

平成 26 年度 有明海・八代海等総合調査評価委員会
第 9 回海域再生対策検討作業小委員会資料

— 問題点とその原因・要因の考察について —

平成 27 年 2 月 26 日

— 目 次 —

1 基本的な考え方	1
2 問題点の特定と可能性のある要因	1
2.1 有明海・八代海等における問題点	1
2.2 問題点の特定	1
3 問題点と直接的な環境要因との関連に関する考察	14
3.1 A4 海域(有明海湾奥部西部)	14
3.2 A5 海域(有明海湾中央東部)	21
4 直接的な環境要因の変化に関する考察	28
4.1 河川を通じた陸域からの土砂供給について	28
4.2 潮位差・平均潮位について	34
4.3 栄養塩・有機物の流入について	34
4.4 底質中の有機物・硫化物について	34
4.5 底質の泥化について	35

1 基本的な考え方

有明海・八代海等においては、閉鎖性海域という条件の下、漁業、干拓、防災、海上交通等のための開発が継続的に行われてきたことから、両海域は、自然環境自体の長期的変化とともに、人為的な働きかけを受けつつ、その海域環境や生態系を変遷させて今日に至ったものと考えられる。

両海域が抱える諸問題の原因・要因を可能な限り的確に把握した上で、両海域の再生に取り組むことが望ましく、評価委員会に求められる任務はまさにこの点にあろう。

こうした原因・要因の考察については、その特定自体は目的ではなく、有明海及び八代海等の再生に向けた措置に資するとの観点から、評価委員会としての見解を示すものである。

なお、今回の検討では、基本として 1970 年頃から現在までの有明海・八代海等の環境変化を対象として整理を行うこととした。

2 問題点の特定と可能性のある要因

2.1 有明海・八代海等における問題点

平成 18 年の委員会報告では、両海域における生物・水産資源にかかる問題点として、有明海では、二枚貝、魚類等及びベントスの減少、ノリ養殖（不作）、八代海では、養殖魚介類への影響、魚類等の減少、ノリ養殖（不作）と整理されている。これらの問題点は、基本的には現在も同様と考えられる（ただし、ノリ養殖の問題点は近年の状況を考慮すると”不作”ではなく”色落ち”と考えられる）。

2.2 問題点の特定

2.2.1 考え方

二枚貝類に代表される底生生物の生息環境の構成要素の物理的・化学的環境は、底質・水質・流動・地形環境が考えられる。これらは互いに関係し、長期的・短期的な相互作用の結果が現状と考えられる。即ち、底質は基本的には地形と流動で規定され、場合によっては水質からの影響を受ける（ex.懸濁物（赤潮）の局所的な沈降・堆積等）。また、地形は基本的には流動で規定されると考えられる。言い換えると、底質は、流動（地形）の長期的・短期的な影響の積分された結果である（その期間内では水質の影響も含む）。

今回の検討では、底生生物生息環境の構成要素のうち、底質環境、水質環境等の環境特性を整理し、重要な水産資源である二枚貝類、魚類及び現在社会的な問題となっている赤潮についても各海域における発生状況についても整理した。これらの整理を通して、有明海・八代海等の環境特性を生物の生息状況を踏まえて把握することとした。

有明海・八代海等における問題点は、前述のとおり現在も H18 年と同様と考えられる。しかしながら、有明海・八代海等は様々な環境特性を持ち、生物の生息状況も異なっており、問題点とその原因・要因も海域ごとに異なるものと考えられる。

そこで、有明海・八代海等の問題点を環境特性ごとに区分した海域ごとに整理を行うこととした。

2.2.2 海域区分

ここでは暫定的に水質のデータを用いてクラスター解析によって海域区分を行った。結果を図 2.1 に示す。

一方、生物の生息環境からみた海域区分として、底生生物のうち二枚貝類の生息状況からみた海域区分を整理した。結果は図 2.2 に示すように、水質環境特性からみた海域区分とおおむね一致していた。

そこで、図 2.3 に示すように有明海は 9 海域、八代海は 5 海域に区分して、各海域毎に環境特性を整理した。

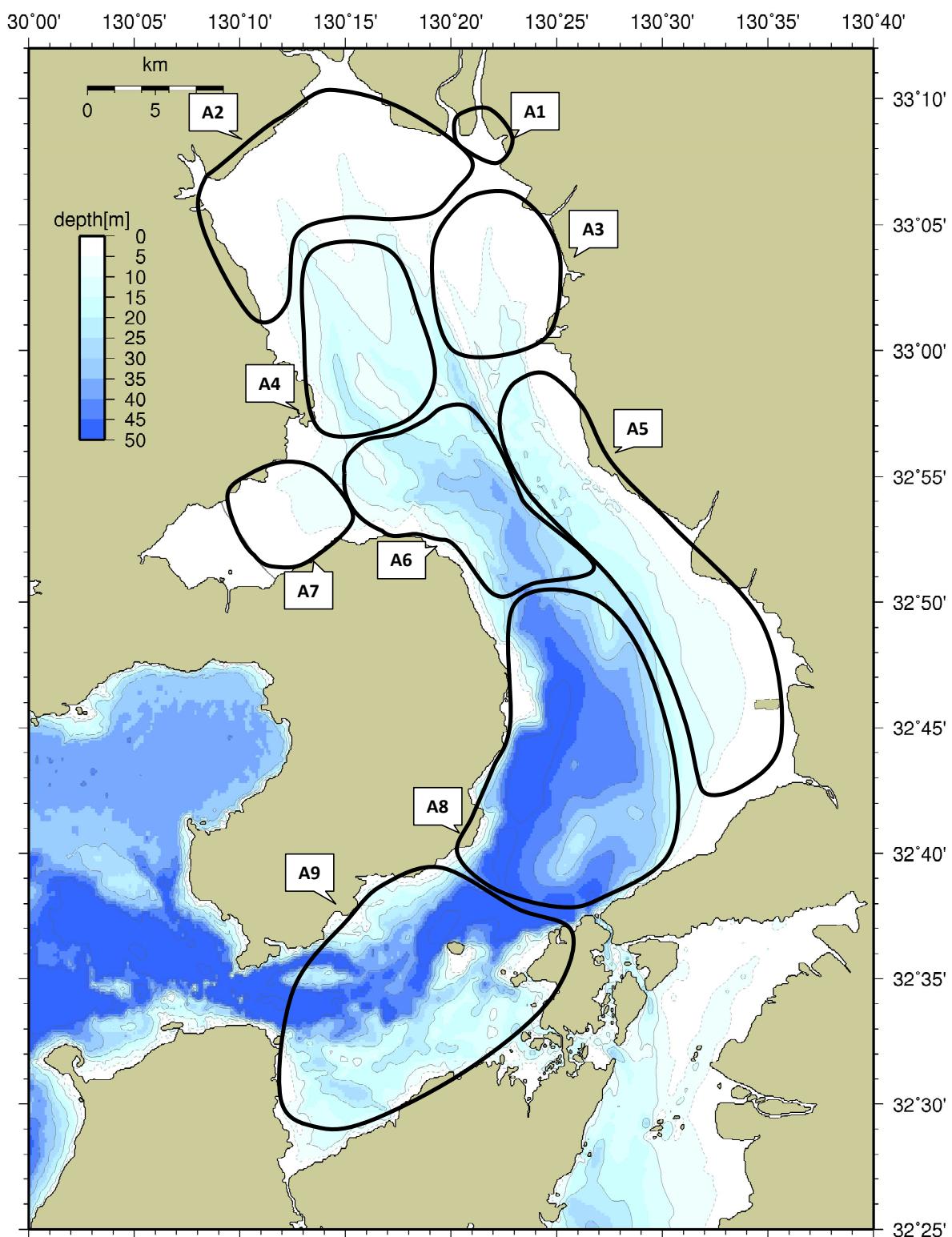


図 2.1 水質環境特性からみた海域区分

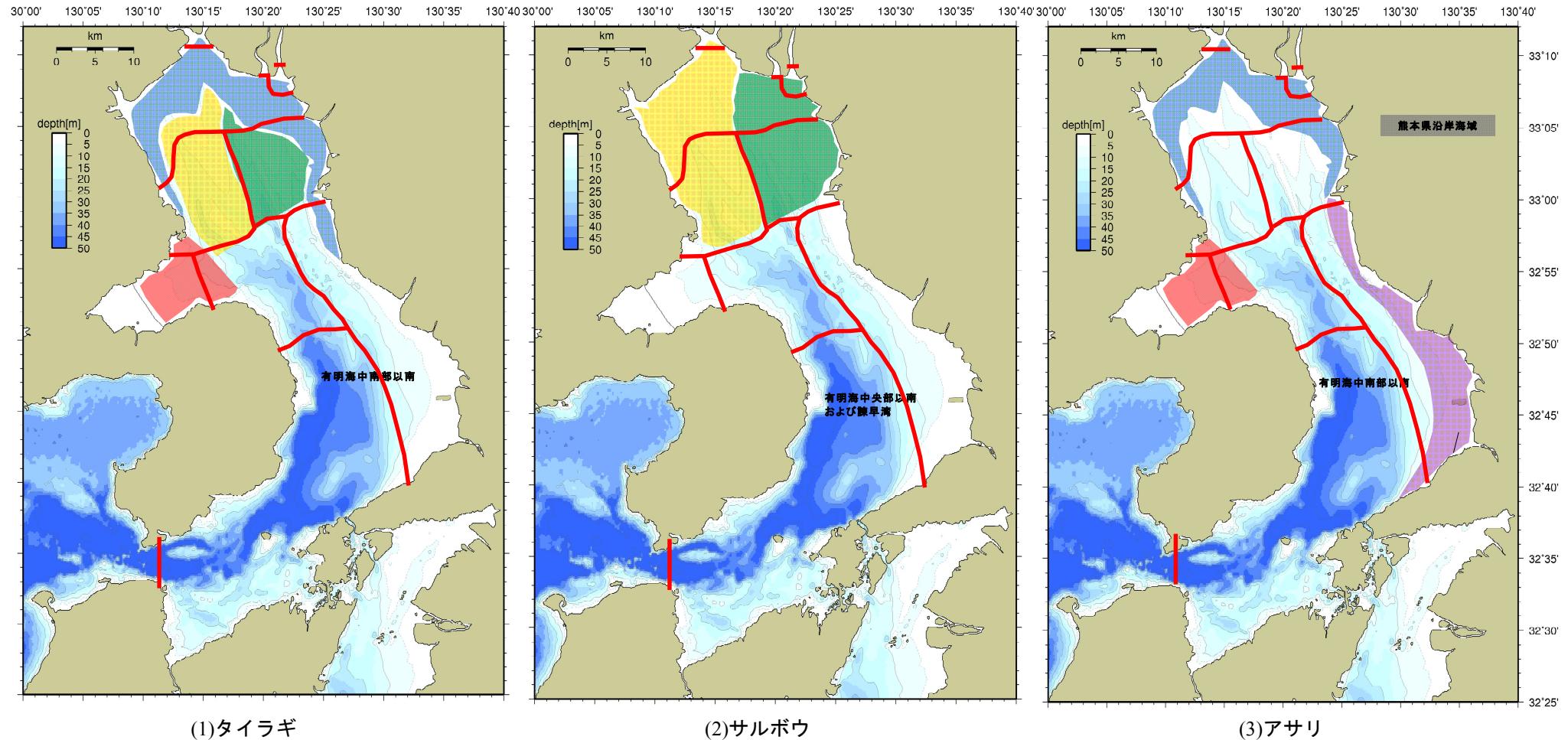


図 2.2 生物の生息状況からみた海域区分(二枚貝類)と水質環境特性からみた海域区分の関係

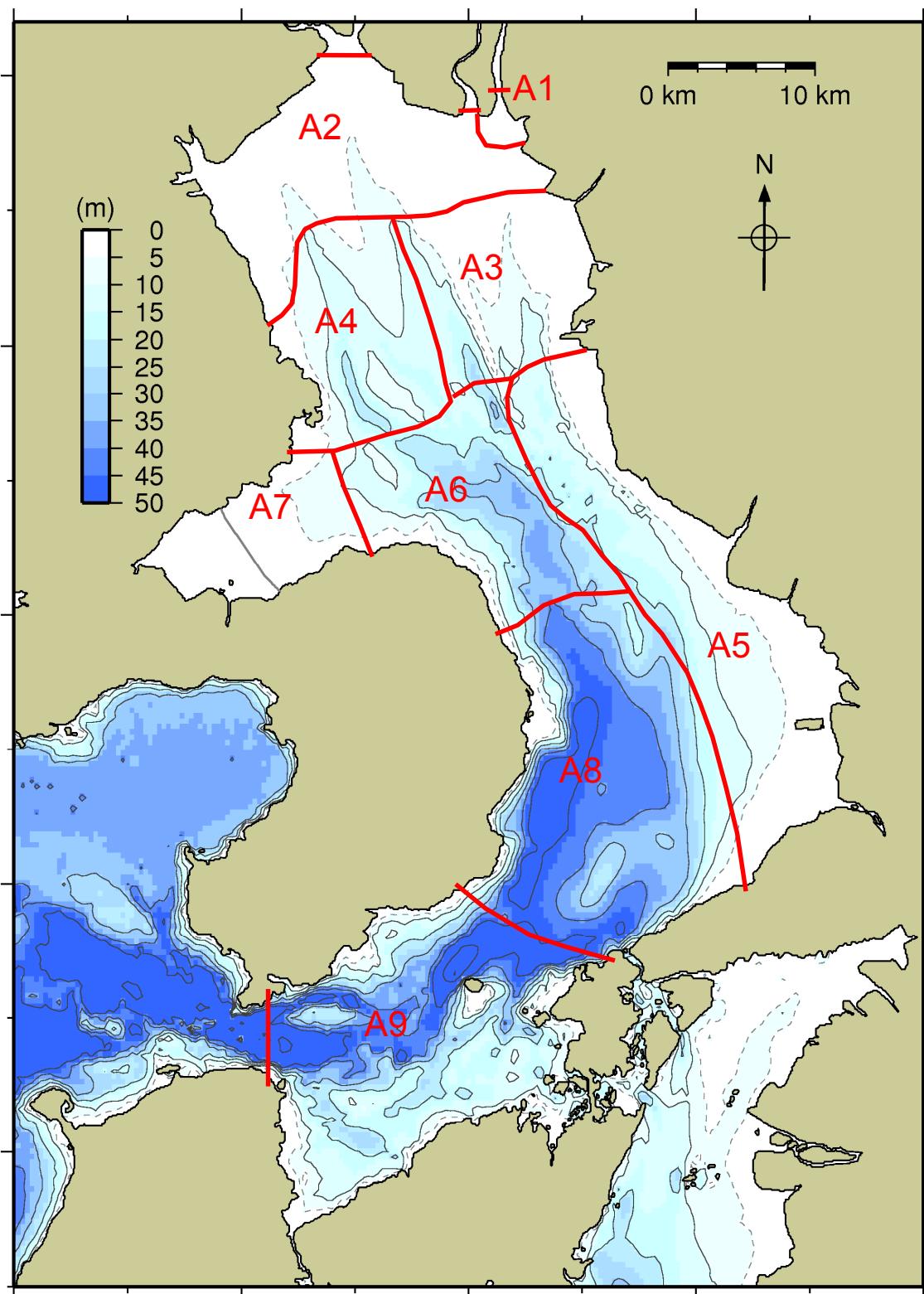


図 2.3 (1) 海域区分(有明海)

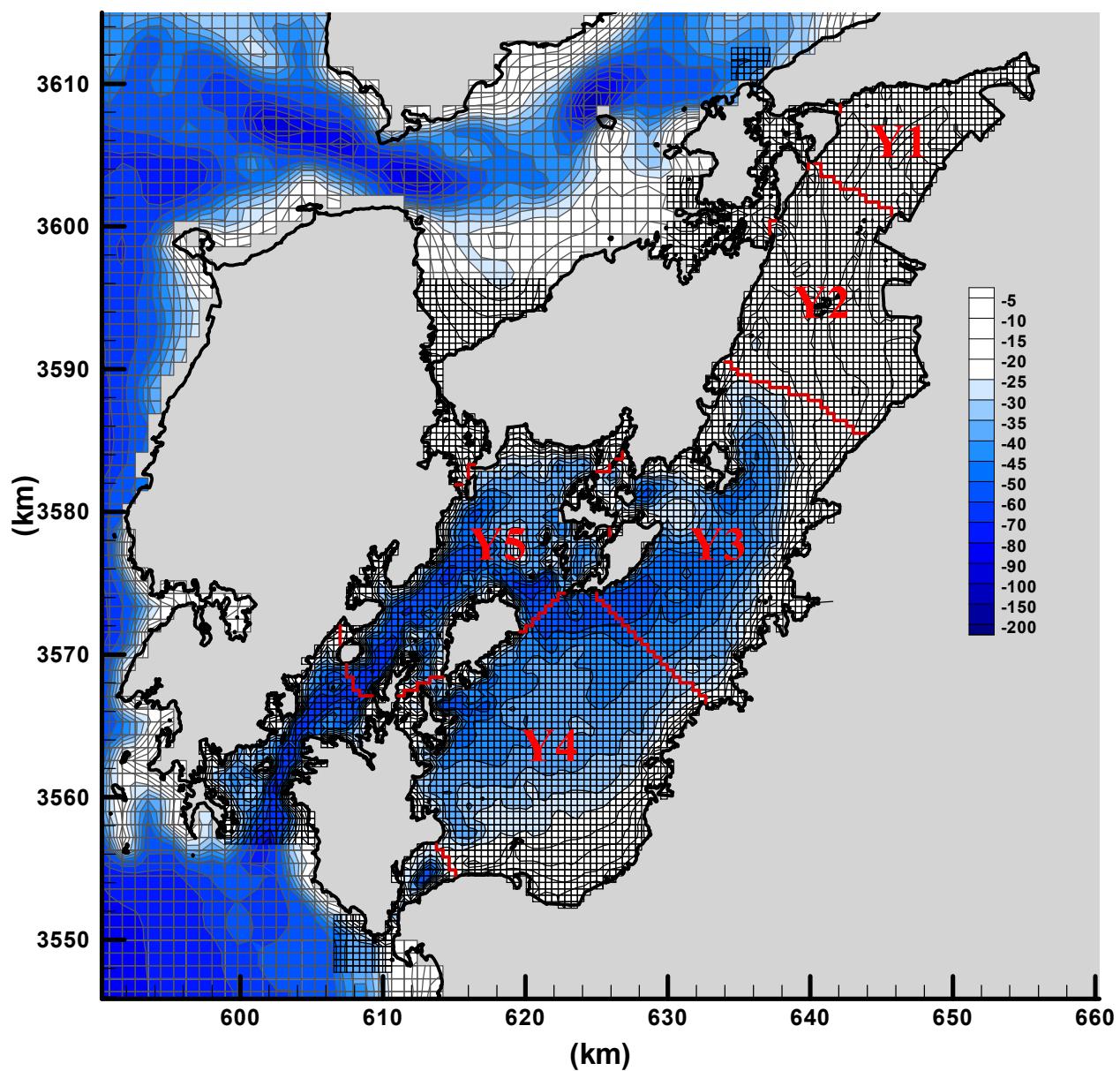


図 2.3(2) 海域区分(八代海)

2.2.3 海域区分ごとの環境特性

有明海・八代海等の前節の海域区分ごとの環境特性を整理して表 2.1 に示す。

表 2.1 (1) 有明海の各海域の環境特性

地点	底質区分		水質区分	底質環境(2003~2010)	底生生物生息状況				水質・負荷	流況・流動	懸濁物の挙動	水塊構造(水温・塩分等)		
	大区分	細区分			種類数・個体数・湿重量	個体数優占種①	個体数優占種②	個体数優占種③						
	A	A-1	筑後川の影響を大きく受けおり、変動が大きいと考えられるものの、モニタリングが行われていないので、詳細が不明である。	モニタリングが行われていないので、詳細が不明である。					筑後川の影響を大きく受けしており、変動が大きいと考えられるものの、モニタリングが行われていないので、詳細が不明である。	筑後川の影響が大きく、平水時には塩水くさびによって下層では河道内への流れが形成され、出水時には全層にわたって河川水が流入する。	筑後川の影響が大きく、懸濁物は平水時には塩水くさびによって河道内へ運搬され、出水時には堆積していた懸濁物が流入・拡散する。	筑後川の影響が大きく、平水時には塩水くさびが形成され、塩分躍層が発達している。出水時には全層にわたって塩分が低くなると考えられる。		
Asg-4	D	SD1	A-2	泥質で、硫化物の堆積量が最も多く、有機物や栄養塩が多い。	種類数・個体数が少なく、湿重量も少ない。	Heteromastus sp.	イトゴカイ科	トケイカリナマコ	COD、PO4が最も高く、夏季DOが低い。DINがA-1海域から流入しており、筑後川からの流入負荷の影響を受けていると考えられる。	水平的には反時計回りの残差流によってA-1からの流入の影響が大きく、鉛直的にはエスチュアリ循環によって表層では湾口向きに、下層では湾奥向きの流れが形成されている。	平常時には下層の湾奥向きの流れで懸濁物は湾奥へ運搬され、出水時にはA-1海域から流入した懸濁物が表層を湾口向きに拡散されていく。	A-1海域からの河川水の流入に加えて、近傍に塩田川が流入していることから、エスチュアリ循環が発達しており、塩分躍層は形成されやすく、水深が浅いことから水温躍層も形成されやすいと考えられる。		
No.2						ヒメノコアサリ	シズカガイ	バラブリオノスピオ属(B型)						
No.3						ダルマゴカイ	ホソナキサクマ	ケビナガスガメ						
Asg-2						Corophium sp.	ヒラタヌマタキガイ	カワグチツボ						
Asg-3						ホソツツムシ	ホトトリア科	ダルマゴカイ						
No.1		A	FA1	砂泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が少ない。	個体数が最も多く、湿重量が最も少ない。	サルボウカイ	シズカガイ	トウガタガイ科	水温、塩分、夏季DO、COD、DIN、透明度、PO4は中間程度である。	筑後川沖東海底水道付近の地点であり、COD、DINが最も高く、夏季DOが低い。DINがA-1海域から流入しており、筑後川からの流入負荷の影響を受けていると考えられる。	筑後川の影響が大きく、平水時には下層は湾奥向きの流れで懸濁物は湾奥に運搬され、出水時には筑後川から流入した懸濁物が表層を湾口向きに拡散されると考えられる。	筑後川の流入に加えて、近傍に矢部・大牟田川等が流入していることから、エスチュアリ循環が発達しており、塩分躍層は形成されやすく、水深が深いことから水温躍層も形成されやすいと考えられる。		
Afk-1						Sigambra tentaculata	Glycinde sp.	Heteromastus sp.						
Afk-2		FD1	A-3	泥質で、硫化物の堆積量が多く、有機物や栄養塩が多い。	種類数・個体数が少なく、湿重量も少ない。	Corophium sp.	ホソツツムシ	タナイス目						
No.4						ルンブリネリス ロンキーフォリア	ケンサキスピオ	カタマカリギボシイソメ						
No.5						Photis sp.	スナクモヒテ科	Corophium sp.						
	D	A-4	泥質で、硫化物の堆積量が多く、有機物や栄養塩が多い。	種類数・個体数が少なく、湿重量も少ない。					COD、PO4が最も高く、夏季DOが低い。DINがA-2海域から流入しており、筑後川からの流入負荷の影響を受けていると考えられる。	水平的には反時計回りの残差流によってA-2海域からの流入の影響が大きく、鉛直的にはエスチュアリ循環によって表層では湾口向きに、下層では湾奥向きの流れが形成されている。	平常時には下層の湾奥向きの流れで懸濁物は湾奥へ運搬され、出水時にはA-2海域から流入した懸濁物が表層を湾口向きに拡散されていく。	A-2海域からの河川水の流入によつてエスチュアリ循環が発達しており、塩分躍層は形成されやすく、水深が浅いことから水温躍層も形成されやすいと考えられる。		
Akm-1	C	C2	A-5	泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が多い。	種類数・個体数が少なく、湿重量も少ない。	シズカガイ	ヒサシコエビ科	ウメハナガイ	DIN、PO4が低く、その他の項目は中間程度である。	全体的には湾奥向きの残差流が形成されており、南側の湾央側では白・緑川等から流入する河川水と湾口からの外海水がぶつかる境界で下降流が形成されている。	観測結果がなく、全体的には不明である。ただし、南側では堆積物が堆積している。	全体的には白・緑川等からの河川流入、湾口からの外海水の流入の影響があるため、水温・塩分躍層が形成されやすいと考えられる。		
No.8						シズカガイ	Prionospio sp.	エウコネ属						
Akm-2		B		砂泥質で、栄養塩、有機物の堆積が最も少ない。		カイムシ目	モロテコガイ	Mediomastus sp.						
No.9						フクロスガメ	チヨハナガイ	クタオソコエビ						
Ang-1	A	A3	A-6	砂泥質で、栄養塩、有機物の堆積が少ない。	種類数が最も多く、湿重量が最も少ない。	Prionospio sp.	ハラオニス科	Corophium sp.	冬季水温、塩分、夏季DO、透明度が高く、夏季水温、COD、DIN、PO4が低い。	残差流が南東向きに比較的大きく、底質の泥分・有機物量が少ないとから、底層の流れが速く、泥分・有機物が堆積しにくい環境であると考えられる。	底層の流れが速く、懸濁物が堆積しにくい環境と考えられる。	夏季に水温・塩分躍層が形成される。		
No.7	B					スナクモヒテ科	Corophium sp.	クタオソコエビ						
Ang-2	D	ND1	A-7	泥質で、硫化物の堆積量が多く、有機物や栄養塩が多い。	個体数が最も多く、湿重量が最も少ない。	Corophium sp.	シズカガイ	ヒメノコアサリ	有機物や栄養塩類について、河川からの流入の影響が考えられる。	有明海湾奥部海域での残渣流パターンを見ると、筑後川河口前面域からの残渣流は、いったん南下したのちコオリカの影響を受けて西方に向きを変え諫早湾方向に進んでいる。	底層の流れが速く、懸濁物が堆積しにくい環境と考えられる。	夏季に、湾央部の水温・塩分躍層の形成が報告されている。		
No.6						クビナガスガメ	シズカガイ	イトエラスピオ						
Ang-3	A	A4	A-8	砂泥質で、栄養塩、有機物の堆積が最も少ない。	種類数が最も多く、湿重量が少ない。	Gammaropsis sp.	ハラオニス科	カザリゴカイ科	冬季水温、塩分、夏季DO、透明度が高く、夏季水温、COD、DIN、PO4が低い。	潮流速が大きく、底層の流れも速いと考えられる。	底層の流れが速く、懸濁物が堆積しにくい環境と考えられる。	湾央では下層では湾奥へ、上層では湾口への流れが形成されていると考えられる。		
Akm-3	C					ハラオニス科	Photis sp.	Sigambra tentaculata						
Akm-4	D			泥質で、硫化物の堆積量が多く、有機物や栄養塩が多い。	種類数・個体数が少なく、湿重量も少ない。	Gammaropsis sp.	ホヨコエビ	クモヒテ科						
No.10						Gammaropsis sp.	Corophium sp.	Photis sp.						
		A-9	潮流速が早いことから、礫や砂質と考えられる。									A-8海域と同様の状況と考えられる。		

表 2.1 (2) 有明海の各海域の環境特性

底質区分 大区分	水質区分 細区分	赤潮		貧酸素水塊の発生状況	二枚貝類			
		発生状況(2004~2013)	発生件数(2004~2013)		タイラギ	アサリ	サルボウ	
A	A-1	発生件数は岸寄りよりも沖合が多い。2007年から減少傾向がみられていたものの、2012年から主に珪藻赤潮の発生件数が増加している。形成の要因である無機栄養塩類負荷は、筑後川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:6件 珪藻:21件 ラフィド藻:5件 その他:5件	観測されていない。 筑後川の影響で移流・拡散が活発であり、発生頻度は低いと考えられる。	立ち枯れへい死がなく、減耗率が低い。低塩分による大量死が認められる。基質が安定し、餌環境も良好である。正確な資源量が不明であること、母貝生息域としての機能評価が課題である。	熊本県海域等から幼生が供給されている可能性がある。九州北部豪雨による土砂流入等で生残率低下がみられた。	比較的安定した資源量を維持している。2011年に低水温、餌料発生量低下等による肥満度低下と大量死がみられた。	
D	SD1	有明海内で発生件数が最も多い海域であり、特に西側で発生件数が多い。 A1海域と同じく2007年から減少傾向がみられていたものの、2012年から主に珪藻赤潮の発生件数が増加している。形成の要因である無機栄養塩類負荷は、A1海域からの流入に加えて六角川等の河川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:47件 珪藻:74件 ラフィド藻:23件 その他:35件	発生頻度が高い。 形成要因としての有機物負荷は河川からの流入、赤潮形成の影響が考えられる。	底質の細粒化の影響は稚貝で顕著だが、貝殻や砂粒などの基質が露出すると生残可能である。貧酸素水塊発生による大量死がみられる。食害生物の影響は近年低下傾向である。 浮泥や餌料環境と生残・成長との関係、貧酸素・低塩分以外の大量死の要因解明が課題である。		資源量の減少傾向は顕著ではない。貧酸素水塊発生・塩分低下による局所的な大量死がみられる。2011年に低水温、餌料発生量低下等による肥満度低下と大量死がみられた。	
A	FA1 FA2	A-2	発生件数は岸寄りよりも沖合が多い。発生件数はA2-A4海域等より少いものの、他の海域より多い。 2006年から減少傾向がみられていたものの、2012年から主に珪藻赤潮の発生件数が増加している。形成の要因である無機栄養塩類負荷は、矢部川に加えて出水時等には筑後川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:26件 珪藻:58件 ラフィド藻:21件 その他:13件	発生頻度は有明海湾奥部西側海域や諫早湾内よりも低いが、年によっては発生する。 形成要因としての有機物負荷は河川からの流入、赤潮形成の影響が考えられる。	稚貝の着底率は比較的多い。無機懸濁物の増加や基礎生産不足による栄養状態の悪化が疑われる。一部で底質中の有害物質の影響も疑われる。 局所的な浮泥堆積による稚貝の着底不足、成長不良がみられる。 立ち枯れへい死の原因究明、幼生の供給機構、母貝生息域の把握、及び浮泥が生活史全般に与える影響評価が課題である。	比較的安定した資源量を維持している。2011年に低水温、餌料発生量低下等による肥満度低下と大量死がみられた。	
D	FD1	A-3	全域にわたって発生している。 発生件数は、A2海域に次いで多い。 2006年から減少傾向がみられていたものの、2012年には15件を超える発生件数となった。増加したのは主に珪藻赤潮である。形成の要因である無機栄養塩類負荷は、A2海域からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:43件 珪藻:67件 ラフィド藻:35件 その他:27件	A2海域と同様に毎年のように発生が確認されている。 形成の要因である有機物負荷は、A2海域からの流入の影響、赤潮形成の影響が考えられる。	底質の細粒化の影響は稚貝で顕著だが、貝殻や砂粒などの基質が露出すると生残可能である。貧酸素水塊発生による大量死がみられる。食害生物の影響は近年低下傾向である。 浮泥や餌料環境と生残・成長との関係、貧酸素・低塩分以外の大量死の要因解明が課題である。		資源量の減少傾向は顕著ではない。貧酸素水塊発生・塩分低下による局所的な大量死がみられた。2011年に低水温、餌料発生量低下等による肥満度低下と大量死がみられた。
C	C2	A-5	発生件数は岸寄りよりも沖合が多い。発生件数はA2、A4海域に次いで多い。 A1~A4海域とは異なり2008年に減少したもの、その後は10~15件で推移している。珪藻以外の赤潮の発生件数が多い。 形成の要因である無機栄養塩類負荷は、白川、緑川等の多数の河川が流入しており、河川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:37件 珪藻:40件 ラフィド藻:28件 その他:30件	南側で確認されている。 形成の要因としての有機物負荷は、河川からの流入、赤潮が下降流によって運ばれている影響が考えられる。		秋季の稚貝着底量が資源変動に大きく貢献している。夏季の肥満度低下と幼生発生数の減少が顕在化している。ホトギスガイの大量発生で局所的にアサリ資源が激減した。ナルトビエイによる食害はいぜん高水準にある。 浮泥等の着底障害、資源管理指導の徹底、餌環境悪化の実態把握、及び食害や競合生物の実態把握が課題である。	
B								
A	A3	A-6	全域にわたって確認されている。 A1~A4海域とは異なり2008-2011年に減少したもの、その後は10~15件程度で推移している。2012年以外は珪藻以外の赤潮の発生件数が多い。 形成の要因である無機栄養塩類負荷は、残差流が南西に流れる流路となっており、主に筑後川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:34件 珪藻:45件 ラフィド藻:30件 その他:22件	確認されていない。 底層の流れが比較的早く、有機物の堆積が少ないことから発生していないと考えられる。			
B								
D	ND1	A-7	発生は他の海域と比べ少ない。 過去10年間における発生回数に大きな変化はみられず、有明海湾奥部や諫早湾で、それぞれ独立して発生する状況が確認されている。珪藻、ラフィド藻、渦鞭毛藻の赤潮がみられ、年により卓越するものが異なる。	渦鞭毛藻類:17件 珪藻:17件 ラフィド藻:25件 その他:5件	貧酸素水塊の発生頻度が高い。		稚貝の着底率が安定している。赤潮末期に貧酸素水塊が発生すると大量死発生する。 局所的にホトギス繁殖による稚貝減少、底質悪化が認められる。 近年餌料環境の悪化による肥満度低下頻発の原因究明が課題である。	
A	A4	A-8	発生は多い。 2008年に減少したものの、その後は10件程度で推移している。珪藻以外の赤潮の発生件数が多い。 形成の要因である無機栄養塩類負荷は、湾奥からの流入と考えられる。	渦鞭毛藻類:29件 珪藻:35件 ラフィド藻:24件 その他:28件	確認されていない。潮流層が早いことから、発生していないと考えられる。	タイラギの生息実態が不明であり、貧酸素水塊の発生がなく、有明海奥部への幼生供給源として機能しているかも含めて生息実態解明が課題である。	アサリ漁場へのナルトビエイ侵入実態が課題である。	
C								
D								

表 2.2 (1) 八代海の各海域の環境特性

地点	底質区分	水質区分	底質環境(2003~2010)	底生生物生息状況				水質・負荷	流況・流動			
				種類数・個体数・湿重量	個体数優占種①	個体数優占種②	個体数優占種③					
ykm1	A	Y1	泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が最も多い。 大正14年ころから泥分が50~90%の海域が部分的に存在していたものの、平成16年にはその面積は拡大している。	種類数、個体数、湿重量が最も少ない。	ホトキスガイ	トウガラシガイ科	Corophium sp.	残差流が弱く、水質が滞留する可能性があること、湾奥部の大野川、大鞘川等のCOD、T-P、T-Nが高いことから有機物、栄養塩類濃度が高いと考えられる。	残差流が湾央から湾奥部に向かっており、滞留していると考えられる。			
No.11					ホトキスガイ	シズカガイ	ダルマゴカイ					
ykm2					シズカガイ	リソツボ科	Corophium sp.					
ykm3	C	Y2	砂泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が多く、T-Pがやや少ない。	種類数、個体数、湿重量が少ない。	シズカガイ	モロテコガイ	ダルマゴカイ	球磨川からの流入負荷の影響を大きく受けており、変動が大きいと考えられる。	残差流は比較的遅い。また、球磨川の影響を大きく受けると考えられるものの、水塊構造に関する調査が行われていなかったため詳細が不明である。			
ykm5	A	Y3	泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が最も多い。 泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が多い。	種類数、個体数、湿重量が最も少ない。	シズカガイ	ヒサシコエビ科	Sthenolepis sp.	近傍に養殖場が存在していることから、その影響により水質が悪化していると考えられる。	残差流は比較的遅い。			
No.13	Sthenolepis sp.				イトガ科	シズカガイ	残差流は、上層、下層とも八代海の中では比較的遅くはない。					
No.17	ノラリウロコムシ科				ハナオカギゴカイ	—	残差流は比較的遅い。					
ykm4	シズカガイ				Sthenolepis sp.	Sigambra tentaculata						
ykg2	C	Y4	砂泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が多く、T-Pがやや少ない。	種類数、個体数、湿重量が少ない。	Terebellides sp.	イトガ科	Lumbrineris sp.		下層の残差流は比較的遅い。			
ykg3					シズカガイ	Sigambra tentaculata	Chaetozone sp.					
ykm6	C	Y5	砂泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が多く、T-Pがやや少ない。 砂質で、栄養塩、有機物の堆積が最も少ないが、T-Pはやや多い。	種類数、個体数、湿重量が少ない。	Lumbrineris sp.	イトガ科	Sigambra tentaculata	平均流が比較的弱く、近傍に養殖場が多いことから、有機物、栄養塩類が豊富と考えられる。	下層の残差流は比較的遅い。			
ykm7	D				Caprella sp.	Pseudopolydora sp.	Urothoe sp.		潮汐流が早い。			
ykg1					ヒツメスガメ	パラブリオノスピオ属(CL型)	線虫綱					

表 2.2 (2) 八代海の各海域の環境特性

底質区分	水質区分	底質区分	水質区分	懸濁物の挙動	水塊構造(水温・塩分等)	赤潮		貧酸素水塊の発生状況	魚類
						発生状況(2004~2013)	発生件数(2004~2013)		
A	Y1	A	Y1	Y2海域から運ばれてくる懸濁物が堆積しやすいと考えられる。最奥部は氷川の河口部に近いため砂分がやや多い。	近傍地点において夏季に水温・塩分躍層が確認されていることから、同様の成層構造が形成されていると考えられる。	Y2海域に次いで発生件数が多い海域である。特に南側が多い。 2007年から減少傾向がみられていたものの、2012年から増加している。 形成の要因としての無機栄養塩類負荷は、湾奥の河川に加え球磨川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:17件 珪藻:18件 ラフィド藻:9件 その他:9件	調査地点の近傍で発生が確認されている。湾奥・Y2海域からの負荷の流入、残差流が遅く、水温・塩分成層が形成されることから、発生頻度は低くないと考えられる。	
C	Y2	C	Y2	泥分、有機物が堆積しやすいと考えられる。ただし、球磨川河口部に位置しているため、砂分の供給量が多いことが湾奥部との違いと考えられる。	近傍地点において夏季に水温・塩分躍層が確認されていることから、同様の成層構造が形成されている可能性が考えられる。	八代海では赤潮の発生件数が最も多い海域である。2008年から減少傾向がみられていたものの、2012年に増加した。 形成の要因としての無機栄養塩類は球磨川からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:23件 珪藻:26件 ラフィド藻:14件 その他:9件	球磨川河口部沖で発生が確認されている。球磨川からの負荷の流入、水温・塩分成層が形成されることから、発生頻度は低くないと考えられる。	
A	Y3	A	Y3	泥分、有機物等が堆積しやすいと考えられる。	近傍地点において夏季に水温・塩分躍層が確認されていることから、同様の成層構造が形成されている可能性が考えられる。	Y2・Y1海域に次いで赤潮の発生件数が最も多い海域であり、岸寄り冲側が多い。 2006~2011年まで5回程度で推移していたものの2012年に減少した。 形成の要因としての無機栄養塩類はY2海域からの流入の影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:21件 珪藻:12件 ラフィド藻:11件 その他:7件	確認されていない。 しかしながら、底質は泥分、有機物量が多いこと、残差流が比較的遅いこと、赤潮の発生頻度が高いこと等を勘案すると、底層のDOが低くなる可能性が考えられる	
		B		泥分・有機物が多い原因は残差流以外の要因によると考えられる。					
		B		泥分、有機物等が堆積しやすいと考えられる。					
C	Y4	C	Y4	泥分、有機物等が堆積しやすいと考えられる。	夏季に水温・塩分躍層が形成される。	赤潮の発生件数が比較的少ない海域であり、海域中央から北側にかけてが多い。 2004~2009年まで5回程度で推移していたもののその後2012年まで減少傾向にあった。 形成の要因としての無機栄養塩類負荷はY3海域からの流入、近隣の養殖場からの影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:18件 珪藻:5件 ラフィド藻:12件 その他:4件	確認されていない。	
C	Y5	C	Y5	泥分、有機物等が堆積しやすいと考えられる。	夏季に水温・塩分躍層が形成される。	八代海では赤潮の発生件数が最も少ない海域である。北側が多い。 2008年を除いて、2004年~2013年は5回程度で推移している。 形成の要因としての無機栄養塩類負荷はY4海域からの流入、近隣の養殖場からの影響が考えられる。	渦鞭毛藻類:16件 珪藻:3件 ラフィド藻:8件 その他:11件	底質の有機物が少なく潮汐流が早いことから発生しないと考えれる。	
D		D		泥分、有機物等が堆積しにくいと考えられる。					

2.2.4 問題点の特定

有明海・八代海等における問題点は、前述のとおり現在も H18 年と同様と考えられる。しかしながら、有明海・八代海等は様々な環境特性を持ち、生物の生息状況も異なっており、問題点とその原因・要因も海域ごとに異なるものと考えられる。

そこで、有明海・八代海等の問題点を環境特性ごとに区分した海域ごとに整理を行うこととした。今回は、その海域の中から A4 海域(有明海湾奥部西部)と A5 海域(有明海湾央部東部)を取り上げて、以降の整理を行った。

A4 海域(有明海湾奥部西部)では、タイラギは平成 21 年に 13 年ぶりに豊漁となったものの、その後は不作が続いている。サルボウは現在も漁獲量が減少傾向にある。また、ベントスはモニタリング調査において種類数・個体数の変化は無い。養殖ノリは色落ち現象が現在もみられている。

A5 海域(有明海湾央部東部)では、アサリの漁獲量の減少が継続しており、ベントスは A4 海域(有明海湾奥部西部)と同様に、近年のモニタリングで種類数・個体数が増大している傾向はみられていない。

これらから、A4 海域(有明海湾奥部西部)及び A5 海域(有明海湾央部東部)においては、以下の問題点があると考えられる。

○二枚貝類の減少 : A4 海域(有明海湾奥部西部)ではタイラギ・サルボウ、A5 海域(有明海湾央部東部)ではアサリが対象

○ベントスの減少

○ノリの色落ち (A5 海域は除く)

3 問題点と直接的な環境要因との関連に関する考察 (有明海)

3.1 A4 海域(有明海湾奥部西部)

3.1.1 環境特性

A4 海域(有明海湾奥部西部)は図 3.1 に示すように、主に干潟前面の浅海域であり、全体的には泥質で有機物・栄養塩類・硫化物の堆積量が多いものの、地点によって性状は異なっており、気象イベント等によっても性状が異なり、変動が大きい海域である(4.5 底質の泥化についてを参照)。当該海域の現状として 2001 年以降の底質のモニタリング結果を図 3.2 に整理した。この結果では近年 5 か年は明瞭な増加傾向、あるいは減少傾向がみられていないものの、前述のとおりこの海域では気象イベント等による底質性状の変動が大きいことに注意を要する。

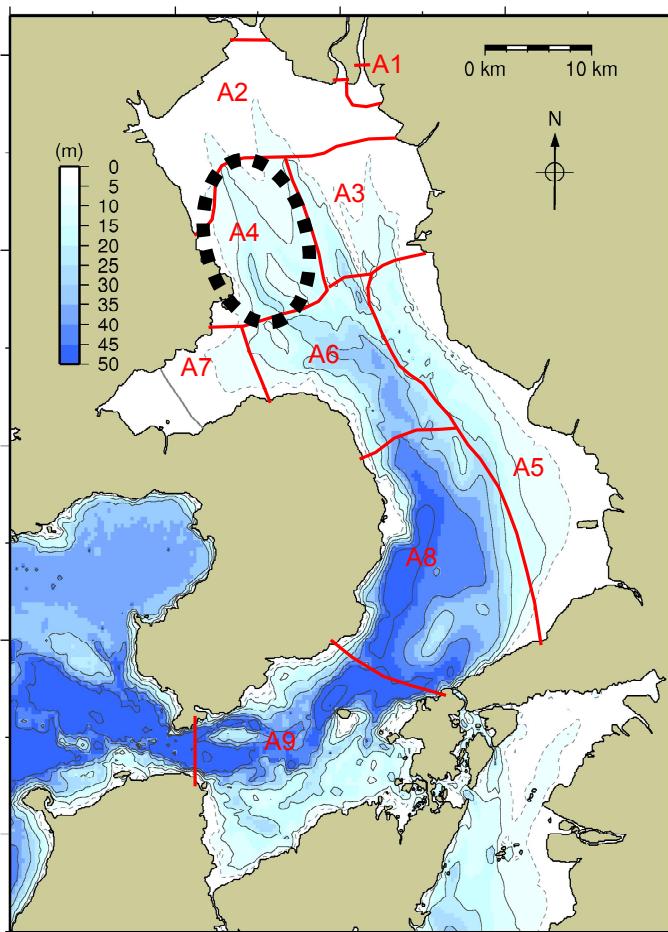


図 3.1 A4 海域(有明海湾奥部西部)

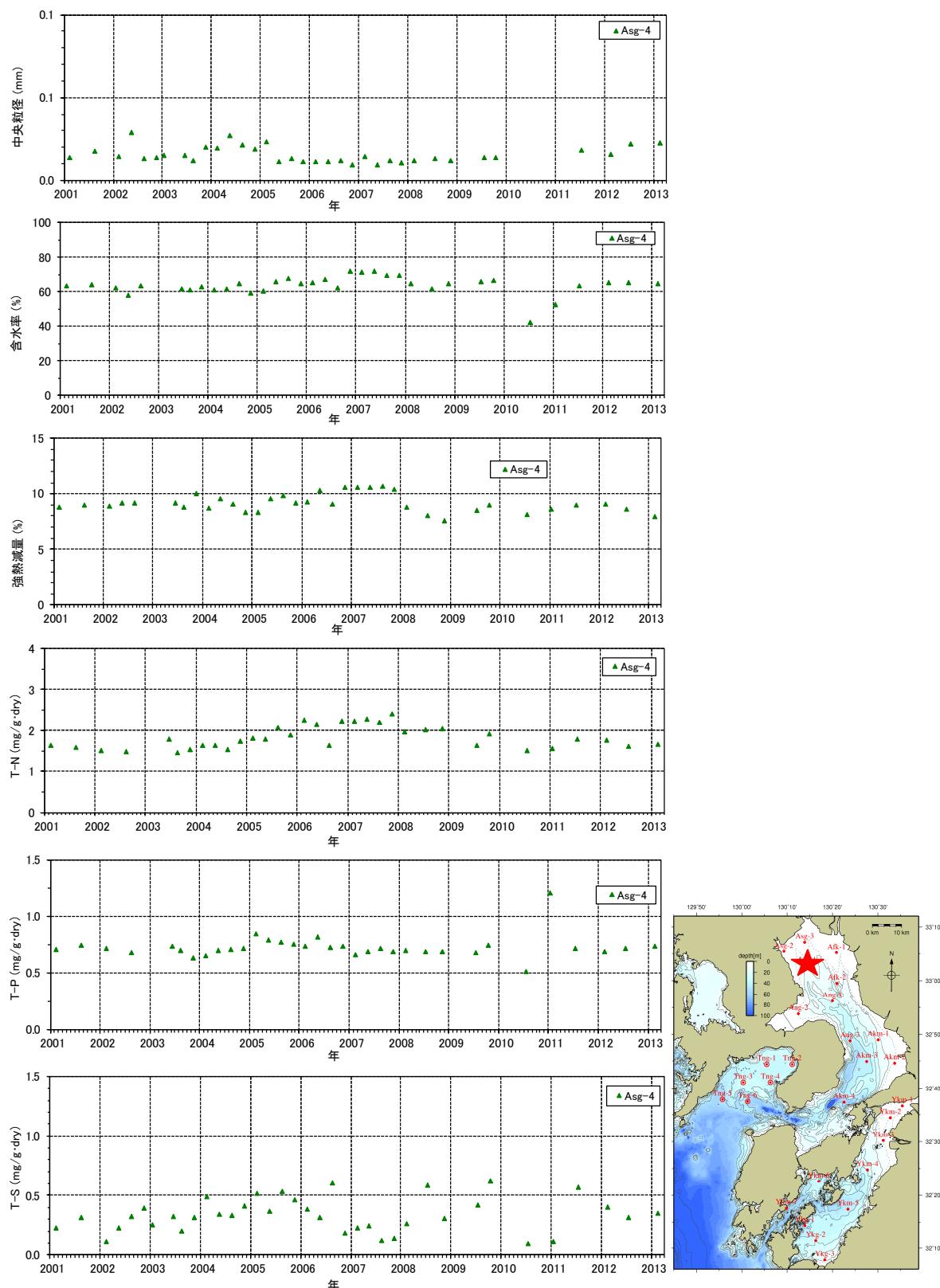


図 3.2 有明海湾奥部(西部)海域における底質の推移

底生生物は、種類数、個体数及び湿重量は少ない。当該海域には、直接流入する河川はないものの、隣接する A2 海域（有明海湾奥奥部海域）、A3 海域（有明海湾奥部東部海域）を通して流入負荷の影響を受けていると考えられる。流動については、水平的には反時計回りの残差流の南から東の流れの部分に相当する。鉛直的にはエスクチュアリ循環が形成されているため、下層で懸濁物が湾央から A2 海域へ輸送される通路に位置している。一方で、A2 海域と同様に出水等の影響によって堆積物が拡散されるなど水質や底質性状の変動が大きい。また、赤潮、貧酸素水塊については、発生が頻繁である。

前述の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 3.3 に示す。

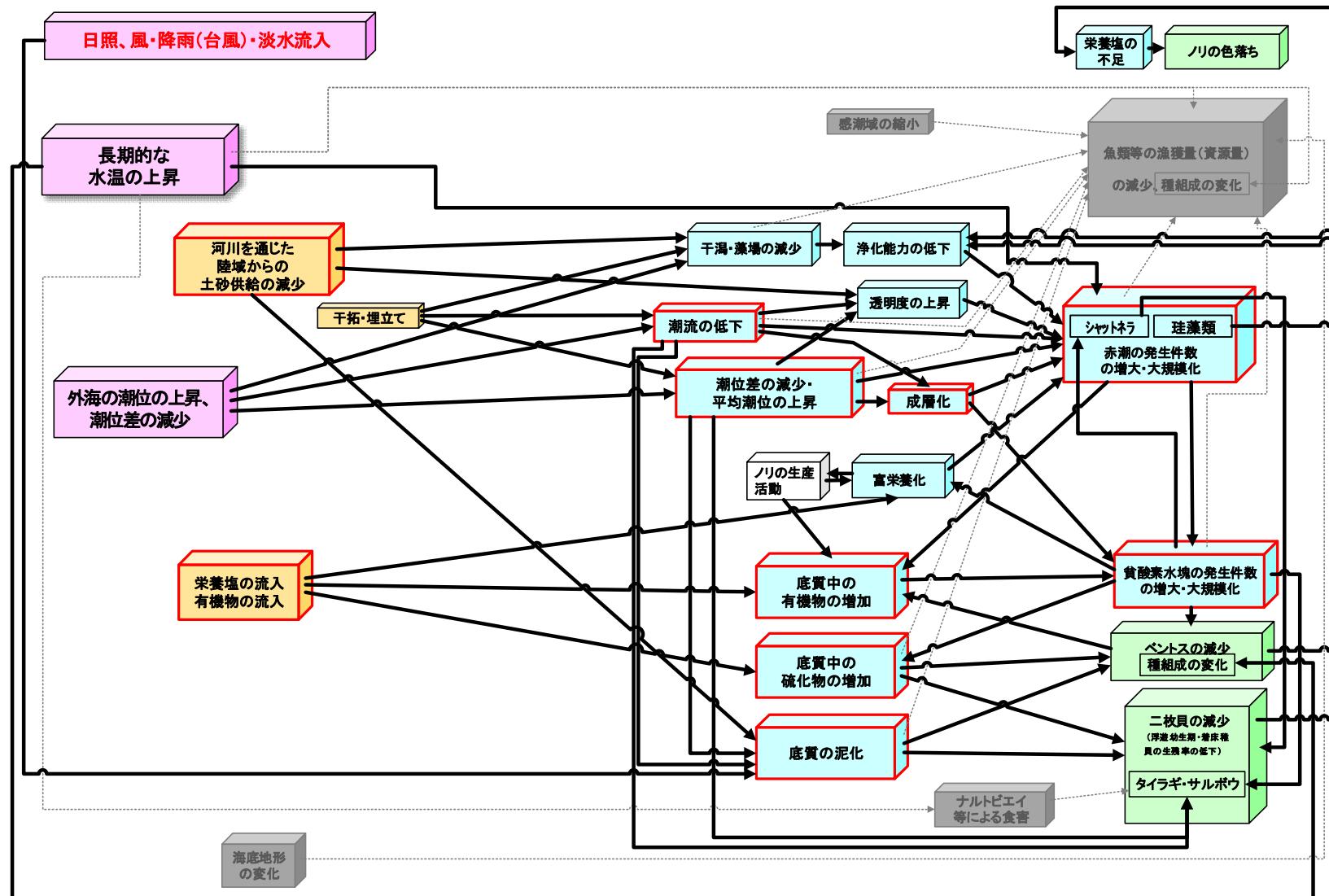


図 3.3 A4 海域(有明海湾奥部西部)における問題点と原因・要因との関連の可能性(案)

3.1.2 二枚貝類の減少

(1) タイラギ

- 1) 現状と問題点の特定
- 2) 要因の考察

(2) サルボウ

- 1) 現状と問題点の特定
- 2) 要因の考察

生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会において検討中

- 生息域・生息状況
- 漁獲量・漁獲場所・サイズの変化
- 生息域の底質状況
- 母貝集団
- 食害
- 斃死と貧酸素等の要因
- 赤潮の影響
- 浮泥の影響

3.1.3 ベントスの減少

(1) 現状と問題点の特定

当該海域の現状として 2003 年以降のベントスのモニタリング結果を図 3.4 に整理した。この結果では近年 5 か年は種類数、個体数及び湿重量が明確な減少傾向とはなっておらず、2003 年からの推移も同様である。

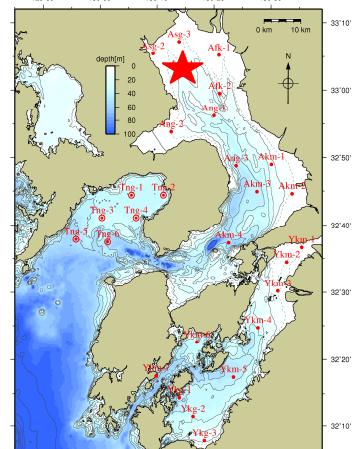
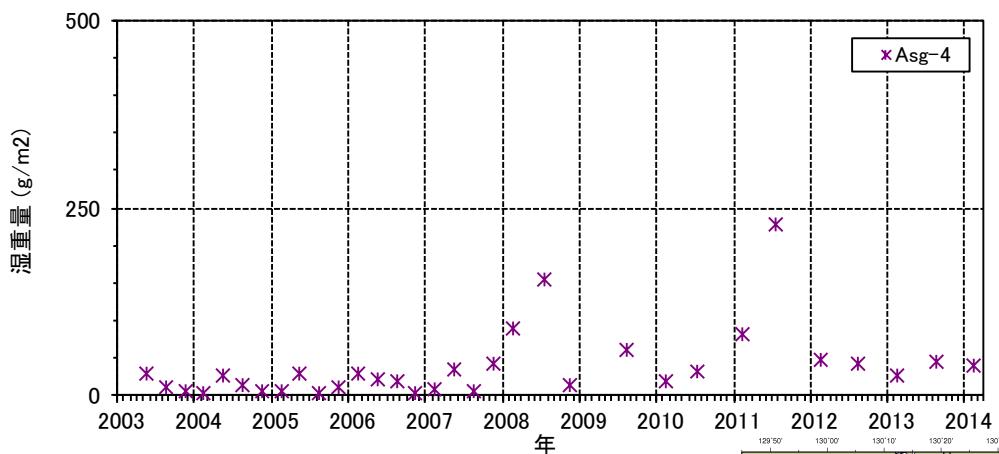
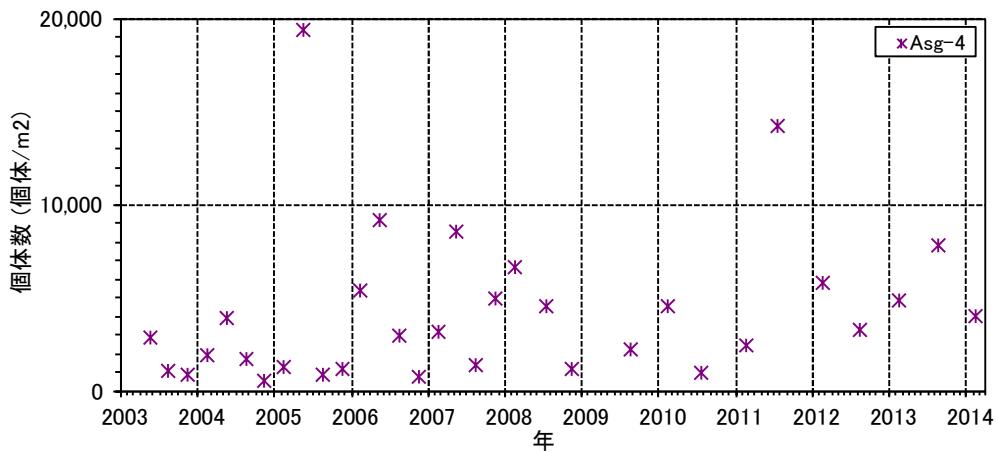
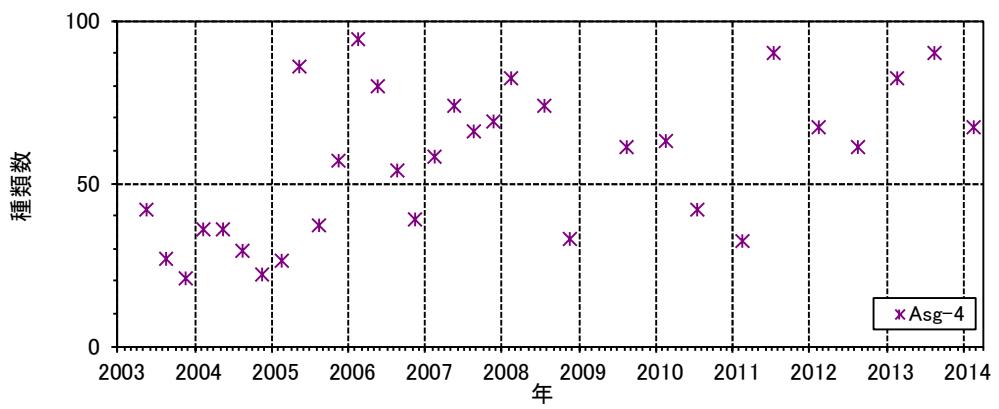


図 3.4 有明海湾奥部(西部)海域におけるベントスの推移

(2) 要因の考察

平成 18 年の委員会報告では、当該海域では 1989 年と 2000 年の調査結果から、底質の泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素化がマクロベントスの生物量及び種の多様性(生息できるマクロベントスの種類の制限)を減少させる要因となっている可能性がある、と整理されている。

前述のとおり、2003 年以降はベントスに明確な減少傾向がみられない。また、上記要因のうち、底質の泥化については 1989 年から 2000 年の期間では底質の粒度は細粒化しているものの、その後は逆に粗粒化の期間も確認されている。また、当該海域内のいくつかの調査地点によって浮泥の堆積状況が大きく異なることから、当該海域では全域的に粒度が細粒化しているのではなく、地点によって変動状況が異なるものと考えられる。

3.1.4 ノリの色落ち

- (1) 現状と問題点の特定
- (2) 要因の考察

} 生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会
において検討予定

3.2 A5 海域(有明海湾中央東部)

3.2.1 環境特性

A5 海域(有明海湾中央東部)は図 3.5 に示すように、主に干潟前面の浅海域であり、地点によって底質性状が泥質、砂泥質と異なっており、泥質の地点では有機物・栄養塩類・硫化物の堆積量が多い。当該海域の現状として 2001 年以降の底質のモニタリング結果を図 3.6 に整理した。この結果では近年 5 か年は明瞭な増加傾向、あるいは減少傾向がみられていない。A4 海域(有明海湾奥部西部)のように気象イベント等による底質性状の変動が大きいという報告はないものの、地形的にみて白川、緑川、菊池川が流入していることから、出水の影響は大きい可能性があると考えられる。

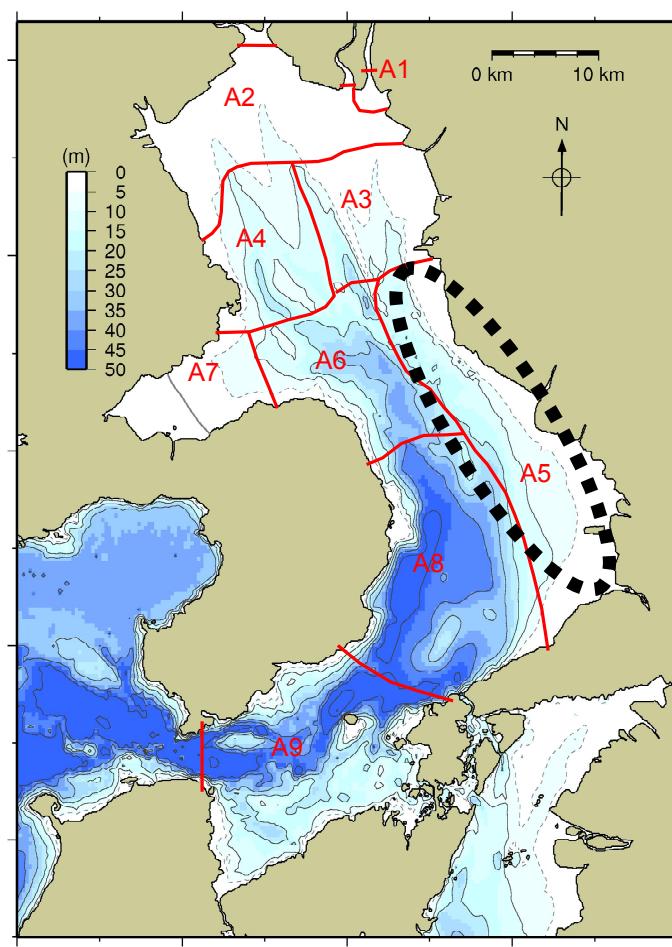


図 3.5 A5 海域(有明海湾中央東部)

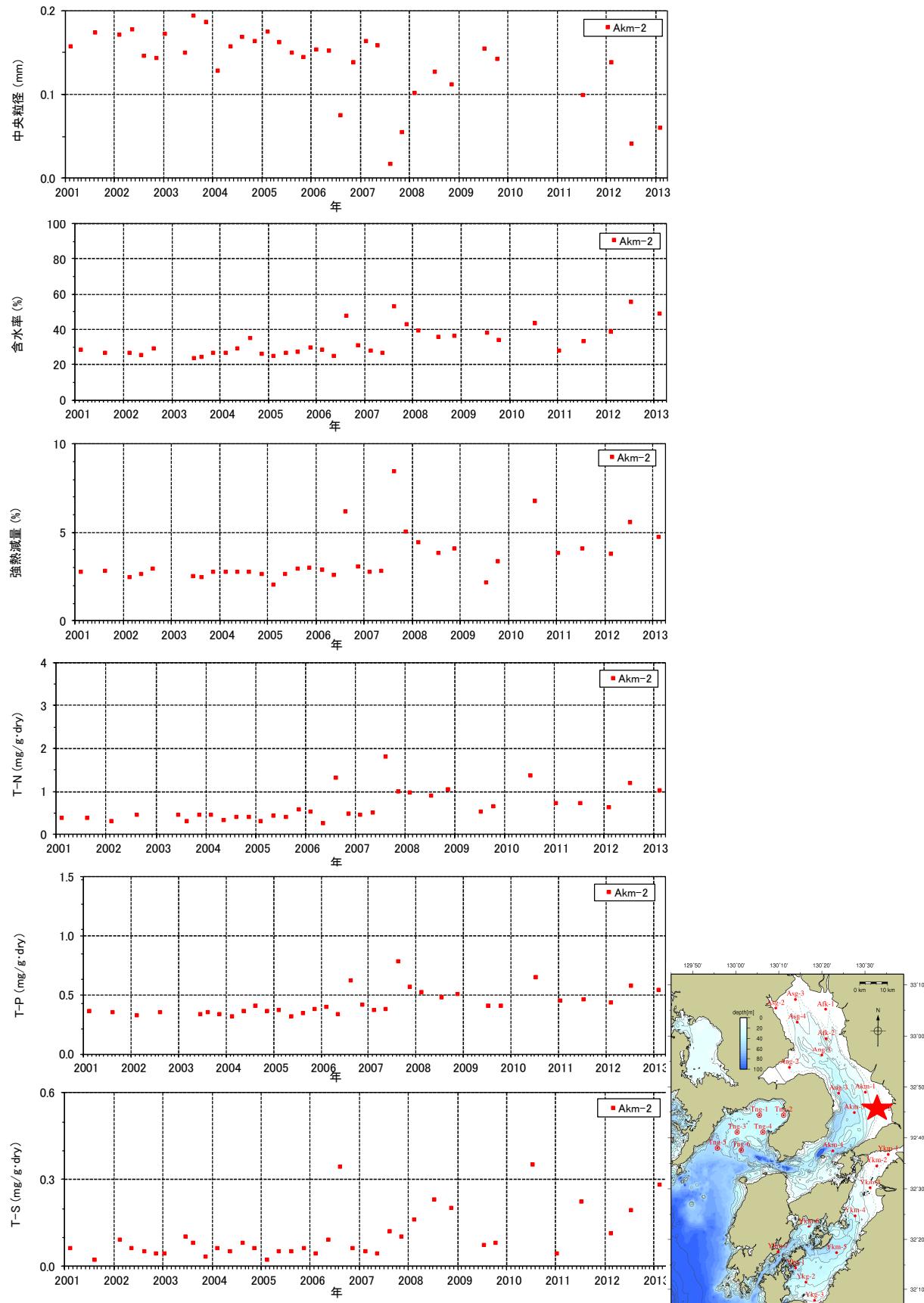


図 3.6 A5 海域(有明海湾中央東部)の底質の推移

底生生物は種類数、個体数及び湿重量は少ない。当該海域には、南側に主要な河川として白川、緑川及び菊池川が直接流入しており、河川水の影響を大きく受けていると考えられる。流動については、南側の湾央部に岸と平行に潮目が形成されており、河川水と湾口から流入する外海水がぶつかり、下降流が形成されている。また、赤潮の発生は頻繁であり、貧酸素水塊の発生も確認されている。

前述の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 3.7 に示す。

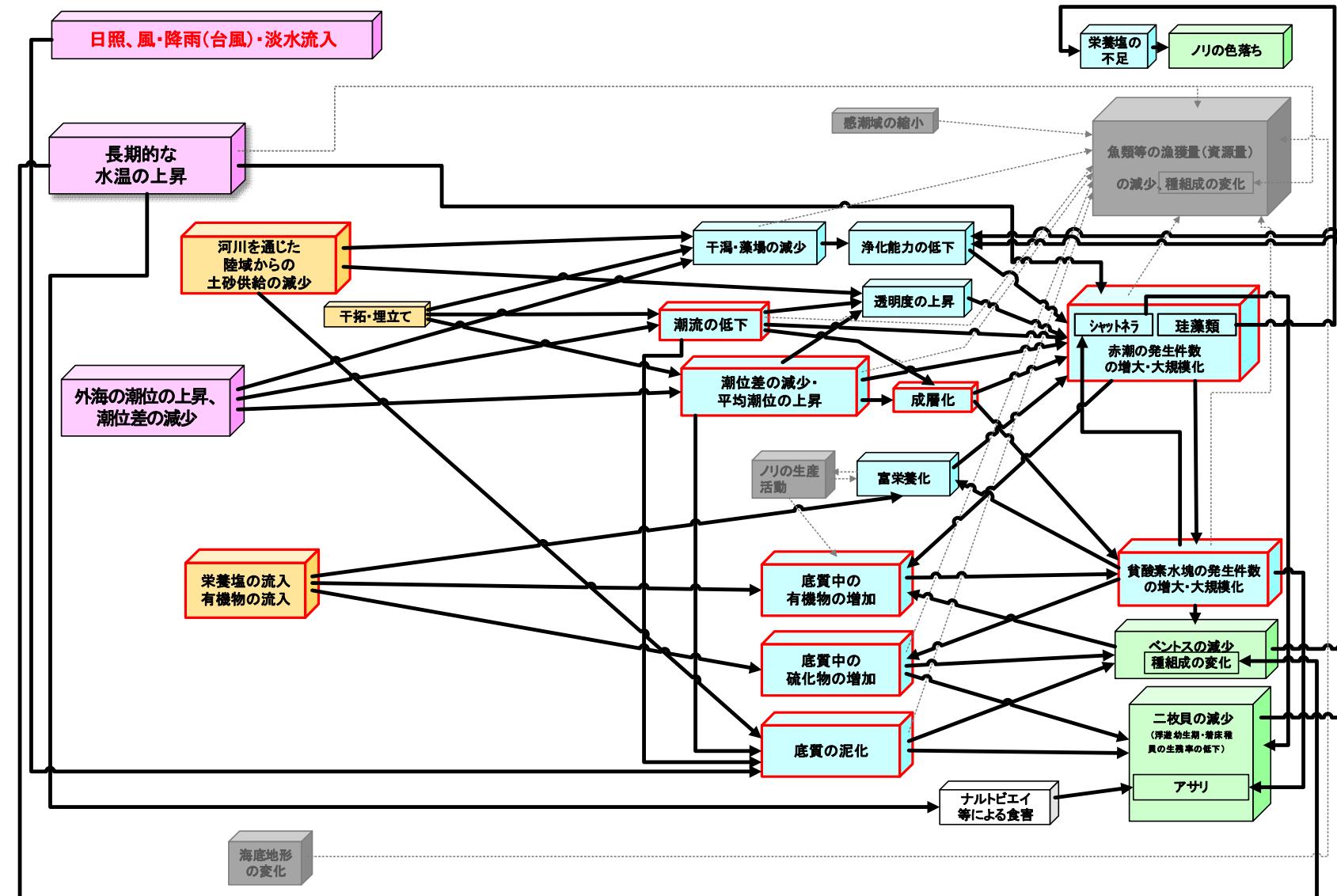


図 3.7 A5 海域(有明海湾中央東部)における問題点と原因・要因との関連の可能性(案)

3.2.2 二枚貝類(アサリ)の減少

- (1) 現状と問題点の特定
- (2) 要因の考察

} 生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会において検討中

- 生息域・生息状況
- 漁獲量・漁獲場所・サイズの変化
- 生息域の底質状況
- 母貝集団
- 食害
- 斃死と貧酸素等の要因
- 赤潮の影響
- 浮泥の影響

3.2.3 ベントスの減少

- (1) 現状と問題点の特定

当該海域の現状として 2003 年以降のベントスのモニタリング結果を図 3.8 に整理した。この結果では近年 5 か年は種類数、個体数及び湿重量が明確な減少傾向とはなっておらず、2003 年からの推移も同様である。

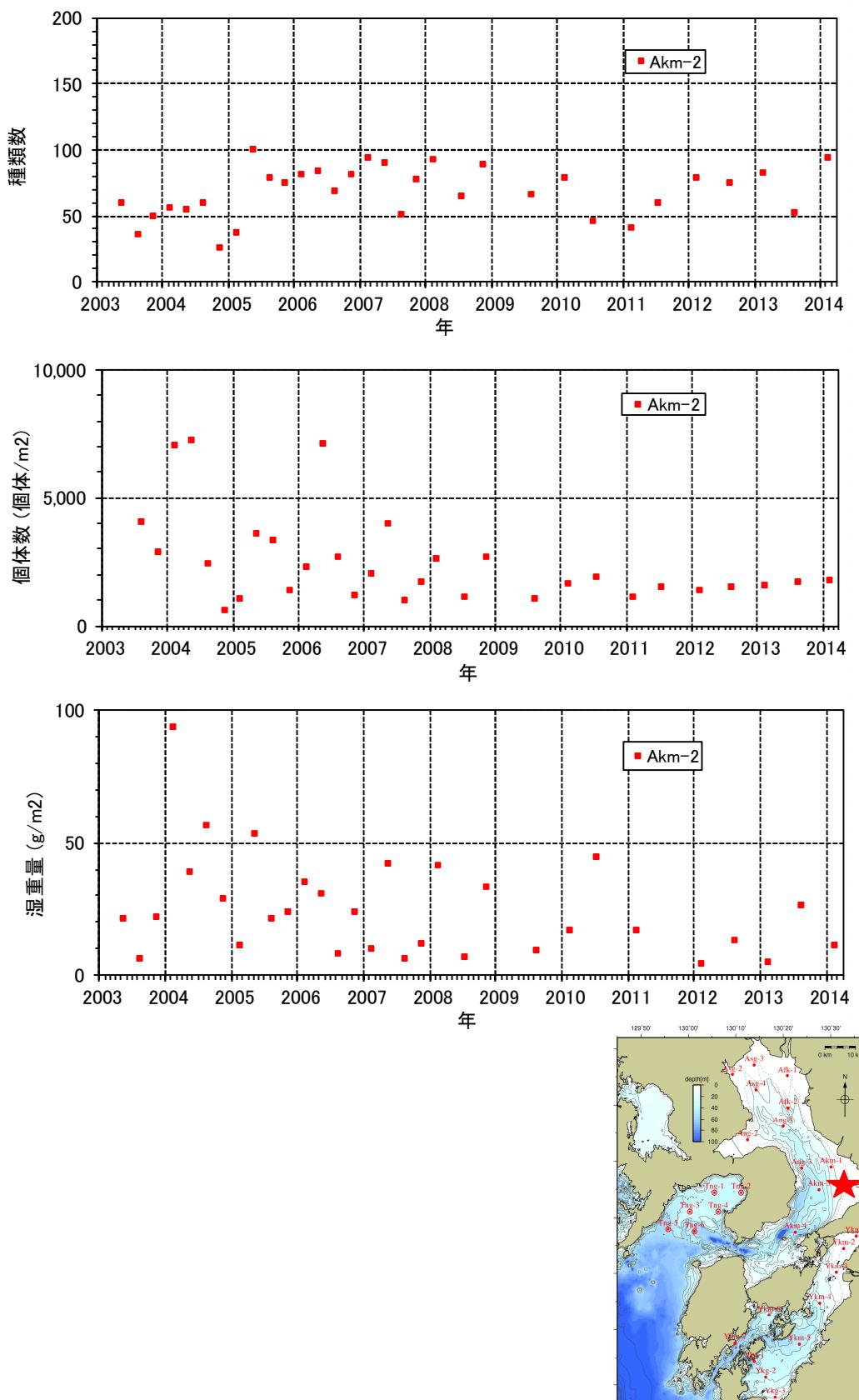


図 3.8 A5 海域(有明海湾中央東部)におけるベントスの推移

(2) 要因の考察

平成 18 年の委員会報告では、当該海域では 1989 年と 2000 年の調査結果から、底質の泥化、有機物・硫化物の増加、貧酸素化がマクロベントスの生物量及び種の多様性(生息できるマクロベントスの種類の制限)を減少させる要因となっている可能性がある、と整理されている。

前述のとおり、2003 年以降はベントスに明確な減少傾向がみられない。また、上記要因のうち、底質の泥化については 1989 年から 2000 年の期間では底質の粒度は細粒化しているものの、その後は逆に粗粒化の期間も確認されている。また、当該海域内のいくつかの調査地点によって浮泥の堆積状況が大きく異なることから、当該海域では全域的に粒度が細粒化しているのではなく、地点によって変動状況が異なるものと考えられる。

3.2.4 ノリの色落ち

- (1) 現状と問題点の特定
- (2) 要因の考察

} 生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会
において検討予定

4 直接的な環境要因の変化に関する考察

(有明海)

4.1 河川を通じた陸域からの土砂供給について

A4 海域(有明海湾奥部西部)に直接流入する河川はないものの、最も近い河川である六角川(牛津川)では、近年は順流区間において、多少のばらつきはあるものの、概ね安定している。感潮区間においては、洪水と有明海の潮汐の影響により、ガタ土が移動し、河床が洗掘・堆積を繰り返しているものの、経年的な変化は小さく、概ね安定している。

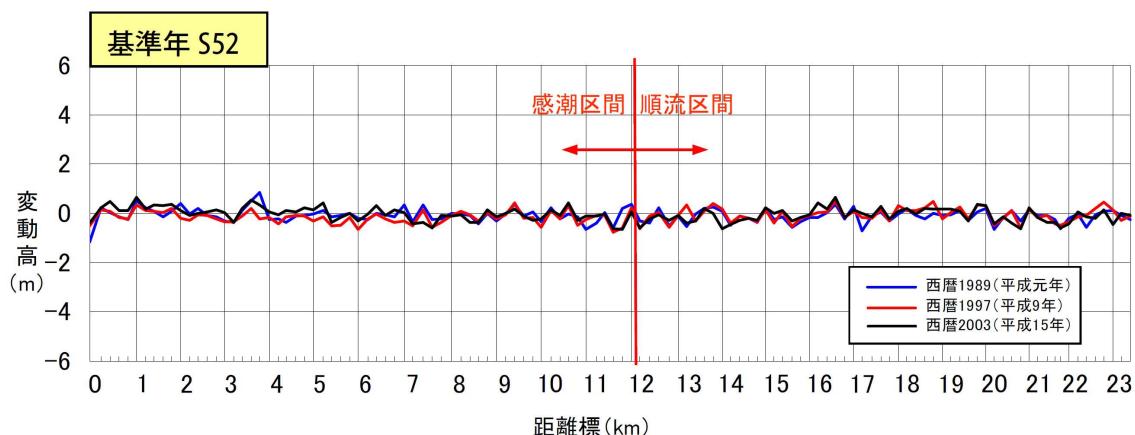
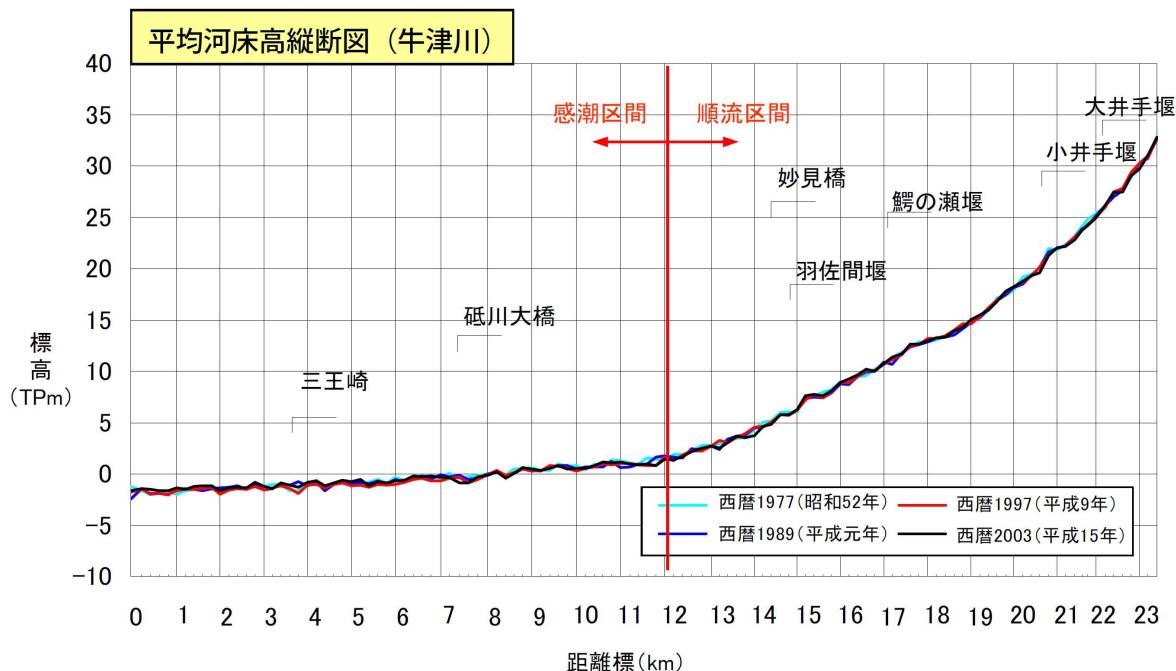
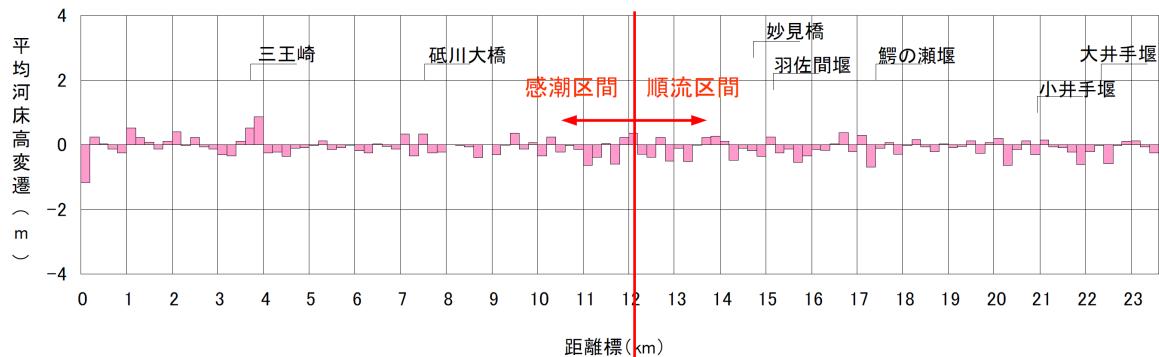


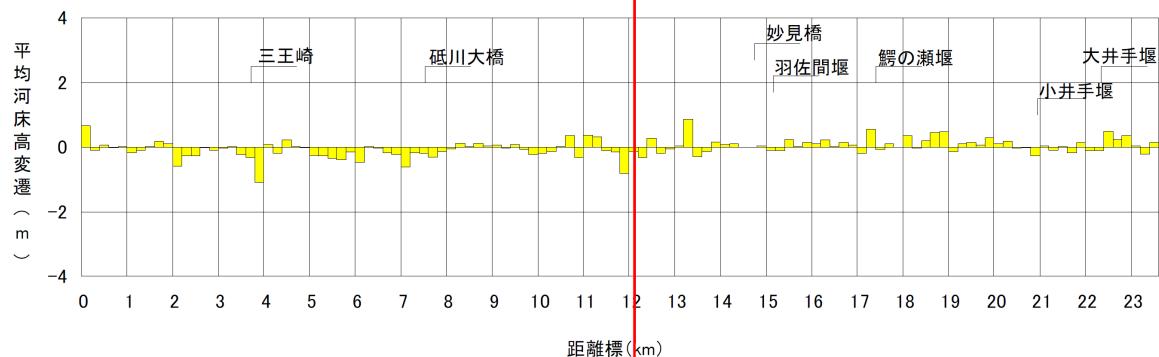
図 4.1 六角川(牛津川)の平均河床高の推移

出典：国土交通省河川局「六角川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 20 年

牛津川 S52～H 元年平均河床高変遷グラフ



牛津川 H 元～H9 年平均河床高変遷グラフ



牛津川 H9～H15 年平均河床高変遷グラフ

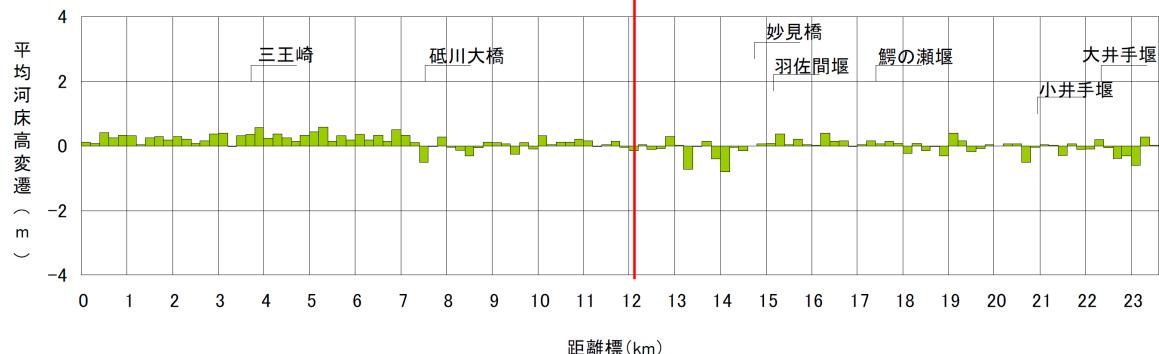


図 4.2 六角川(牛津川)の平均河床高の変遷(年代別)

出典：国土交通省河川局「六角川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 20 年

A5 海域(有明海湾中央東部)に流入する緑川では、昭和 40 年代から昭和 60 年代はじめにかけ、砂利採取が盛んに行われていたが、平成年代に入ると砂利採取量は減少し、現在では固定堰に堆砂したものが持ち出される程度である。河床は、昭和 40 年代から昭和 60 年代はじめにかけて砂利採取等により河床は低下したが、平成年代以降は、砂利採取量の減少に伴い河床の変動量は小さく、近年では局所的な箇所を除き、安定している。

白川では、1950～1960 年代と 1990 年代以降では懸濁土砂に関する流量と SS 流出負荷量の関係は変化しており、同じ流量に対する SS 流出負荷量が 30 年間で 10 分の 1 程度に減少していることが確認されている。宇野ら(2002)や山本ら(2005)は、白川非感潮域からの SS 流出負荷量が年間 48,000～102,000 トンであることを示している。

菊池川の河床は昭和 38 年から昭和 56 年にかけて砂利採取と河川改修が進められたことから低下していた。しかし平成 12 年以降、砂利採取が行なわれなくなり、近年は全川で概ね安定の傾向が見られる。

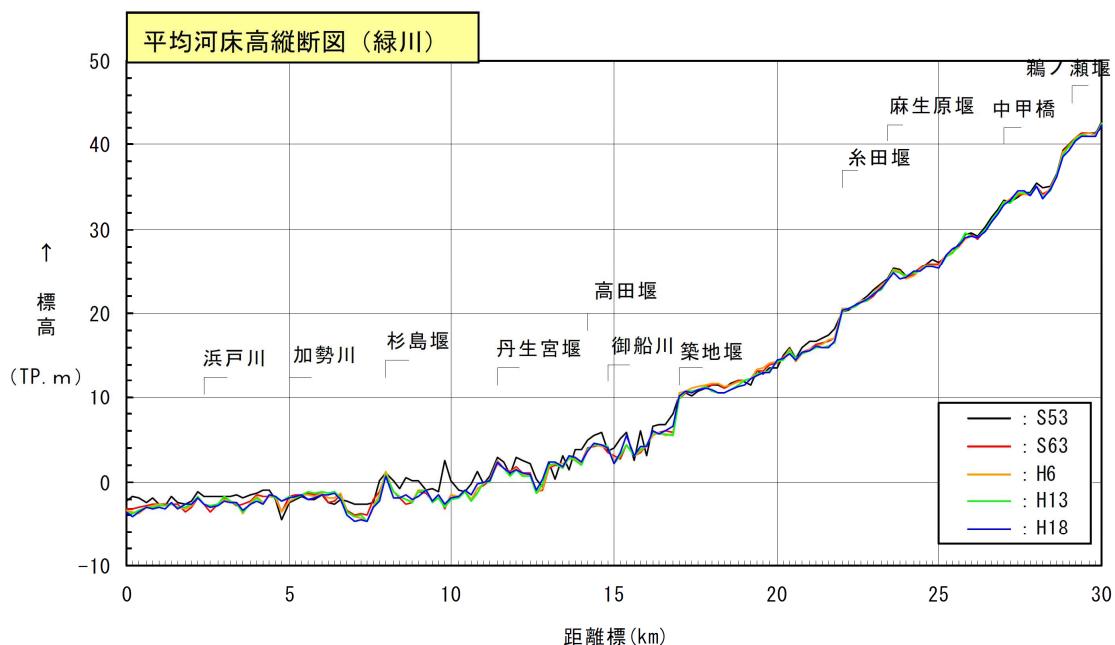


図 4.3 緑川水系の平均河床高(縦断図)

出典：国土交通省河川局「緑川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 20 年

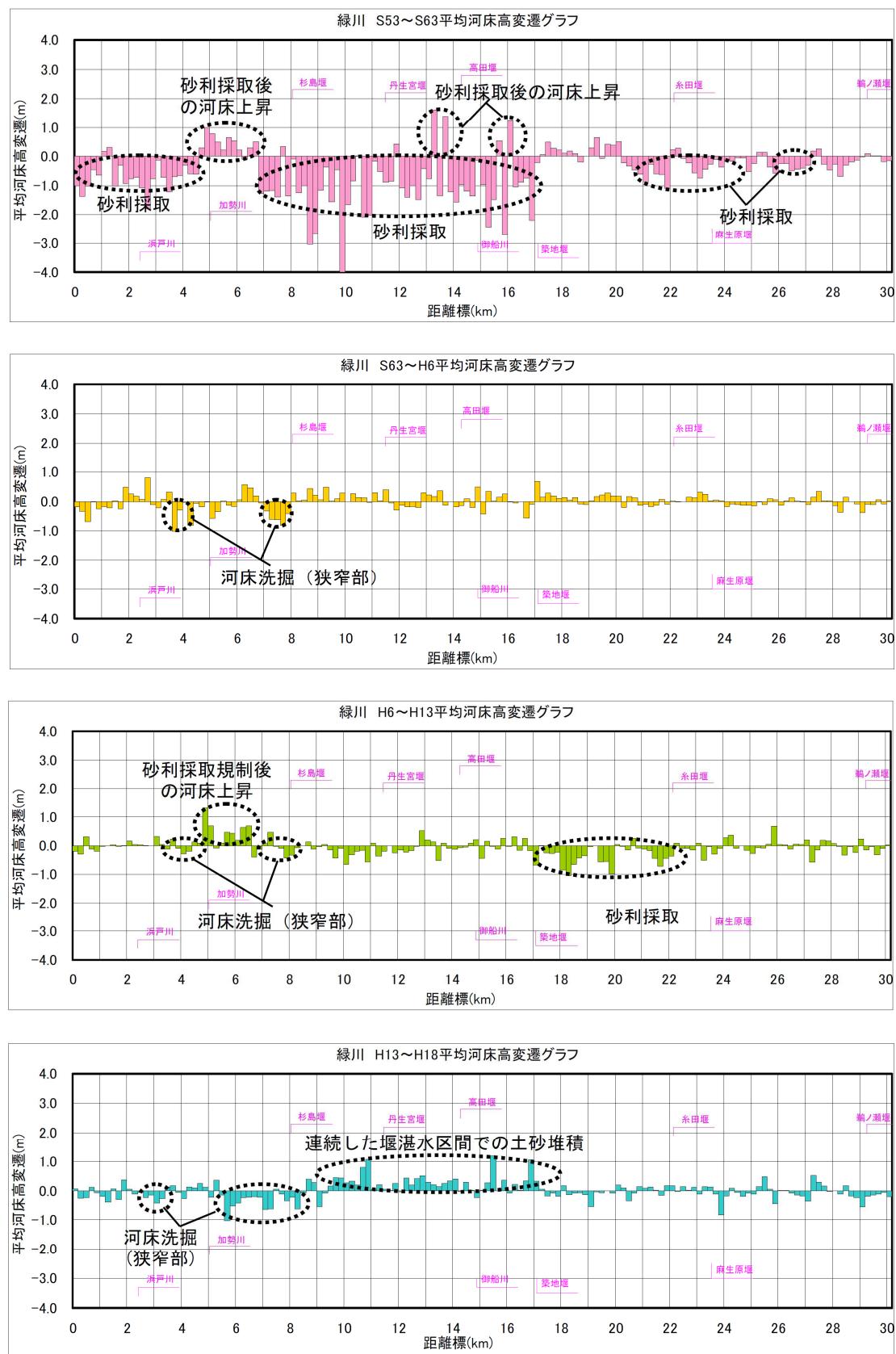


図 4.4 緑川水系の平均河床高の変遷(年代別)

出典：国土交通省河川局「緑川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 20 年

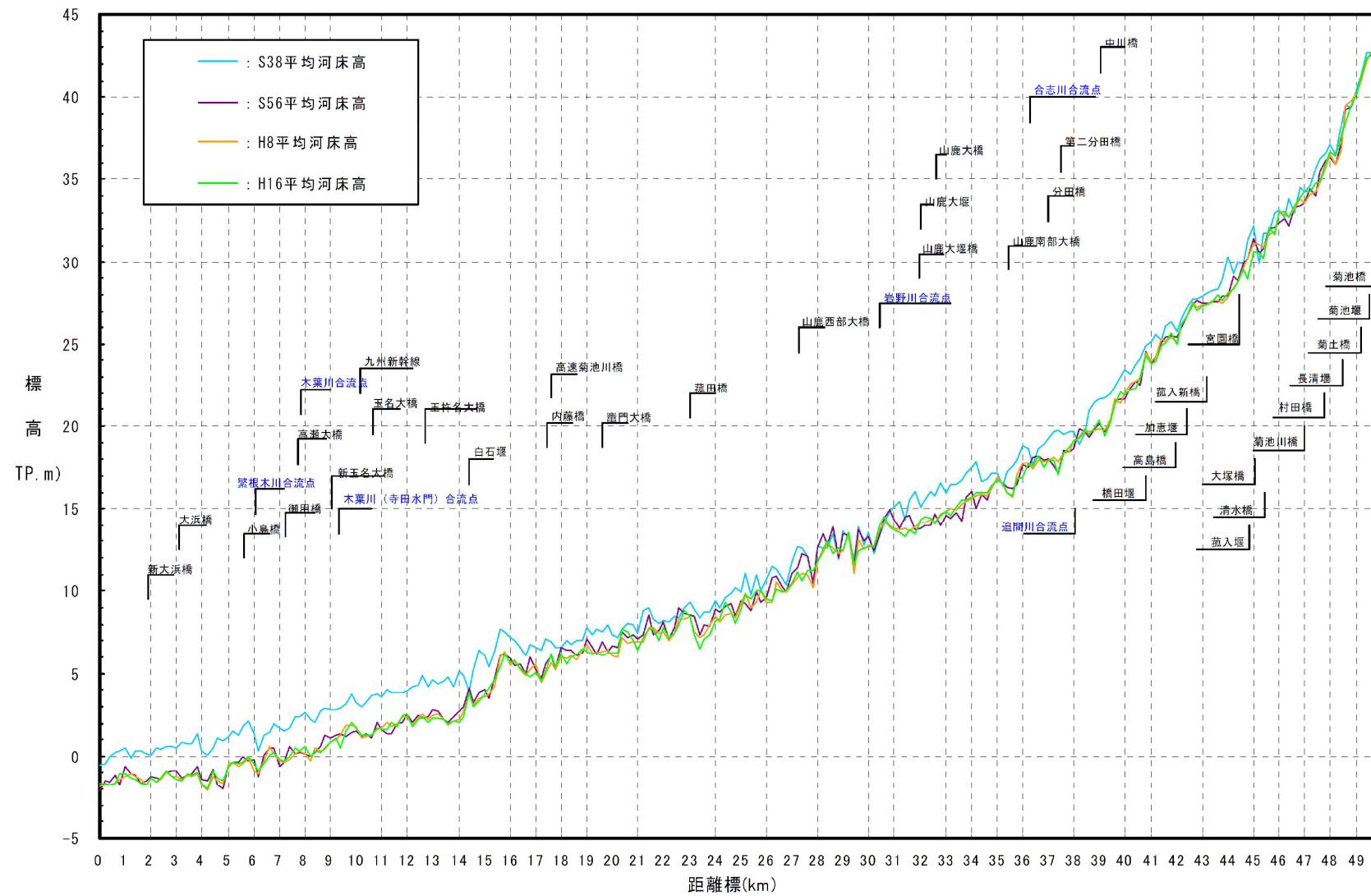


図 4.5 菊池川水系の平均河床高(縦断図)

出典：国土交通省河川局「菊池川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 19 年

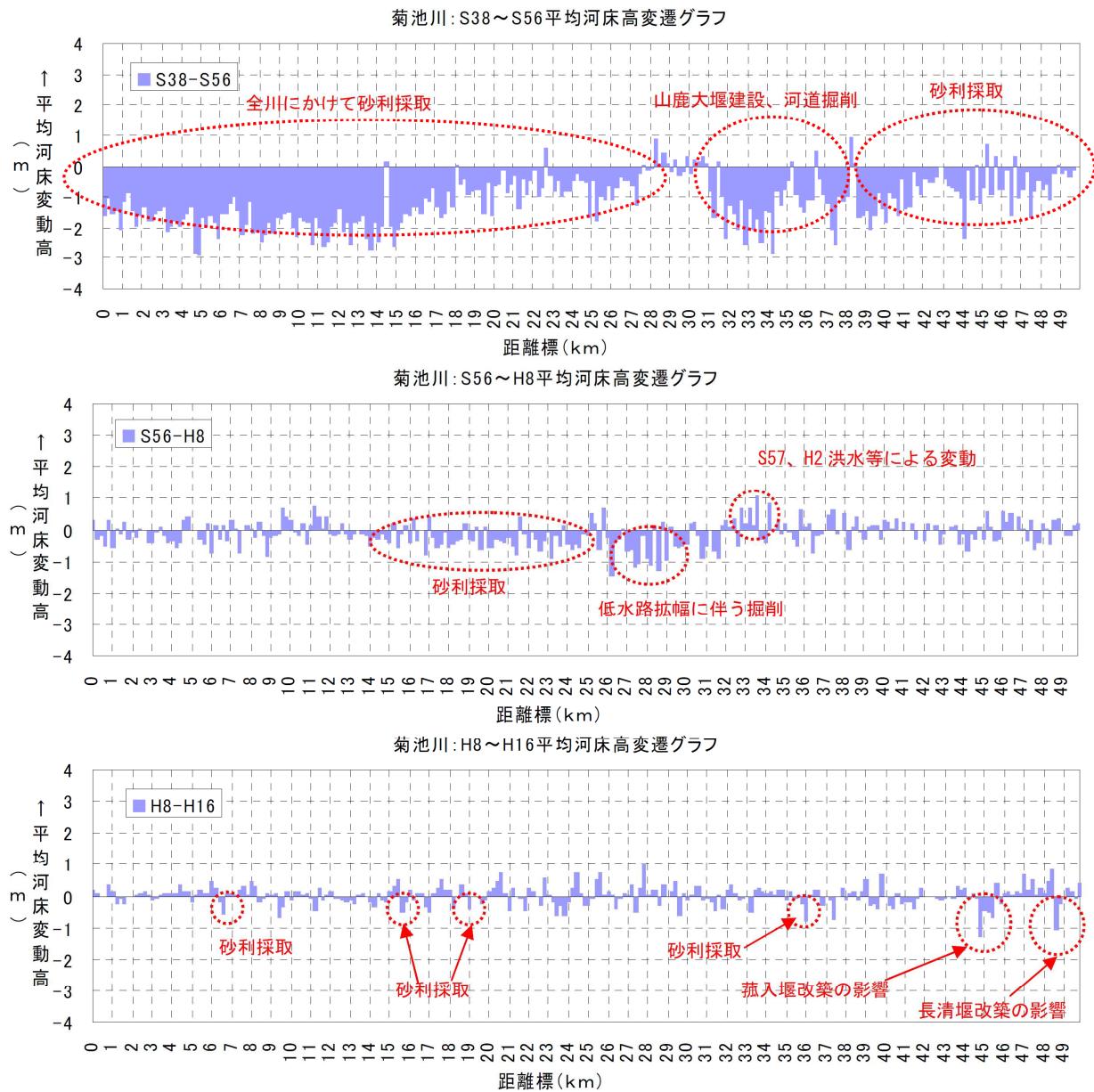


図 4.6 菊池川水系の平均河床高の変遷(年代別)

出典：国土交通省河川局「菊池川水系河川整備方針 土砂管理等に関する資料(案)」平成 19
年

4.2 潮位差・平均潮位について

4.2.1 潮位差の減少

数値シミュレーションによると、有明海内の海岸線が変化したときのM2分潮の振幅幅を求めるとき、実際の減少量(1930年代から2000年代で約3.5cmの減少)をほとんど再現できなかったことから、20世紀中に生じた有明海内のM2分潮の振幅幅の減少の主たる要因は外海のM2分潮の振幅幅の減少であると考えられている。潮位差の減少については海域ごとの状況についての報告はない。

4.2.2 平均潮位の上昇

有明海及び外洋の広い海域において、1985年(昭和60年)以降、平均海面が上昇している。平均潮位は、有明海及び外洋の長崎や枕崎(鹿児島県)でも近年上昇している。平均潮位の上昇について、海域ごとの状況についての報告はない。

4.3 栄養塩・有機物の流入について

水質のクラスター解析結果からみて、A4海域(有明海湾奥部西部)では流入河川からの負荷よりも隣接する海域から移流されてくる負荷の影響が大きい。A5海域(有明海湾中央東部)では、緑川は有明海では淡水流入量が筑後川に次いで多く、全体の約11%を占めており、流入負荷の影響が大きい海域である。

4.4 底質中の有機物・硫化物について

底質中の有機物・硫化物について経年的な調査結果はないため、近年の分布傾向を整理したA4海域(有明海湾奥部西部)では有機物・硫化物含有量は高いレベルにあり、A5海域(有明海湾中央東部)では、全体的に低いレベルにあるものの、中部(緑川・白川河口地先)では含有量が多くなっている。

4.5 底質の泥化について

“底質の泥化”については、先の委員会報告では以下のように示されている。

「具体的には、1956～1957年、1997年及び2001年の底質の比較（図4.7参照：各々の調査方法の違いには留意が必要）、1989年と2000年の調査結果（図4.8参照）から、有明海湾奥部において底質が泥化傾向にあると思われるが、その要因の1つとして、潮流速の減少が考えられる。」

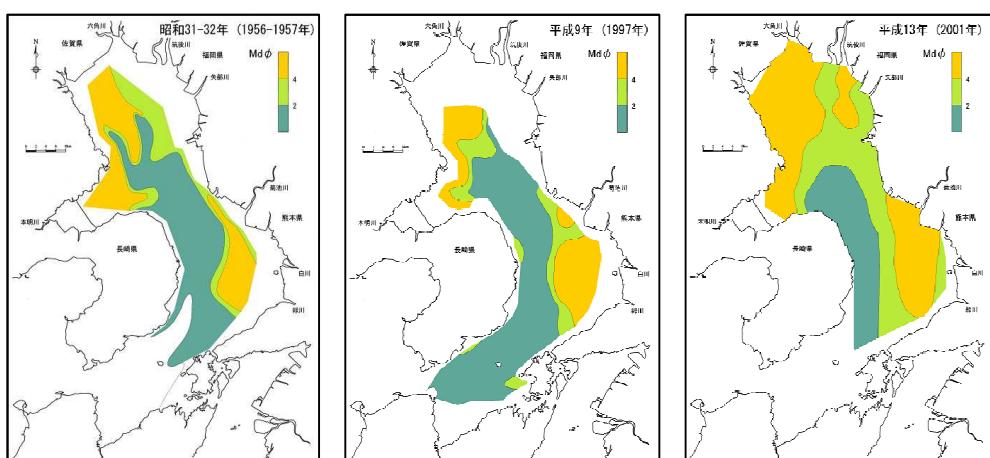


図 4.7 有明海の底質分布(中央粒径値)の変化

出典：有明海・八代海総合調査評価委員会・環境省 委員会報告 平成18年

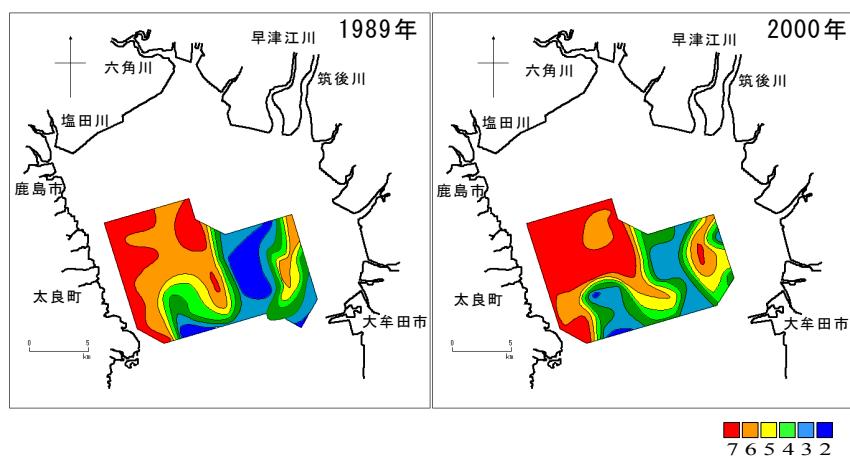


図 4.8 有明海湾奥部の底質の中央粒径値の水平分布

出典：有明海・八代海総合調査評価委員会・環境省 委員会報告 平成18年

図 4.8 は佐賀県の調査結果であり、佐賀県及び環境省は同地点で同手法でその後も調査を続けている。それらの結果を踏まえて環境省が行った平成 24 年度有明海懸濁物長期変動把握調査報告書から関係部分を引用して以下に示す。なお、検討では”泥化”は”細粒化”、すなわち”物理的に粒径が小さくなること”と考えている。

細粒化の判断材料としては、中央粒径 ($Md\phi$) および粘土シルト含有率 ($63 \mu m$ 以下) を用いたが、2000 年以降のデータについては、各底質分析地点での粒径加積曲線を用いて、そのような粒径の含有率の変化が顕著であるかも確認したうえで、 $7.8 \mu m$ 以下（この粒径より細かい粒径が 50% を占める底質が $Md\phi=7$ に相当する）の粒子に着目すると、多くの地点で 10% 以下の減少率となっており、近年において微細粒子の含有率が減少した結果、粗粒化傾向を示したと考えられる。

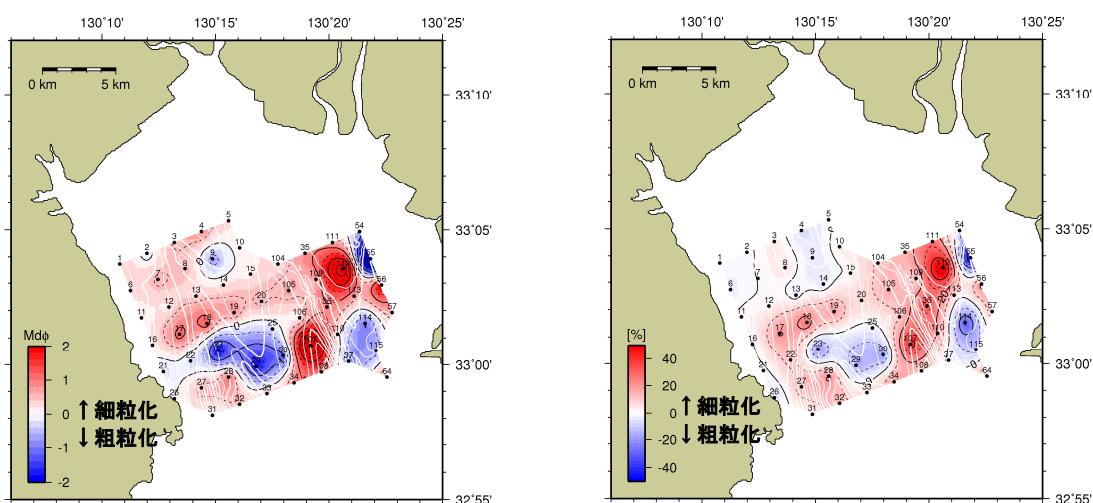


図 4.9 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化(1989～2000 年の差)

出典：環境省 平成 24 年度 有明海懸濁物長期変動把握調査 報告書

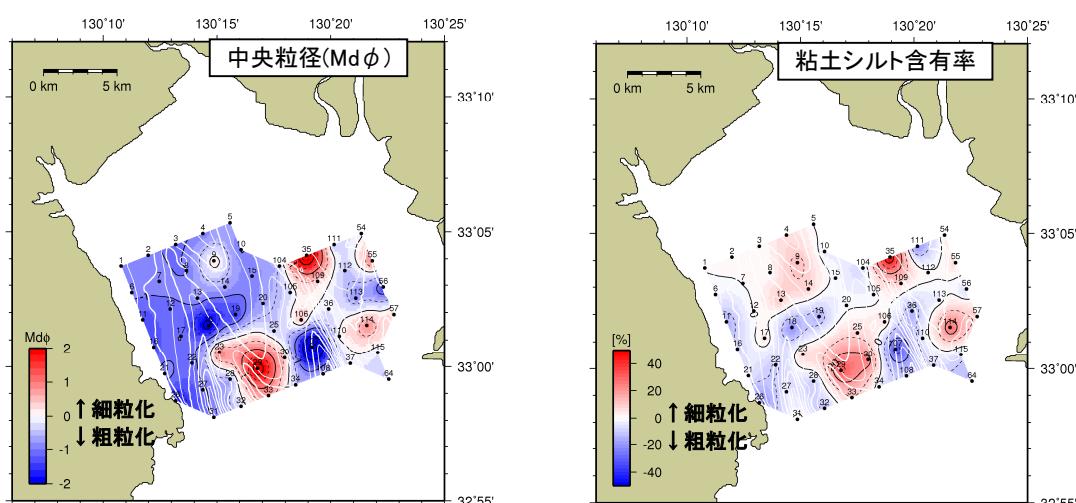


図 4.10 中央粒径と粘土シルト含有率の分布の変化(2000～2009 年の差)

出典：環境省 平成 24 年度 有明海懸濁物長期変動把握調査 報告書

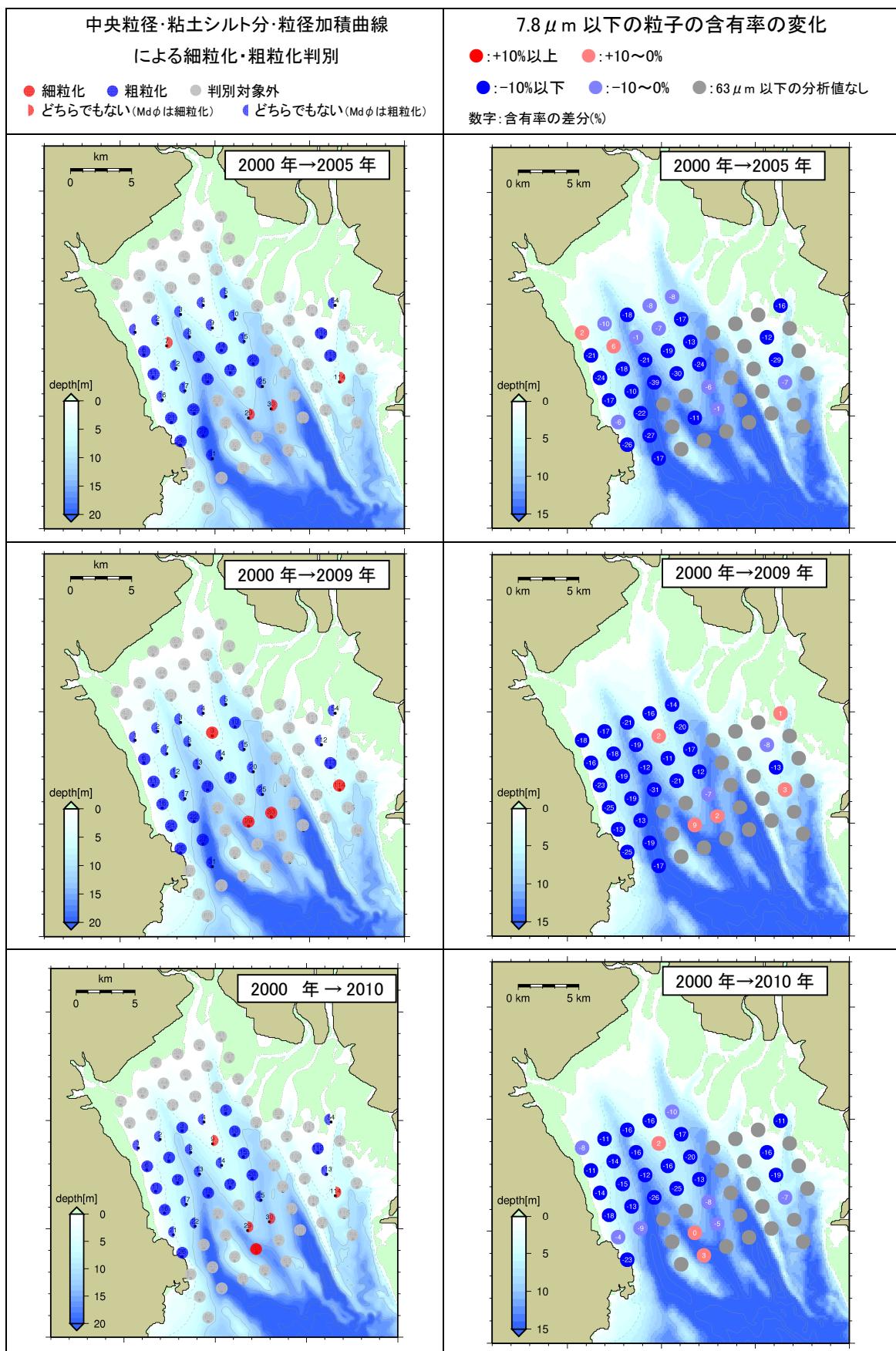
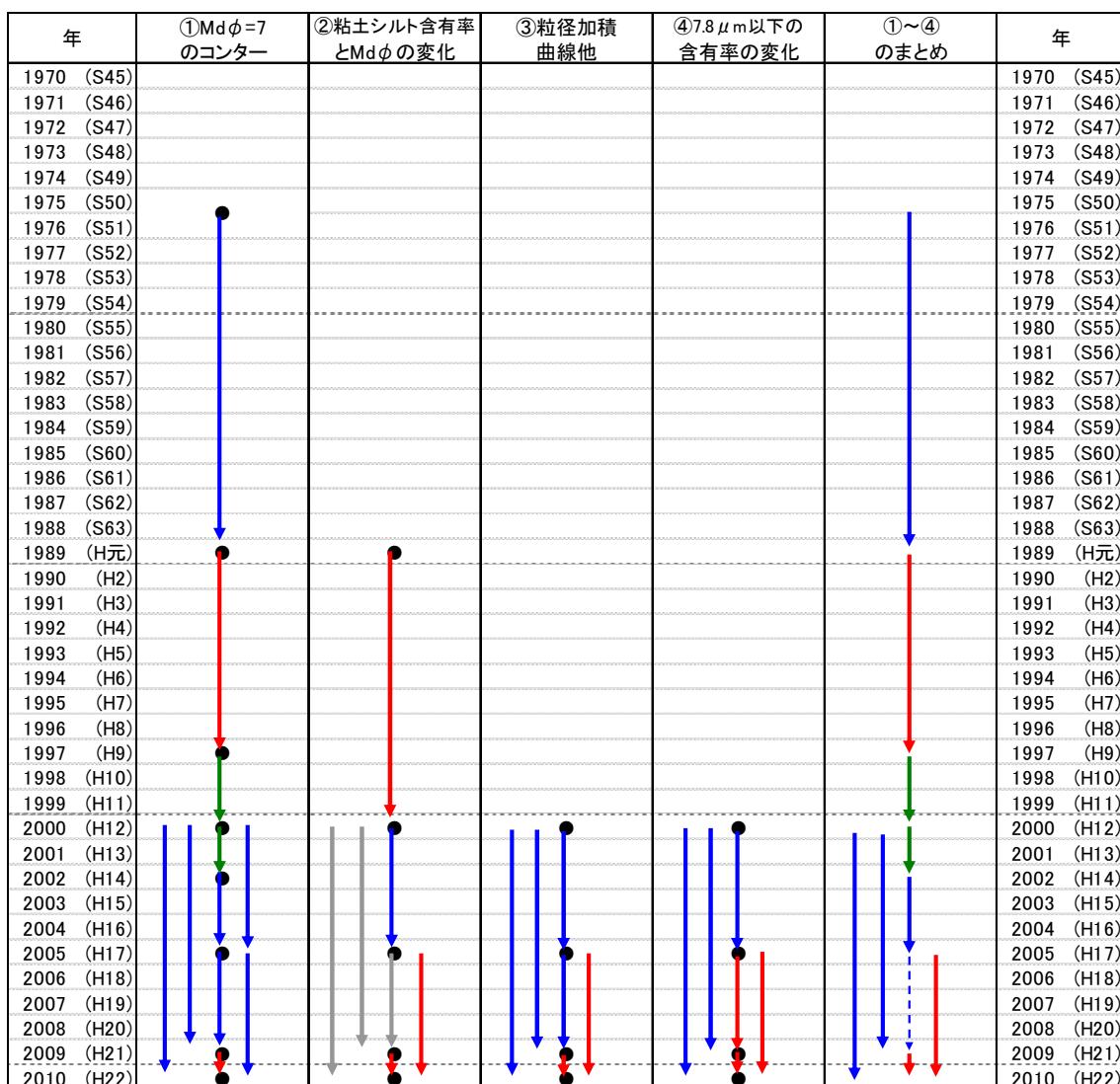


図 4.11 細粒化・粗粒化判別結果と 7.8 μm 以下の粒子の含有率の変化

出典：環境省 平成 24 年度 有明海懸濁物長期変動把握調査 報告書

前述から底質の性状の推移を整理すると、図 4.11 に示した各調査地点では 1970 年代から 1989 年にかけては、粗粒化傾向であった。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を示されたが、 $Md\phi=7$ 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。ただし、2000 年から 2010 年の間でみると、粗粒化の傾向となる。



- ※ 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
- 判別不能
- 粗粒化傾向(明瞭でない)

図 4.12 底質の細粒化・粗粒化状況

出典：環境省 平成 24 年度 有明海懸濁物長期変動把握調査 報告書