

A2 海域（有明海湾奥東部）の問題点と原因・要因の考察（4章関係）

1 この海域の特性

A2 海域(有明海湾奥東部)は図1に示すように、筑後川沖の東西海底水道周辺や峰の洲を含む海域に位置し、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。

環境省 有明海・八代海総合調査評価委員会(2006(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平均流が形成され、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、筑後川沖東海底水道付近の泥質から峰の洲の砂質まで変化に富む。

赤潮については、本海域は、潮流が速く停滞海域でないため、発生件数は必ずしも多くはない。

貧酸素水塊については、希に海底付近の溶存酸素濃度が3mg/Lを下回ることがあるが(松井・筑紫 2003)、干満差に由来する速い潮流によって水塊の滞留性が低いため、基本的に顕著な貧酸素水塊は発生しにくい。

有用二枚貝については、本海域は砂泥で覆われた浅海域であり、タイラギの重要な生息域である(山下・小野原 1980、古賀・荒巻 2013)。潜水器漁業によるタイラギ採捕が行われてきたが、近年、「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の減耗が問題となっている(松井 2002、川原ら 2003、川原ら 2004、伊藤ら 2006、杉野ら 2009、荒巻ら 2013)。

本海域は非干出海域であるため、アサリの生息密度は小さい。

A1 海域との境界領域において、サルボウの操業時に混獲されるが、数は少ない。本海域はサルボウ資源の生息域である。

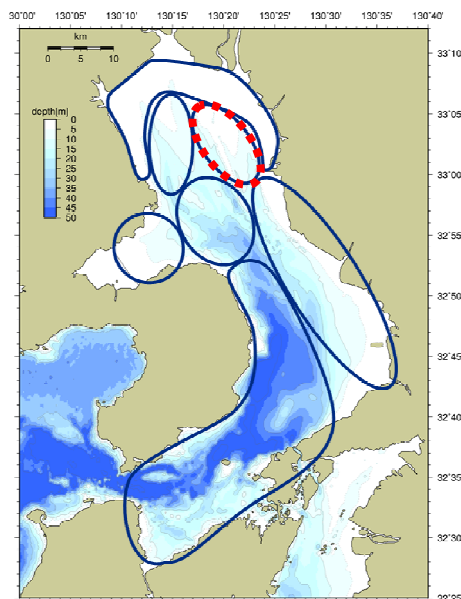


図1 A2 海域位置

2 ベントスの減少

① 現状と問題点の特定

A 2 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 A 2 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

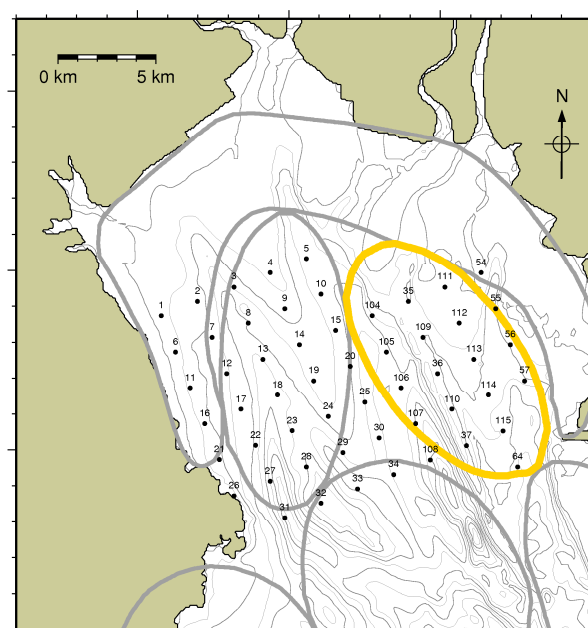


図 2 マクロベントス調査地点

出典：H21～H27 環境省調査結果より取りまとめ

A 2 海域で行われた他調査（図 3）では、2005 年以降は、総種類数、軟体動物門及び節足動物門の種類数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、個体数に経年的に単調な増加・減少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、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。

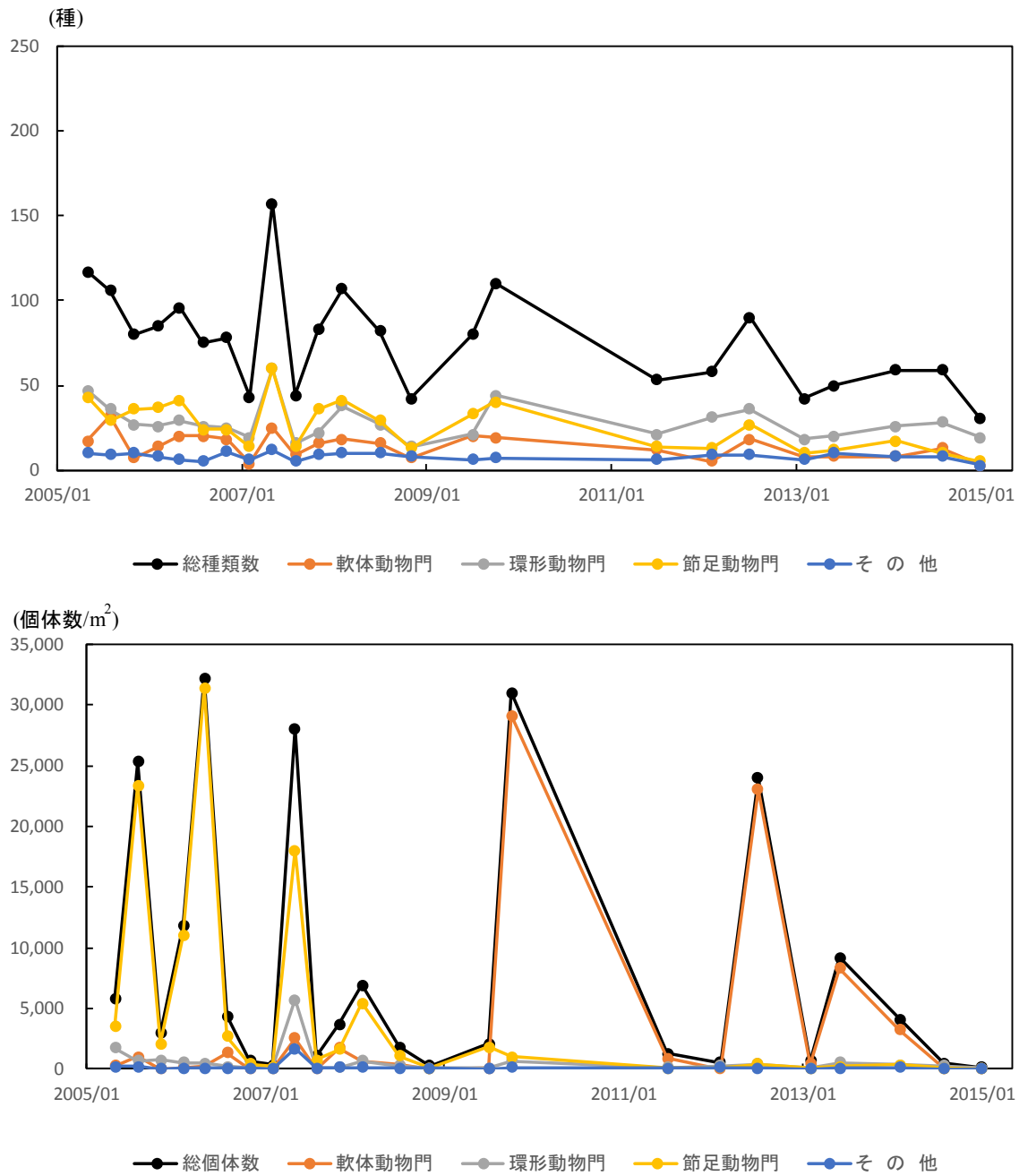


図3 A2 海域におけるベントスの推移

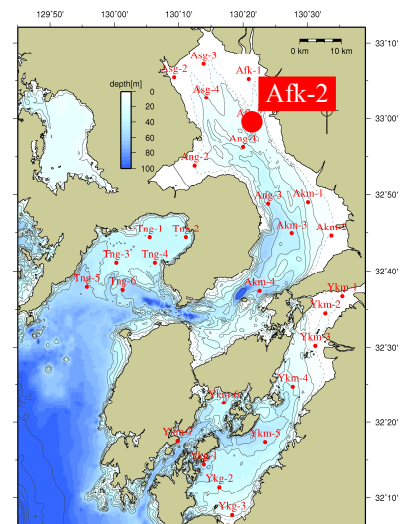


表 2 A 2 海域におけるベントスの出現主要種の推移

	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
	節足動物門		フトヒゲ`ソコエビ科
2005/11	節足動物門		タナイス目
	環形動物門		ハラオニス科
	環形動物門		シリス亜科
2006/02	節足動物門		タナイス目
	節足動物門		レフトケリア科
	節足動物門		ユンボ`ソコエビ科
2006/05	節足動物門		Corophium sp.
	節足動物門		ホソコエビ
	節足動物門		クダオソコエビ
2006/08	節足動物門		ホソツツムシ
	軟体動物門 二枚貝類		ホトギ`スガイ
	節足動物門		タナイス目
2006/11	節足動物門		カイムシ目
	節足動物門		Urothoe sp.
	節足動物門		Photis sp.
2007/02	節足動物門		タナイス目
	節足動物門		Urothoe sp.
	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		チハギ`ガイ科
2007/08	節足動物門		タナイス目
	節足動物門		カイムシ目
	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		ヤマホトギ`スガイ
	節足動物門		タナイス目
2008/02	節足動物門		レフトケリア科
	節足動物門		タナイス目
	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		ヤマホトギ`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		レフトケリア科
	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		ホトギ`スガイ
	節足動物門		ニッホ`ンスガメ
	節足動物門		クダオソコエビ
2011/07	軟体動物門 二枚貝類		ホトギ`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		エケソコ`ネ亜科
	節足動物門		クダオソコエビ
	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		ホトギ`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		ヒメカノコサリ
	節足動物門		レフトケリア科
	軟体動物門 二枚貝類		キセワ`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、主要種のなかで、2005 年から 2010 年までは節足動物が多くみられたが、2011 年以降は棘皮動物、袋形動物及び環形動物が多くみられるようになり、2012 年は軟体動物（二枚貝類）が主要種となっている。

2009 年以降、個体数は軟体動物門が多く、個体数の推移と出現主要種の推移のデータを勘案すると、個体数の多い年はホトトギスガイが占有していると推察される。ホトトギスマットの形成は、二枚貝類が貧酸素や硫化物の影響を受けていないことを示唆する。

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 海域には覆砂域が一部でみられており、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 海域では経年的に単調な粒径変化（単調増加・単調減少）はみられなかった。

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

出典：H21～H27 環境省調査結果より取りまとめ

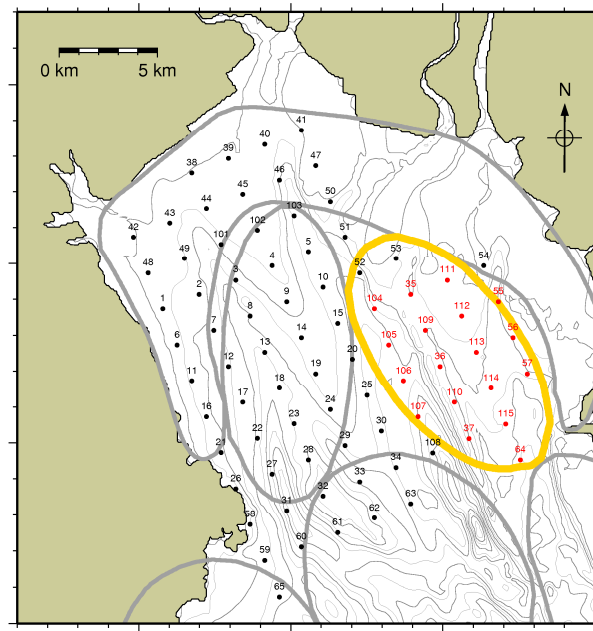
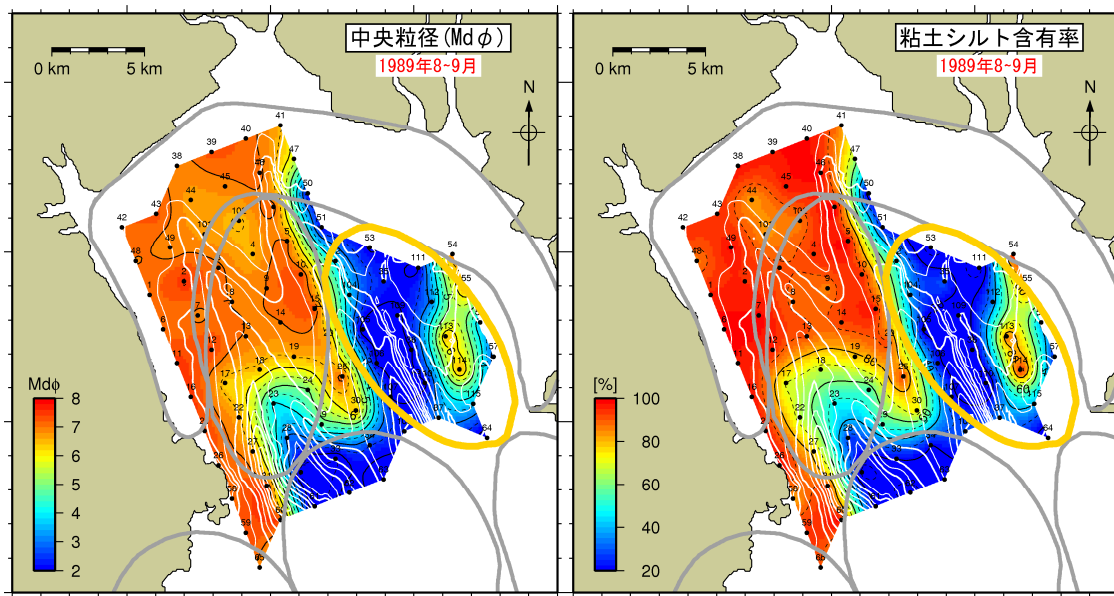


図 4 底質調査地点

(図 2 マクロベントス調査地点と同一地点)

図 5 に、1989 年から 2010 年の底質分布を示す。

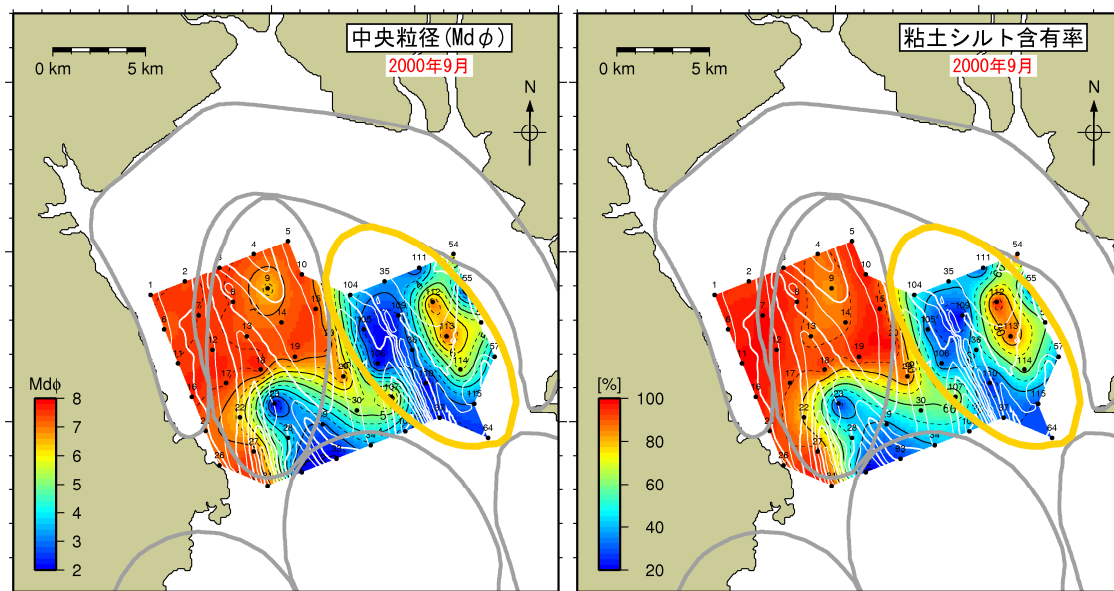


(中央粒径)

(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)



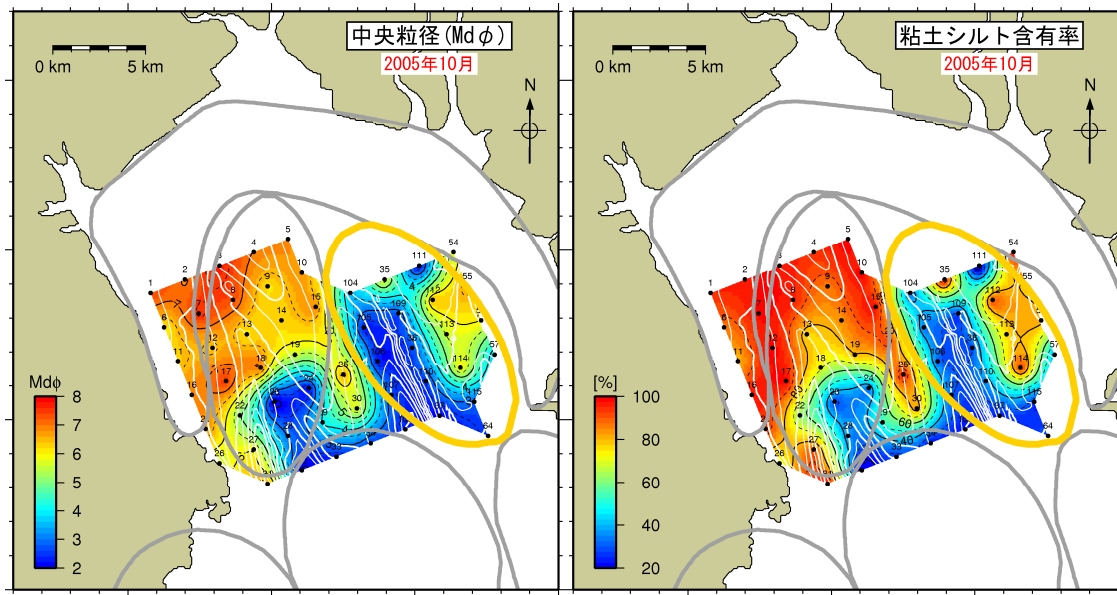
(中央粒径)

(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 5(1) A 2 海域の底質分布 (1989～2000 年)

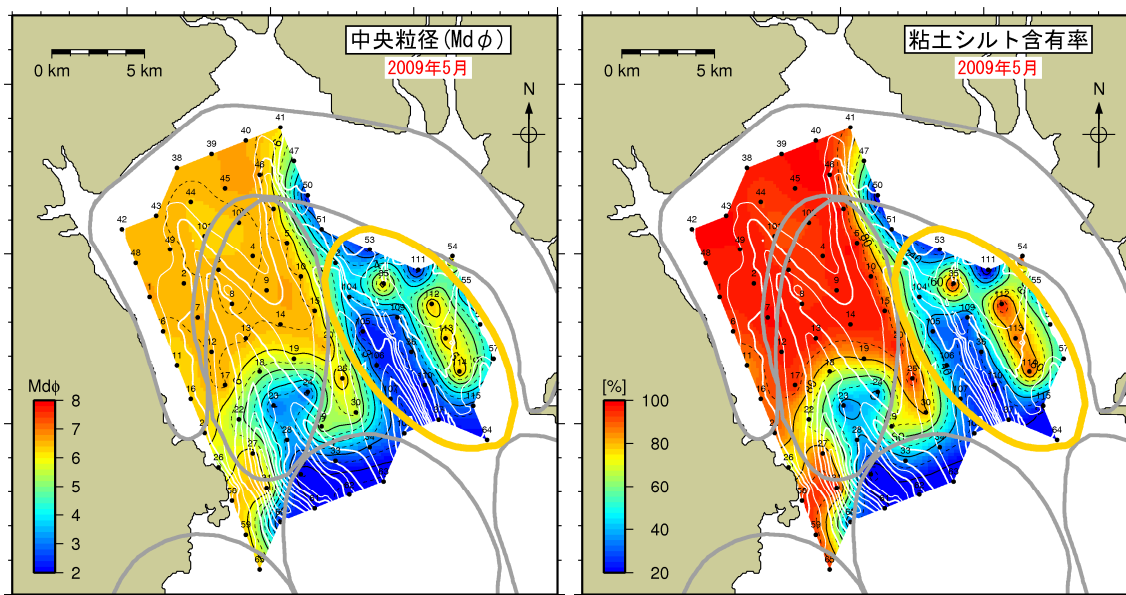


(中央粒径)

(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)



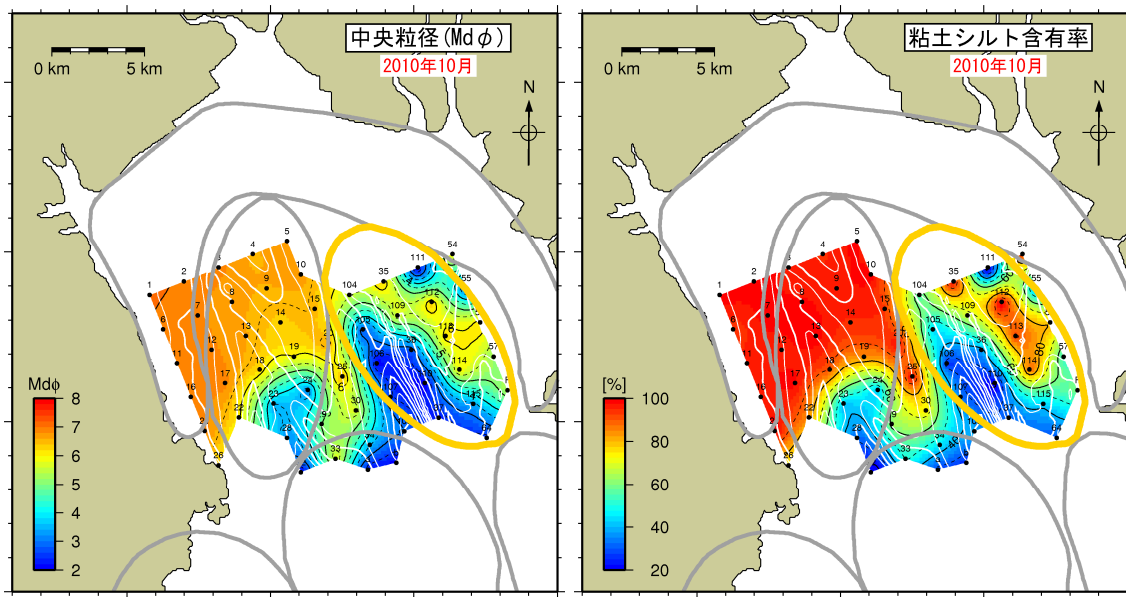
(中央粒径)

(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 5(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)

※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 (Md φ) と粘土シルト含有率のコンター (採取年 : 2010 年)

図 5 (3) A2 海域の底質分布 (2010 年)

図 5 を基に、各調査間における底質の変動を整理し、図 6 及び図 7 に示す。1989 年から 2000 年では中央粒径 (Md φ) 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 6)、2000 年から 2009 年では場所によって傾向は異なっている (図 7)。

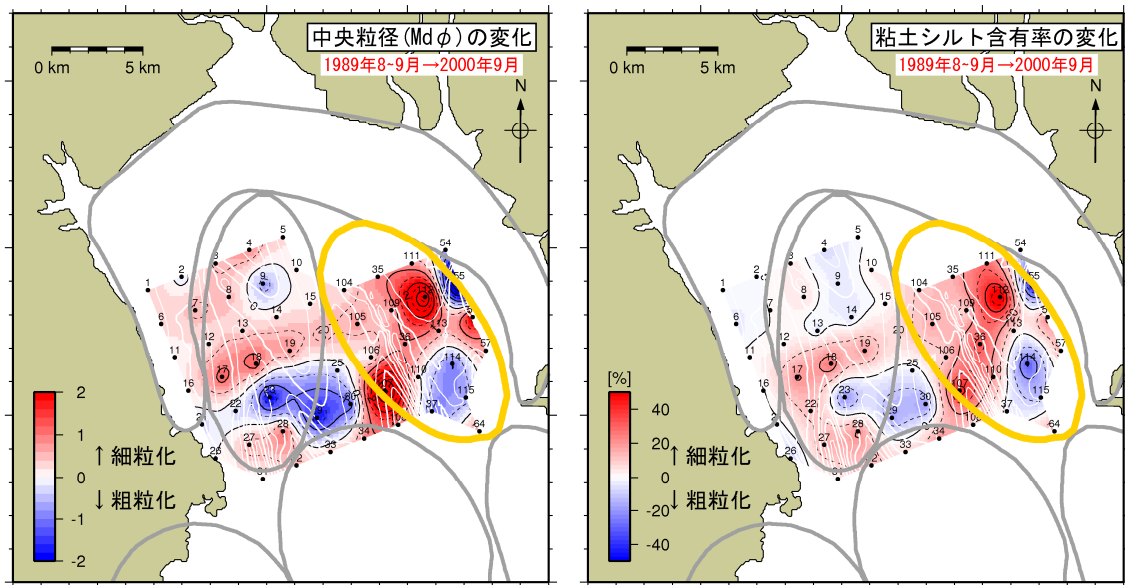


図 6 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化 (1989～2000 年の差)

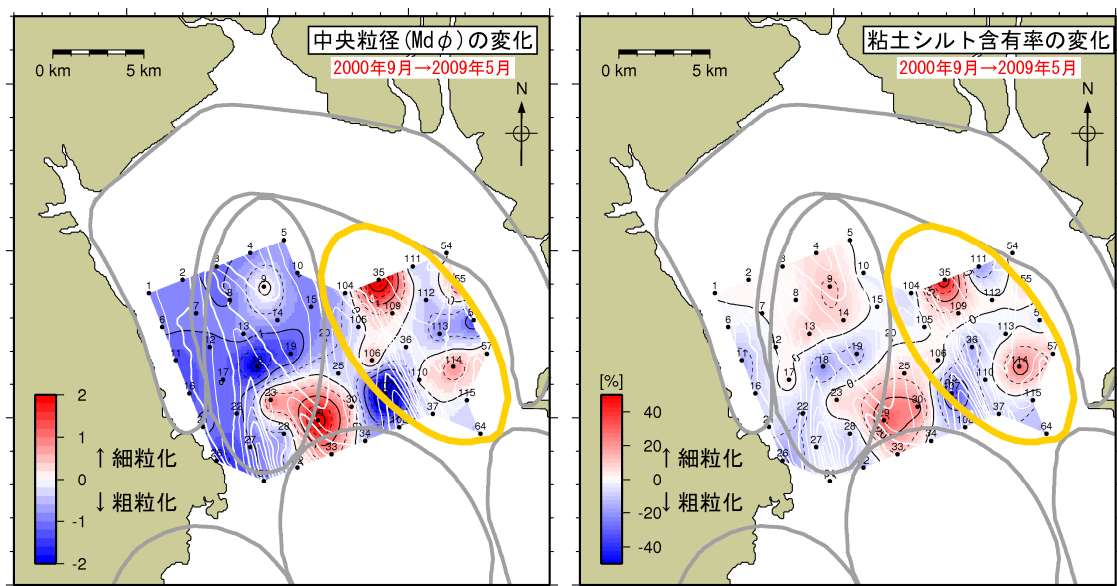


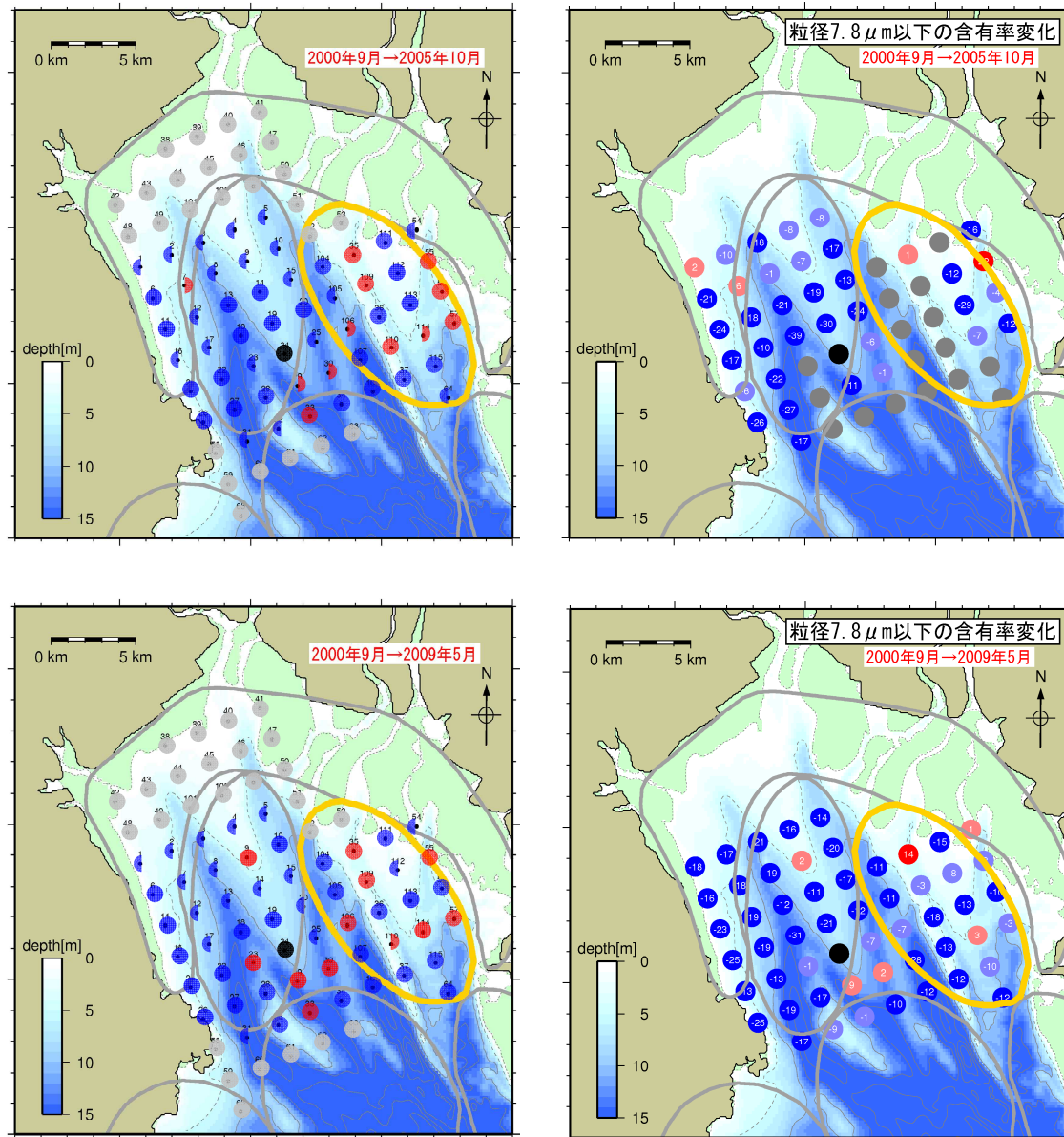
図 7 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化 (2000～2009 年の差)

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
- :覆砂対象エリアのため解析対象外
- 数字:含有率の差分(%)

図 8 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

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 11 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。

これらの結果と過去の調査結果を取りまとめると、1989 年から 2000 年にかけては、細粒化傾向であった(図 9)。その後、2000 年から 2005 年にかけて粗粒化が進んだと考えられる。2006 年以降は、細粒化傾向を示す地点が多く、これらの結果から、A 2 海域では長期間にわたる面的に一様で経年的に単調な変化(細粒化・粗粒化傾向)を呈していないと考えられる。

年	①Mdφ=7 のコンター	②粘土シルト含有率 とMdφの変化	③粒径加積 曲線他	④7.8μm以下の 含有率の変化	②～④ のまとめ
1970 (S45)					
1971 (S46)					
1972 (S47)					
1973 (S48)					
1974 (S49)					
1975 (S50)					
1976 (S51)					
1977 (S52)					
1978 (S53)					
1979 (S54)					
1980 (S55)					
1981 (S56)					
1982 (S57)					
1983 (S58)					
1984 (S59)					
1985 (S60)					
1986 (S61)					
1987 (S62)					
1988 (S63)					
1989 (H元)		●			
1990 (H2)		↓			↓
1991 (H3)		↓			↓
1992 (H4)		↓			↓
1993 (H5)		↓			↓
1994 (H6)		↓			↓
1995 (H7)		↓			↓
1996 (H8)		↓			↓
1997 (H9)		↓			↓
1998 (H10)		↓			↓
1999 (H11)		↓			↓
2000 (H12)		●	●	●	↓
2001 (H13)		↓	↓	↓	↓
2002 (H14)		↓	↓	↓	↓
2003 (H15)		↓	↓	↓	↓
2004 (H16)		↓	↓	↓	↓
2005 (H17)		●	●	●	↓
2006 (H18)		↓	↓	↓	↓
2007 (H19)		↓	↓	↓	↓
2008 (H20)		↓	↓	↓	↓
2009 (H21)		↓	↓	↓	↓
2010 (H22)		↓	↓	↓	↓

※ 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)

→ 細粒化傾向(明瞭でない)

図 9 有明海湾奥東部 (A 2 海域) の底質の細粒化・粗粒化傾向

A 2 海域内 18 地点の中央粒径、粘土シルト含有率 ($63\mu\text{m}$ 以下) および微細粒子 $7.8\mu\text{m}$ 以下の含有率の海域内平均値の推移を図 10 に示す。

Md ϕ については、1989 年から 2005 年にかけては細粒化、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 2005 年にかけては増加、2005 年から 2009 年にかけては減少、2009 年から 2010 年にかけては増加の傾向がみられた。

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 年にかけては減少の傾向がみられた。

なお、これらの傾向は地点によってさまざまであり、その値の範囲も Md ϕ は 1 ～7 程度、粘土シルト含有率は 0～100%と幅広いことにも留意が必要である。

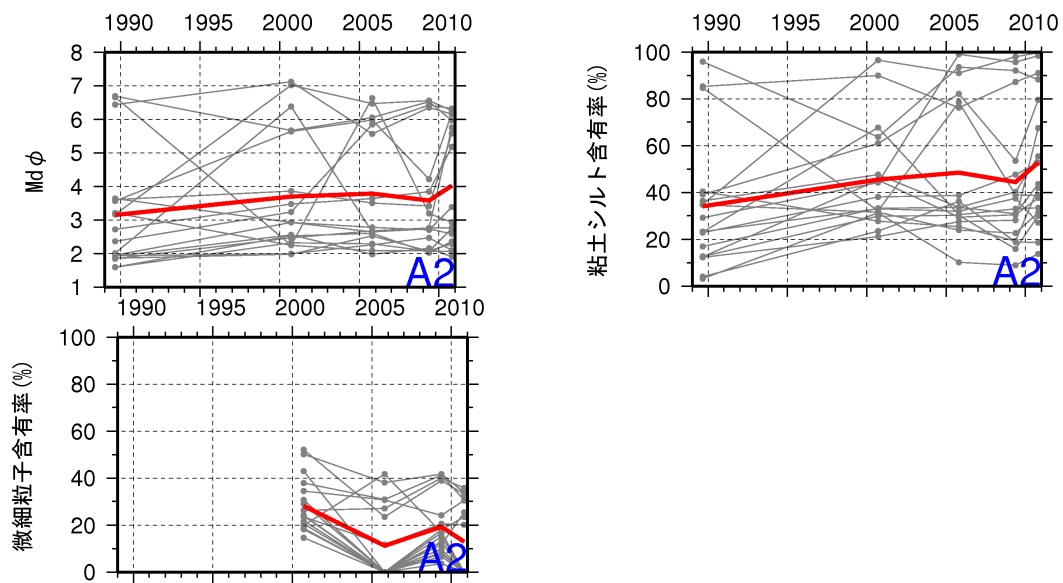


図 10 有明海湾奥東部 (A 2 海域) の底質粒径の推移
(図中の赤線は海域内平均値を表す)

また、A2 海域では、二枚貝資源の増大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 11)。

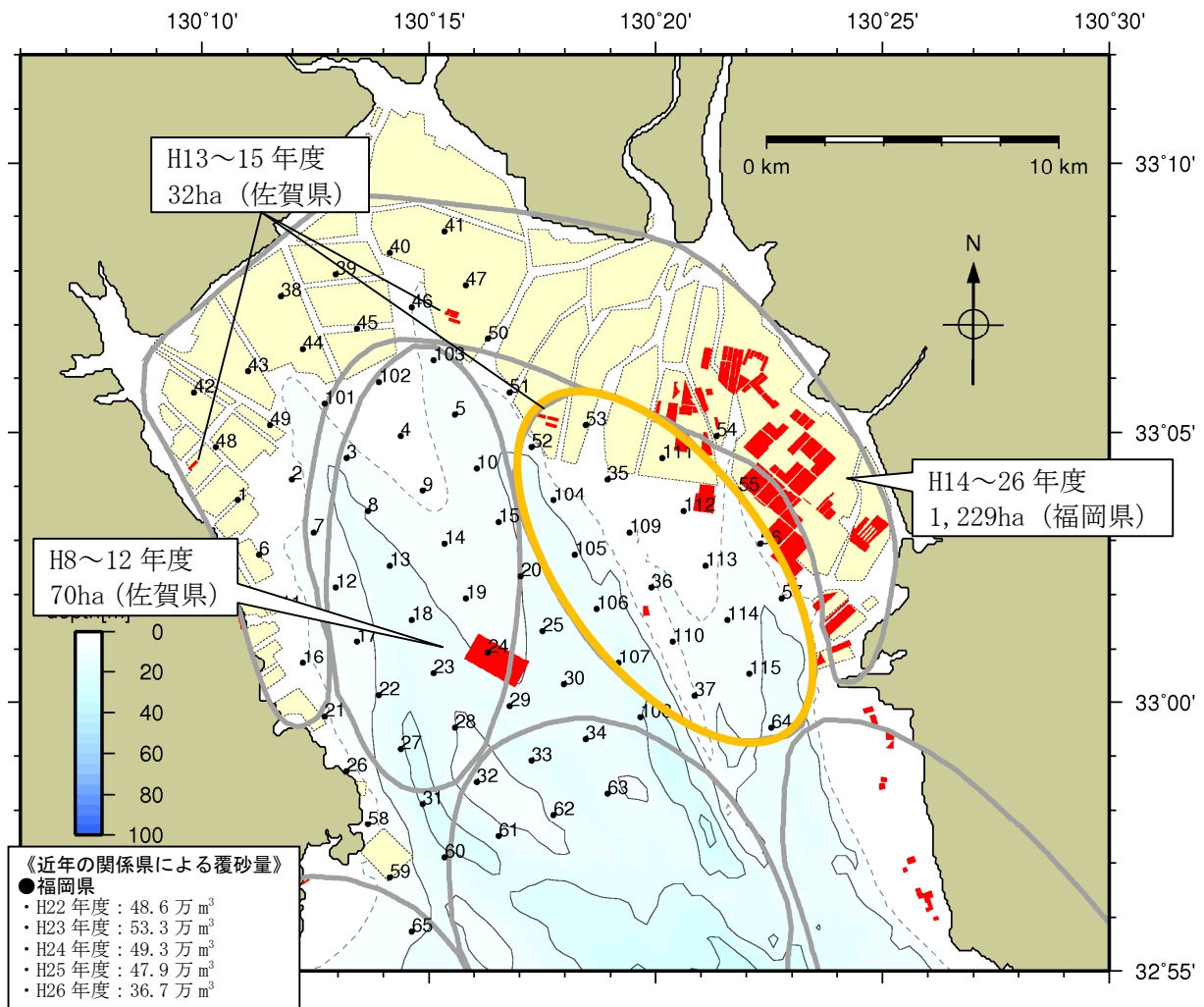


図 11 A2 海域における覆砂実施エリア

※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
出典 : 関係県の整備実績をもとに環境省において作成

図 12 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。

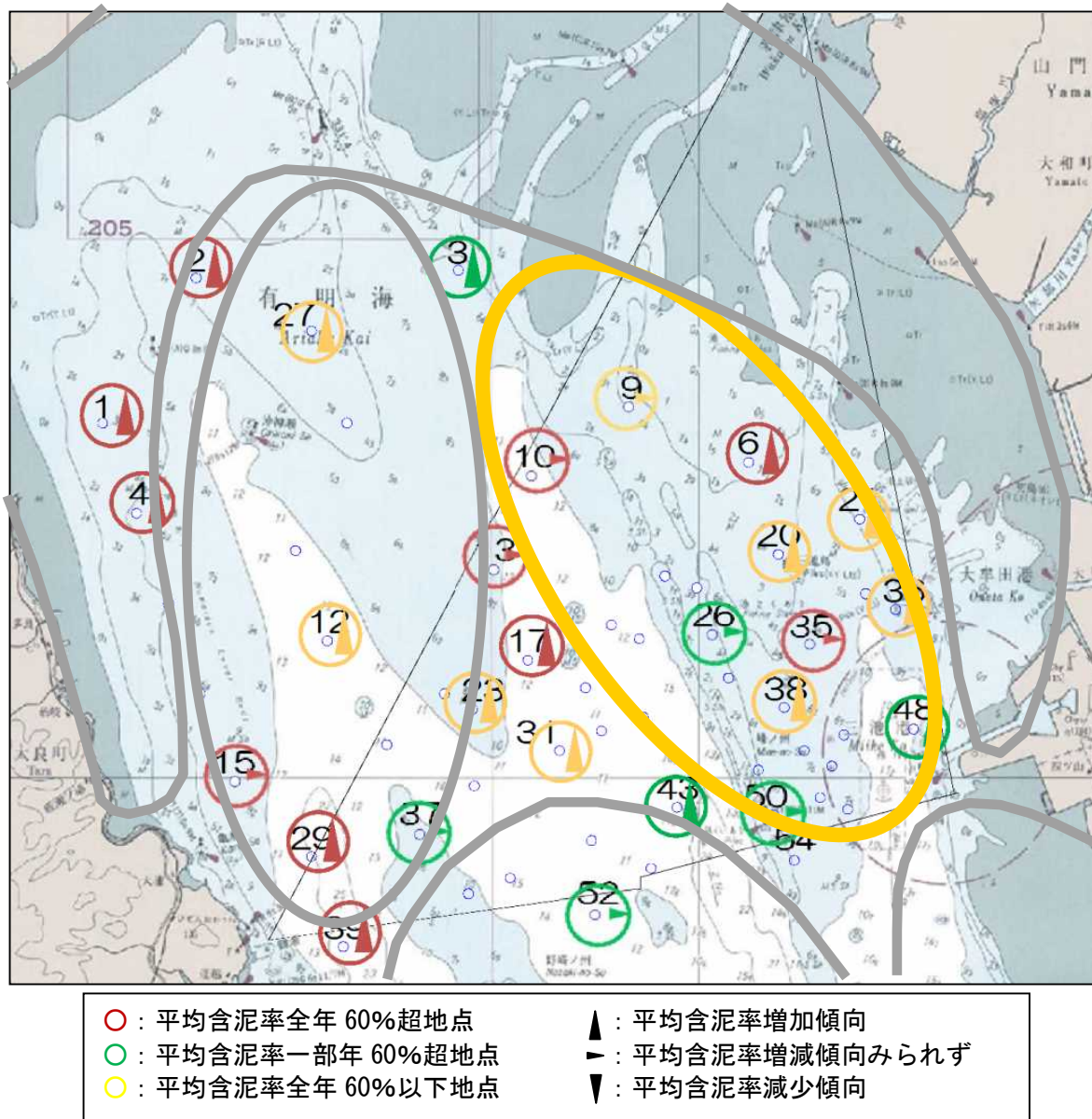


図 12 有明海湾奥部の底質の含泥率の変化傾向(2008～2013 年)

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

これらの結果から、A2 海域では長期間にわたる面的に一様で経年的に単調な変化（細粒化・粗粒化傾向）を呈していないと考えられる。

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 年において経年的に単調な変化（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
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）

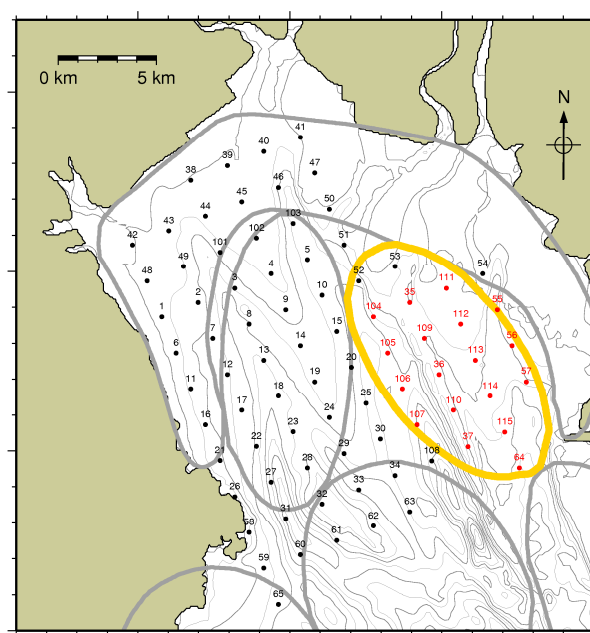


図 13 底質調査地点

(図 2 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 14 に整理した。2001 年から 2013 年において、COD、強熱減量、硫化物について経年的に単調な増加・減少傾向はみられなかった。

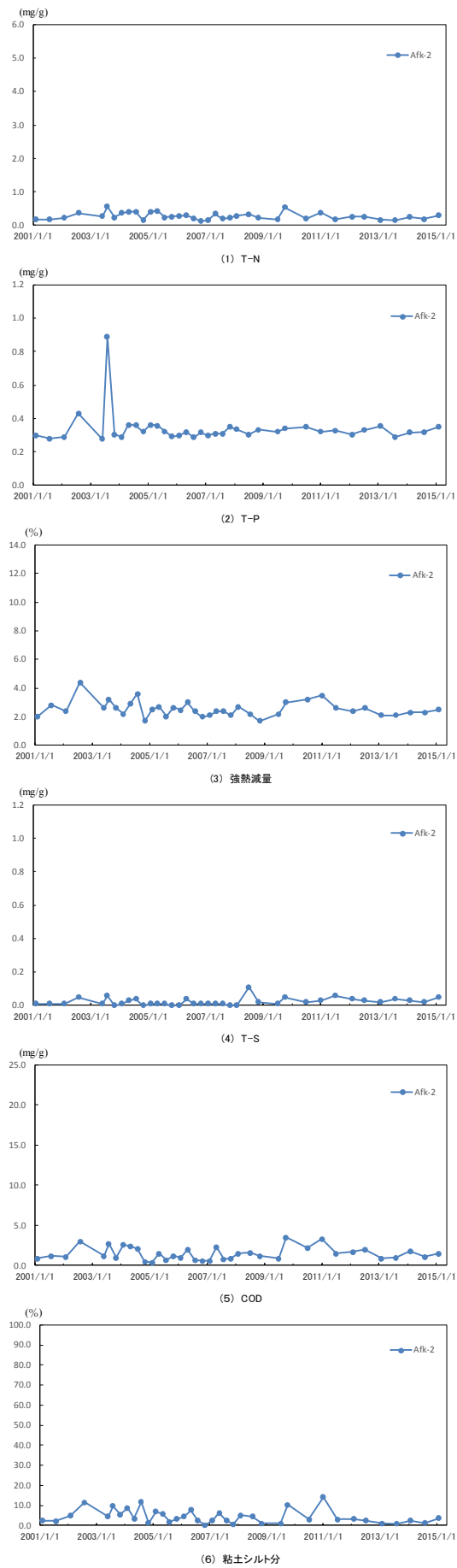
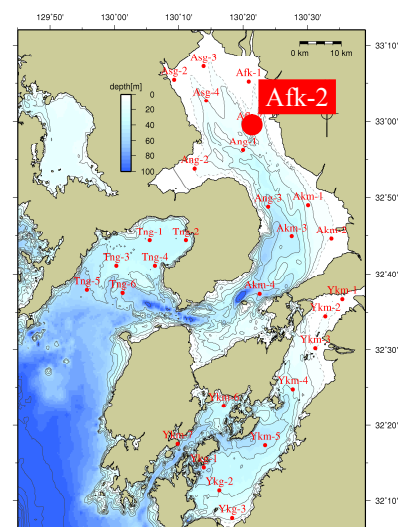


図14 A2海域における底質の推移

(図3 A2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 15、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。

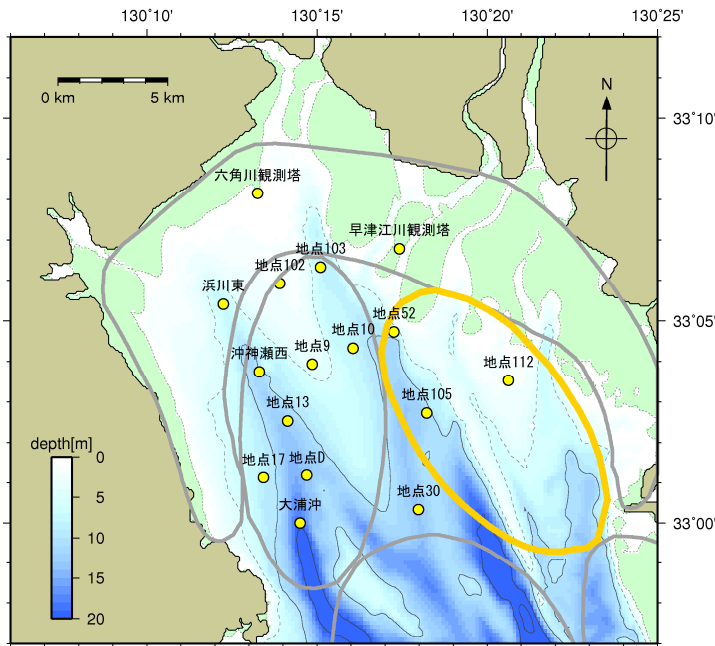


図 15 埋没測定板の設置箇所

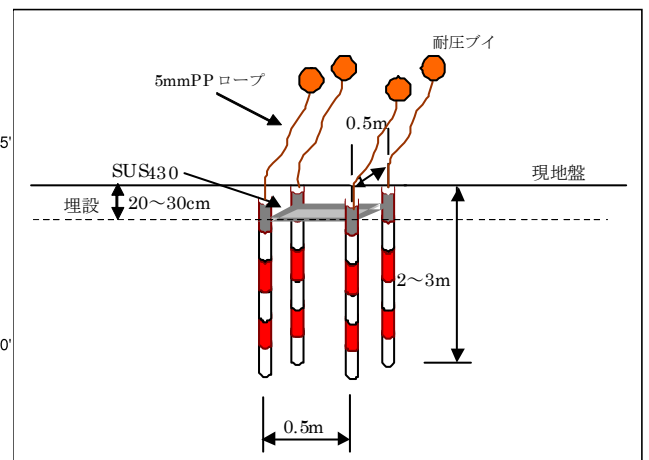


図 16 埋没測定板の装置の概要

調査開始年からの各地点の海底面高の経時変化を図 17 に示す。A 2 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。

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面的に一様に増加・減少している傾向はみられなかった。

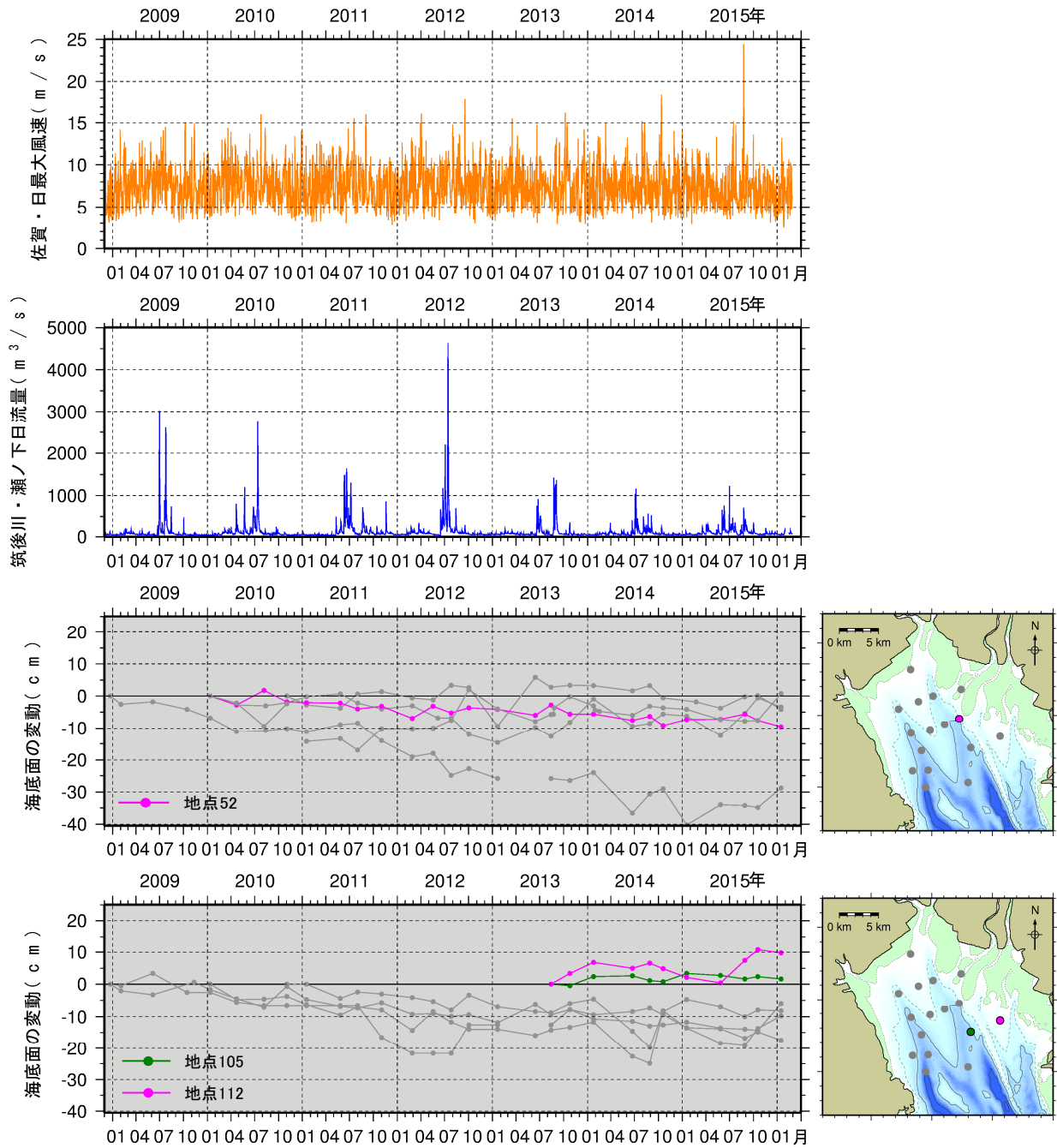


図 17 埋没測定板による海底面の変動の時系列

出典：H21～H27 環境省調査結果より取りまとめ

2016 年 1 月に採取された埋没測定板上の堆積物の中央粒径 ($Md\phi$) と粘土シルト含有率の分布を図 18 に示す。

A 2 海域においては地点 52 が砂泥、地点 112 が泥、地点 105 では砂の堆積がみられる。

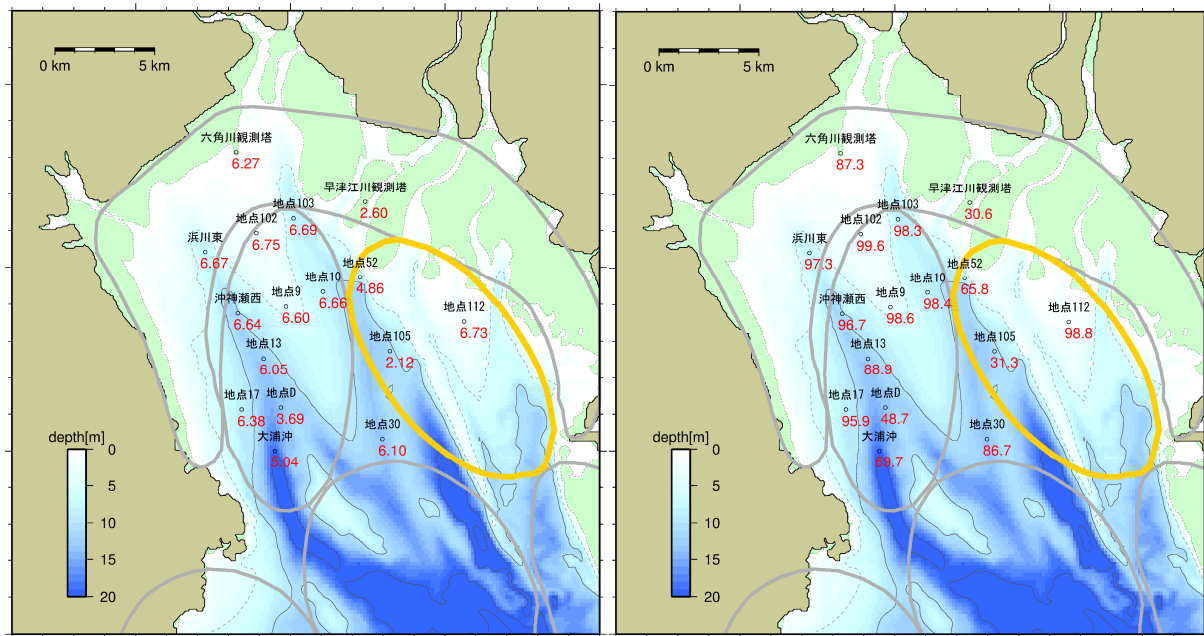


図 18 埋没測定板の粒度組成 (左図： $Md\phi$ 、右図：粘土シルト含有率(%))

水質の変化について、「有明海・八代海等の環境等変化」のデータに基づき考察した。表層について、透明度は 1970 年以降、COD は 1975 年前後以降、その他の項目は 1980 年以降の傾向を整理した。水温、塩分、COD 及び透明度に有意な変化はみられなかった (有意水準 5%。以下同じ。)。T-N、T-P 及び SS は有意に減少している。底層 D0 は 1972 年以降、有意な変化はみられなかった (資料 4-4 の表 5 及び図 3、資料 4-6 の表 1 及び図 2 参照)。

3 有用二枚貝の減少

(1) タイラギ

① 現状と問題点の特定

A 2 海域は有明海北東部海域と呼ばれていた海域である。水深の浅い浅海域であり、海域の北東側の一部は秋季～春季までノリ漁場として利用されている。この海域はタイラギの重要な生息域であり、過去において漁場として盛んに利用されてきた。後述する A 3 海域では 1990 年代以降タイラギ資源が極めて減少したものの（図 19、図 20）、A 2 海域では 2011 年まで潜水器漁業によるタイラギ採捕が行われてきた。

この海域では、1999 年以降、着底稚貝は認められるものの、着底後の初夏から晩秋にかけて「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の減耗（大量死）が問題となっている。また 2011 年以降は資源量の急減により、2012 年から 2015 年にかけて 4 年連続の休漁に追い込まれている。

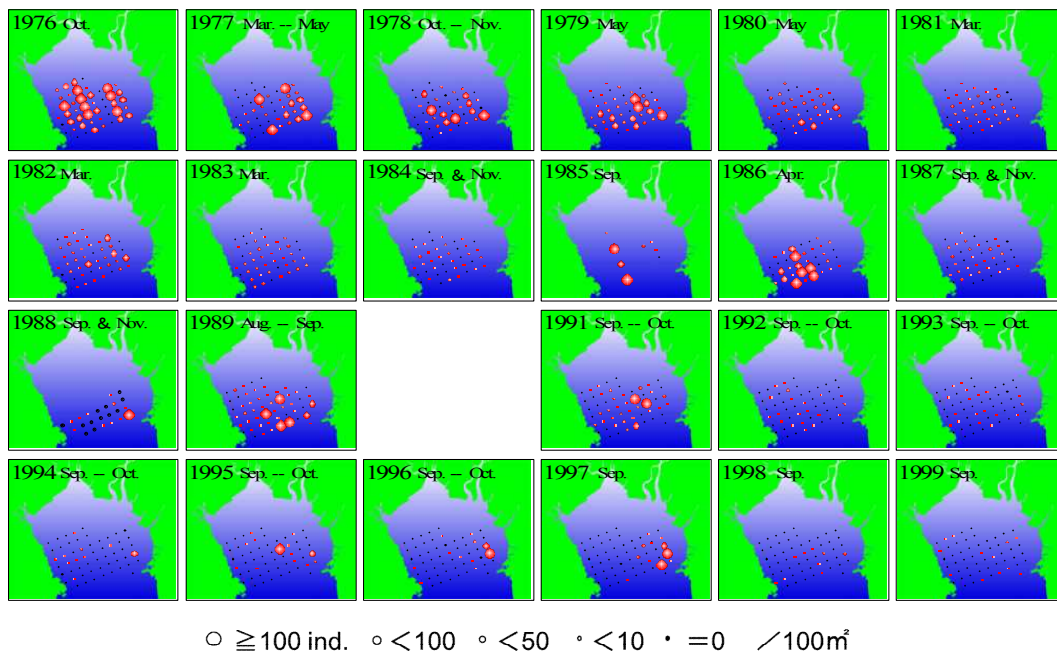


図 19 タイラギ成員の分布の推移 (1976～1999 年)

(出典：海洋と生物 167 vol. 28, no. 6, 625-635. 「有明海異変」伊藤 2006)

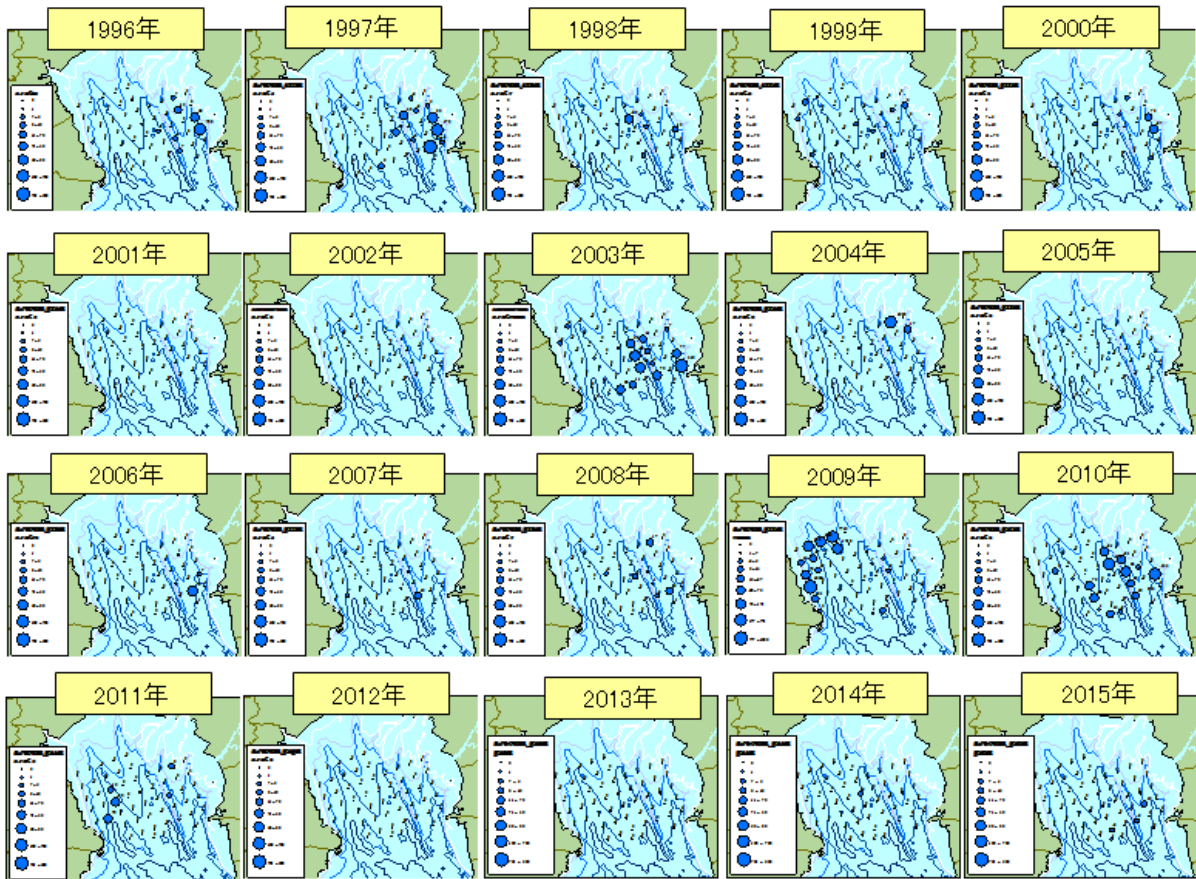


図 20 タイラギ成員の分布域の経年変化 (1996～2015 年)
(出典：佐賀県調査結果をもとに環境省が作成した)

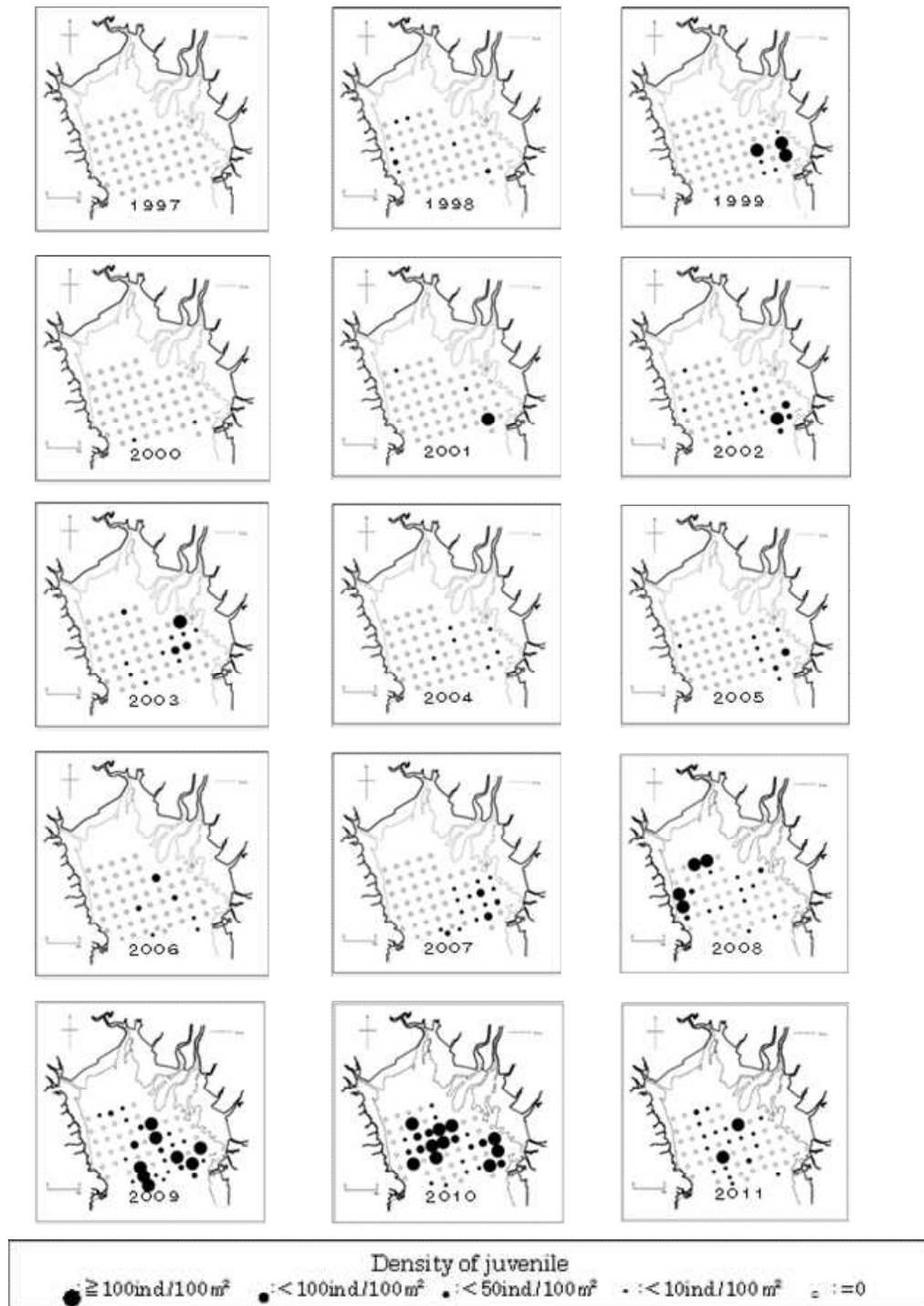


図 21(1) タイラギ稚貝の分布の推移 (1977～2011 年)

(出典：「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」古賀秀昭・荒巻 裕 2013 有明水産振興センター研究報告第 26 号, 13-24)

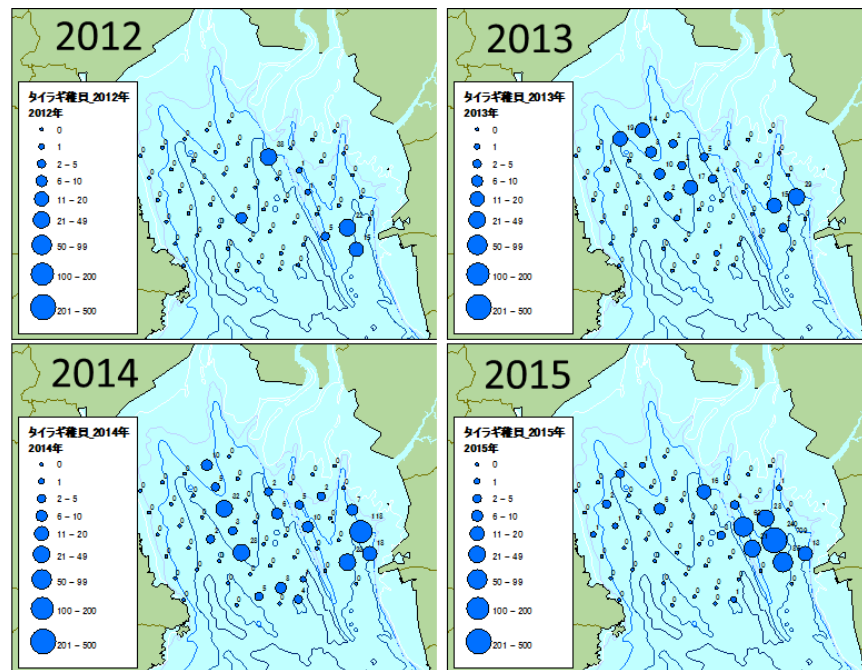


図 21(2) タイラギ稚貝の分布の推移 (2012～2015 年)

(出典：佐賀県調査データをもとに環境省が作成した)

② 要因の考察

(a) タイラギ成貝・稚貝の生息状況

タイラギ成貝・稚貝の生息量調査 (1976 年～2015 年、図 19～21) の結果、1992 年以降タイラギ生息域は A 2 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。このようなことから、長期的に卓越年級群の出現が低調となって、1990 年代以降は小型の当歳貝のみがタイラギ資源の中心となるなど、資源の再生産が縮小していることがうかがえる。

漁獲量については海域毎に示せないが、成貝の分布状況 (各年度の定点間平均密度) の変化によれば、データのある 1976 年には成貝が 100 個体/100m² 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 (平均 11 個体) /100m²、2012 年以降は nd～0.7 個体 (平均 0.2 個体) /100m² 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。(図 19、図 20)

1981 年、1982 年および 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、2003 年の調査では浮遊幼生は広範囲にみられるが、着底稚貝は A 2 海域に偏って分布していた (図 22)。この状態は 2003 年から 2011 年まで確認されており (鈴木ら 2013、平成 19～25 年度有明海水産基盤整備実証調査 (有明海) 報告書)、すなわち、A 2 海域ではタイラギ資源が低下し始

めた 1999 年以降浮遊幼生は高い資源状態であった 1980 年代と大きく変わらない密度で出現し、着底稚貝も多かった。2008 年以降の浮遊幼生調査結果によると、2008 年に高密度の出現があったが、2012 年以降は 10 個体/トンを超えることがない状況である（資料 6-9 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~1190 個体（平均 92 個体）/100m² 存在したが、2012 年以降は 3~59 個体（平均 19 個体）/100m² となっており、浮遊幼生の出現低下によるとと思われる稚貝の出現密度の低下が顕著になっている。（図 22）

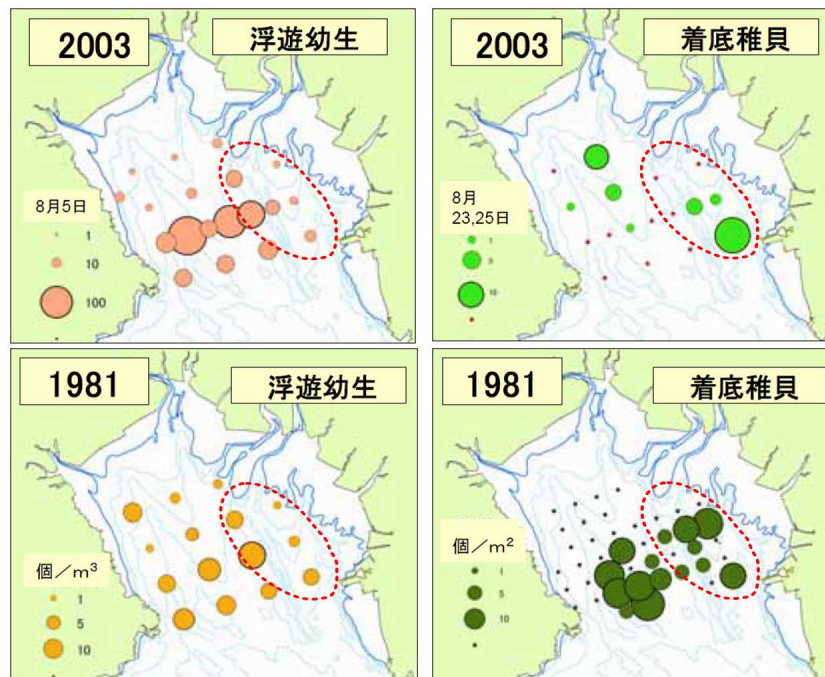


図 22 タイラギの浮遊幼生、着底稚貝の分布域の比較
（出典：平成 18 年委員会報告書を改変）

(b) 立ち枯れへい死

立ち枯れへい死はタイラギの大きさに関係なく発生し、酸素消費量を指標とした活力低下、衰弱個体は軟体部が萎縮し、鰓や腎臓にウイルス様粒子が確認されているものの（水産総合研究センター 2010）、大量へい死のメカニズムについては不明であると指摘されている（平成 18 年委員会報告書）。



図 23 A 2 海域におけるタイラギ立ち枯れへい死の状況
（出典：福岡県提供資料）

立ち枯れへい死の定義については不明確であったため、本報告書においては、次の 2 点を満たすものを立ち枯れへい死と定義した。

- イ．稚貝から成貝にかけての短期大量へい死現象（食害や淡水ショックによるへい死を除く）
- ロ．海底から殻体を突出させたままへい死する現象。

近年では 2011 年に比較的規模の大きな立ち枯れへい死現象が発生している（図 24）が、その後は母貝の資源量が極めて低い水準で推移しており、稚貝が分布していない状況となっている。

タイラギの立ち枯れへい死については、2000～2003 年に実施された調査結果において、当該海域において立ち枯れへい死が発生する時期は、性成熟に伴うと推定される閉殻筋のグリコーゲン含量の減少時期と一致する。しかし、立ち枯れへい死海域とそれ以外の海域のタイラギ個体群間にグリコーゲン含量の差異が認められないため、グリコーゲン含量の推移のみから立ち枯れへい死を推定することはできなかった（川原ら 2004）。

その他、貧酸素水塊、基礎生産力（特に浮遊珪藻）の低下による冬季から春季にかけての餌不足（松井 2002）、濁りによる摂食障害（坂本ら 2008）、硫化水素など底質中の有害物質（坂本 2009, 荒巻・大隈 2013）、ウイルスの影響（Maeno et al. 2006）など懸念が示され、調査結果に基づいて議論された。しかしながら、原因の特定には至っていない。

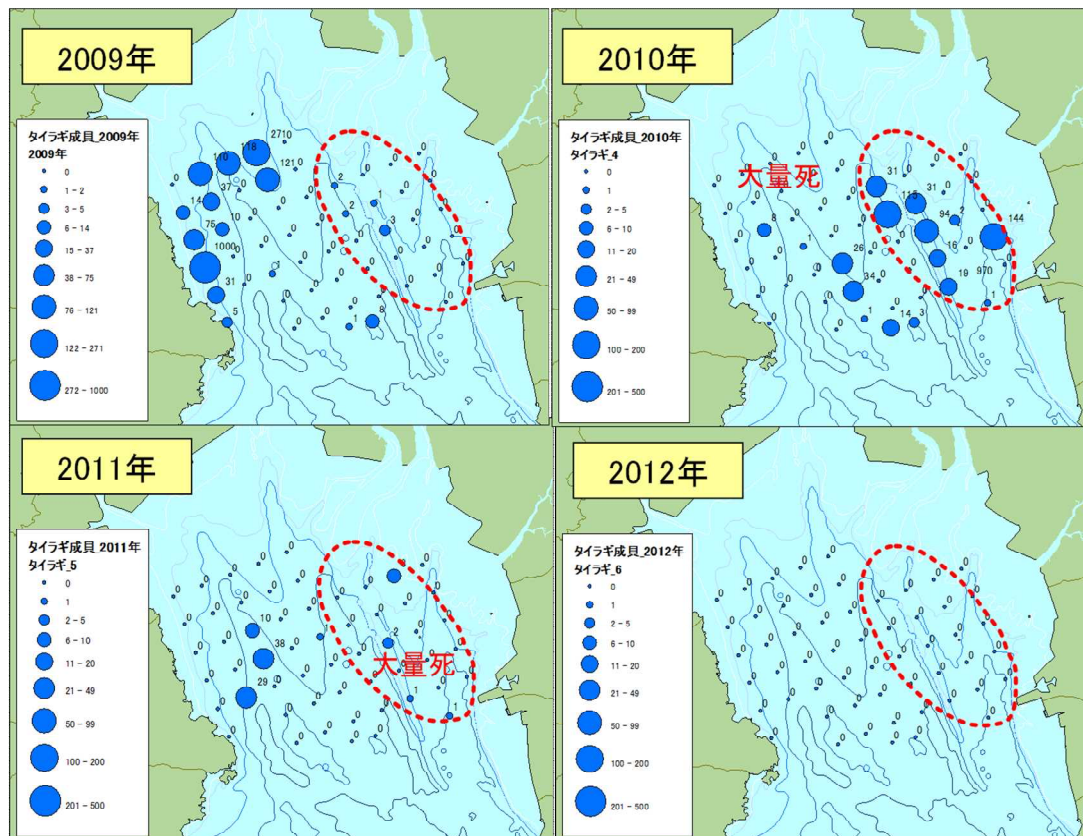


図 24 2009 年から 2012 年にかけて発生したタイラギ大量死現象

(出典：2009～2012 年、佐賀県調査結果をもとに環境省が作成)

(c) 貧酸素水塊による影響

図 27 に A 2 海域におけるタイラギ大量へい死と貧酸素水塊の発生状況について示した。この海域における貧酸素水塊は、溶存酸素が 3mg/L を下回る期間が散発的に観察されるが、後述する A 3 海域と比較すると、その規模が小さく頻度も少ない。この溶存酸素の低下時期とタイラギ大量死（いわゆる立ち枯れへい死と呼ばれるもの）の発生時期とを重ね合わせたところ、2001 年や 2003 年は貧酸素発生時期と大量死との期間が一致した。継続的な貧酸素でなくとも、単発的・長期的（30 日間以上）な貧酸素反復曝露がタイラギの突出死を引き起こすことが室内試験でも確認されている（郡司掛ら 2009）。2001 年の貧酸素はこの海域では比較的長期に継続したものであり、貧酸素の影響も疑われる。しかしながら、図 25 に示したように、現場観測では貧酸素の発生時期と大量死の時期がほとんどの年で一致せず、かつ発生期間も短い。このため、A 2 海域では貧酸素水塊がタイラギ資源変動に強く影響しているとは判断されなかった。

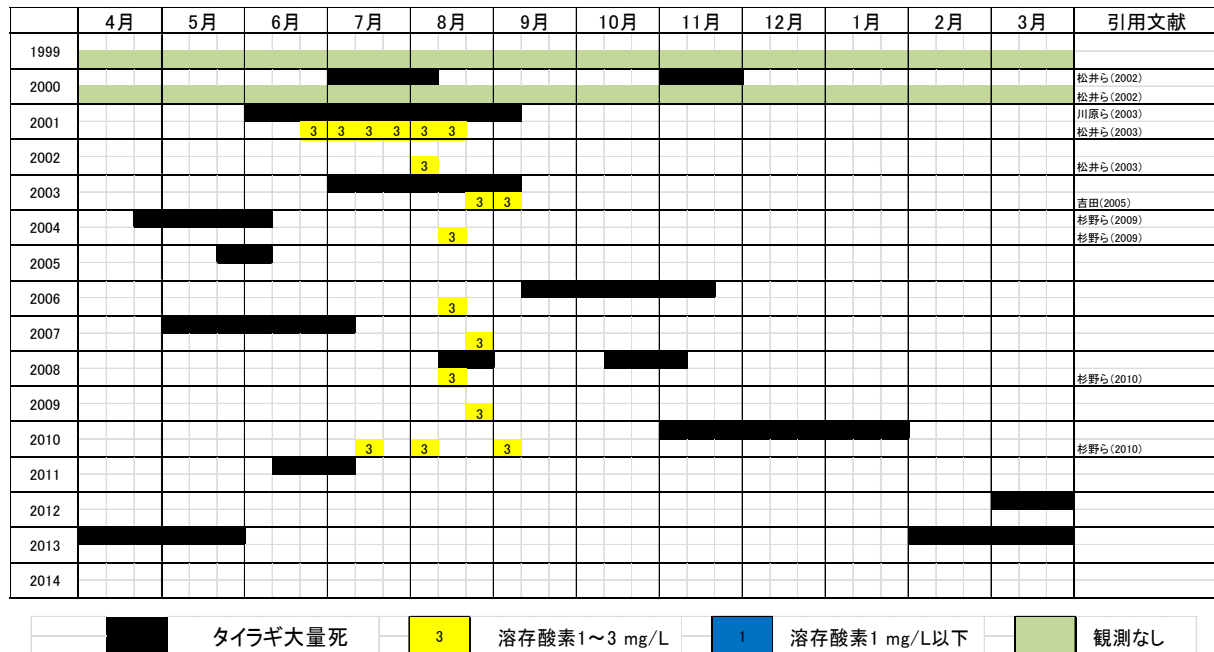


図 25 A 2 海域におけるタイラギ大量へい死と溶存酸素との関係

出典：既往文献と福岡県提供資料を基に整理した

(d) 底質（浮泥）による影響

A 2 海域における底質の長期データをみると、元々砂泥質の海域である。タイラギの覆砂実証調査から、A 2 海域におけるタイラギ着底稚貝の減少要因として、いわゆる「浮泥」と呼ばれるシルトの堆積が影響しているとの報告がみられる（杉野 2010）。浮泥の堆積は海底堆積物表層における付着基盤の減少を引き起こしてタイラギ稚貝の着底に悪影響を及ぼすこと、また浮泥の存在がタイラギの摂餌活性や生残に悪影響を及ぼすとの結果もある。ただし、2001 年から 2013 年においては、底質の泥化（底質の細粒化）について経年的に単調な変化（単調増加、単調減少傾向）がみられていないことに留意する必要がある。

次に、浮泥の再懸濁が移植タイラギ稚貝に与える影響について調べられた結果を以下に示す。なお、この調査においては、潮流・波浪等によって活発に再懸濁・堆積を繰り返している流動性の高い堆積物を浮泥として測定した。

A 2 海域の 1 定点（図 26、定点 T 5）において 2015 年 10 月中旬に測定した懸濁画分（SS）の濃度は、A 1 および A 3 海域に含まれる他定点での濃度よりも高く推移していた（図 27）。

このとき同時に測定した懸濁物（SS）濃度（浮泥等の再懸濁画分）と海底上 20cm および海底付近に移植した稚貝の生残率について、SS 濃度が高いほど稚貝の生残率が低くなるという負の相関を示した（図 28）。

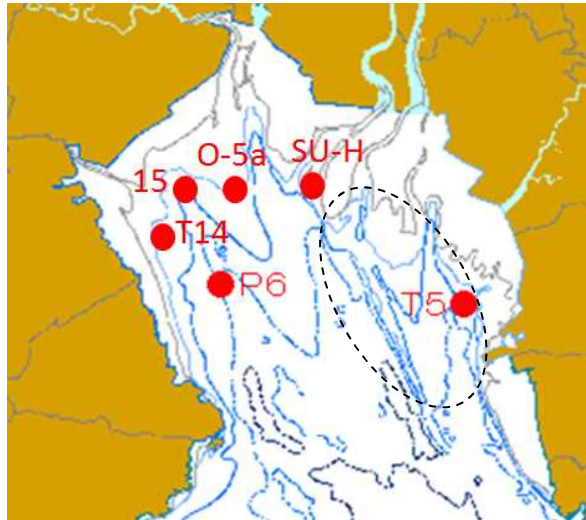


図 26 環境測定とタイラギ稚貝移植試験 (T 5, 点線: A 2 海域)
出典: 平成 2 7 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

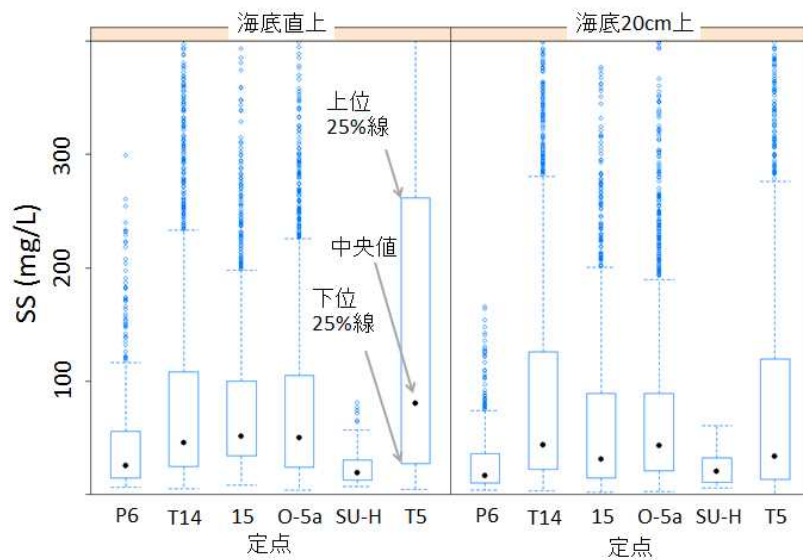


図 27 浮泥懸濁画分の濃度 (懸濁画分; mg/L) の定点・高度間変動
出典: 平成 2 7 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より
※図 26 に示す 6 地点の調査結果

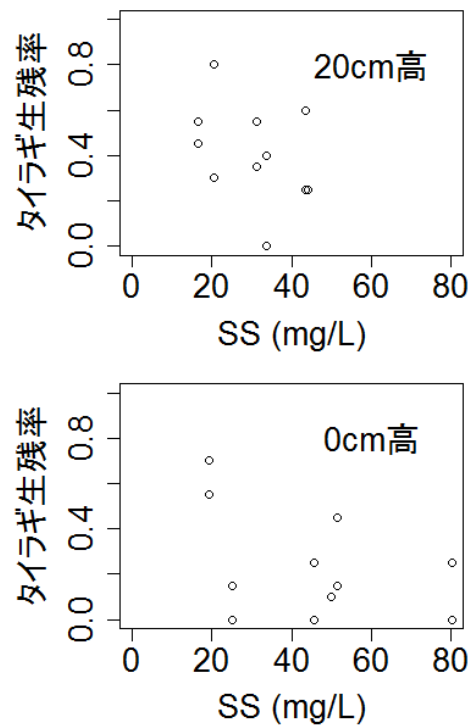


図 28 移植されたタイラギ稚貝の生残率と懸濁画分中央値 SS (mg/L) との関係。移植用トレーの海底からの設置高度の別に図示。

出典：平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

※図 26 に示す 6 地点の調査結果

※調査に用いた稚貝の殻長サイズは約 10mm

A 2 海域の測点 T 5 (図 29) の浮泥厚の短期的な変化は、その変動は少なく、2015 年の 6 月中旬に 10mm を超えた以外は 5mm 前後と安定している (図 30)。

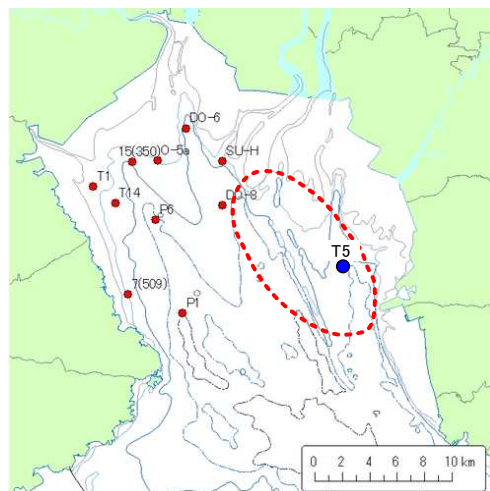


図 29 A 2 海域における浮泥モニタリング測点

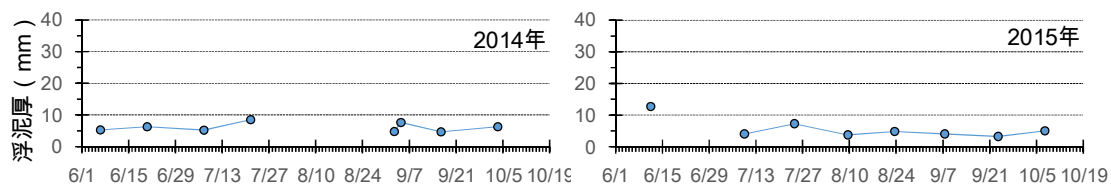


図 30 A 2 海域の測点 T 5 における浮泥厚の経時的変化
出典：平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

A 2 海域の測点 T 5 における浮泥は A 3 海域に比べて粗粒子の割合が多く、有機炭素含量が低く (図 31)、浮泥厚が A 3 海域に比べて薄い。一方で、クロロフィル色素含量は 75% 値では A 3 海域に比べ高い傾向があるが、浮泥厚が薄いことから、クロロフィル色素の絶対量は少ない。

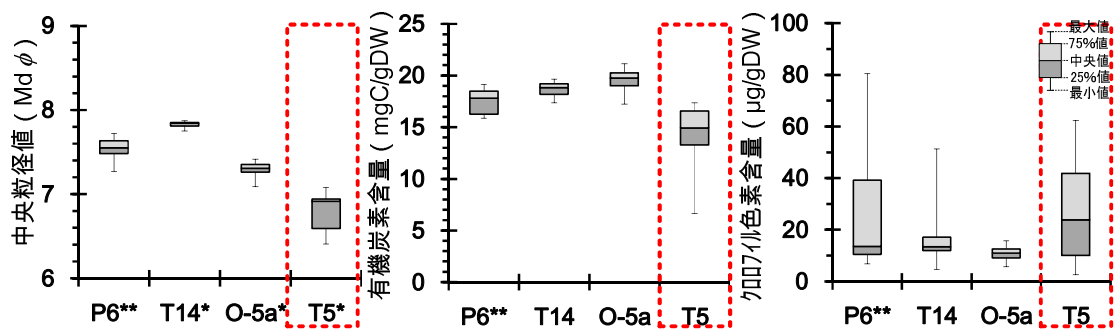


図 31 A 2 海域の 2014 年及び 2015 年夏季における浮泥の中央粒径値、有機炭素含量、クロロフィル色素含量

*は 2014 年、**は 2015 年のデータ、それ以外は両年のデータを使用。

出典：平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

底質環境と生息密度については、A2 海域の底質とタイラギ分布の関係について、以下のデータがある (図 32)。

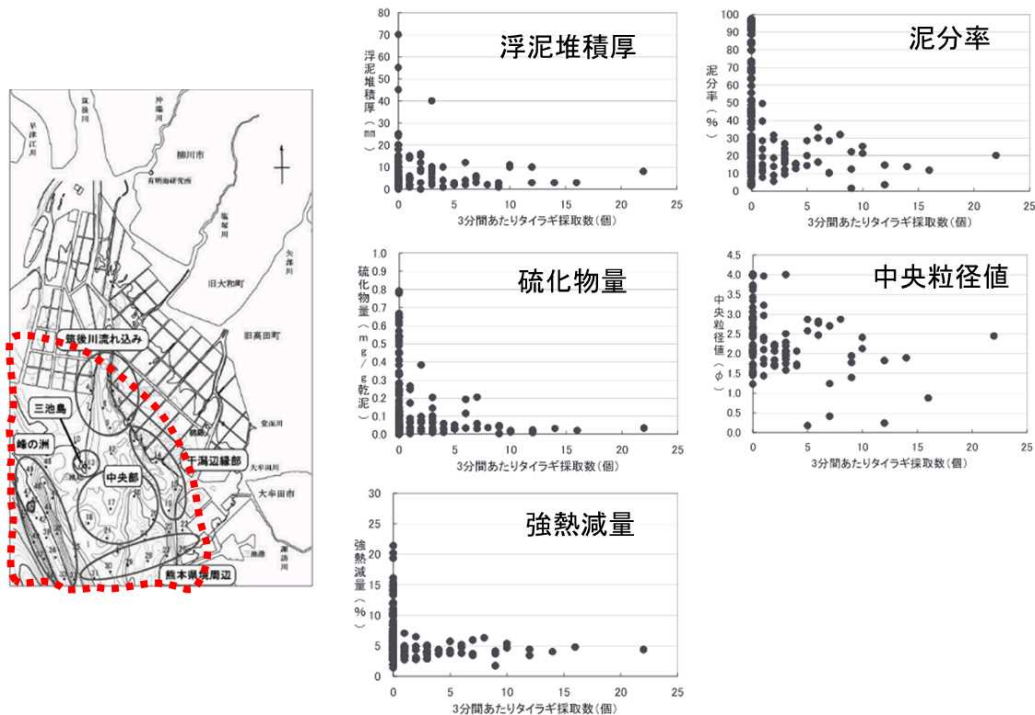


図 32 A2 海域におけるタイラギ生息密度と底質環境との関係
(出典：杉野ら 2010 改変)

(e) その他の原因・要因

タイラギを食害する生物としては、ナルトビエイをはじめとしたエイ類、イシガニやガザミなどの大型の甲殻類、イイダコなど頭足類が知られている。このなかでも、A2 海域に移植されたタイラギが突然消滅し、付近にかみ砕かれたタイラギの殻が散乱することが頻繁に観察されているため、ナルトビエイなどの食害を受けて減少していると推定されている。移植試験の結果によれば、本種を含めたエイ類と推定される食害は無視できないものの (的場ら 2015)、A2 海域におけるタイラギ資源にどの程度のインパクトを与えているのか定量的に推定することは困難である。タイラギ資源の水準が低位にある状況において、わずかに残された生息域を探索しながら捕食行動を行うナルトビエイについては、引き続き無視できないタイラギ資源の減少要因の 1 つと考えられる。

タイラギの資源管理策については、エリアによっては海区漁業調整委員会指示による採捕禁止措置が執られているほか、潜水器漁業を実施する場合については、漁場における資源調査結果に基づき、漁期や作業時間を漁業者や試験研究機関も交えた協議会において調整が行われている。一方で、近年、浮遊幼生や着底稚貝の量が低位で推移している中での資源管理方法については確立されていない。

ウイルスや化学物質については、前回委員会報告書以降、大量死との関連が示唆される新たなデータの提示はなく、現時点でタイラギ資源減耗要因としては考察できない。

4 まとめ

A 2 海域（有明海湾奥東部）における問題点として、「ベントスの減少」及び「有用二枚貝の減少」がみられ、その原因・要因の考察を行った。

なお、「魚類等の減少」に関する原因・要因の考察については、有明海全体でまとめて別に記載した（資料 6－9 参照）。

ベントス（底生生物）については、1970 年頃のデータが無いため、1970 年頃から現在までの変化はわからないことから、この期間のうち、データがある 1989 年以降の変化をみたところ、ベントスの個体数が減少していた。

具体的には、1989 年夏季と 2000 年夏季の調査を比較すると、全マクロベントスの平均密度が 2,595 個体/m²(1989 年)から 2,085 個体/m²(2000 年)へと約 2 割減少し、多毛類、甲殻類、クモヒトデ類は増加し、二枚貝類等は減少していた。また、2005 年から 2015 年のモニタリング結果では、ベントスの総種類数、軟体動物門及び節足動物門の種類数に減少傾向がみられ、節足動物門の個体数にも減少傾向がみられたが、これ以外の動物では、種類数、個体数に経年的に単調な増加・減少傾向はみられなかった。

次に、「ベントスの減少」の要因について考察を行った。

まず、底質の環境変化がベントスの生息環境に影響を与える可能性があるが、データがある 1989 年以降において、本海域では明確な関係の有無は確認されなかった。具体的には以下のとおりである。

- ・ 底質の泥化（細粒化）については、1989 年から 2010 年にかけて面的に一様で経年的に単調な変化（細粒化・粗粒化傾向）はみられなかった。また、含泥率については、2008 年から 2013 年にかけてのデータでは、場所によっては増加傾向を示す地点がみられることに留意する必要がある。
- ・ 底質の硫化物については、1989 年から 2010 年にかけて面的に一様で経年的に単調な増加・減少傾向はみられなかった。
- ・ 底質の有機物に関して、強熱減量は 1989 年以降の期間において、また COD はデータがある 2001 年以降の期間において、経年的に単調な増加・減少傾向はみられなかった。
- ・ 浮泥を含む堆積物については、埋没測定板を用いて堆積厚の調査を行った 2009 年から 2015 年にかけて面的に一様に増加・減少している傾向はみられなかった。

次に、ベントスと水質との関係について、本海域では明確な関係の有無は確認されなかった。底層溶存酸素量の年間最低値はデータのある 1972 年以降、有意な変化はみられなかった。

A 2 海域はタイラギの重要な生息地であり、漁場として盛んに利用されてきた。成貝の分布状況（各年度の定点間平均密度）の変化によれば、データのある 1976 年にはタイラギ成貝が 100 個体/100m² 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（平均 11 個体）/100m²、2012 年以降は nd～0.7 個体（平均 0.2 個体）/100m² となっており、2012 年以降に資源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（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～1190 個体（平均 92 個体）/100m² 存在したが、2012 年以降は 3～59 個体（平均 19 個体）/100m² となっており、稚貝の出現密度の低下が顕著になっている。タイラギ浮遊幼生の供給量は 2012 年以降、それ以前に比べて相当低位で推移している。こうした資源量の急減により、2012 年から 2015 年にかけて 4 年連続の休漁に追い込まれている。

1999 年以降、タイラギの着底稚貝は認められるものの、着底後の初夏から晩秋にかけて「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の大量死が問題となっている。タイラギの立ち枯れへい死については、貧酸素水塊、餌不足、濁りによる摂食障害、底質中の有害物質等の影響について議論されたものの、原因の特定には至っていない。

また、課題の 1 つとして、タイラギの浮遊幼生や着底稚貝の量が非常に低位で推移している中での資源管理方法が確立されていないことが挙げられる。

なお、A 2 海域では底層溶存酸素が 3mg/L を下回る期間が散発的に観察されるが、現場観測では貧酸素の発生時期と大量死の時期がほとんどの年で一致せず、タイラギ資源変動に強く影響しているとは判断されない。

その他、タイラギの減少を引き起こすおそれがある要因の 1 つとして、ナルトビエイによる食害がある。詳細は資料 6－8 に記載した。