

図 4.4.23 中央粒径と粘土・シルト含有率の分布の変化 (1989～2000年の差)

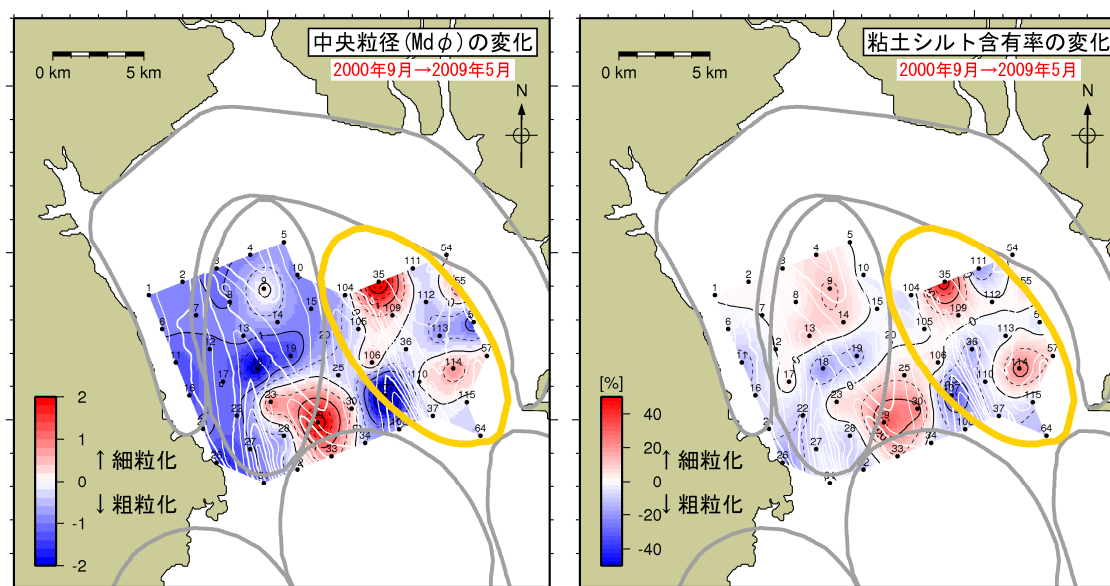


図 4.4.24 中央粒径と粘土・シルト含有率の分布の変化 (2000～2009年の差)

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(%)

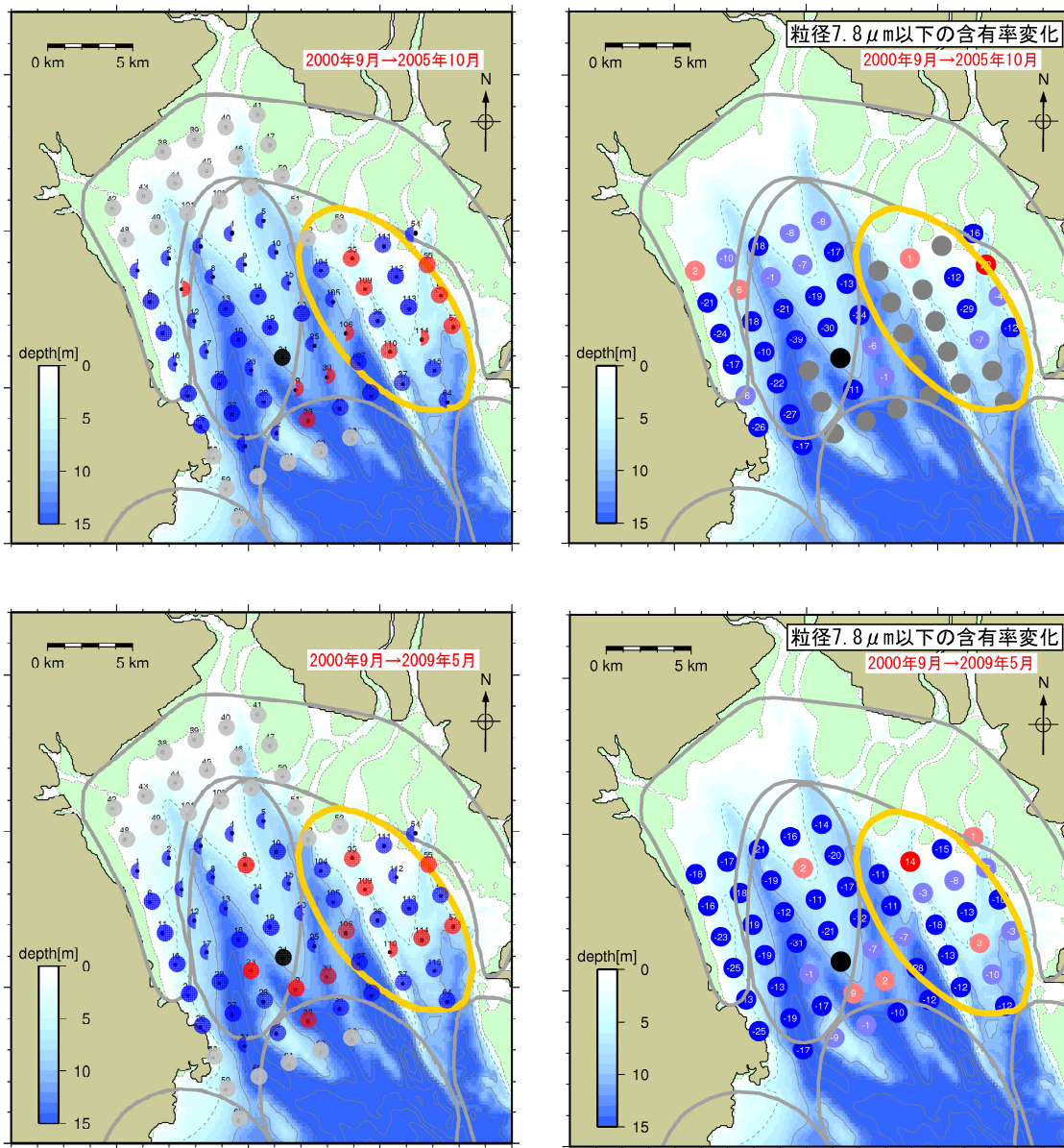


図 4.4.25 細粒化・粗粒化判別結果と 7.8 μm 以下の粒子の含有率の変化

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 4.4.28 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4.4.26)。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、A2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。

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 4.4.26 有明海湾奥東部 (A2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 4. 4. 27 に示す。

中央粒径 (Md  $\phi$ ) 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、その値の範囲も中央粒径 (Md  $\phi$ ) 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。

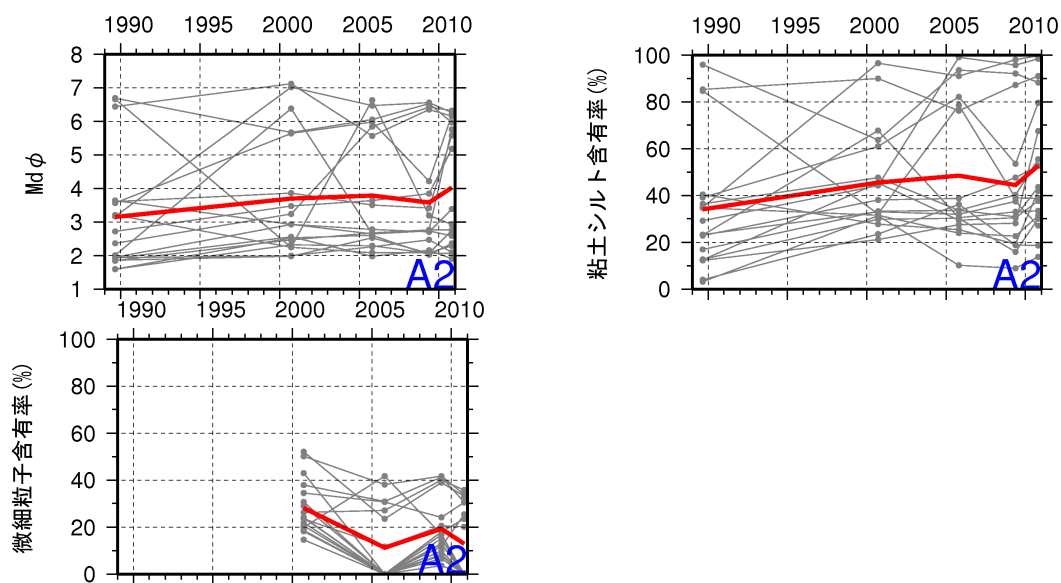


図 4. 4. 27 有明海湾奥東部 (A 2 海域) の底質粒径の推移

(図中の赤線は海域内平均値を表す)

また、A 2 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 4. 4. 28）。

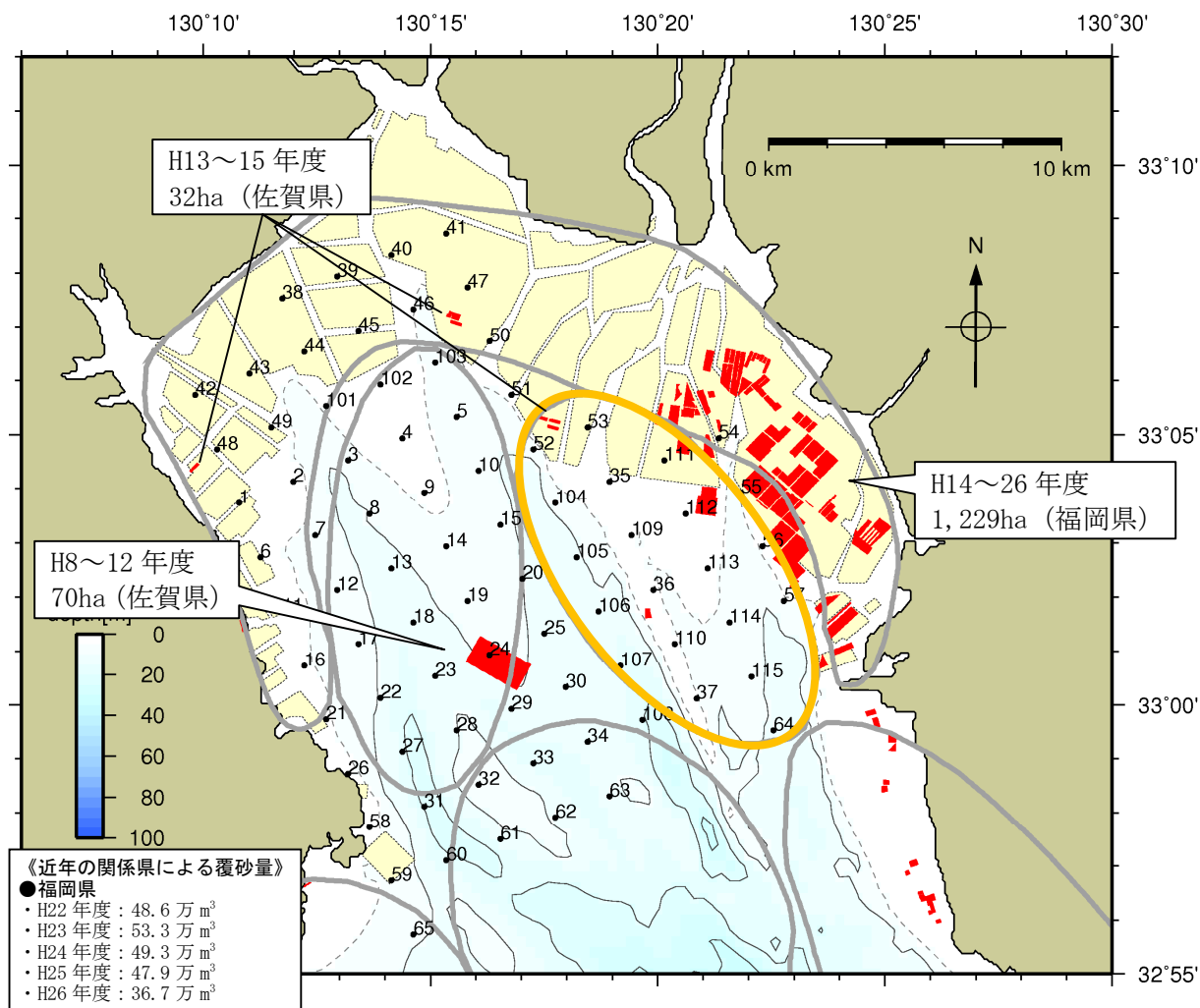


図 4. 4. 28 A 2 海域における覆砂実施エリア

※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 4.4.29 は、有明海灣奥東部海域（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、場所によっては一定期間増加傾向を示した地点もみられることに注意が必要である。

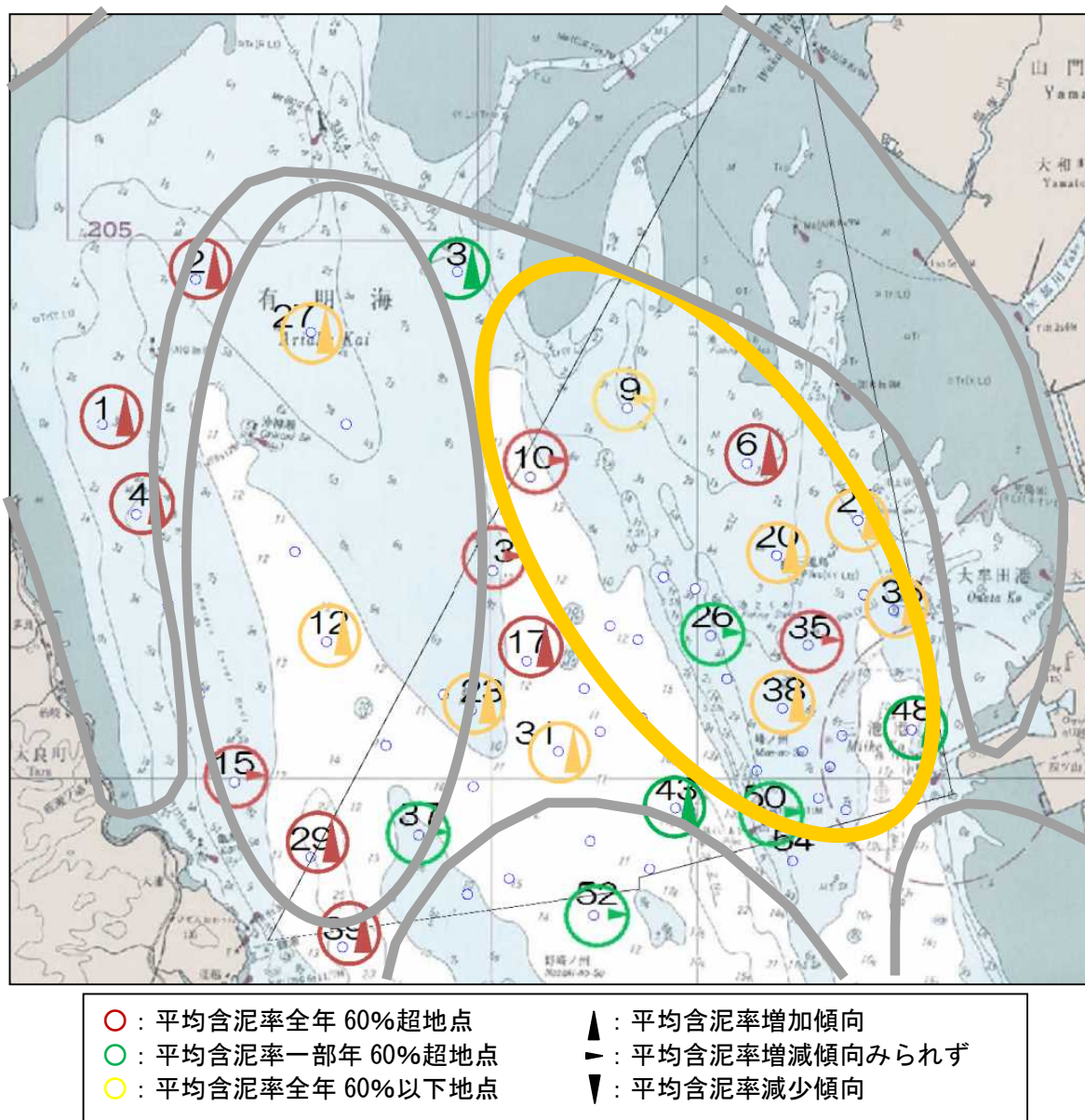


図 4.4.29 有明海灣奥部の底質の含泥率の変化傾向(2008～2013年)

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。

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 4.4.6 に示すとおり A2 海域についてみると 1989 年から 2010 年において海域全体で単調な変化（単調増加・単調減少傾向）はみられていない。強熱減量 10%以上の地点数や総硫化物量 0.5mg/g 以上乾泥以上の地点数は、隣接する A3 海域より少ない。

表 4.4.6 A2 海域の底表泥の属性（1989 年～2010 年）

	強熱減量 10% 以上地点数 <sup>※1</sup>	総硫化物量 0.5mg/g 乾泥以上 の地点数 <sup>※1</sup>
1989 年 8～9 月	3 地点	0 地点
2000 年 9 月	2 地点	0 地点 <sup>※2</sup>
2005 年 10 月	5 地点	0 地点 <sup>※2</sup>
2009 年 5 月	—	—
2010 年 10 月	6 地点	0 地点 <sup>※2</sup>

※1 各年共通地点 18 地点中の数字

※2 酸揮発性硫化物 (AVS)

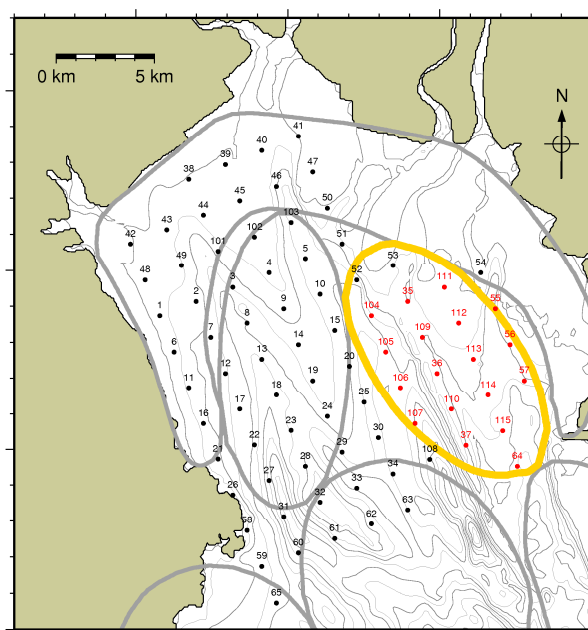


図 4.4.30 底質調査地点

(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に整理した。2001 年から 2013 年において、COD (1～3mg/g 程度)、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。

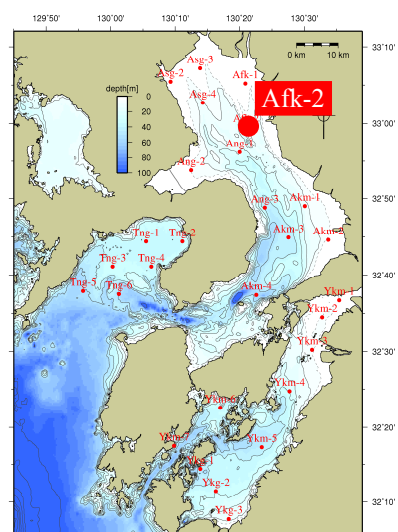
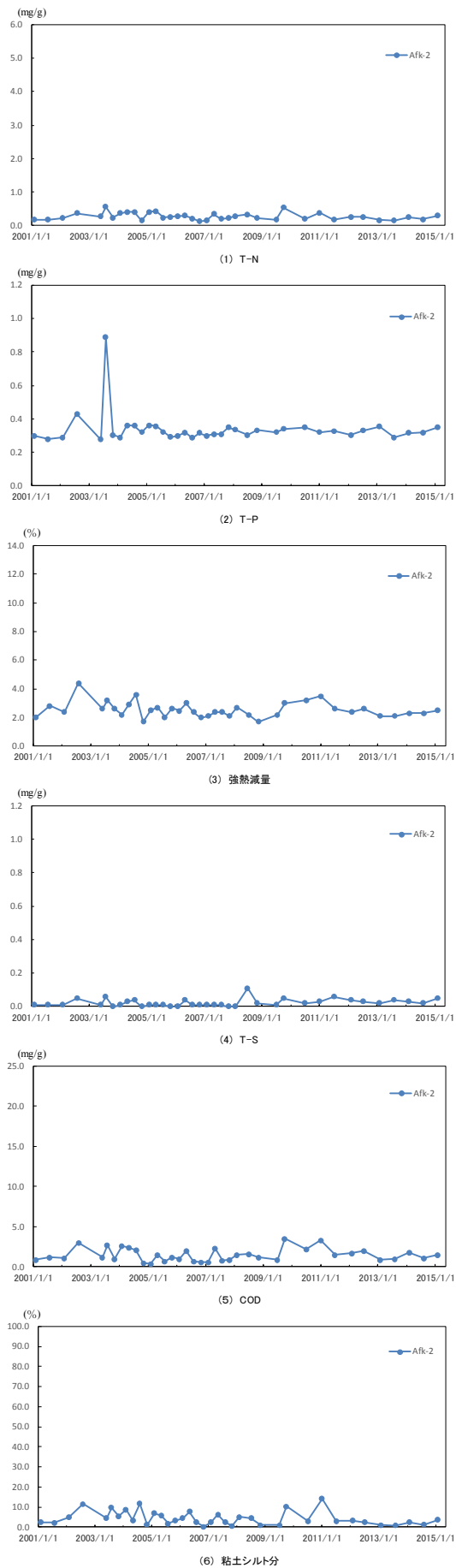


図 4.4.31 A 2 海域における底質の推移  
 (図 3 A 2 海域におけるベントスの推移と同一地点)  
 出典：環境省調査結果より取りまとめ



有明海湾奥部の 16 調査地点に海底上の泥（浮泥<sup>1</sup>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 4.4.32、図 4.4.33）、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 地点で開始され、2009 年、2010 年および 2013 年に地点が追加されている。

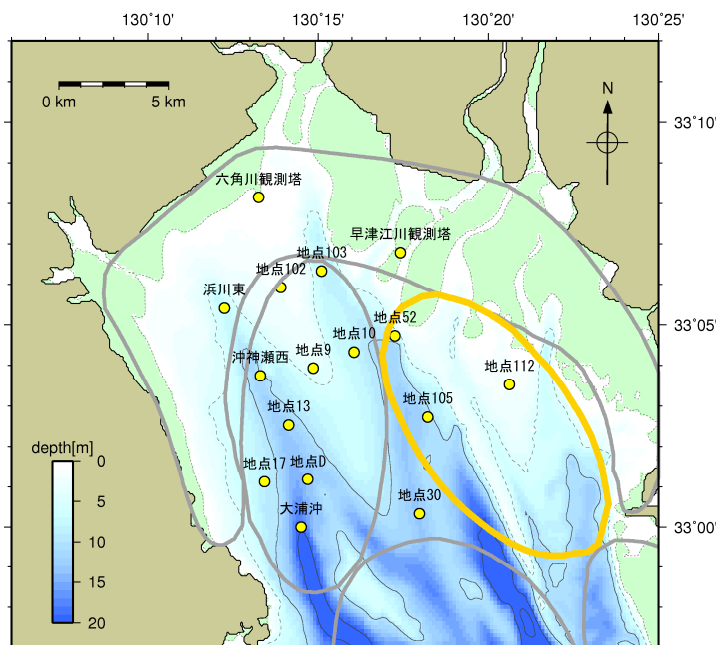


図 4.4.33 埋没測定板の設置地点

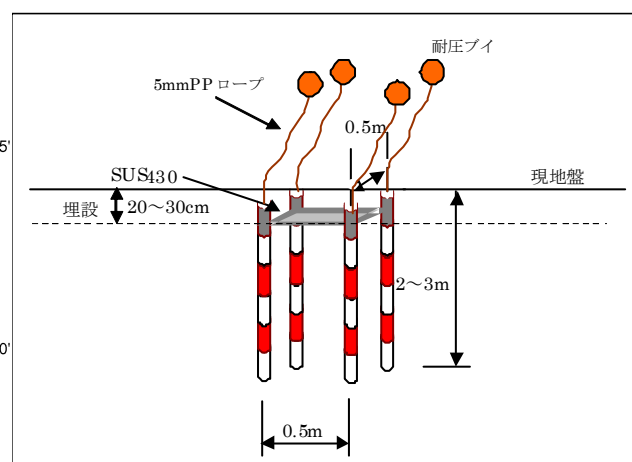


図 4.4.32 埋没測定板の装置の概要

調査開始年からの各調査地点の海底面高の経時変化を図 4.4.34 に示す。A 2 海域の地点は地点 52、地点 105 および地点 112 の全 3 地点である。

調査を行った 2009 年から 2015 年においては、浮泥を含む堆積物は全 3 地点で顕著な増加・減少傾向がみられなかった。

<sup>1</sup>粘土・シルト分のうち、有機物と複合体を形成するなど含水率が高く、かつ潮流・波浪等によって再懸濁・堆積を活発に繰り返している成分。密度法によって測定される浮泥層厚は、上記のうち、密度が約  $1.4 \text{ g/cm}^3$  未満の粒子によって構成される層厚である。

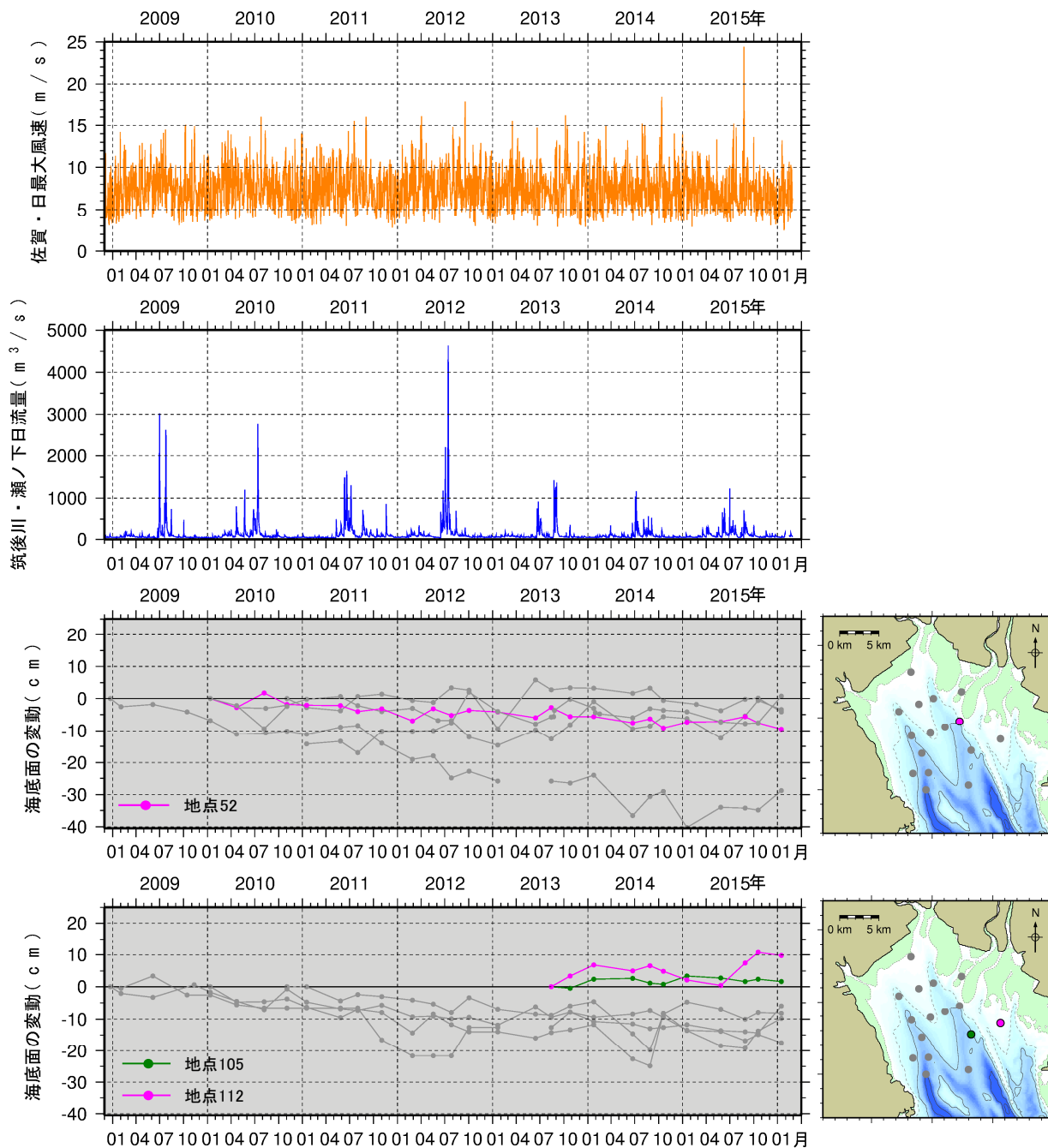


図 4.4.34 埋没測定板による海底面の変動の時系列

出典：平成 21～27 年度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 4.4.35 に示す。

A2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。

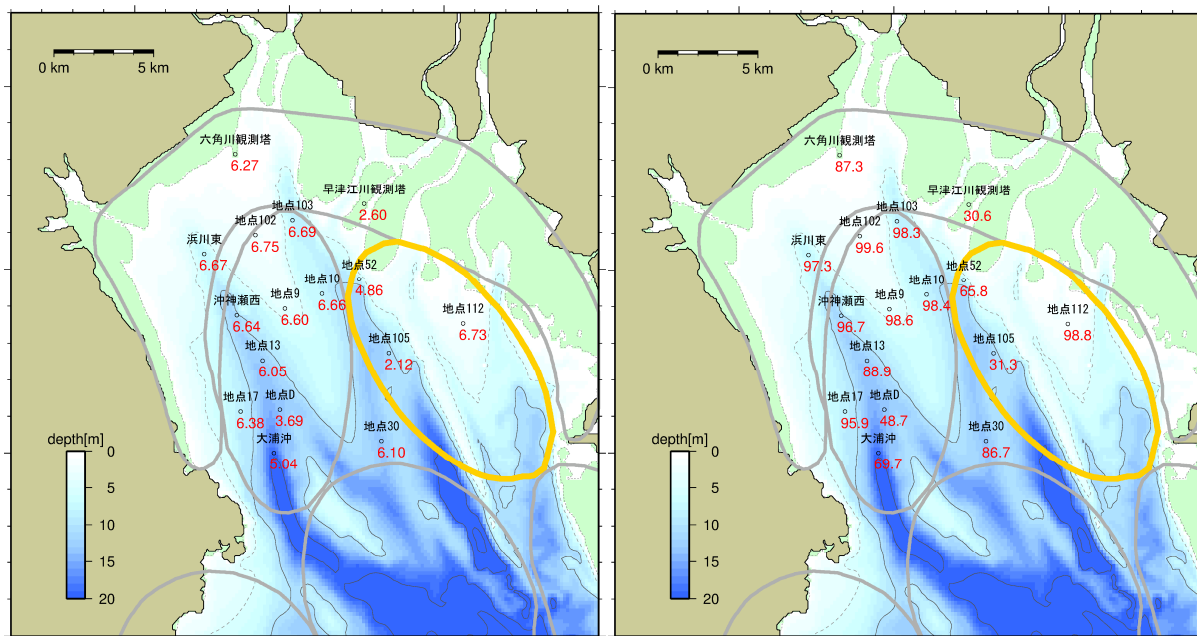


図 4.4.35 埋没測定板の粒度組成 (左図 :  $Md\phi$ 、右図 : 粘土・シルト含有率(%))

出典 : 平成 27 年度環境省調査結果

これらの結果から、底質については、本海域では 1989 年以降のデータでは単調な変化傾向はみられなかった。底質の動向とベントスの生息に明確な関係の有無は確認されなかった。

次に、ベントスの生息と密接な関係があるといわれる貧酸素水塊の出現状況について考察した。なお、3章 6. 貧酸素水塊に記載したとおり、貧酸素水塊が有明海奥部で発生することが示されている。

海底付近の溶存酸素量が 3.0mg/L を下回ることがあるが、速い潮流によって水塊の滞留性が低く、かつ海底地形が複雑なため、短期で解消され貧酸素水塊の発生は長期的に継続しない。底層溶存酸素量の年間最低値は、1972 年以降、全 1 調査地点で 3~4mg/L 程度であり、有意な変化はみられなかった。

### ウ) 有用二枚貝の減少

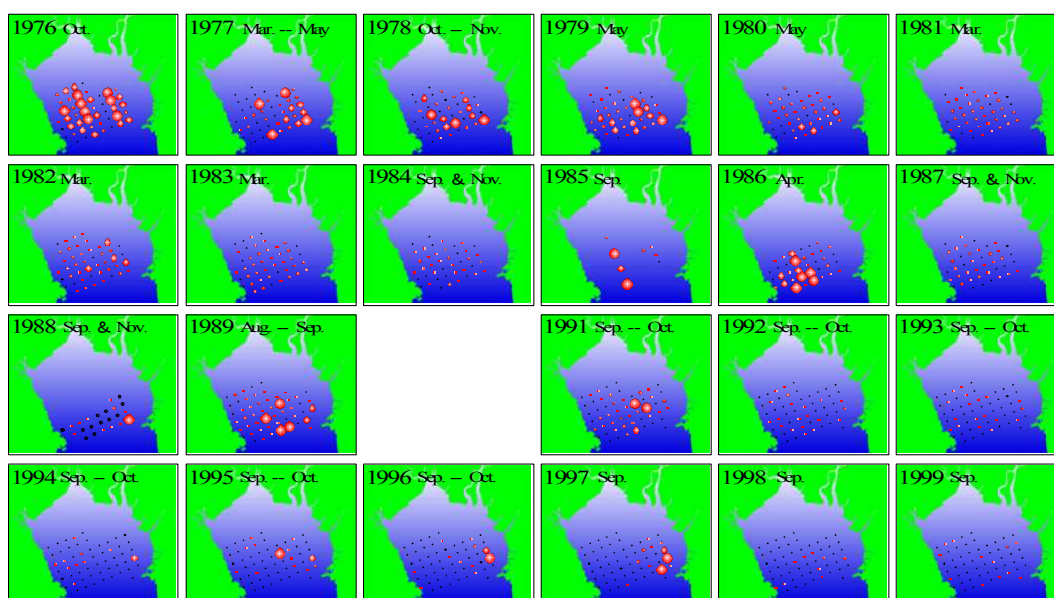
本海域は砂泥で覆われた浅海域であり、タイラギの重要な生息域である（山下・小野原 1980、古賀・荒巻 2013）。潜水器漁業によるタイラギ採捕が行われてきたが、近年、「立ち枯れへい死」と呼ばれる原因不明の減耗が問題となっている（松井 2002、川原ら 2003、川原ら 2004、伊藤ら 2006、杉野ら 2009、荒巻ら 2013）。本海域は非干出海域であるため、アサリの生息密度は小さい。A 1 海域との境界領域において、サルボウの操業時に混獲されるが、数は少ない。

#### a) 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期～春期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 4.4.36、図 4.4.37）、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。



○  $\geq 100$  ind.   ◦  $< 100$    ◦  $< 50$    ◦  $< 10$    ・ = 0   /  $100\text{m}^2$

図 4.4.36 タイラギ成貝の分布の推移（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）  
凡例において、nd（1 個体以下/ $100\text{m}^2$ ）は 0 と表示した。

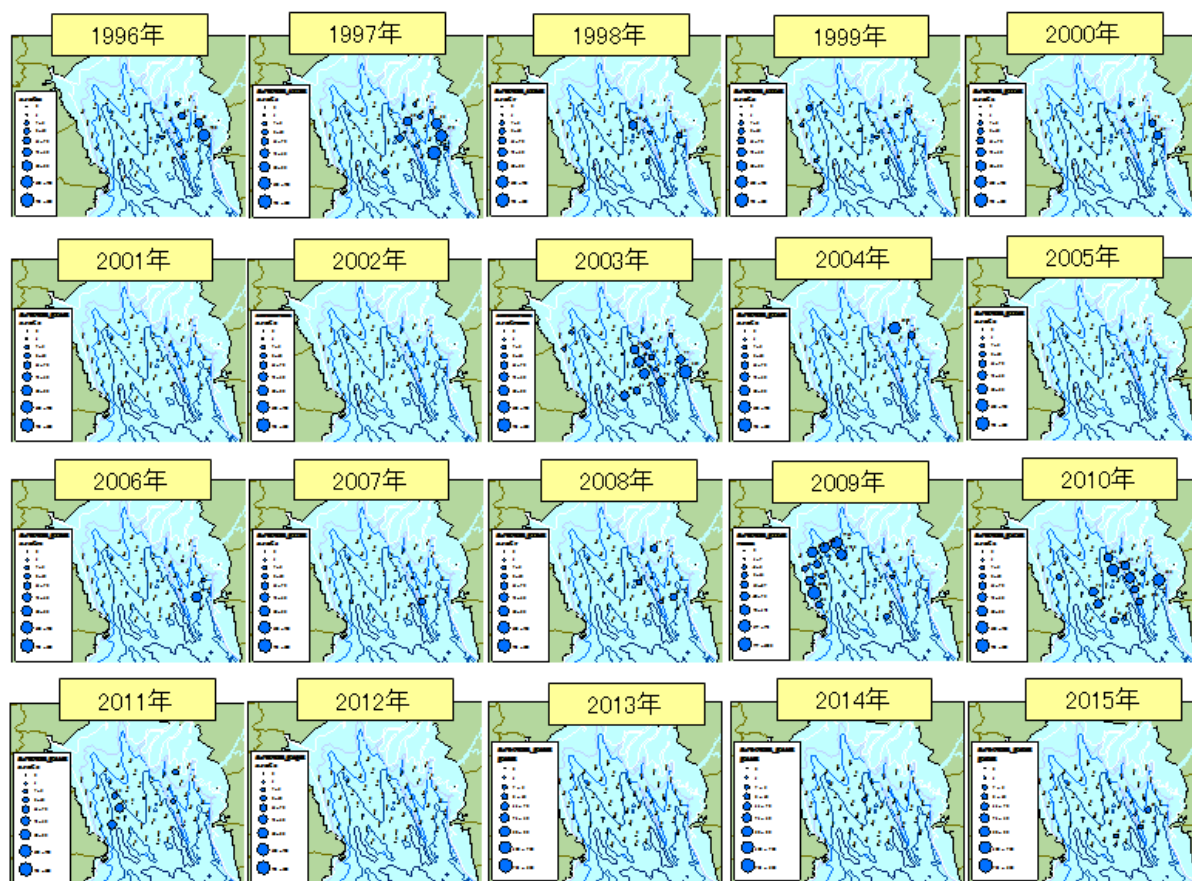


図 4.4.37 タイラギ成員の分布域の経年変化 (1996～2015 年)

(出典：佐賀県調査結果をもとに環境省が作成した)

凡例において、nd (1 個体以下/100m<sup>2</sup>) は 0 と表示した。



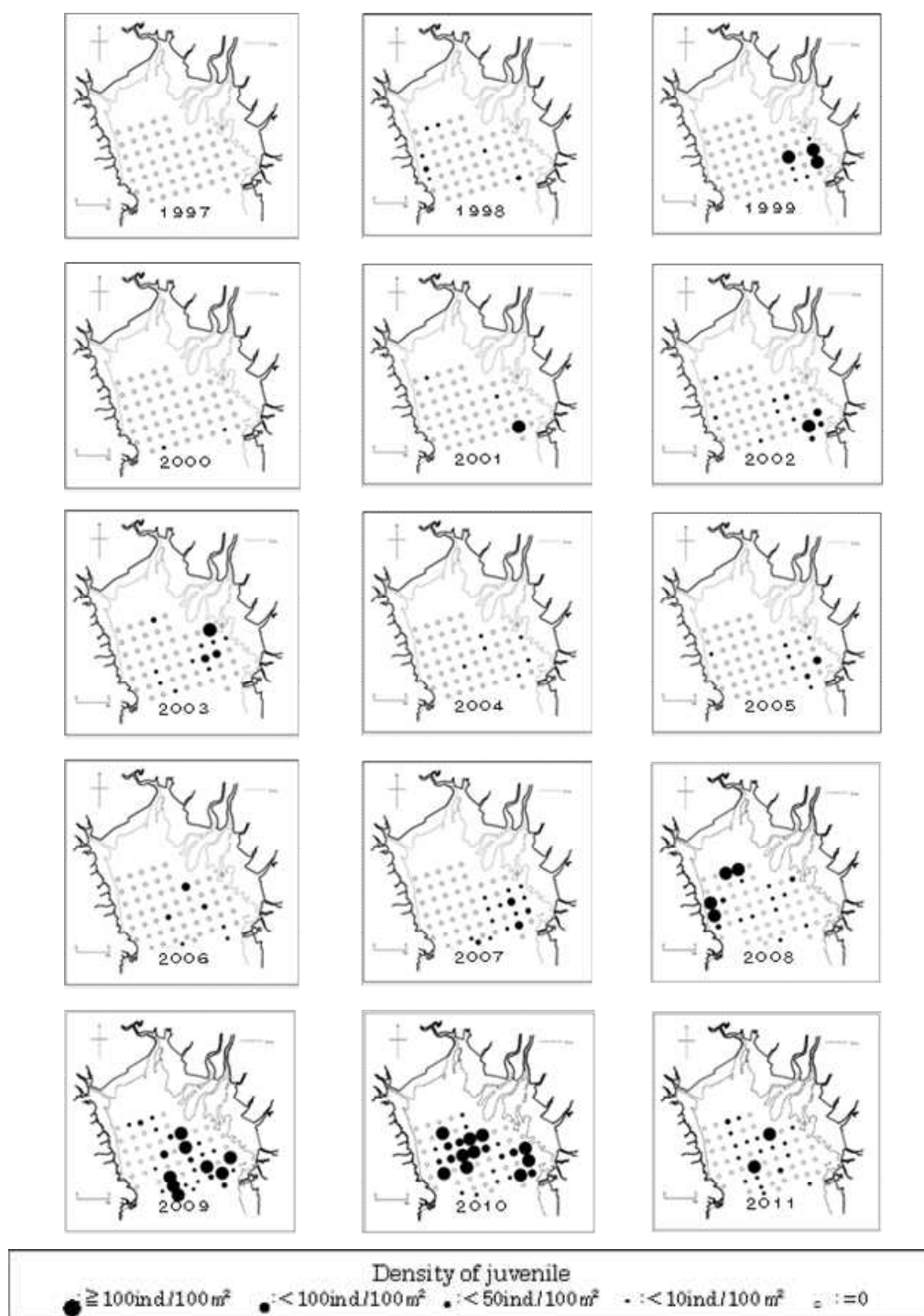


図 4.4.38 (1) タイラギ稚貝の分布の推移 (1977~2011 年)

(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)

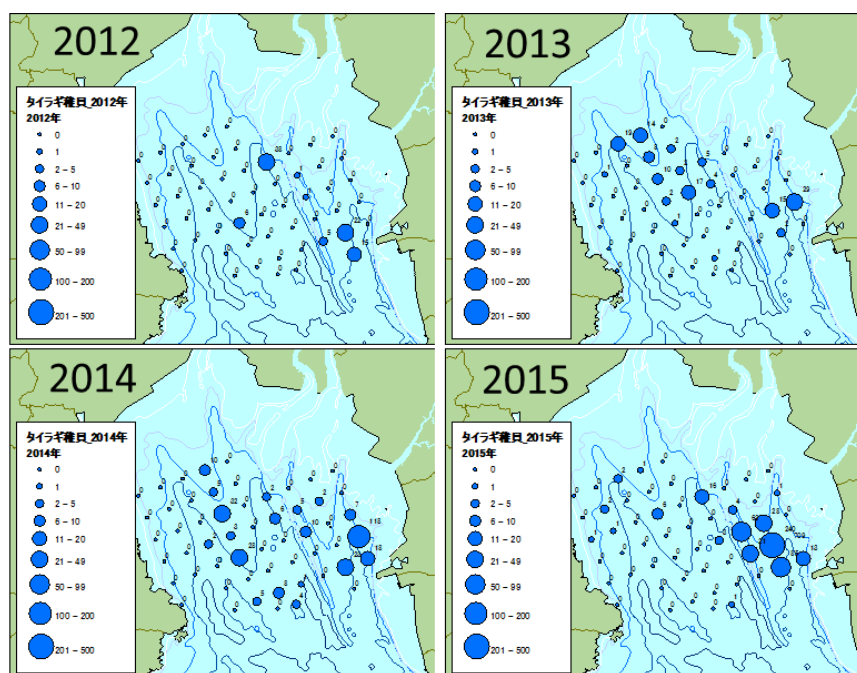


図 4.4.38 (2) タイラギ稚貝の分布の推移 (2012～2015 年)

(出典：佐賀県調査データをもとに環境省が作成した)  
 凡例において、nd (1 個体以下/100m<sup>2</sup>) は 0 と表示した。

## ② 要因の考察

### i) 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 4.4.36～図 4.4.38) の結果、1992 年以降タイラギ生息域は A2 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、非検出 (nd) の定点は 0 として計算) の変化によれば、1976 年におけるデータから成貝が 100 個体/100m<sup>2</sup> 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 (全平均 11 個体) /100m<sup>2</sup>、2012 年以降は nd～0.7 個体 (全平均 0.2 個体) /100m<sup>2</sup> 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 4.4.36、図 4.4.37)。

1981 年、1982 年および 1984 年の調査では浮遊幼図 4.4.36 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 A2 海域に偏って分布していた (図 4.4.39)。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、A2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/m<sup>3</sup>を超えることがない状況である（(9)有明海全体（ノリ養殖、魚類等）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（全平均92個体）/100m<sup>2</sup>存在したが、2012年以降は3~59個体（全平均19個体）/100m<sup>2</sup>となっており、浮遊幼生の出現低下によると思われる稚貝の資源量の低下傾向が顕著になっている。（図4.4.38）

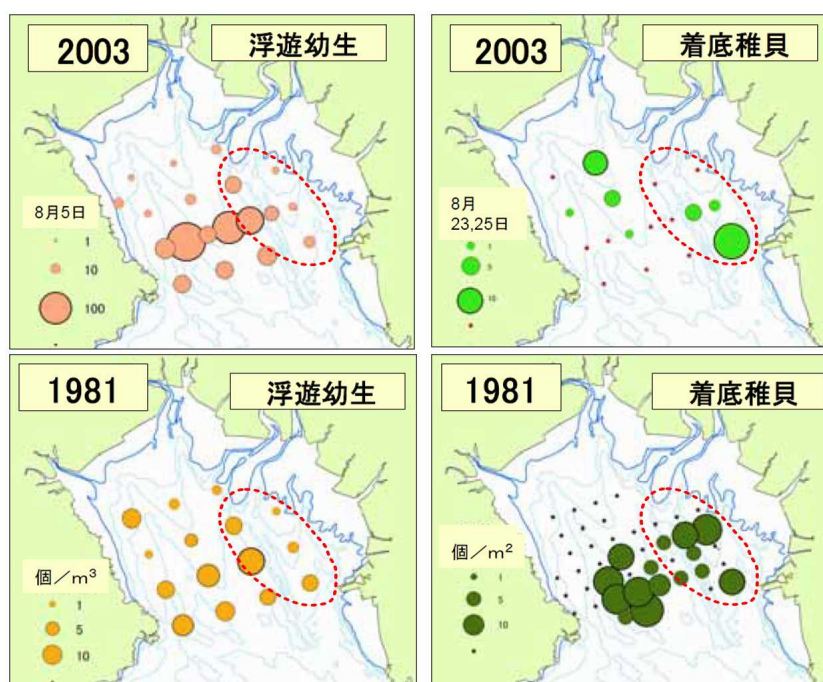


図 4.4.39 タイラギの浮遊幼生、着底稚貝の分布域の比較  
（出典：平成18年委員会報告書を改変）

#### ii) 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 4.4.40 A2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4.4.41）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）の低下による冬期から春期にかけての餌不足（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。



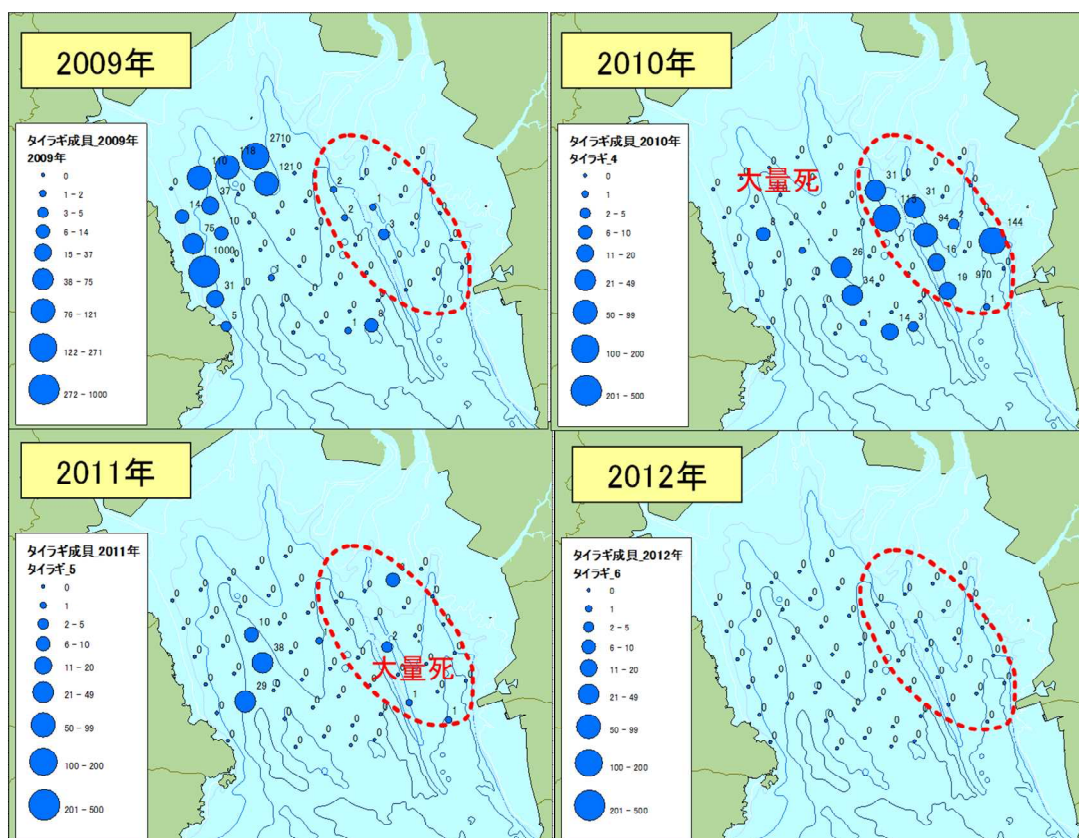


図 4.4.41 2009年から2012年にかけて発生したタイラギ大量死現象

(出典：2009～2012年、佐賀県調査結果をもとに環境省が作成)

凡例において、nd (1個体以下/100m<sup>2</sup>) は0と表示した。

### iii) 貧酸素水塊による影響

図 4.4.42 にA2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、溶存酸素量が3mg/Lを下回る期間が散発的に観察されるが、後述するA3海域と比較すると、その規模が小さく頻度も少ない。この溶存酸素量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 4.4.42 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、A2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。



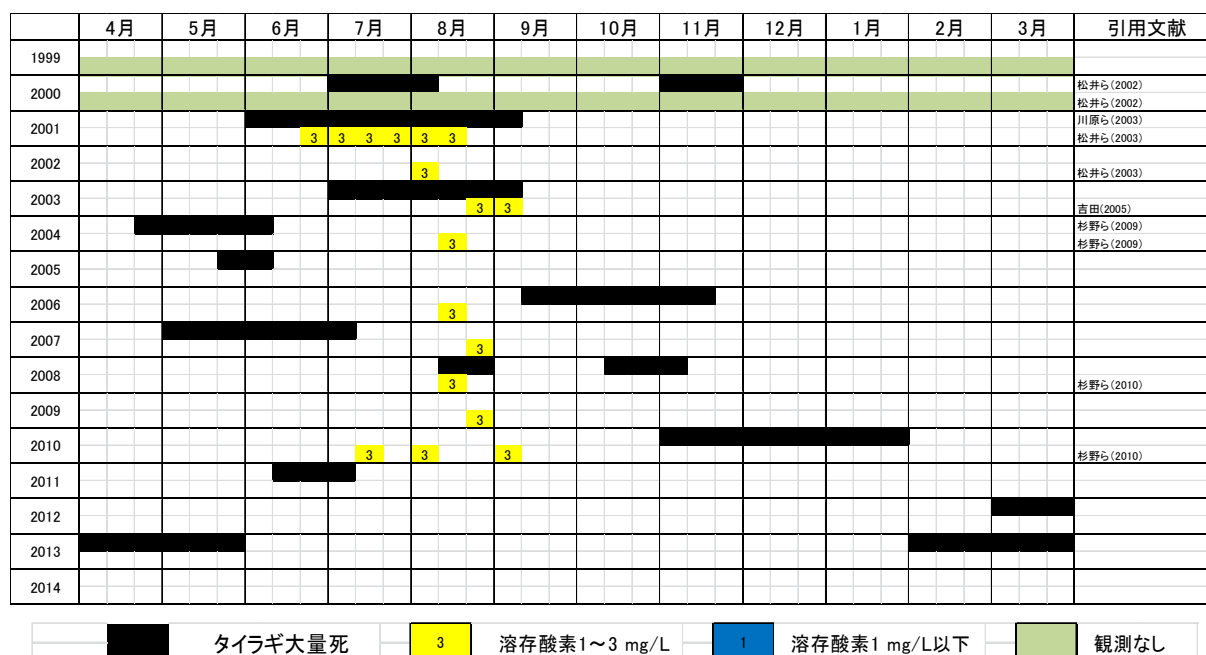


図 4.4.42 A 2 海域におけるタイラギ大量へい死と溶存酸素量との関係

出典：既往文献と福岡県提供資料を基に整理した

#### iv) 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・粘土を中心とした堆積物の増加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（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、浮泥の再懸濁画分（SS）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表層堆積物を浮泥として測定した。

A 2 海域の 1 定点（図 4.4.43、定点 T 5）において 2015 年 10 月中旬に測定した浮泥の再懸濁画分（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 4.4.44）。

このとき同時に測定した浮泥の再懸濁画分（SS）濃度と海底上 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 4.4.45）。

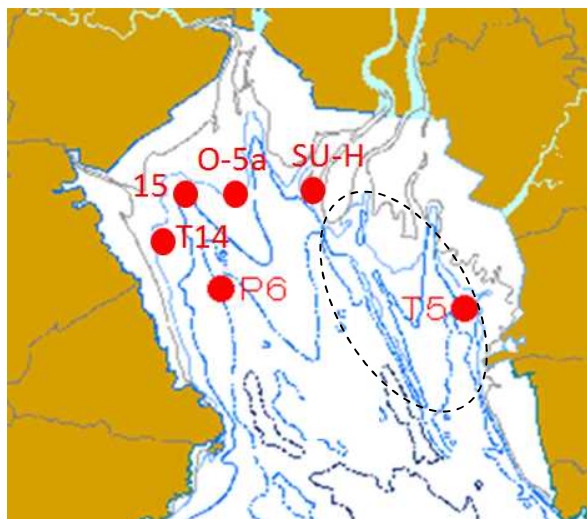


図 4.4.43 環境測定とタイラギ稚貝移植試験 (T 5, 点線: A 2 海域)

出典: 平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

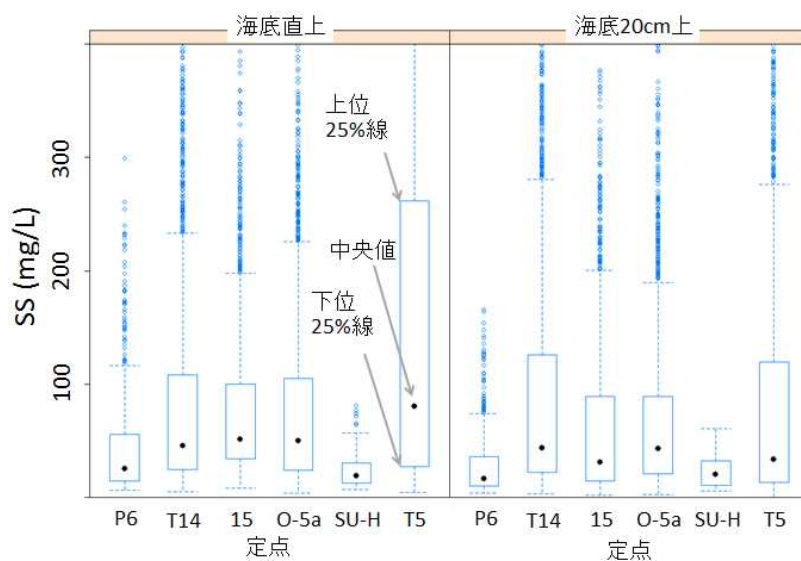


図 4.4.44 浮泥の再懸濁画分 (SS) の濃度 (mg/L) の定点・高度間変動

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 4.4.43 に示す 6 地点の調査結果

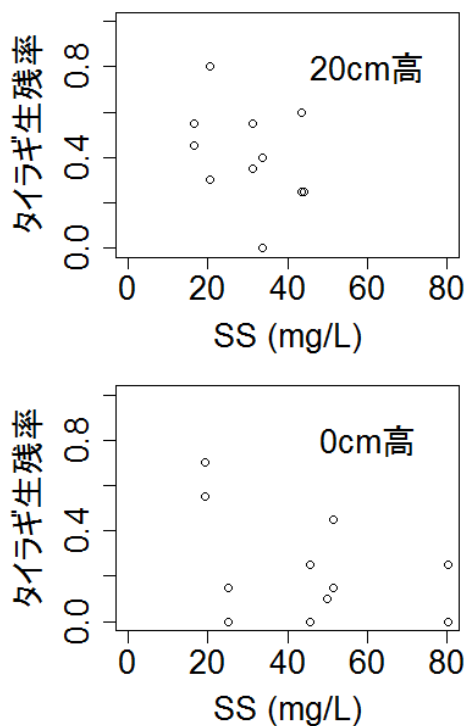


図 4. 4. 45 移植されたタイラギ稚貝の生残率と浮泥の再懸濁画分の濃度 (SS; mg/L) の中央値との関係。移植用トレーの海底からの設置高度の別に図示。

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 4. 4. 43 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 海域の調査地点 T 5 (図 4. 4. 46) の浮泥層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 4. 4. 47)。

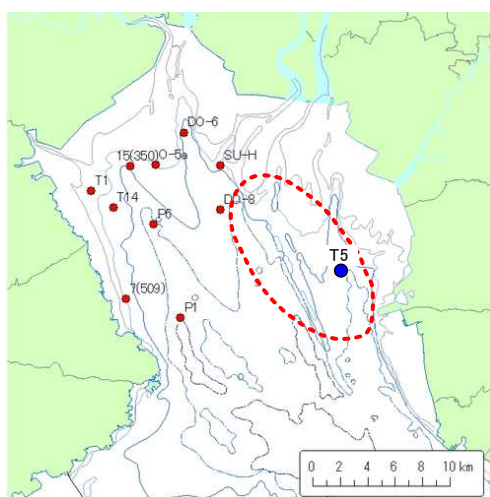


図 4. 4. 46 A 2 海域における浮泥モニタリング調査地点

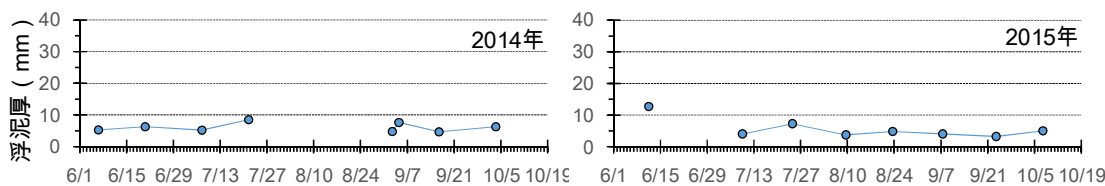


図 4.4.47 A 2 海域の調査地点 T 5 における浮泥層厚の経時的変化  
出典：平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査より

A 2 海域の調査地点 T 5 における浮泥は A 3 海域（調査地点 P 6）に比べて粗粒子の割合が多く、有機炭素含量が低く（図 4.4.48）、浮泥層厚が 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、浮泥層厚が薄いことから、クロロフィル色素の絶対量は少ない。

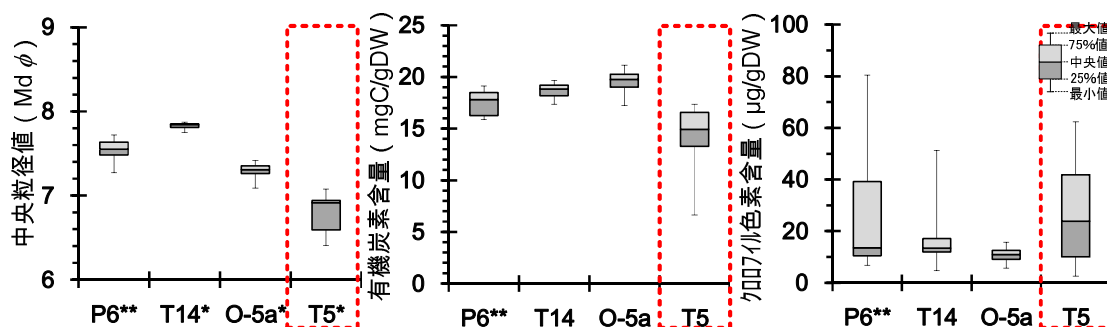


図 4.4.48 A 2 海域の 2014 年及び 2015 年夏期における浮泥の中央粒径値、有機炭素含量、クロロフィル色素含量

\*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、A 2 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 4. 4. 49）。

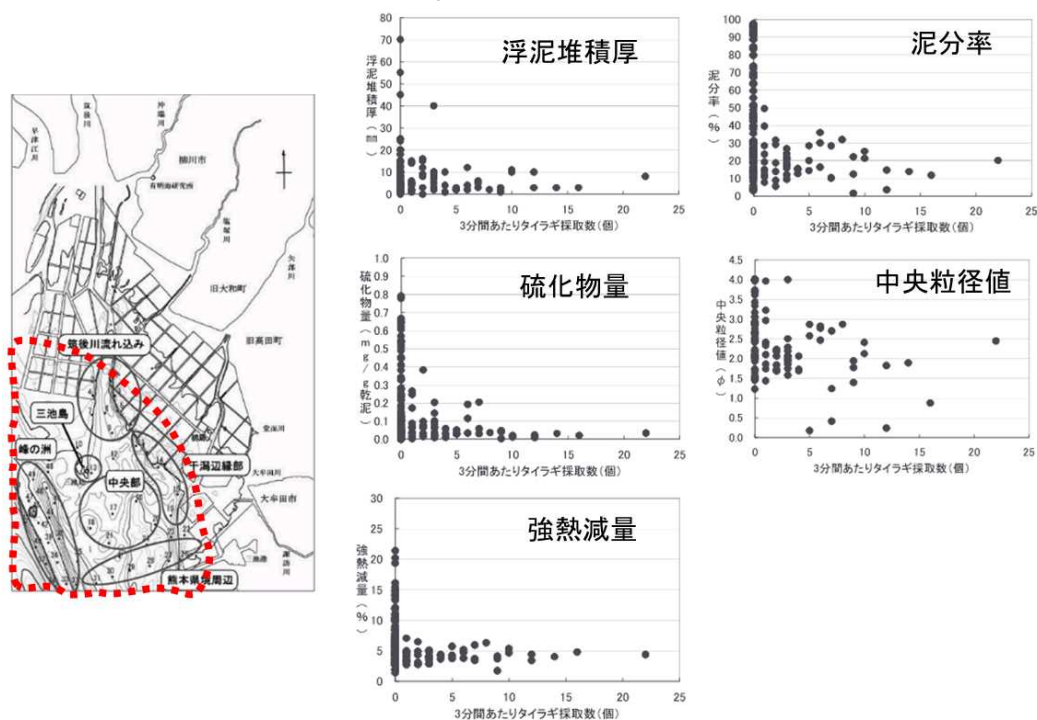


図 4. 4. 49 A 2 海域におけるタイラギ生息密度と底質環境との関係

(出典：杉野ら 2010 改変)

#### v) 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、イダコなど頭足類が知られている。ナルトビエイによる食害について、詳細は（8）有明海全体－有用二枚貝の減少に記載した。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、保護すべき資源量の把握など資源の持続的な利用に向けた知見が得られていないことが課題の一つとして挙げられる。

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。



## エ) まとめ

有明海における生物・水産資源に係る問題点として、「ベントスの変化」、「有用二枚貝の減少」、「ノリ養殖の問題」及び「魚類等の変化」の4項目を取り上げ、問題点の有無の確認を行い、これらの問題点の原因・要因の考察や海域の物理環境等の現状・変化について整理した。

A2海域（有明海湾奥東部）では、問題点として「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、問題点の明確な特定には至らなかったが、ベントス（底生生物）については種組成や個体数の変化が確認されたことに留意する必要がある。

なお、「魚類等の変化」に関する原因・要因の考察や、「有用二枚貝の減少」の要因のうちエイ類による食害等に関する考察については、有明海全体でまとめて別に記載した（(8) 有明海全体－有用二枚貝の減少、(9) 有明海全体－ノリ養殖、魚類等参照）。

ベントスについては、1970年頃のデータが無く、1970年頃と現在の変化は不明である。1989年夏期及び2000年夏期のデータ並びに2005年以降の約10年間のデータにより、傾向の整理を行った。

具体的には、1989年夏期と2000年夏期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/m<sup>2</sup>(1989年)から2,085個体/m<sup>2</sup>(2000年)へと約2割減少しており、多毛類、甲殻類、クモヒトデ類は増加し、二枚貝類等は減少していた。また、調査手法は異なるが、2005年以降のモニタリング結果では、種組成はさらに変化し、2007年頃までは節足動物、それ以降は軟体動物が個体数の上で高い割合を占め、泥質に生息する二枚貝類が主要種となっていた。全1調査地点(Afk-2)で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、これ以外の分類群では、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。2005年以降のデータでは、特定の優占種（ドロクダムシ類やホトトギスガイ等の日和見的で短命な有機汚濁耐性種）により、総個体数が大きく変動している。最大値は最小値の約90倍になっており、群集構造の年変動が大きいと考えられる。

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は、1989年以降におけるデータから単調な変化傾向はみられなかった。本海域では底質の動向とベントスの生息に明確な関係の有無は確認されなかった。

- ・ 底質の泥化（細粒化）について、1989年から2010年にかけてのデータでは海域全体で単調な変化（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、場所によっては一定期間増加傾向を示した地点がみられることに留意する必要がある（2008年から2013年にかけてのデータより）。
- ・ 底質の硫化物については、1989年から2010年にかけてのデータでは海域全体で単調な増加・減少傾向はみられなかった。総硫化物量が0.5mg/g以上の地点は全18調査地点の中にはなく、隣接するA3海域よりも少ない。
- ・ 底質の有機物に関して、強熱減量は1989年から2010年にかけてのデータでは海域全体で単調な増加・減少傾向はみられなかった。強熱減量が10%以上の地点は全18地点のうち2～6地点であり、隣接するA3海域よりも少ない。また、CODは2001年以降のデータでは全1地点で1～3mg/g程度であり、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年にかけて全3調査地点で増加・減少している傾向はみられなかった。

次に、ベントスの生息と密接な関係があるといわれる貧酸素水塊の出現状況について考察した。なお、3章6. 貧酸素水塊に記載したとおり、貧酸素水塊が有明海奥部で発生することが示されている。

海底付近の溶存酸素量が3.0mg/Lを下回ることがあるが、速い潮流によって水塊の滞留性が低く、かつ海底地形が複雑なため、短期で解消され貧酸素水塊の発生は長期的に継続しない。底層溶存酸素量の年間最低値は、1972年以降、全1地点で3~4mg/L程度であり、有意な変化はみられなかった。

A2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。

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、1976年におけるデータからタイラギ成貝が100個体/100m<sup>2</sup>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（全平均11個体）/100m<sup>2</sup>、2012年以降はnd~0.7個体（全平均0.2個体）/100m<sup>2</sup>となっており、2012年以降に資源量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（全平均92個体）/100m<sup>2</sup>存在したが、2012年以降は3~59個体（全平均19個体）/100m<sup>2</sup>となっており、稚貝の資源量の低下が顕著になっている。タイラギ浮遊幼生の発生量は2012年以降、それ以前に比べて1/10~1/4程度と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（浮泥の再懸濁画分（SS））による摂食障害、底質中の有害物質等の影響について調査研究がなされたものの、原因の特定には至っていない。

また、タイラギの浮遊幼生や着底稚貝の量が過去と比較して非常に低位で推移している。このような状況の中で、保護すべき資源量の把握など資源の持続的な利用に向けた知見が得られていないことが課題の一つとして挙げられる。

なお、A2海域では底層溶存酸素量が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水塊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、エイ類による食害がある。詳細は（8）有明海全体一有用二枚貝の減少に記載した。

## 引用文献

- 1) 環境省・有明海・八代海総合調査評価委員会, 委員会報告, 平成 18 年 12 月, 3 章 5 潮流・潮汐, p. 22.
- 2) 大串浩一郎ら (2007) 有明海奥部における残差流の分布について, 水工学論文集, 第 51 巻, p. 1469-1474.
- 3) 横山勝英ら (2008) 有明海北東部及び筑後川感潮河道における地形・底質・形態別リンの季節変動と土砂移動経路に関する考察, 土木学会論文集 B, Vol. 64 No. 2, p. 83-98.
- 4) 園田吉弘ら (2008) 有明海における水質・底質の実測データに基づく海域環境の変動特性, 土木学会海岸工学論文集, 第 55 巻, p. 1021-1025.
- 5) 環境省資料.

- 山下・小野原 (1980) 有明海産タイラギに関する研究 III 地理的分布形態性比多毛類による被害について. 有明水産試験場研究報告. 第 7 号: 95-109
- 古賀秀昭・荒巻裕 (2013) 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. 佐賀県有明水産振興センター研究報告. 26 号, p. 13-24.
- 松井繁明 (2002) 有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動. 福岡水海技センター研究報告, 第 12 号, 29-35.
- 川原逸朗・伊藤史郎 (2003) 2000, 2001 年夏季に有明海北東部漁場で発生したタイラギの斃死-I-発生状況-. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, (21), 7-13.
- 川原逸朗・山口忠則・大隅斉・伊藤史郎 (2004) タイラギ浮遊幼生の飼育と着底・変態. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第 22 号, 41-46.
- 杉野浩二郎・吉田幹英・伊藤輝昭・松井繁明 (2009) 有明海福岡県地先におけるタイラギ斃死要因に関する研究 (2). 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 第 19 号, 83-90.
- 松井繁明 (2002) 有明海北東部漁場におけるタイラギの資源変動. 福岡水海技センター研究報告, 第 12 号, 29-35.
- 荒巻 裕・大隈 斉 (2011) 有明海佐賀県海域で 2010 年夏季に発生したタイラギ 1 歳貝の大量斃死について. 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第 25 号, 1-7.
- 郡司掛博昭・大嶋雄治・松井繁明・田上航・今石幸治・本田匡人・諸石淳也・姜益俊・島崎洋平・本城凡夫 (2009) 低酸素海水に反復暴露したリシケタイラギ (*Atrina lischkeana*) の浮上行動とへい死. 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌, 第 64 巻 1 号, 19-22.
- 平成 27 年度有明海二枚貝類の減少要因解明等調査
- 塚本達也・前野幸男・松井繁明・吉岡直樹・渡辺康憲 (2005) タイラギの性成熟と各種組織におけるグリコーゲン量との関係. 水産増殖, 53 (4), 397-404
- 塚本達也・田中勝久・那須博史・松岡敷充 (2008) 有明海の浮泥がタイラギに及ぼす影響. 水産増殖, 56 (3), 335-342
- Maeno, et al. (2006) Virus-like particles associated with mass mortalities of the pen shell *Atrina pectinata* in Japan. Dis. Aquat. Org., 71, 169-173.

(※本文及び図表等に記載している文献を取りまとめ中)

## (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。

本海域には、直接流入する河川はなく、園田ら(2008)によると、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<sup>1)</sup>、A1 海域からの河川水の流入によってエスチュアリ循環が発達しており<sup>2)</sup>、年間を通じて底層の塩分は比較的高いとされている<sup>1)</sup>。

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<sup>3)</sup>。

底質は、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、隣接するA2 海域と比較して、硫化物や有機物、栄養塩が多い<sup>4)</sup>。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<sup>5)</sup>、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、強い成層が発達する夏期(6~9月)にA1 海域との境界域で発生した貧酸素水塊がしばしば拡大し、広範囲に貧酸素状態になる(徳永・木元 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)。赤潮頻発海域である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、冬期は小型珪藻類に加え、*Asteroplanus* 属と *Eucampia* 属が赤潮を形成する(松原 2012、吉田 2012、片野ら 2013)。

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 DO の変動に対応しており、比較的移動力が大きい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<sup>5)</sup>。

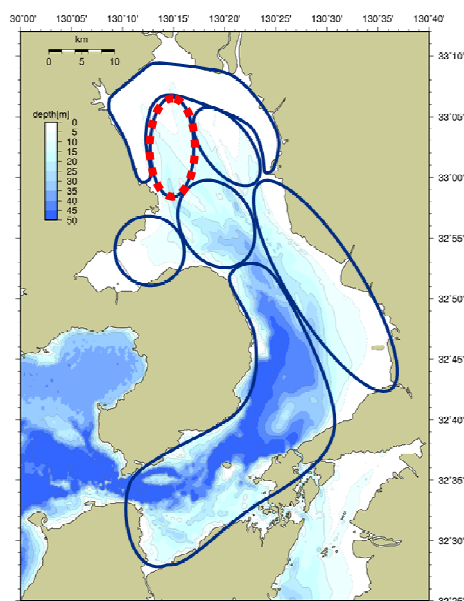


図 4.4.50 A3 海域位置