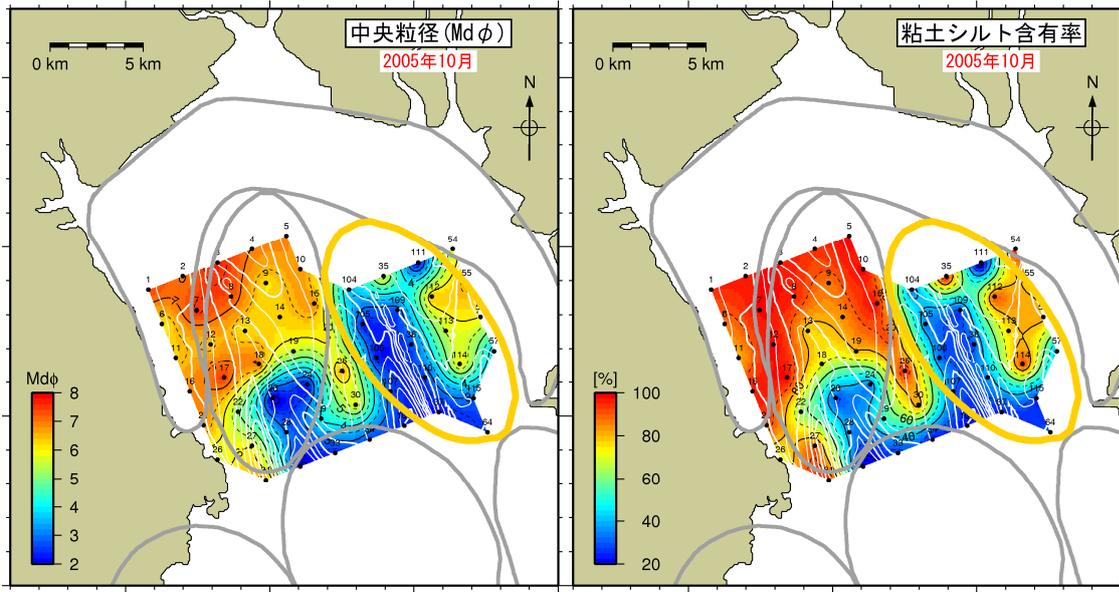
(中央粒径)

(粘土シルト含有率)

※大隈ら(2001)の数値データを基にカラーコンター図に改変

(2) 中央粒径(Mdφ)と粘土シルト含有率のコンター (採取年：2000年)

図 6(1) A 2 海域の底質分布 (1989~2000 年)

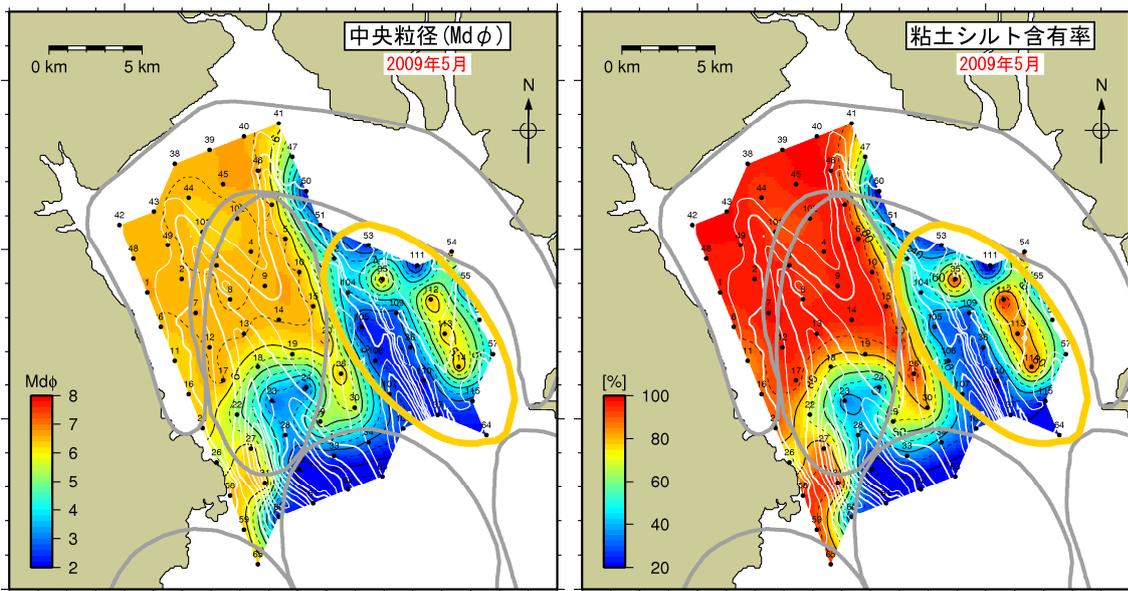


(中央粒径)

(粘土シルト含有率)

※藤崎ら(2007)の数値データを基にカラーコンター図に改変

(3) 中央粒径(Mdφ)と粘土シルト含有率のコンター (採取年: 2005年)



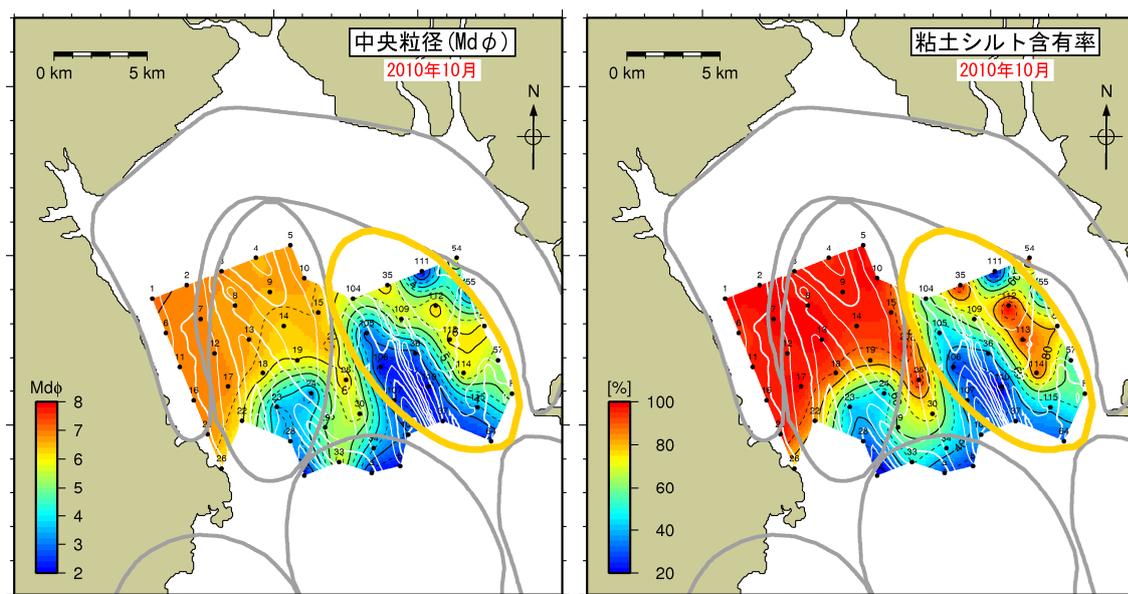
(中央粒径)

(粘土シルト含有率)

※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

(4) 中央粒径(Mdφ)と粘土シルト含有率のコンター (採取年: 2009年)

図 6 (2) A 2 海域の底質分布 (2005~2009 年)



(中央粒径)

(粘土シルト含有率)

※(5) 平成 21 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基にカラーコンター図に改変

(5) 中央粒径(Mdφ)と粘土シルト含有率のコンター (採取年: 2010 年)

図 6 (3) A 2 海域の底質分布 (2010 年)

図 6 を基に、各調査間における底質の変動を整理し、図 7 及び図 8 に示す。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 ($63\mu\text{m}$ 以下) は増加しており泥化 (細粒化) 傾向の値を示しているが (図 7)、2000 年から 2009 年では場所によって傾向は異なっている (図 8)。

なお、調査地点ごとに粒径加積曲線の変化を確認したところ、ある特定の大きさの粒子含有率が増加するという不自然な粒径変化が起きている (図 10、図 11)。これは覆砂等の人為的な影響と考えられることから、その調査地点の結果は底質の泥化 (細粒化) 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。

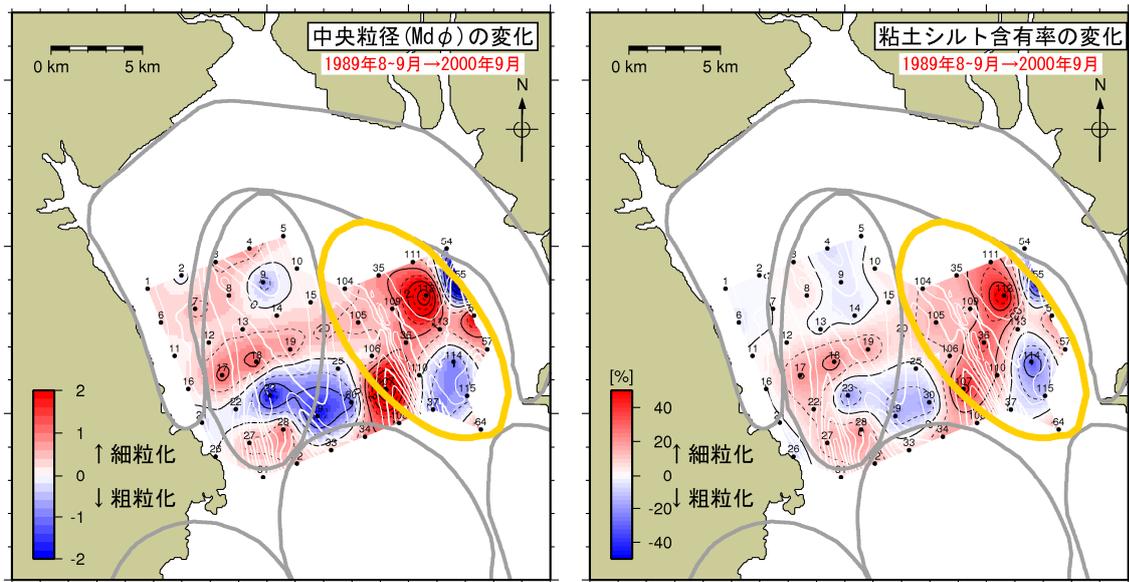


図 7 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化 (1989～2000 年の差)

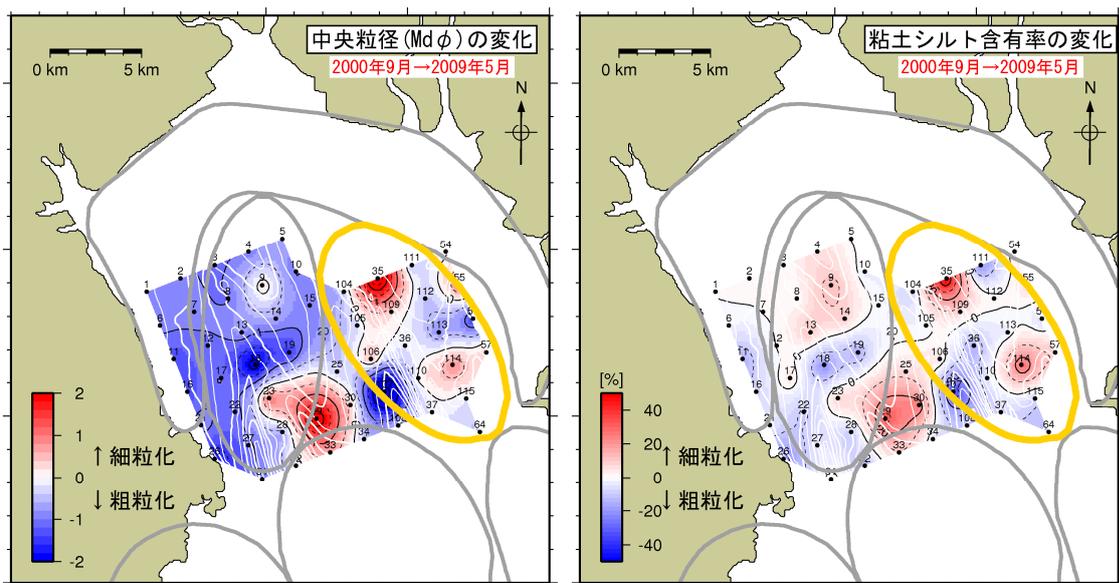


図 8 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化 (2000～2009 年の差)

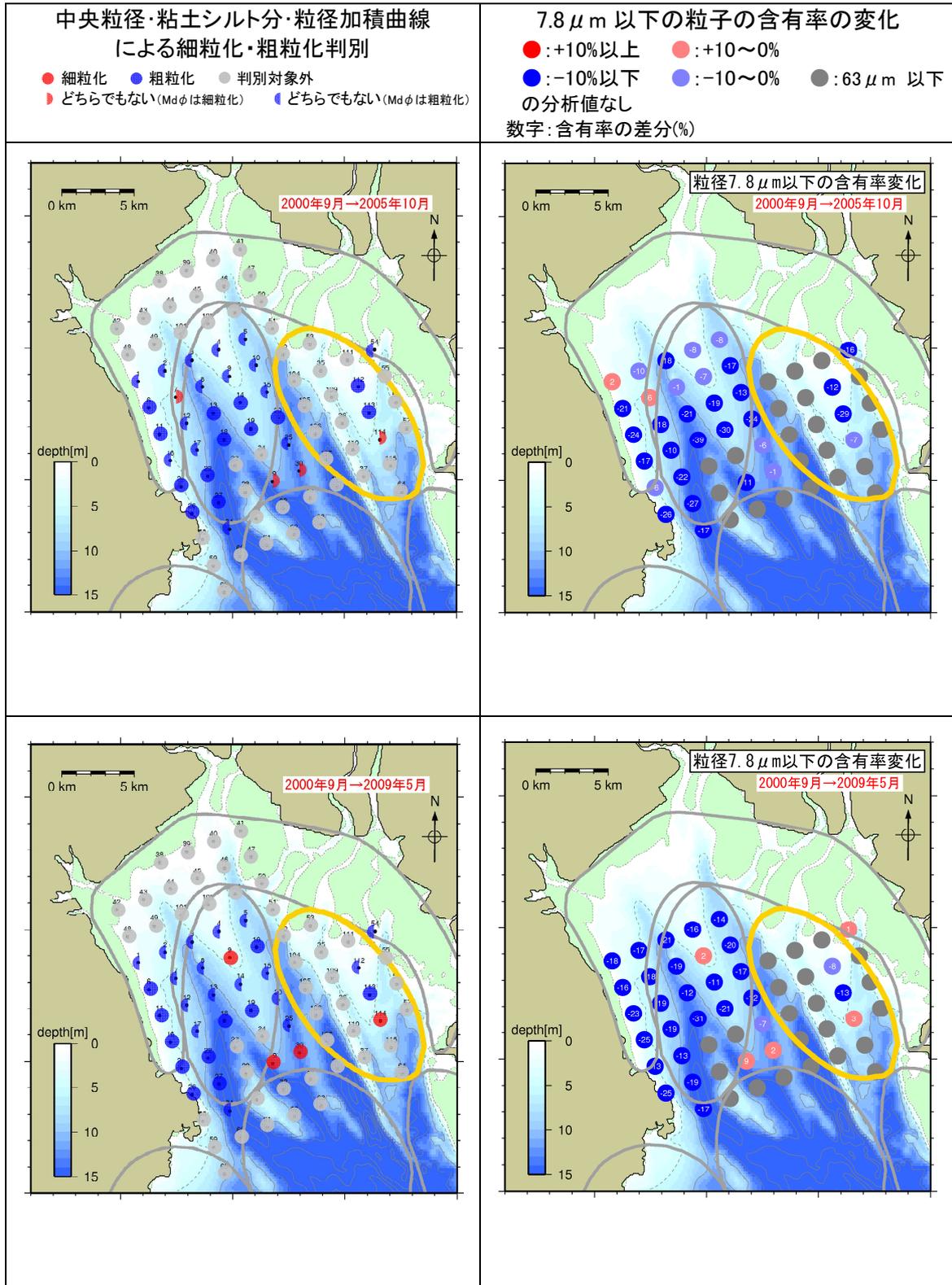


図9 細粒化・粗粒化判別結果と7.8 μm以下の粒子の含有率の変化

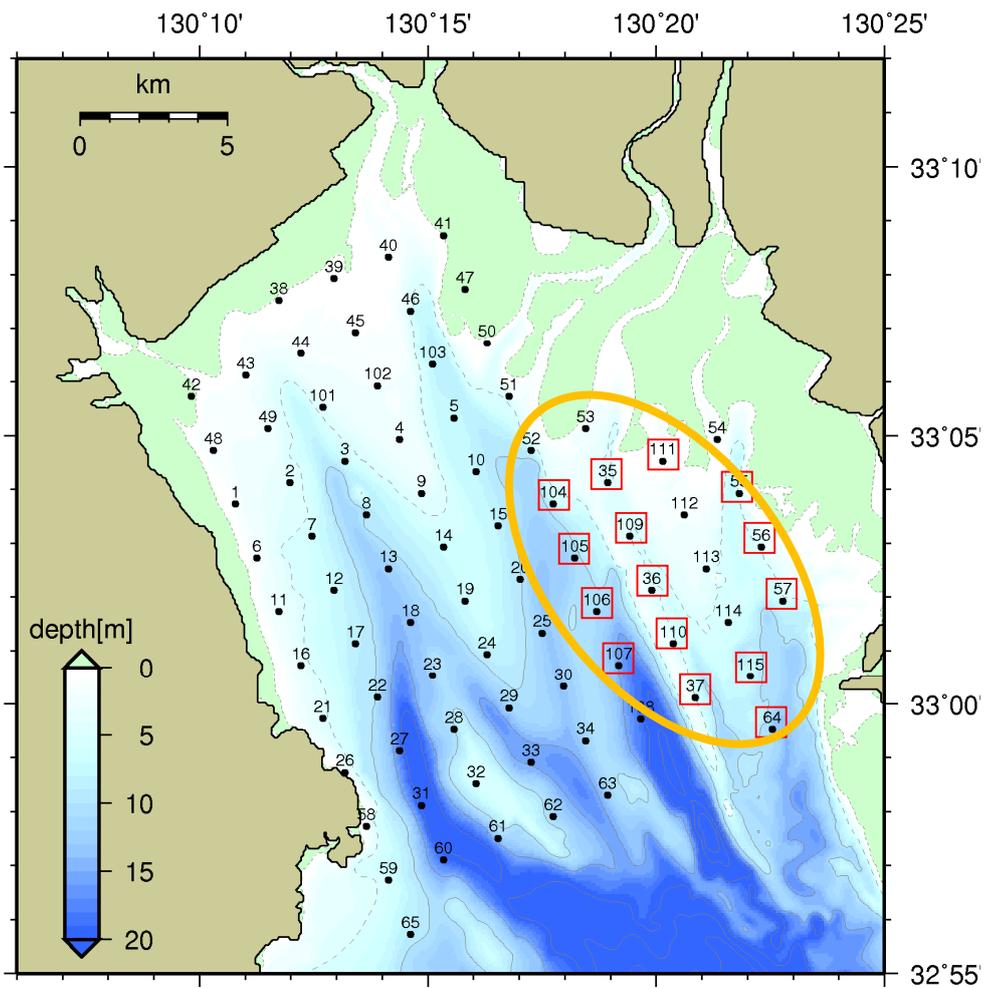


図 10 評価対象外の地点 (図中の赤四角で囲った地点)

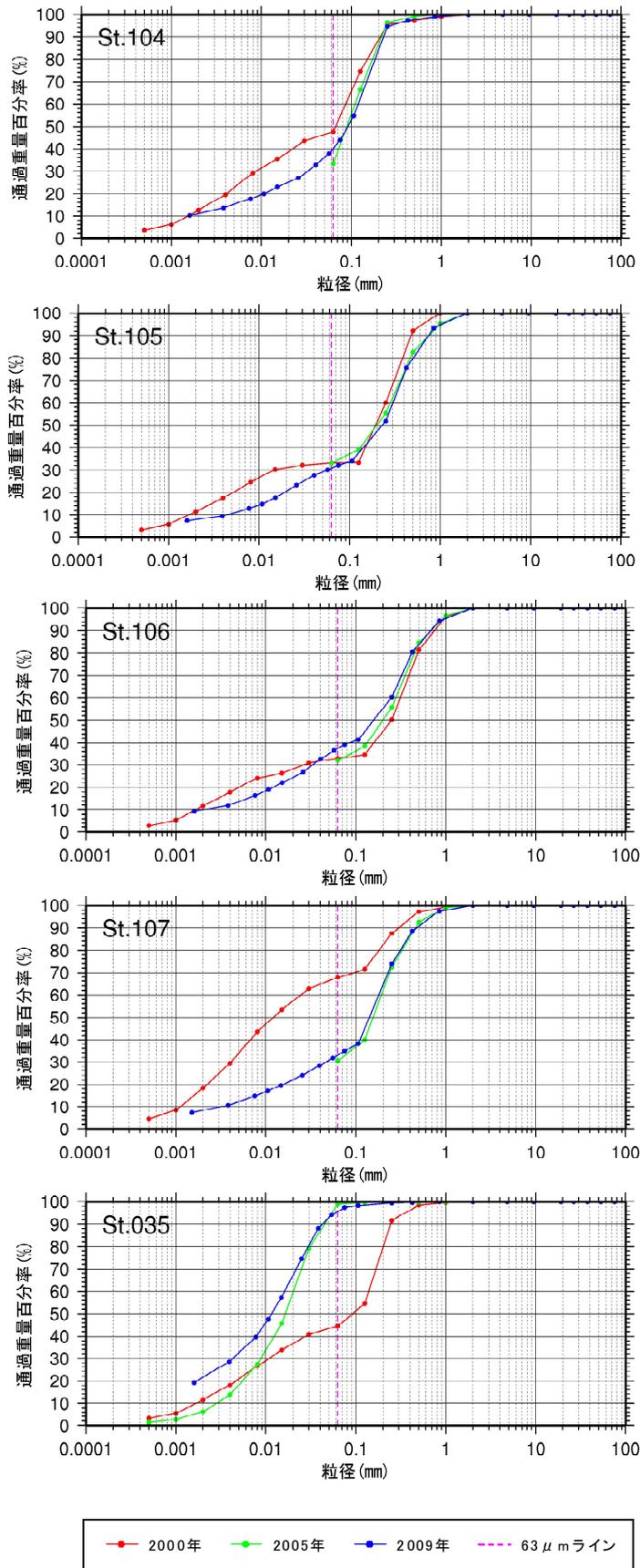


図 11(1) 評価対象外とした地点の粒径加積曲線

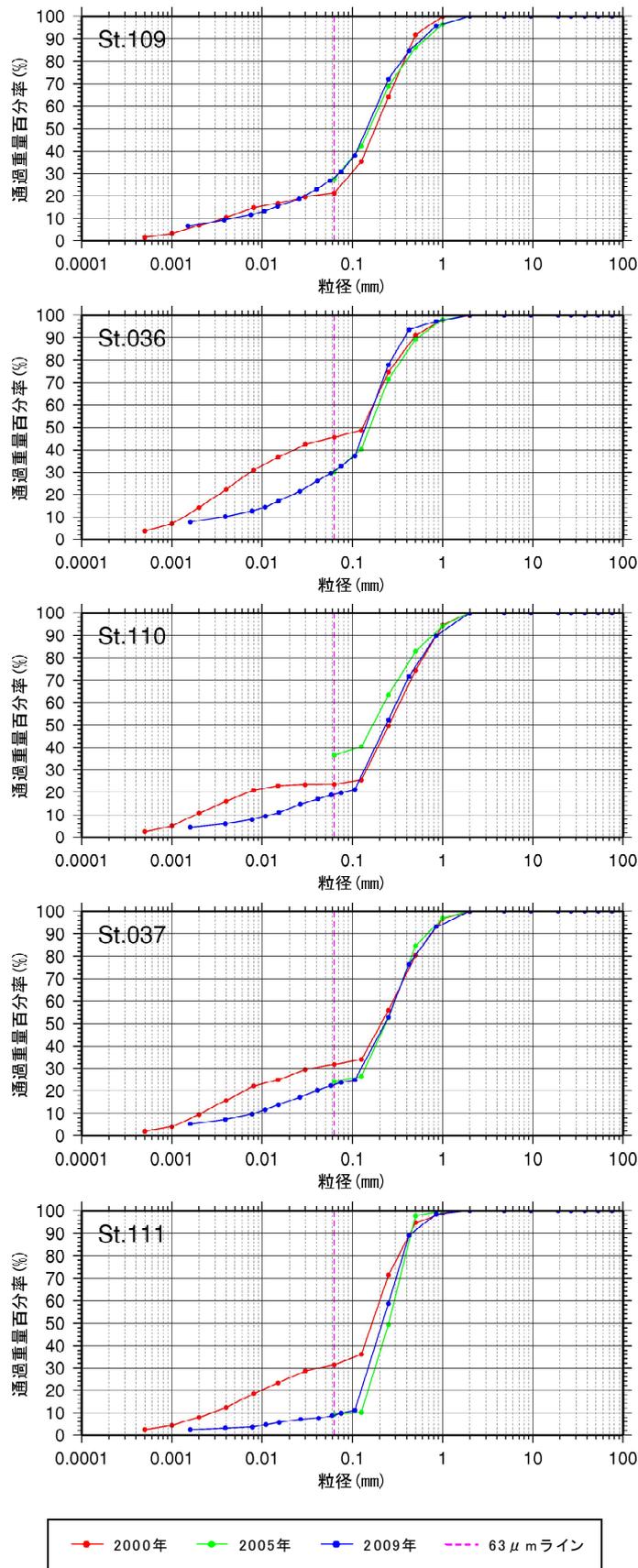


図 11(2) 評価対象外とした地点の粒径加積曲線

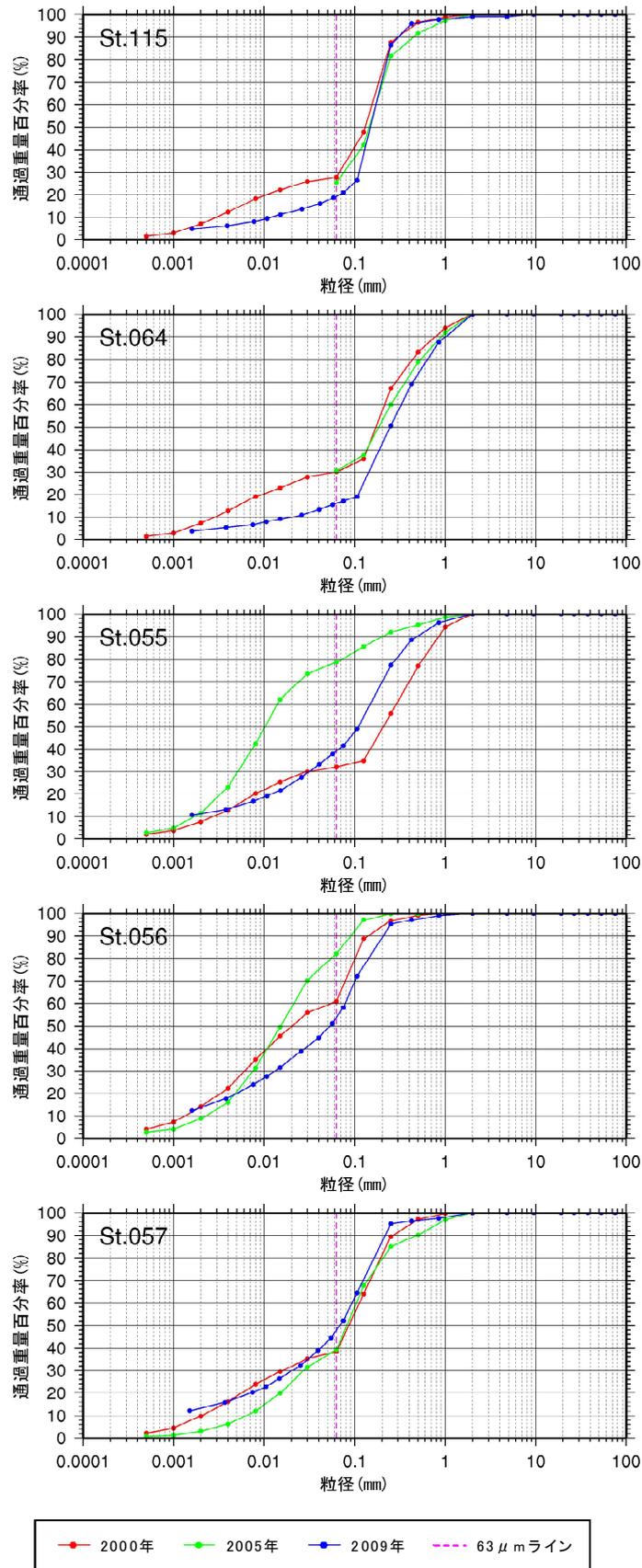


図 11(3) 評価対象外とした地点の粒径加積曲線

なお、A 2 海域では覆砂が実施されていることに留意する必要がある（図 12）。

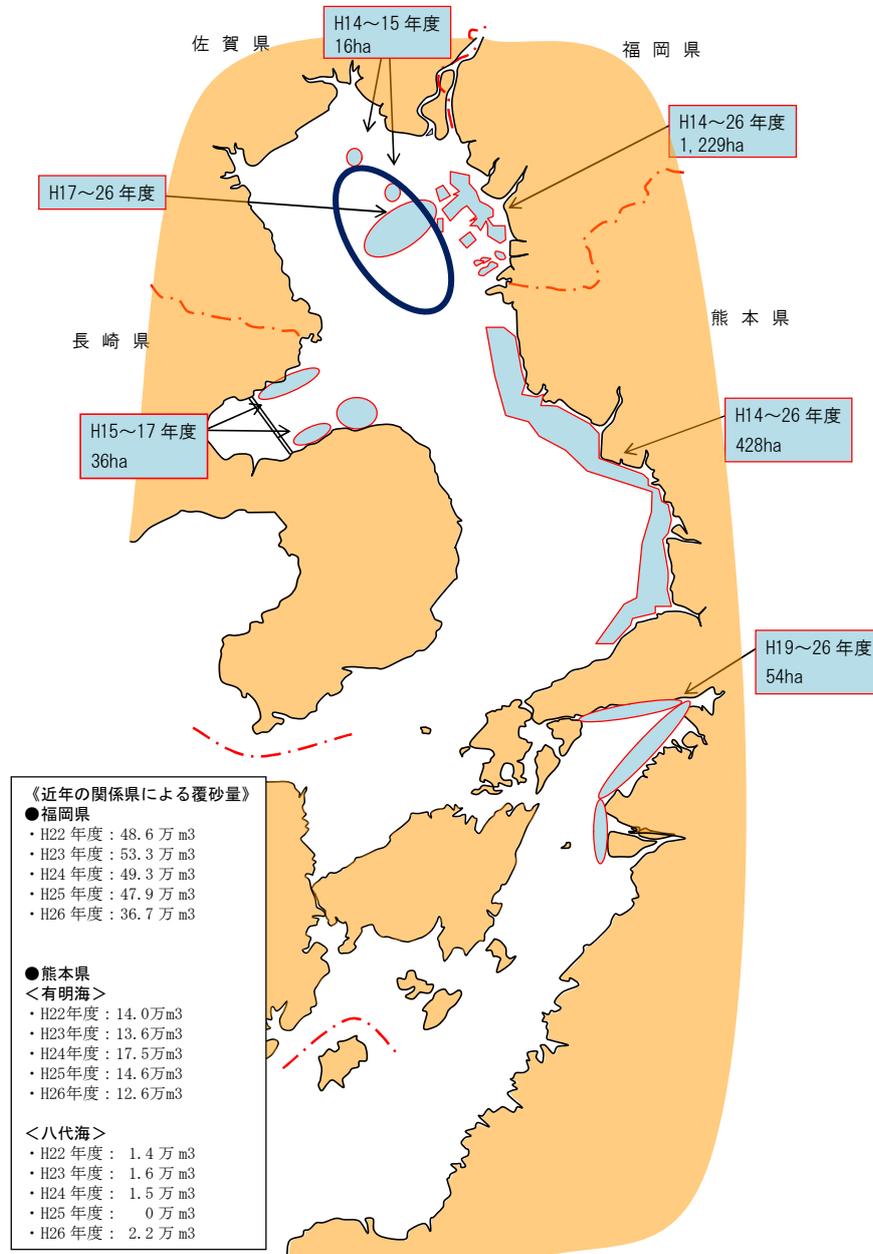
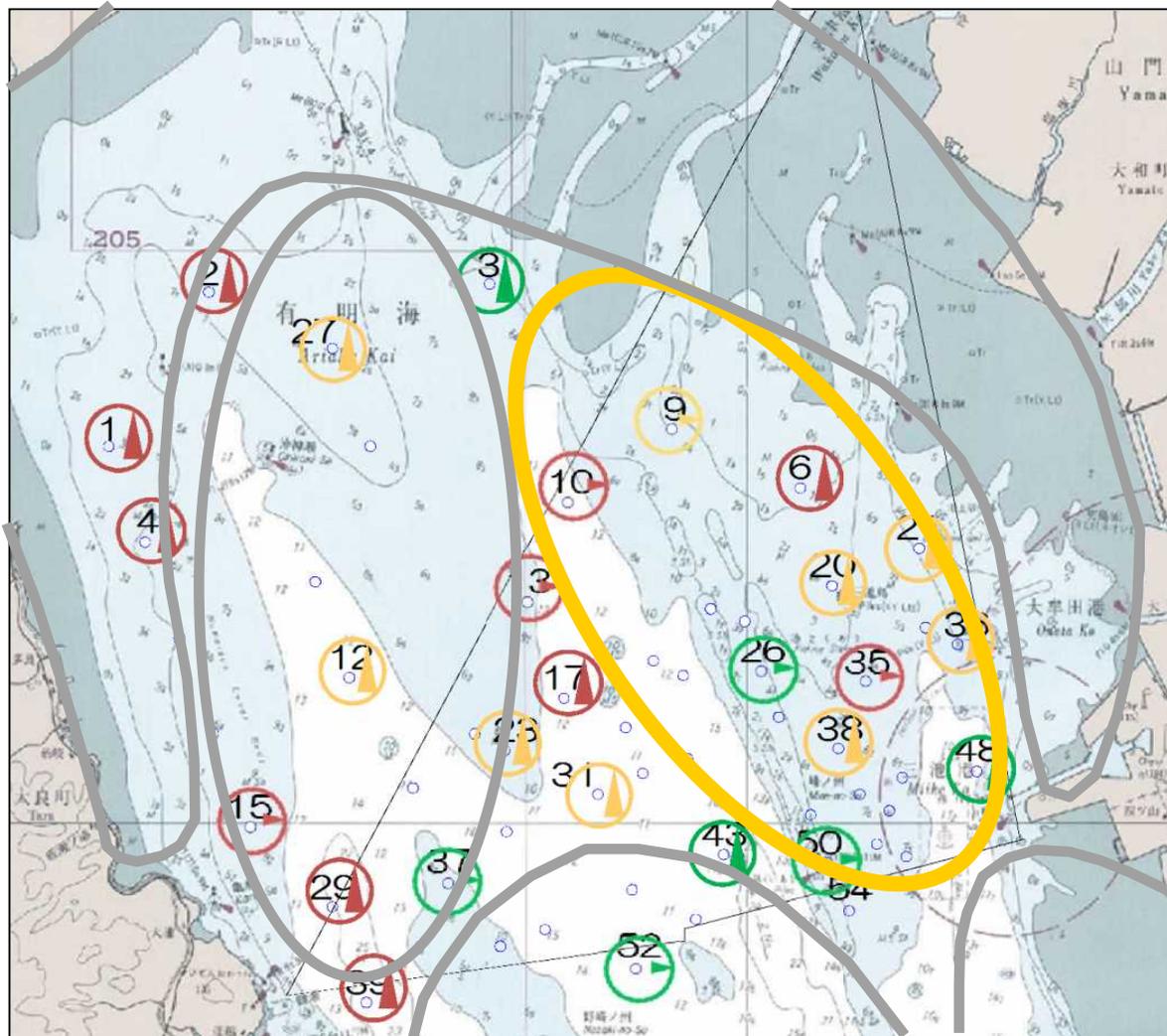


図 12 A 2 海域における覆砂実施エリア
 (関係県の整備実績をもとに水産庁において作成)

図 13 は有明海湾奥東部海域（A2 海域）の 2008 年から 2013 年の含泥率の調査結果である。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ことに注意が必要である。



○ : 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 13 有明海湾奥部の底質の含泥率の変化傾向 (2008～2013 年)

出典：「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作成

次に、底質中の有機物・硫化物の増加について確認した。底質中の有機物・硫化物の増加については、表 4 に示すとおり A2 海域についてみると 1989 年から 2010 年において一方向の変化（単調増加・単調減少傾向）はみられていない。

表 4 A2 海域の底表泥の属性（1989 年～2010 年）

	焼却減量 10% 以上地点数※ ¹	総硫化物量 0.5mg/g 乾泥以上 の地点数※ ¹
1989 年 8～9 月	3 地点	0 地点 ^{aa}
2000 年 9 月	2 地点	0 地点※ ²
2005 年 10 月	5 地点	0 地点※ ²
2009 年 5 月	—	—
2010 年 10 月	6 地点	0 地点※ ²

※¹ 各年共通地点 18 地点中の数字

※² 酸揮発性硫化物（AVS）

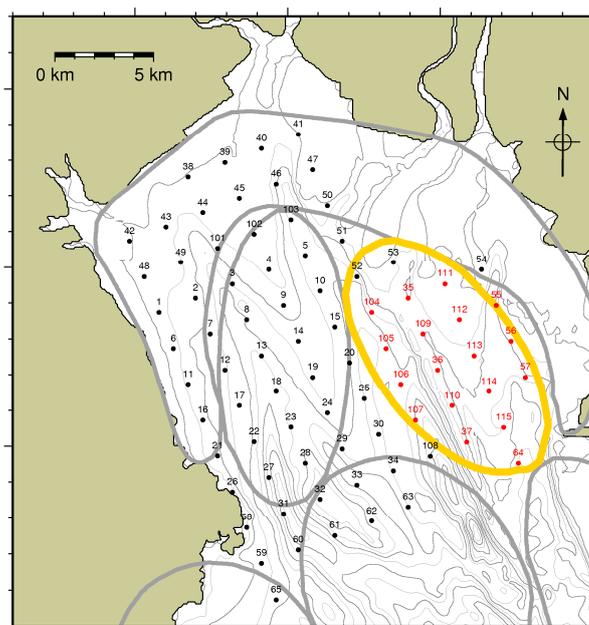


図 14 底質調査地点

(図 3 マクロベントス調査地点と同一地点)

また、2001 年以降の底質のモニタリング結果を図 15 に整理した。2001 年から 2013 年において、一様な増加・減少傾向はみられなかった。COD、強熱減量、硫化物についても一様な増加・減少傾向はみられなかった。

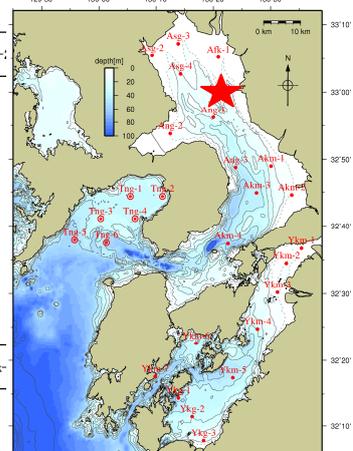
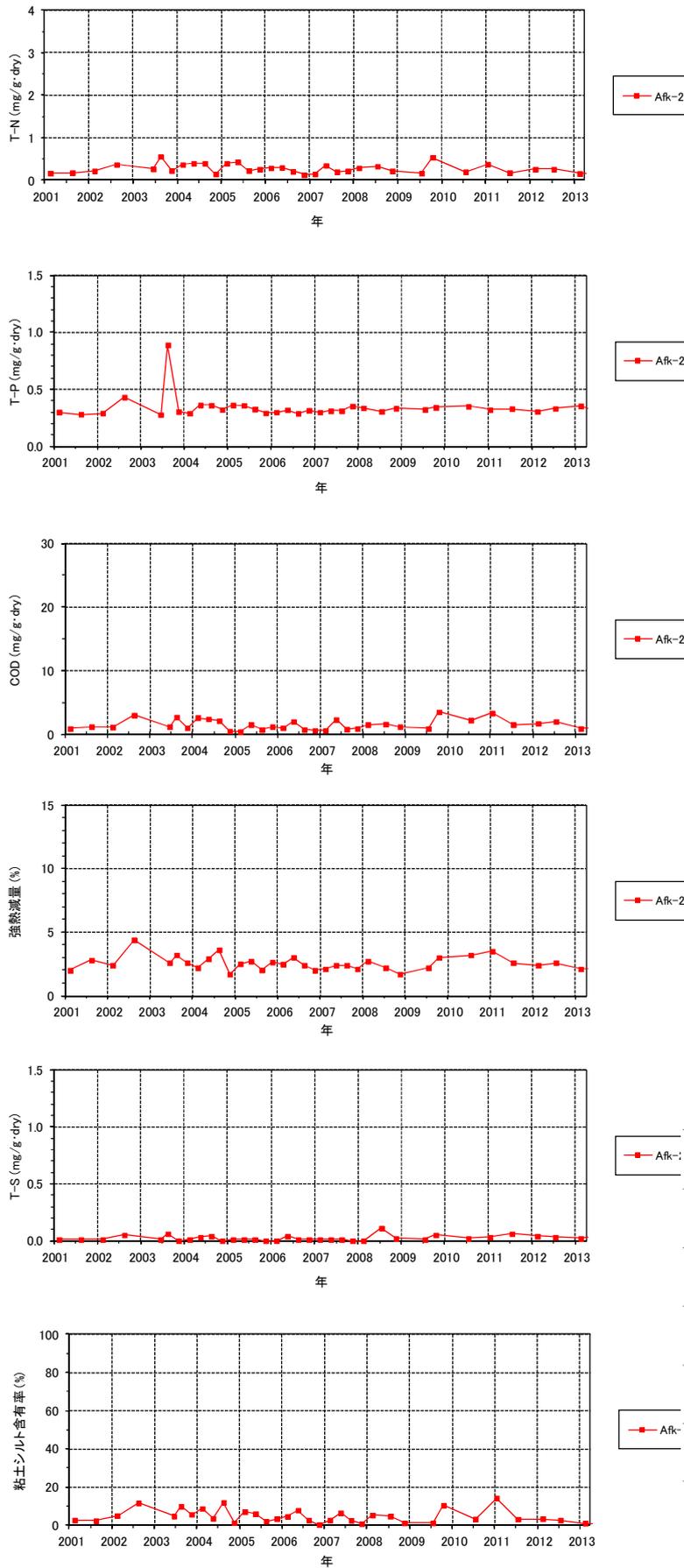


図 15 A 2 海域における底質の推移
 (図 4 A 2 海域におけるベントスの推移と同一地点)

有明海湾奥部の16箇所に海底上の泥（浮泥を含む。）の堆積厚を測定するための50cm×50cm四方の板（以下、埋没測定板）が埋設されており（図16）、年4回程度の堆積厚測定が行われている。これは音響探査による水深測定精度では捉えることのできない水深変化を把握することが可能である。

なお、この調査は2008年に5箇所で開始され、2009年、2010年および2013年に地点が追加されている。

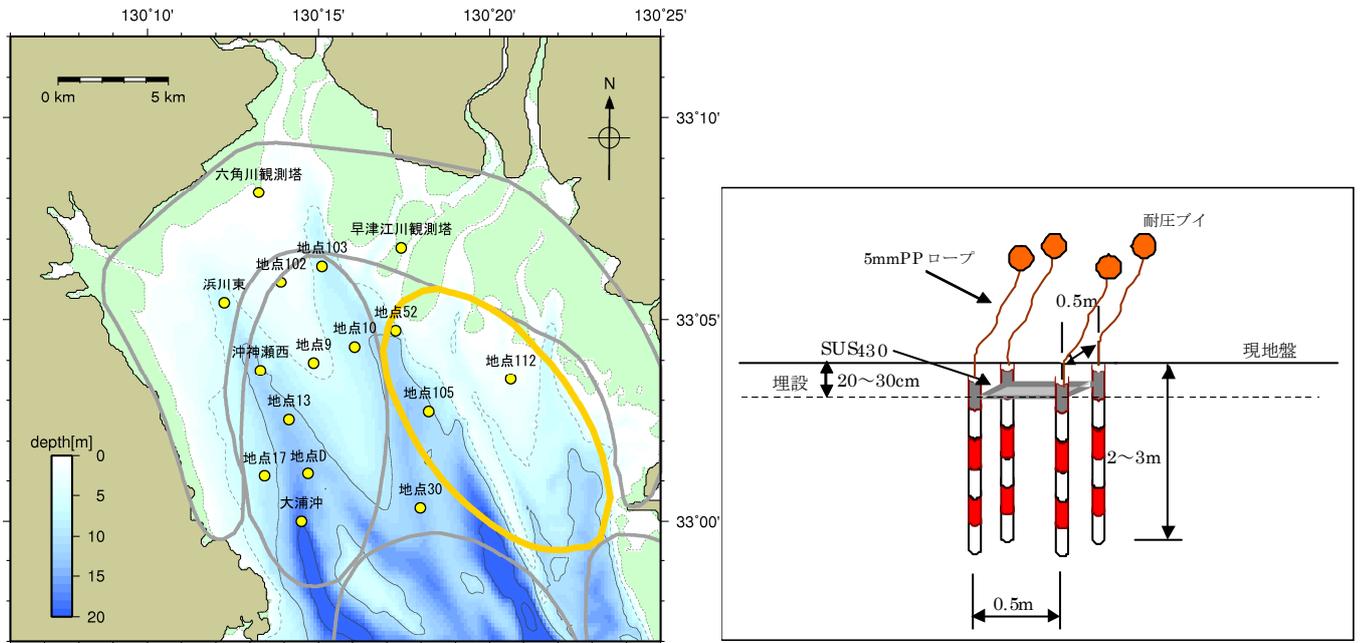


図16 埋没測定板の設置箇所（左図）と装置の概要（右図）

調査開始年からの各地点の海底面高の経時変化を図17に、調査開始年から1年毎の浸食・堆積分布を図18に示す。A2海域の地点は地点52、地点105および地点112の3地点である。

期間1（2009年）と期間2（2010年）および期間6（2014年）の平面分布図をみると、有明海湾奥部の干潟に近い地点で堆積傾向、その他は浸食傾向にあった。期間3（2011年）ではほとんどの地点で浸食傾向にあった。一方、大出水や台風の接近があった年に該当する期間4（2012年）、期間5（2013年）は堆積の地点が多く見られている。

これらのことは、有明海の湾奥部では基本的に沖の方で浸食傾向、岸に近い所では堆積傾向という基本形があり、台風（強風の風向きによる）や大出水などの気象イベントの影響をうけるとその形が崩れるというパターンを繰り返している可能性が考えられる。

調査を行った2009年から2015年においては、浮泥を含む堆積物が一様に増加・減少している傾向は見られなかった。

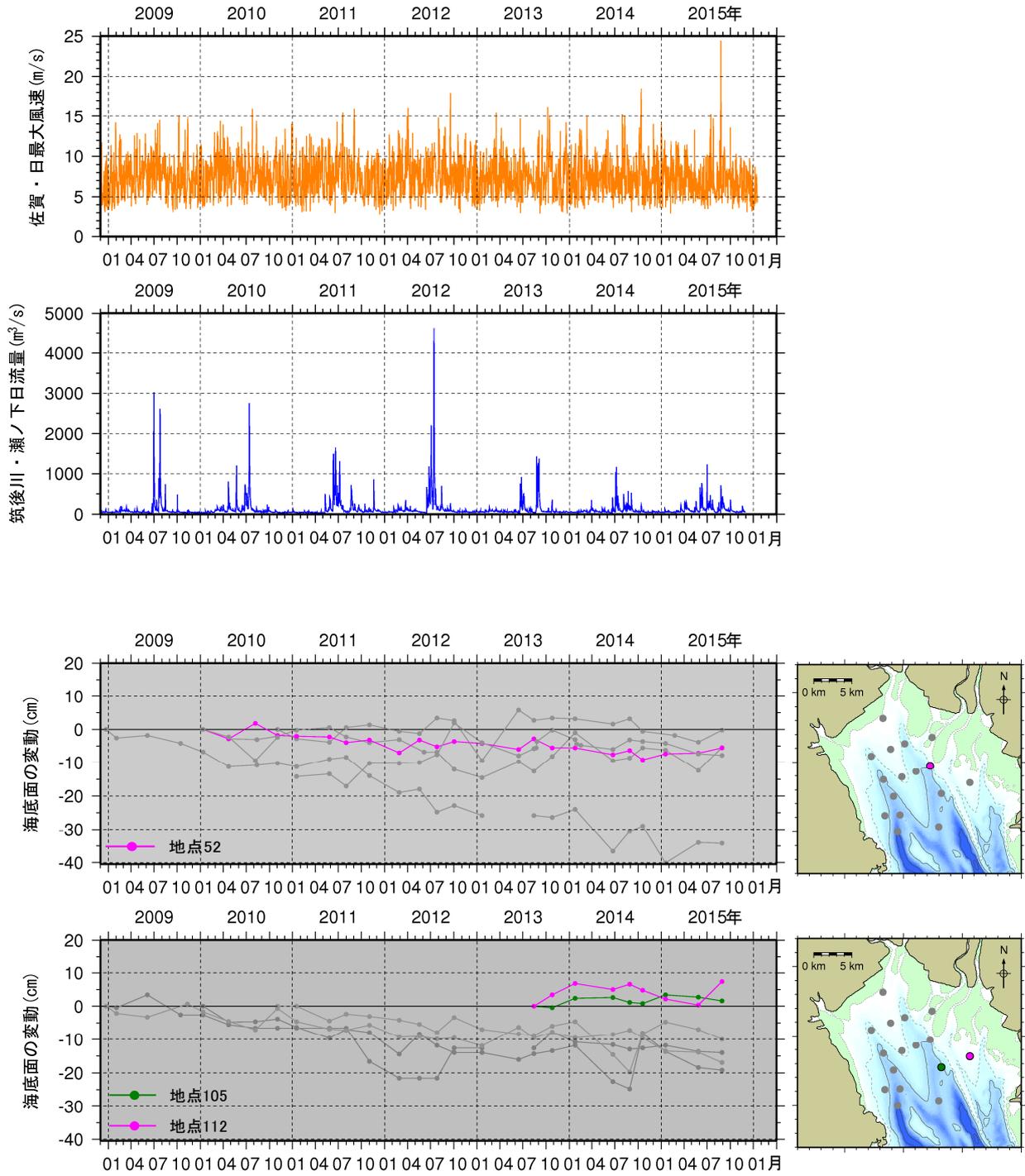


図 17 埋没測定板による海底面の変動の時系列

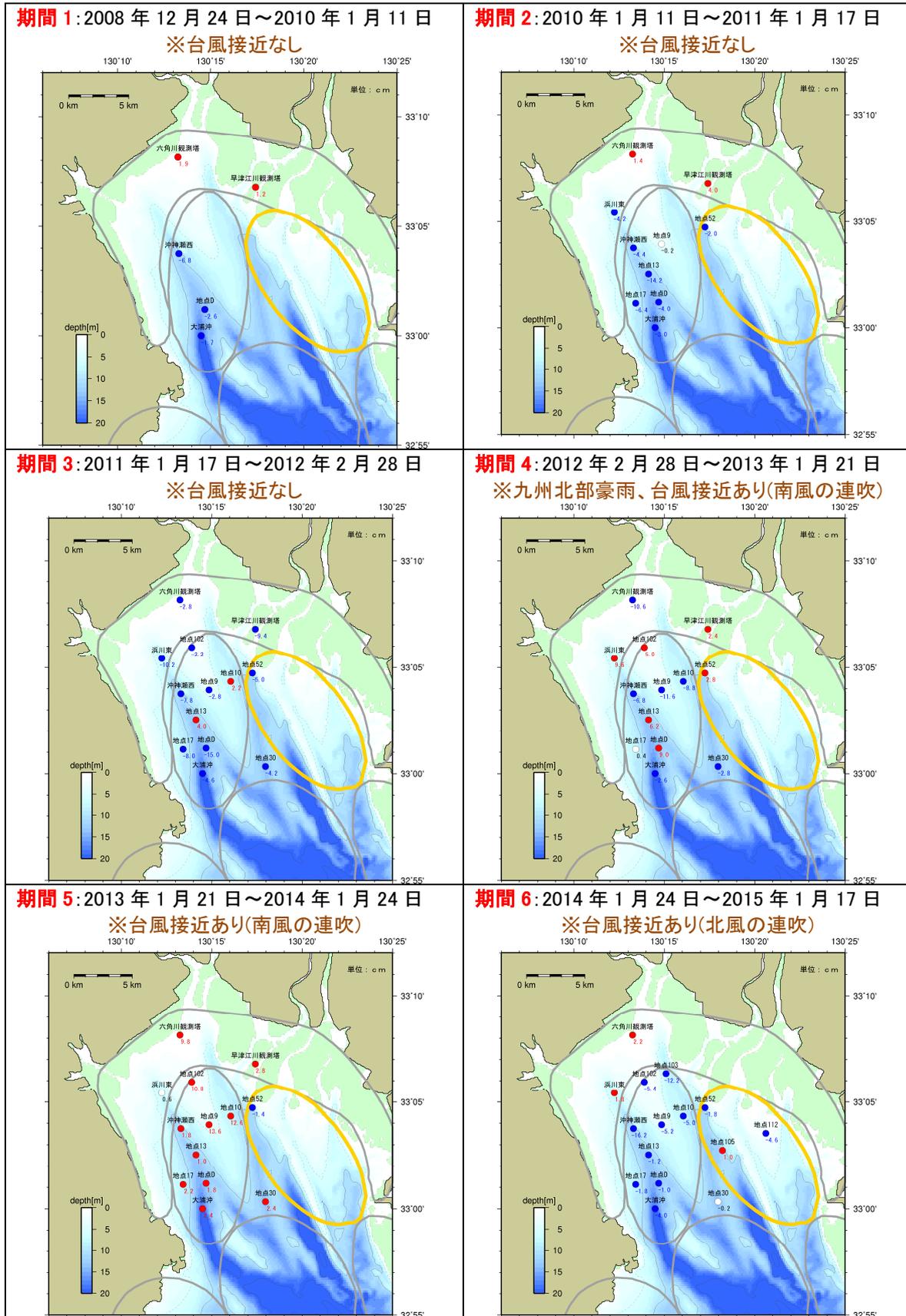


図 18 埋没測定板の堆積厚測定による浸食・堆積分布

(ベントスについてのまとめ)

ベントス調査結果については、1988年以前のデータがない。

調査結果のデータがある期間においては、1989年夏季から2000年夏季の二つのデータを比較してみると、全マクロベントス（小型の底生動物）の平均密度は減少していた。

2005年以降の調査ではベントスの種類数は総種類数、軟体動物門及び節足動物門が減少傾向であり、個体数は節足動物が減少傾向であった。これ以外の動物では、種類数、個体数に明瞭な増減傾向はみられなかった。

底質の泥化については、1988年以前のデータがない。

調査結果のデータがある期間においては、1989年から2010年において時期によって増加・減少傾向がみられたものの、全期間を通じた一様な増加・減少傾向はみられなかった。また、2008年から2013年にかけては、場所によっては増加傾向を示す地点が見られた。2001年から2013年においては、底質の泥化、COD、強熱減量、硫化物に一様な増加・減少傾向はみられなかった。

埋没測定板を用いた堆積厚の調査の結果、2009年から2015年においては、浮泥を含む堆積物が一様に増加・減少している傾向は見られなかった。