

海洋構造、水質環境(海域)、底質環境(海域)、生物生態系の現況について  
(3)

「底質分布と底生生物の関係  
(底層環境評価手法)について」

環境省

「平成 23 年度有明海生態系回復方策検討(生態系解明調査)業務

成果報告書」より



## 1 有明海・八代海における再生技術の考え方

有明海・八代海の環境変化について、環境省に設置された「有明海・八代海総合調査評価委員会」において議論され、環境悪化の原因は様々な要因が複雑に関係し合っており十分な調査・研究が必要であるとしつつ、海域における物質収支のバランスが崩れた直接的な要因の1つとして、

- ・ 底質の悪化や干潟消失等によって底生生物の生息環境が悪化し、底生生物が減少している。
- ・ 底生生物が減少したため、物質循環における有機物分解過程の機能が低下し、海水中の有機物の増加(赤潮抑制機能の低下)や底質中の有機物の蓄積(底層水の酸素消費促進による貧酸素化)が起きている。

などが指摘されている。

また、有明・八代海のような閉鎖性海域における環境改善・再生に当たっては、以下のよう留意点が述べられている。

- ・ 海域特性を十分に把握する必要がある(海域ごとの環境特性に応じた環境改善・再生を考える必要がある)。および海域全体への影響考慮とマスタープランの必要性。
- ・ 大気、水、底質およびこれら間の物質収支を把握する必要がある(赤潮や貧酸素水塊は物質循環が良好でないために頻発するようになっており、特に水、底質およびこれら間の物理的・化学的・生物的物质循環を把握することが必要である)。

そこで、「底生生物の生息環境」の観点から再生技術を検討するために、有明海における環境特性を把握するとともに、底生生物の生息環境を構成する底質環境、水環境、その他環境要因から評価するとともに、評価結果を用いた再生技術の抽出手法について検討した。評価は、数値シミュレーションなど様々な手法がある中で、今回は生物生息環境を評価する手法である HEP を参考に評価を行った。

## 2 検討目的

有明海生態系回復方策検討調査（生態系機能解明調査）では、有明海湾奥部を中心とした生態系を構成する Key species の各ライフステージにおいて重要と考えられる海域の環境現況評価し、評価結果を用いて生態系の再生方策を検討することを目的としている。再生方策を検討するには、Key species の生息上重要と考えられる海域（産卵場、生育場、生息場等）の現況評価を行い、その評価結果を踏まえて検討する必要がある。

Key species は、卵あるいは稚仔の段階が環境のインパクトに対する耐性が弱いことから、産卵場や生育場が重要な海域であると考えられる。そこで、Key species の産卵場や生育場に関係が深いと考えられる底層環境に着目し、餌生物として重要な底生生物の生息環境の観点から以下について検討することを目的とする。

- 1) 再生方策を検討するための底層環境評価手法の検討
- 2) 底層環境評価に必要なモニタリング調査の検討

## 3 検討方針

底層環境評価手法の検討では、生態系再生方策を検討するために、底層環境の評価手法の検討、底層環境の評価に必要なモニタリング調査を検討することの2つを主たる目的として実施する。

### 【検討方針】

#### ○底層環境評価手法の検討

- ・底層水を含めた評価手法、再生方策の方向性を予測できる評価手法を検討する
- ・得られた評価手法を用いてケーススタディ地区における現況評価を実施し、生態系再生方策に反映する

#### ○底層環境評価に必要なモニタリング調査の検討

- ・現状で実施されているモニタリング調査内容を把握し、「有明海・八代海再生フォローアップ調査（底質環境等調査）」で検討した望ましいモニタリング調査計画との乖離を把握
- ・底層環境に必要な調査を抽出し、生態系再生方策に反映

## 4 検討フロー

底層環境評価に関する検討フローを図 4.1.1 に示す。

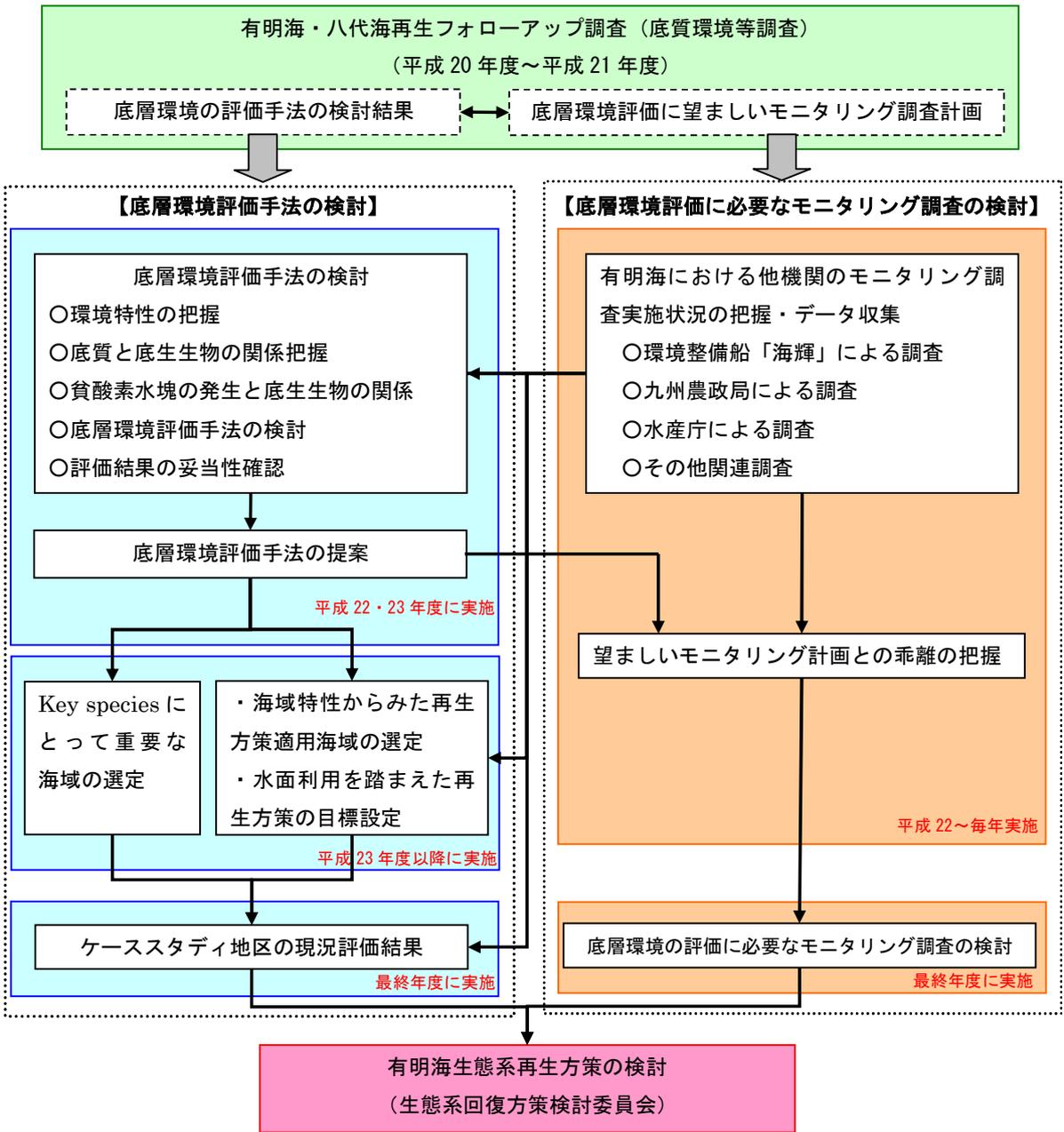


図 4.1.1 検討フロー

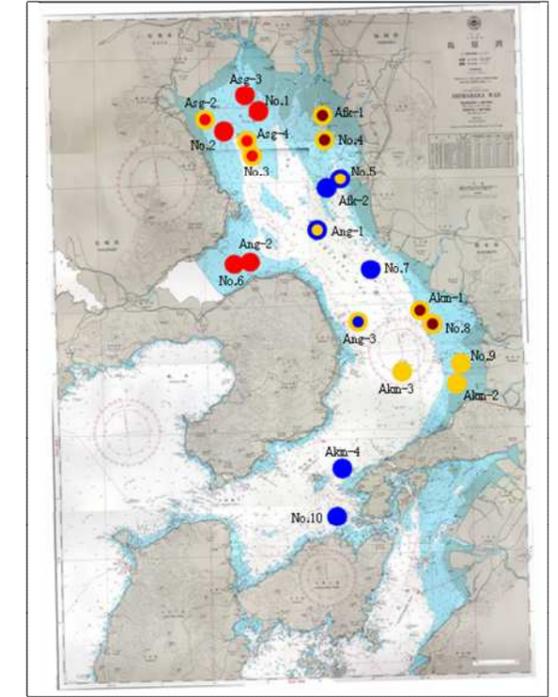
## 5 有明海の環境特性の把握

有明海における底生生物は、それぞれの環境特性に応じて場所ごとに優占する種が異なっている。そこで、再生技術の検討にあたっては、海域特性を十分に把握し、海域ごとの環境特性に応じた環境改善・再生を考える必要がある。

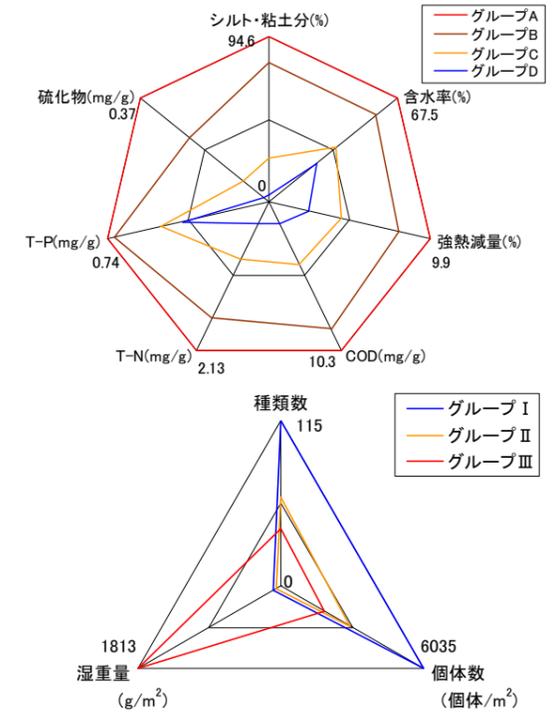
そこで、既存の底質・底生生物調査データを用いて、クラスター解析によって分類したグループ別に、既存資料を収集し環境特性を整理した。

表 4.1.1(1) 有明海における環境特性のまとめ

底質区分	底生生物区分	細区分	地点名	水深(m)	底質(2003~2010)	底生生物(2003~2010)				水質・負荷(1987~2004)	流況等(2002)		
						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	II	A-II (●)	Asg-2	2	泥質で、有機物、栄養塩の堆積量が最も多い底質環境	種類数、個体数が少なく、湿重量も少ない	Corophium sp.	ヒラタヌマコダケガイ	カワグチツボ	COD、PO <sub>4</sub> が最も高く、夏季DOが最も低い	残差流が弱く、海水が停滞しやすい環境である。底質区分は泥分や有機物が蓄積しやすい区分であることから、底層の流れも遅い場所と考えられる。		
			Asg-4	6			ホソツツムシ	ホトトリア科	タルマコカイ			水温、塩分、夏季DO、COD、DIN、透明度、PO <sub>4</sub> は中間的な値である	塩田川沖海底水道の近傍であり、残差流もAsg-2、4と比較すると大きい。底質区分は泥分や有機物が蓄積しやすい区分であることから、底層の流れはAsg-2、4と同様に遅い場所と考えられる。
			No.3	10			タルマコカイ	ホソナギサケマ	クビナスガメ				
	III	A-III (●)	Asg-3	1		種類数、個体数が最も少なく、湿重量が最も多い	サルホウガイ	シズクガイ	トウカガイ科	COD、PO <sub>4</sub> が最も高く、夏季DOが最も低い	残差流が弱く、海水が停滞しやすい環境であり、泥分や有機物が蓄積しやすい		
			No.1	5			Heteromastus sp.	イトコガイ科	トゲイリナコ				
			No.2	6			ヒメコノアサリ	シズクガイ	ハラリオノスピオ属(B型)				
			Ang-2	8			Corophium sp.	シズクガイ	ヒメコノアサリ			底質区分がAsg-3、No.1、No.2と同様のAグループに属していることから、残差流が弱く、海水が滞留しやすいと考えられる。また、大川は流入していないが、調整池内からの流入があることから、有機物量や栄養塩類は高いと考えられる	底質の泥分、有機物量が多いことから、底層の流れは遅い場所であると考えられる
	No.6	8	クビナスガメ	シズクガイ		イトエラスピオ							
	B	II	B-II (●)	Afk-1		3	種類数、個体数が少なく、湿重量も少ない	Sigambra tentaculata	Glycinde sp.	Heteromastus sp.	水温、塩分、夏季DO、COD、DIN、透明度、PO <sub>4</sub> は中間程度	筑後川沖東海底水道付近の地点であり、湾奥西部よりも残差流が南向きに大きいため、湾奥西部よりも泥分が少ない可能性が考えられる	
				No.4		7		ルンブリネリス ロンキフリア	ケンサキスピオ	カタマカリホソイソメ			
Akm-1				11	シズクガイ	ヒサシソコヒ科		ウメノハナガイ	DIN、PO <sub>4</sub> が低く、その他の項目は中間程度	恒流の分布をみると、Akm-1、No.8付近では流れが不規則で弱く、近傍のNo.9、Akm-2と比較すると、泥分等が堆積しやすい環境であると考えられる			
No.8				10	シズクガイ	Prionospio sp.		エウコネ属					
C	I	C-I (●)	No.5	10	砂泥質で、栄養塩、有機物の堆積が少ない底質環境	種類数、個体数が最も多い	Photis sp.	スナクモヒデ科	Corophium sp.	水温、塩分、夏季DO、COD、DIN、透明度、PO <sub>4</sub> は中間程度	筑後川沖東海底水道付近の地点であり、湾奥西部よりも残差流が南向きに大きいため、湾奥西部よりも泥分が少ない可能性が考えられる		
			Ang-1	23			Prionospio sp.	ハラオニス科	Corophium sp.			DIN、PO <sub>4</sub> が低く、その他の項目は中間程度	砂泥質で、有機物の堆積が少ない区分であることから、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
	II	C-II (●)	No.9	4		フクロサガメ	チヨノハナガイ	クダソコエビ	DIN、PO <sub>4</sub> が低く、その他の項目は中間程度	恒流の分布をみると、近傍のAkm-1、No.8付近よりも南向きに大きいことから、Akm-1、No.8よりも泥分等が堆積しにくい環境であると考えられる			
			Akm-2	4		カイトシ目	モロコカイ	Mediomastus sp.					
			Akm-3	42		ハラオニス科	Photis sp.	Sigambra tentaculata			残差流が南向きに比較的大きく、底質の泥分、有機物量が少ない区分であることから、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		
			Afk-2	8		Corophium sp.	ホソツツムシ	タナイス目				水温、塩分、夏季DO、COD、DIN、透明度、PO <sub>4</sub> は中間程度	残差流が南向きに比較的大きく、底質の泥分、有機物量が少ない区分であることから、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
I	D-I (●)	No.7	17	スナクモヒデ科	Corophium sp.	クダソコエビ	冬季水温、塩分、夏季DO、透明度が高く、夏季水温、COD、DIN、PO <sub>4</sub> が低い	詳細は不明					
		Akm-4	50	Gammaropsis sp.	ホヨコエビ	クモヒデ綱							
		No.10	14	Gammaropsis sp.	Corophium sp.	Photis sp.			詳細は不明				
		II	D-II (●)	Ang-3	30	Gammaropsis sp.				ハラオニス科	カザリコカイ科	冬季水温、塩分、夏季DO、透明度が高く、夏季水温、COD、DIN、PO <sub>4</sub> が低い	残差流が大きく、底質の泥分、有機物量が少ない区分であることから、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



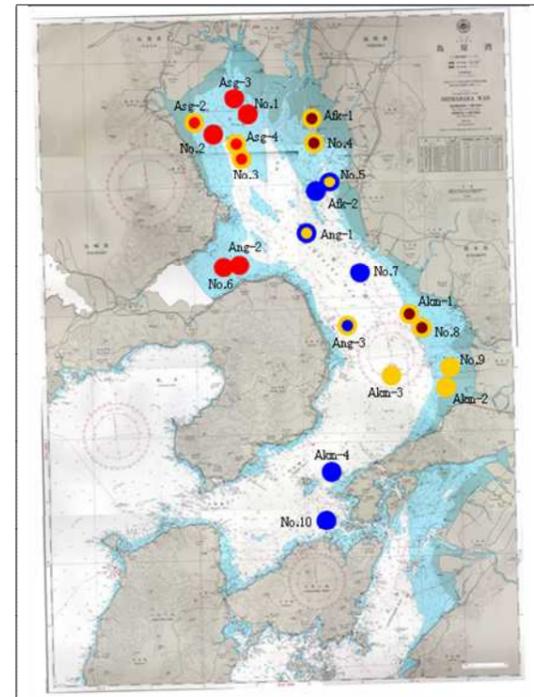
凡例	区分名	地点数	地点
●	A-III	5	Asg-3、No.1、No.2、Ang-2、No.6
●	A-II	3	Asg-2、Asg-4、No.3
●	B-II	4	Afk-1、No.4、Akm-1、No.8
●	C-II	3	No.9、Akm-2、Akm-3
●	C-I	2	No.5、Ang-1
●	D-II	1	Ang-3
●	D-I	4	Afk-2、No.7、Akm-4、No.10



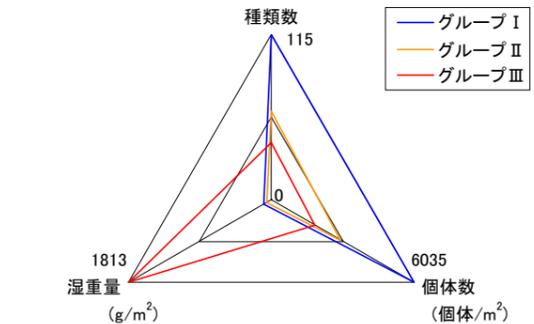
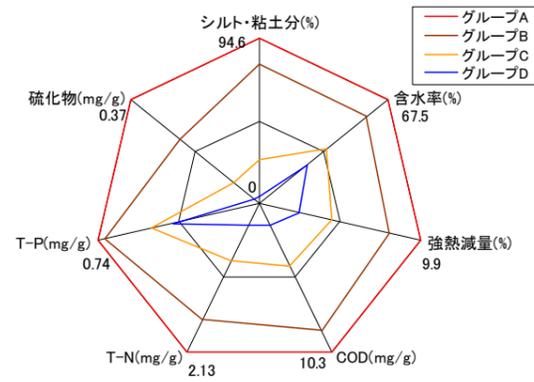
- ※ 項目の括弧内は整理した調査データの年代を示す
- ※ 個体数優占種の網掛けは、●：軟体動物門、■：環形動物門、■：節足動物門、■：その他を示す。
- ※ 水深の基準面は略最低低潮面
- ※ 黒字は既存調査による結果、既存資料による報告を、赤字は詳細不明、及び可能性を示した。

表 4.1.1(2) 有明海における環境特性のまとめ

底質区分	底生生物区分	細区分	地点名	水深(m)	懸濁物の挙動	水塊構造(2004~2010)		赤潮		貧酸素水塊(2004~2010)
						水温・塩分	濁度	確認状況(1986~2005)	構成種(2004~2009)	
A	II	A-II (●)	Asg-2	2	堆積傾向にある区域内の地点	近傍に塩田川が流入しており、貧酸素水塊の発生頻度も高いことから成層構造が形成されていると考えられる	干潟前面で水深が浅く、上げ潮時に底層で高濁度の水塊が発生している可能性が高い	発生延日数が増加しており、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatumの確認日数が多い	貧酸素水塊の発生頻度が高く、南北方向に移動空間的な挙動については不明
			Asg-4	6	侵食傾向にある区域内の地点	夏季に水温・塩分層が形成される	上げ潮時に底層で高濁度の水塊が発生			
			No.3	10	侵食傾向にある区域内の地点					
	III	A-III (●)	Asg-3	1	堆積傾向にある区域内の地点	近傍に塩田川が流入しており、貧酸素水塊の発生頻度も高いことから成層構造が形成されていると考えられる	干潟前面で水深が浅く、泥分が高いことから上げ潮時に底層で高濁度の水塊が発生している可能性が高い	発生延日数が増加しており、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatumの確認日数が多い	貧酸素水塊の発生頻度が高く、南北方向に移動空間的な挙動については不明
			No.1	5	堆積傾向にある区域内の地点					
			No.2	6	堆積傾向にある区域内の地点					
			Ang-2	8	侵食傾向にある区域内の地点					
				No.6	8	侵食傾向にある区域内の地点	河川流量の増加時期に、湾奥部から諫早湾奥部にかけて水温躍層、塩分躍層の形成が報告されている <sup>7)</sup> 。	発生回数、発生延日数が増加しており、頻発化、長期化する傾向	渦鞭毛藻のCochlodinium polykrikoides、ラフィド藻のChattonella antiquaの確認日数が多い	貧酸素水塊の発生頻度が高く、東西方向に往復空間的な挙動については不明
				No.8	8	侵食傾向にある区域内の地点				
	B	II	B-II (●)	Afk-1	3	侵食傾向にある区域内の地点	夏季に水温・塩分層が形成される	水深が浅く、泥分も比較的高いことから上げ潮時に底層で高濁度の水塊が発生している可能性が高い	発生延日数が増加しており、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatumの確認日数が多い
No.4				7	侵食傾向にある区域内の地点					
Akm-1				11	詳細は不明					
No.8				10	詳細は不明					
C	I	C-I (●)	No.5	10	堆積傾向にある区域内の地点	近傍のAfk-2において水温・塩分層が確認されていること、残差流が筑後川や矢部川からNo.5に向かっていくことから、水温・塩分層が形成されると考えられる	詳細は不明	発生延日数が増加しており、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatumの確認日数が多い	調査地点の近傍(沖側)で貧酸素水塊が発生している 本調査地点で発生しているかどうかは不明
			Ang-1	23	詳細は不明	夏季に水温・塩分層が形成される	高濁度水塊は発生しない	発生回数、発生延日数が増加しており、頻発化、長期化する傾向	渦鞭毛藻のCochlodinium polykrikoides、ラフィド藻のChattonella antiquaの確認日数が多い	赤潮が発生し、水温・塩分層が形成され、底質の有機物量が少ない区分であることから、貧酸素水塊は発生していない可能性が考えられる
	II	C-II (●)	No.9	4	詳細は不明	白川、緑川からの河川流入があり、沖合のAkm-3でも成層構造が確認されていることから、水温・塩分層は形成されると考えられる	詳細は不明	発生回数、発生延日数が増加しており、頻発化、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatum、渦鞭毛藻のCochlodinium polykrikoides、ラフィド藻のChattonella antiquaともに確認日数が多い	調査地点の近傍(沖側)で貧酸素水塊が発生している 本調査地点で発生しているかどうかは不明
			Akm-2	4	詳細は不明					
			Akm-3	42	詳細は不明					
	D	I	D-I (●)	Afk-2	8	堆積傾向にある区域内の地点	夏季に水温・塩分層が形成される	泥分が少ないため、海底泥の巻き上がりによる高濁度水塊は発生しない可能性が高いと考えられる	発生延日数が増加しており、長期化する傾向	珪藻のSkeletonema costatumの確認日数が多い
No.7				17	詳細は不明					
Akm-4				50	詳細は不明	高濁度水塊は発生しない				
II		D-II (●)	Ang-3	30	詳細は不明	詳細は不明	泥分が少ないため、海底泥の巻き上がりによる高濁度水塊は発生しない可能性が高いと考えられる	発生回数、発生延日数が増加しており、頻発化、長期化する傾向	渦鞭毛藻のCochlodinium polykrikoides、ラフィド藻のChattonella antiquaの確認日数が多い	底質が砂質であり、有機物量の堆積が少ないことから貧酸素水塊は発生していない可能性が考えられる



凡例	区分名	地点数	地点
●	A-III	5	Asg-3、No.1、No.2、Ang-2、No.6
●	A-II	3	Asg-2、Asg-4、No.3
●	B-II	4	Afk-1、No.4、Akm-1、No.8
●	C-II	3	No.9、Akm-2、Akm-3
●	C-I	2	No.5、Ang-1
●	D-II	1	Ang-3
●	D-I	4	Afk-2、No.7、Akm-4、No.10



※ 項目の括弧内は整理した調査データの年代を示す  
 ※ 個体数優占種の網掛けは、●：軟体動物門、●：環形動物門、●：節足動物門、●：その他を示す。  
 ※ 水深の基準面は略最低低潮面  
 ※ 黒字は既存調査による結果、既存資料による報告を、赤字は詳細不明、及び可能性を示した。

## 6 底生生物の生息環境からみた底質環境の評価

底生生物の生息環境の観点から再生技術を検討することを目的としており、再生技術を検討するには、底生生物の生息環境を構成する底質環境の評価を行い、その評価結果を踏まえて検討する必要がある。本検討は、昨年度と同様に HSI モデルを用いて底生生物の生息環境を構成している底質環境の評価手法を検討し、その妥当性を確認した。

なお、再生の目的を有明海における環境特性に応じた生物多様性のある海域環境であるとした場合を想定して、評価の指標を底生生物の種類数、個体数、多様度指数を事例として SI モデルを構築した。また、海域ごとの環境特性に応じた多様性を検討する観点から、門別種類数、底質区分毎ごとの代表種による SI モデルも事例として構築した。

### 6.1 検討フロー

底質環境の評価は、「生物の住みやすさの指標」である HSI（生物生息環境適性指数：Habitat Suitability Index）モデルを参考に検討した。HSI は、各環境因子について、生物の棲み易さを数値化した指標であり、生息不可能な条件を 0、最適な条件を 1 として表され、生物生息環境の適性を定量化して評価することが可能であり、対象生物にとってその場所の生息適性を判断することができる。一方で、種間競争が考慮されないこと、生物生息環境の長期的な変化を把握することは難しいことなどの課題を持つモデルである。これらの課題については、精度向上のために今後検討すべき事項である。

昨年度は、上記の特徴を持つ HSI モデルを用いて代表種ごとに SI モデルを作成し、得られた SI 値を結合させて HSI を求め、求めた HSI と実測値の関係から評価の妥当性を検討した。本年度は、個体数だけではなく種類数についても昨年度と同様の手法で検討し、その妥当性を検証した。さらに、得られた結果を用いて代表種に対する生息環境の評価を試み、再生技術を抽出するための手法を検討した。

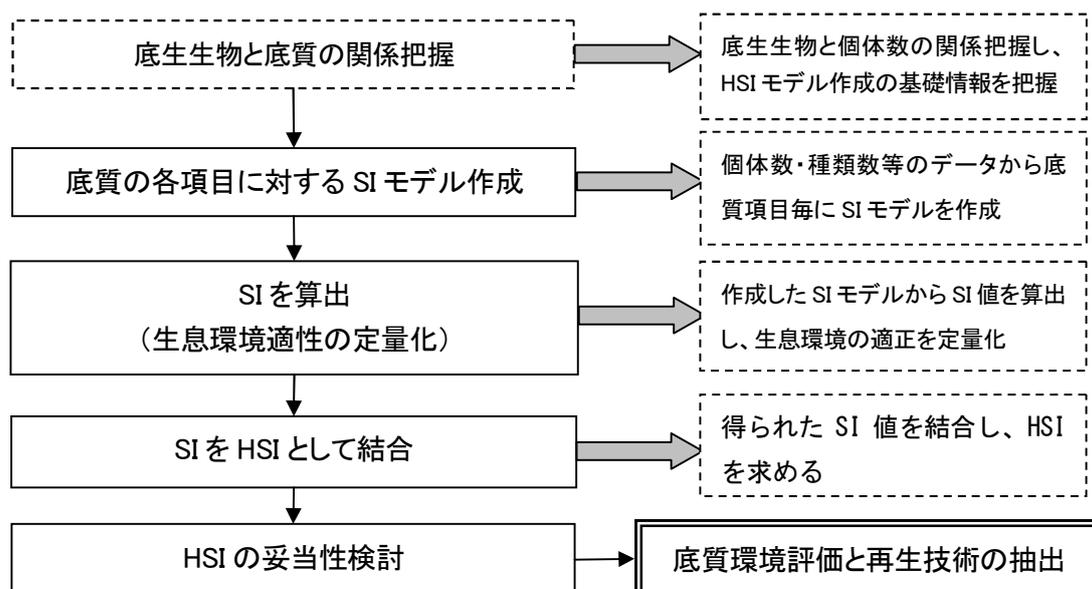


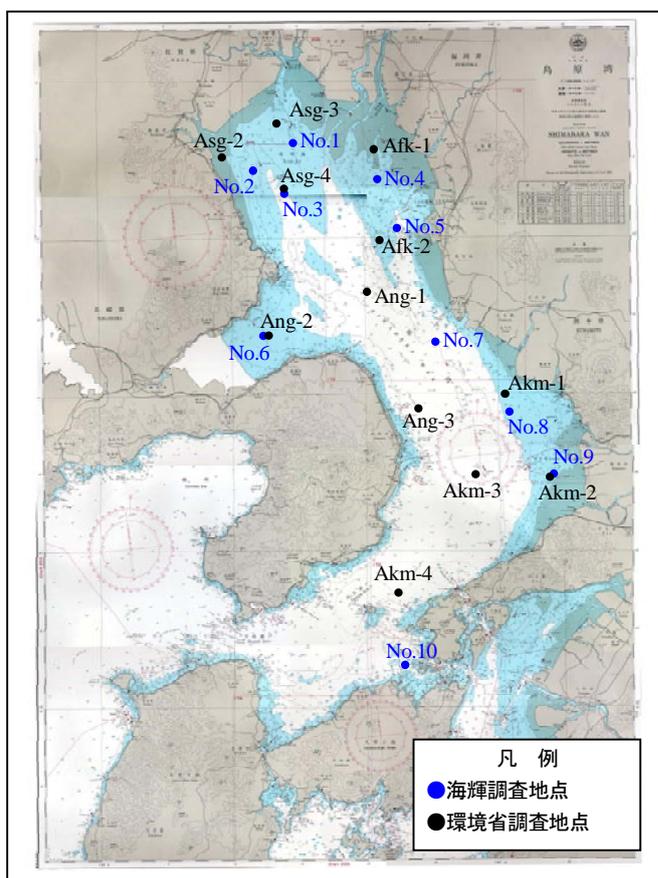
図 6.1.1 底質環境評価の検討フロー

## 6.2 検討に用いたデータ

底質環境の評価では、表 6.2.1 に示す海輝・環境省による調査結果を用いたが、評価を行うにあたっては採取回数を 10 回で行っている海輝では 2004 年以降、環境省では 2005 年以降のデータを用いた。

表 6.2.1 検討に使用したデータ(底質・底生生物)

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
海輝	底質	—	○	○	○	○	○	○	○
	底生生物	—	○	○	○	○	○	○	○
環境省	底質	○	○	○	○	○	○	—	—
	底生生物	—	—	○	○	○	○	—	—



有明海			
環境省調査地点		海輝調査地点	
Afk-1	3m	No.1	5m
Afk-2	8m	No.2	6m
Asg-2	2m	No.3	10m
Asg-3	1m	No.4	7m
Asg-4	6m	No.5	10m
Ang-1	23m	No.6	8m
Ang-2	8m	No.7	17m
Ang-3	30m	No.8	10m
Akm-1	11m	No.9	4m
Akm-2	4m	No.10	14m
Akm-3	42m		
Akm-4	50m		

※) 水深の基準面は略最低低潮面。海図を元に作成

図 6.2.1 調査地点と水深

### 6.3 底質と底生生物の関係

#### 6.3.1 種類数、個体数

底質と底生生物の関係を図 6.3.1 に示す。底生生物の種類数は、シルト・粘土分の少ない底質で多く、泥質域で少ない傾向がみられた。また、COD や硫化物は、値が低いほど種類数が多くなる傾向がみられた。個体数は、種類数ほど明確ではなかった。

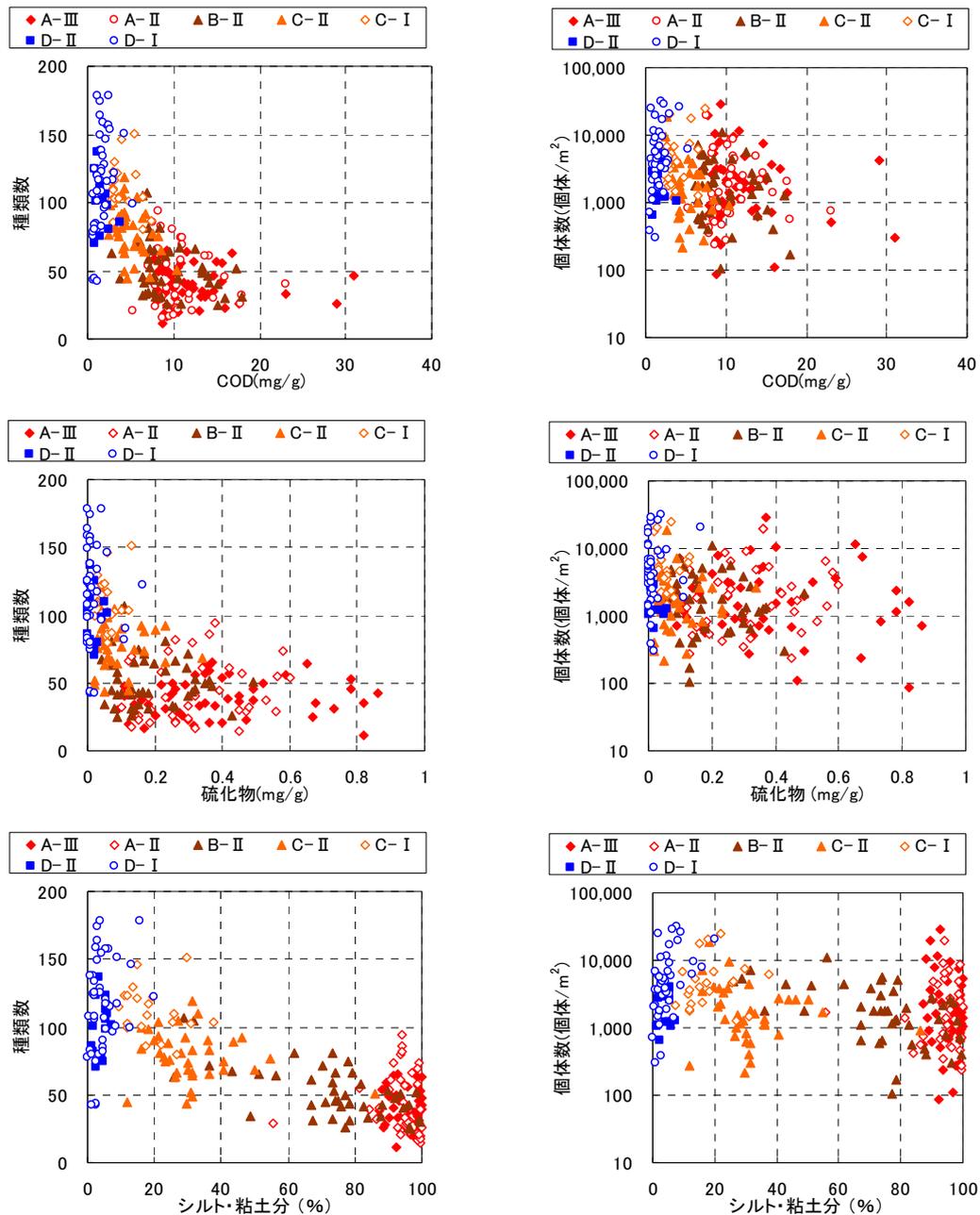


図 6.3.1 底質と底生生物の関係(種類数、個体数)

### 6.3.2 門別個体数

門別個体数ごとの底質との関係を図 6.3.2 に示す。

有明海の軟体動物門は、COD、硫化物、シルト・粘土分が高いグループである A、B グループほど個体数が多くなる傾向がみられた。一方で、環形動物門、節足動物門、その他では、COD、硫化物、シルト・粘土分が高いグループである A、B グループほど個体数が少なくなる傾向がみられた。

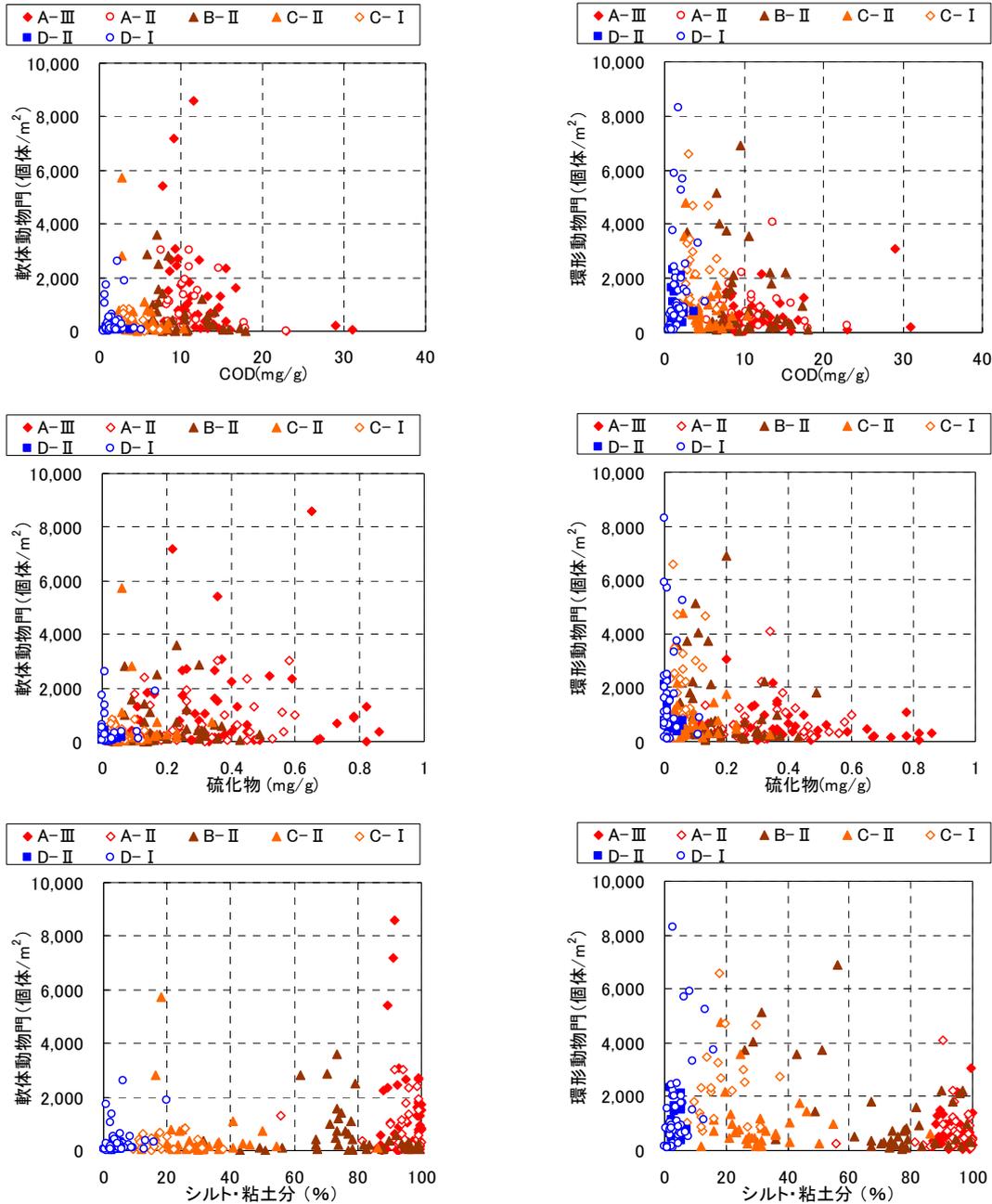


図 6.3.2(1) 底質と底生生物の関係(軟体動物門、環形動物門)

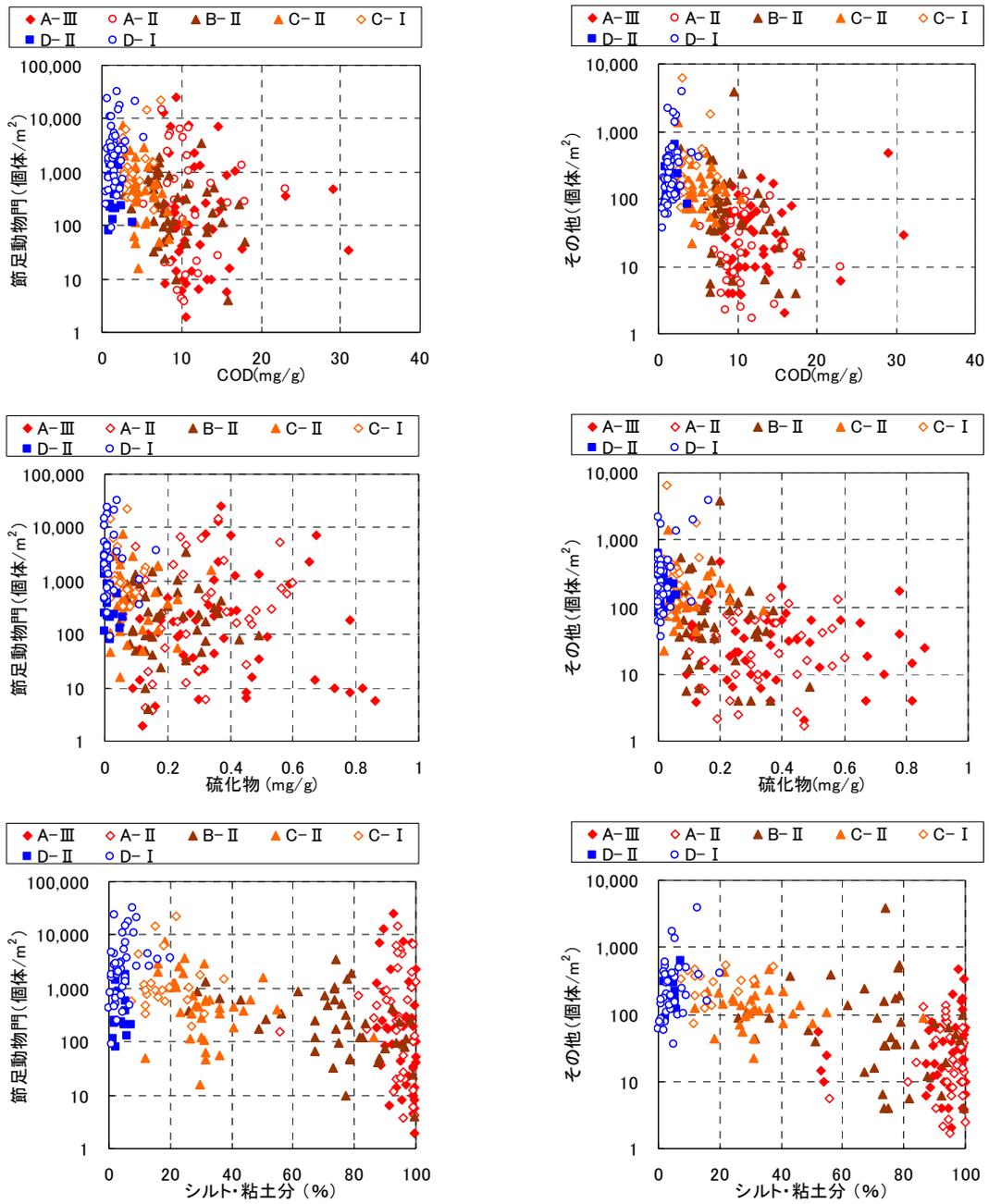


図 6.3.2(2)底質と底生生物の関係(節足動物門、その他)

### 6.3.3 クラスタ解析による底質と底生生物（門別個体数）の関係

表 6.3.1 に示す底質によるクラスタ解析結果と、底生生物の門別個体数を用いてクラスタ解析を行った結果を図 6.3.3 に示す。

これによると、底質のシルト・粘土分、有機物、硫化物が高いグループであるグループ A に属する地点では、底生生物は軟体動物門が多く、節足動物門が比較的少ない区分であるグループ 4、5 に属する場合が多かった。また、底質のシルト・粘土分、有機物、硫化物が低いグループであるグループ D に属する地点では、節足動物門、環形動物門が多く、軟体動物門の比率が低いグループ 1 に属していた。

表 6.3.1 クラスタ解析による分類毎の特徴

項目		グループの特徴	
グループ名	地図上の凡例		
底質	グループ A	A	泥質で有機物、栄養塩の堆積量が最も多い底質環境
	グループ B	B	泥分、有機物、栄養塩の堆積量が多く、グループ A よりも泥分が少ない底質環境
	グループ C	C	砂泥質で、栄養塩、有機物の堆積が少ない底質環境
	グループ D	D	砂質で、栄養塩、有機物量の堆積が最も少ない底質環境
底生生物	グループ 1	①	軟体動物門の割合が低く、節足・環形動物門の割合が高い
	グループ 2	②	軟体動物門の割合が低く、節足動物門の割合が高い
	グループ 3	③	軟体動物門の割合が低く、環形動物門の割合が高い
	グループ 4	④	3 門の比率が概ね同等
	グループ 5	⑤	軟体動物門の割合が高く、環形・節足動物門の割合が低い

【クラスター解析による底質区分】

【クラスター解析による底生物(門別個体数組成)区分】

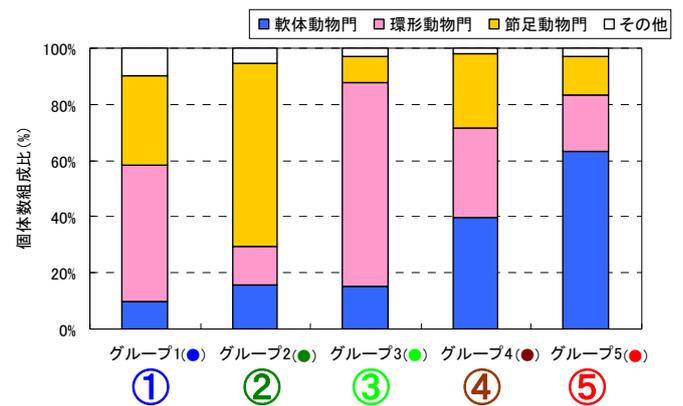
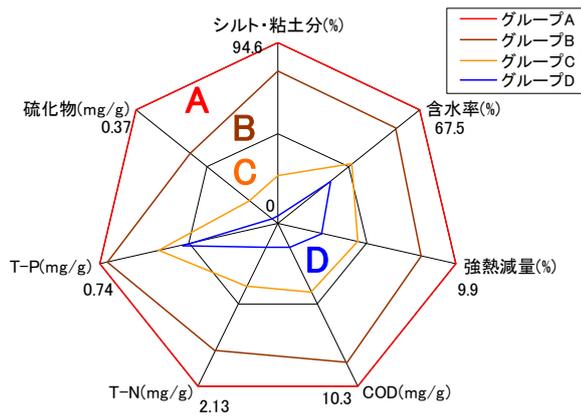
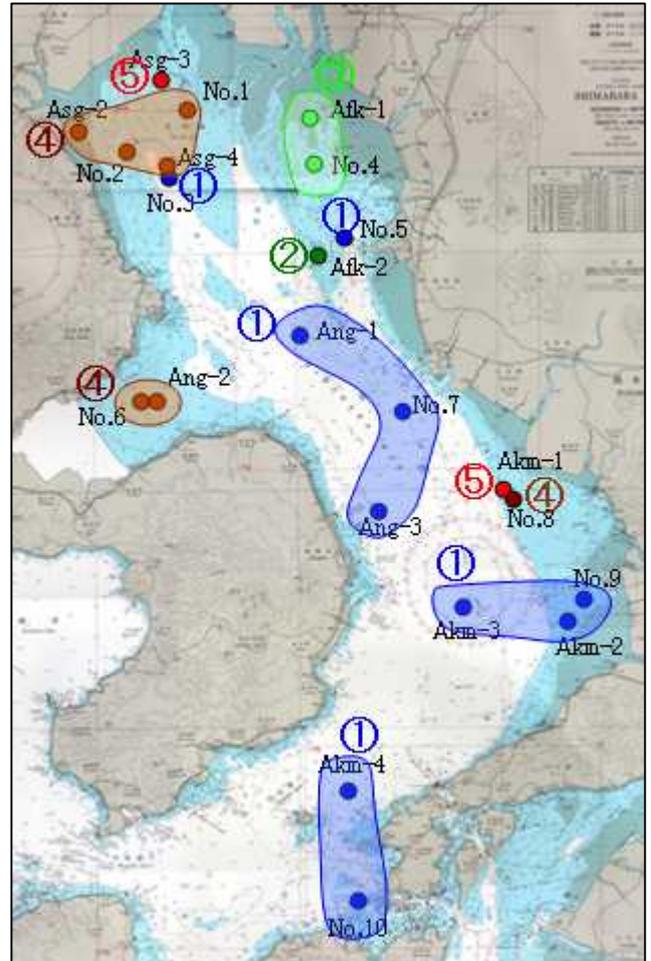
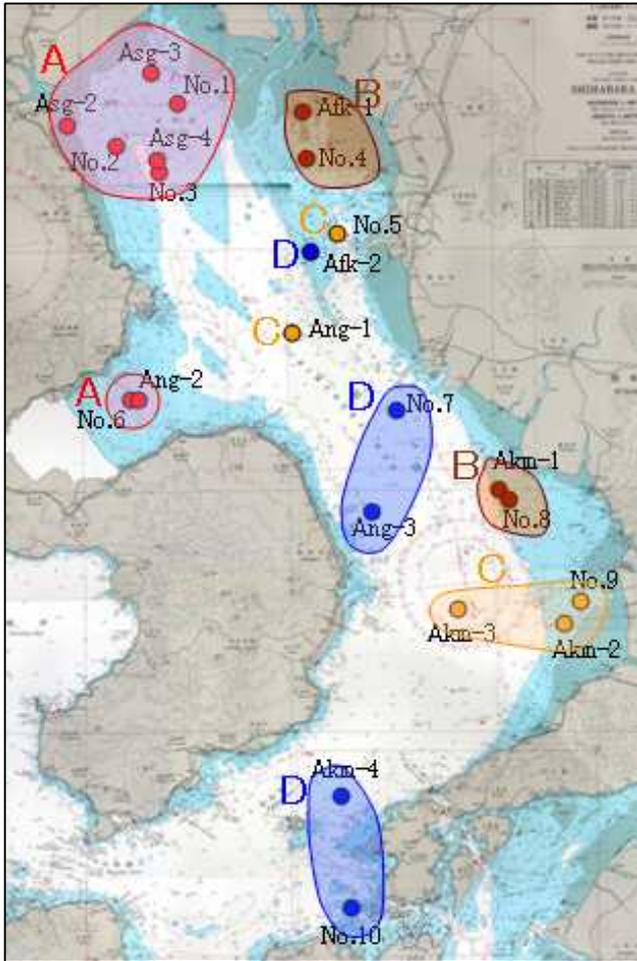


図 6.3.3 クラスター解析による底質と門別個体数の分類結果

## 6.4 HSI モデルの作成事例と妥当性の検証事例

### 6.4.1 SI モデルの作成手法

SI モデルの作成手法として、種類数を用いた場合を例として示す。SI モデルの作成は、底質と種類数のデータから、種類数が最大値を示す底質が最適であるとして ( $SI=1$ )、個体数のデータを標準化した。次に、全データにおける SI と各底質項目の関係をプロットし、SI モデルを求めた。SI モデルは、本調査結果に加えて既存資料から得られる最適な生息範囲を勘案することで一般性を持たせることが出来るが、種類数に関する既存資料は無いことから、下記のように SI モデルを求めた。求めた SI モデルを図 6.4.1 に示す。

#### 手順①：SI=1 の範囲の設定

対象種における望ましい生息環境を示すことから、 $SI=0.6$  以上の範囲を望ましい底質環境として  $SI=1$  とした。 $SI=0.6$  以上に 3 つ以上のプロットが無い場合は、SI が上位 3 位までの範囲を  $SI=1$  とした。

#### 手順②：SI=0 の範囲の設定

調査結果で対象種の個体が採取された全てのデータを含むように x 軸との交点と  $SI=1$  の直線を結び、x 軸との交点よりも大きい場合（もしくは小さい場合）を  $SI=0$  とした。

#### 手順③：上記の補正

SI モデルの作成は、データセットの揃っている 7 項目のデータを用いた。これらの項目について、個々に SI 値と各項目の関係を確認し、再生技術を実施する時に実現性を持たせることができるとの観点を踏まえて、生息環境として望ましいと考えられる範囲（例：硫化物は低いほど生息環境として望ましいと考えられる）を  $SI=1$ 、生息環境として望ましくないと考えられる範囲を  $SI=0$  となるように補正した。

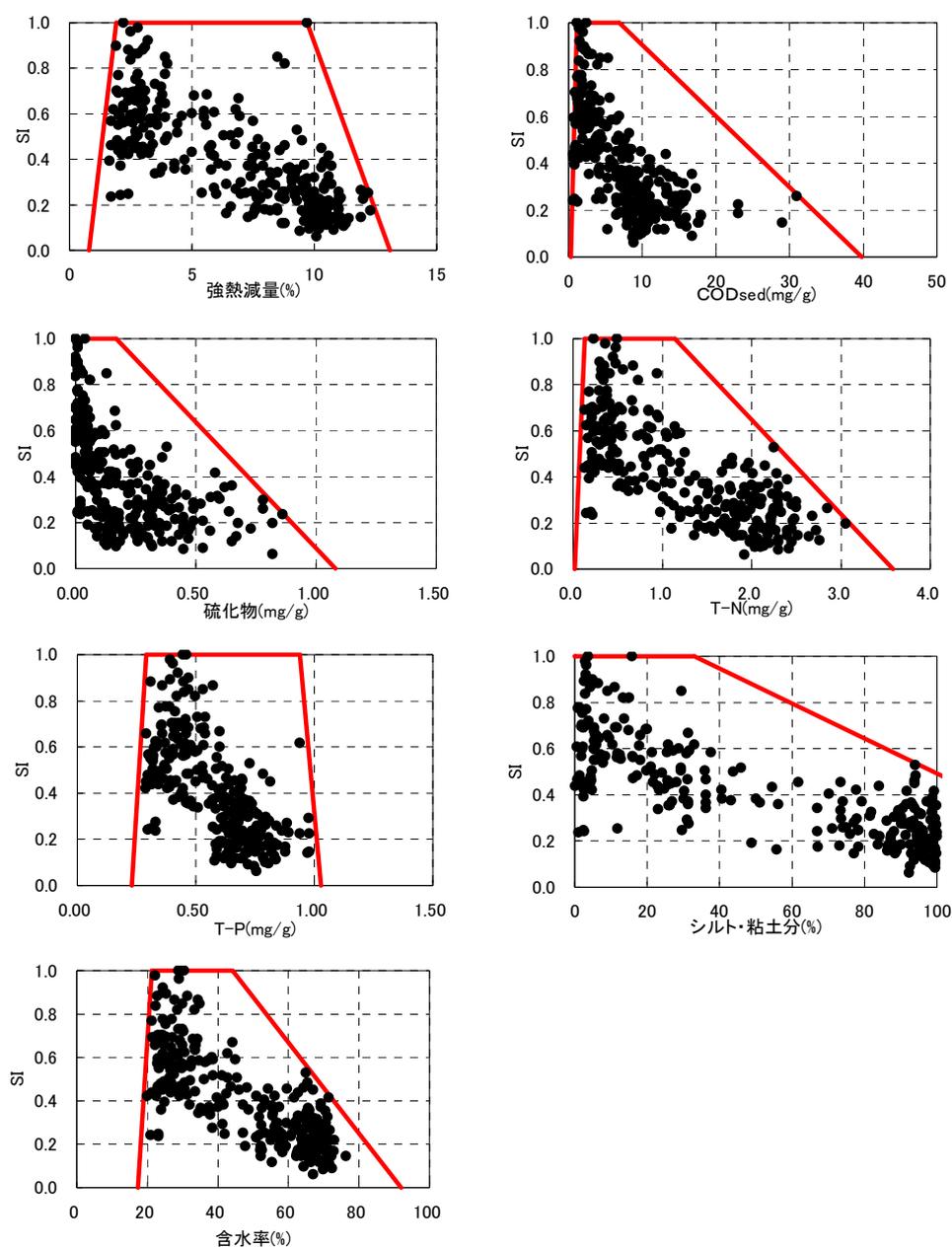


図 6.4.1 作成した種類数による SI モデル

### 6.4.2 HSI の算出と妥当性の検証例

本検討では、SI 値から HSI（生物生息環境適性指数：Habitat Suitability Index）を求めて本手法の妥当性を検討した。HSI の算出は、7つの底質項目のうち、底生生物の「生息基盤」、「生息条件」、「毒性」、「餌量環境」の4つの観点に対する代表項目を抽出して求めることとした（表 6.4.1）。特に、餌量環境の指標は強熱減量、COD、T-N、T-P の4項目が挙げられるが、HSI と種類数の相関が最も高くなる COD を代表項目として選択した。

表 6.4.1 HSI の算出に用いた底質項目

HSI の算出に用いた項目	項目の選定理由
シルト・粘土分	底生生物の生息基盤を示す項目
含水率	底生生物の生息条件を示す項目
硫化物	底生生物の毒性を示す項目
COD	底生生物の餌量環境を示す項目

HSI の算出は、昨年度の検討では底生生物の生息は適性の低い環境要因が制限的に強く影響を与えるとの観点から、得られた底質項目毎の SI の中から最も値の小さい SI 値を HSI とする限定要因法を適用したが、表 6.4.2 に示す観点から、4つの手法を用いて HSI を算出し、その妥当性を検証した。

表 6.4.2 HSI の算出方法

手法	算出方法
①限定要因法 1	Min (SI <sub>シルト・粘土分</sub> 、SI <sub>含水率</sub> 、SI <sub>硫化物</sub> 、SI <sub>COD</sub> )
②限定要因法 2	
③幾何平均	上記に2番目に低い各項目の SI も合算 $\sqrt[4]{SI_{\text{シルト・粘土分}} \times SI_{\text{含水率}} \times SI_{\text{硫化物}} \times SI_{\text{COD}}}$
④積	$SI_{\text{シルト・粘土分}} \times SI_{\text{含水率}} \times SI_{\text{硫化物}} \times SI_{\text{COD}}$

### 6.4.3 算出手法別の妥当性

表 6.4.2 に示す各手法で求めた HSI と種類数の関係を図 6.4.2 に、決定係数を表 6.4.3 に示す。

HSI と種類数の関係について決定係数をみると、限定要因法 1 を用いた場合に決定係数が最も高かった。これより、限定要因法 1 を用いて HSI を算出した場合が最も種類数を精度良く表現できていると考えられた。

表 6.4.3 HSI 算出手法毎の決定係数

算出手法	有明海
①限定要因法 1	0.5590
②限定要因法 2	0.5401
③幾何平均	0.4166
④積	0.4782

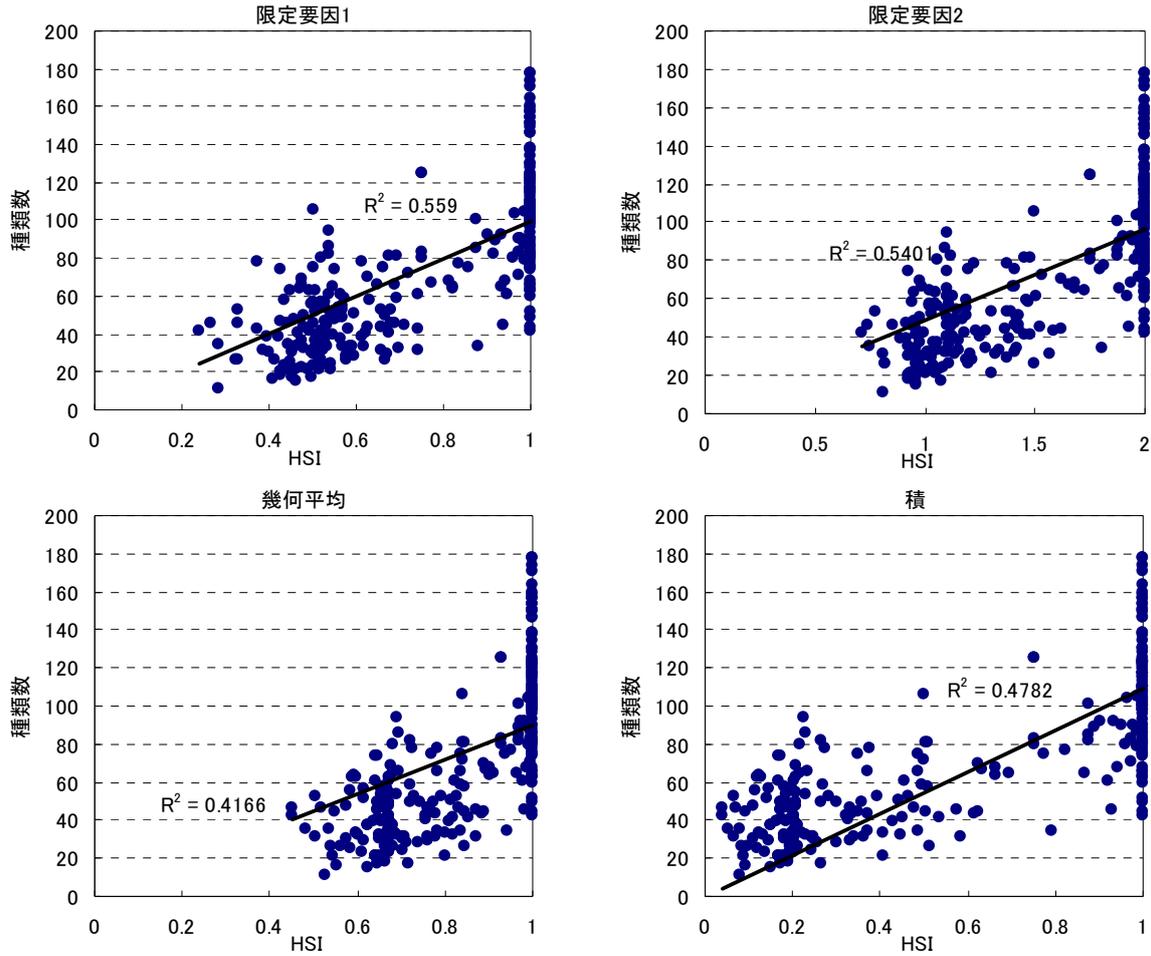
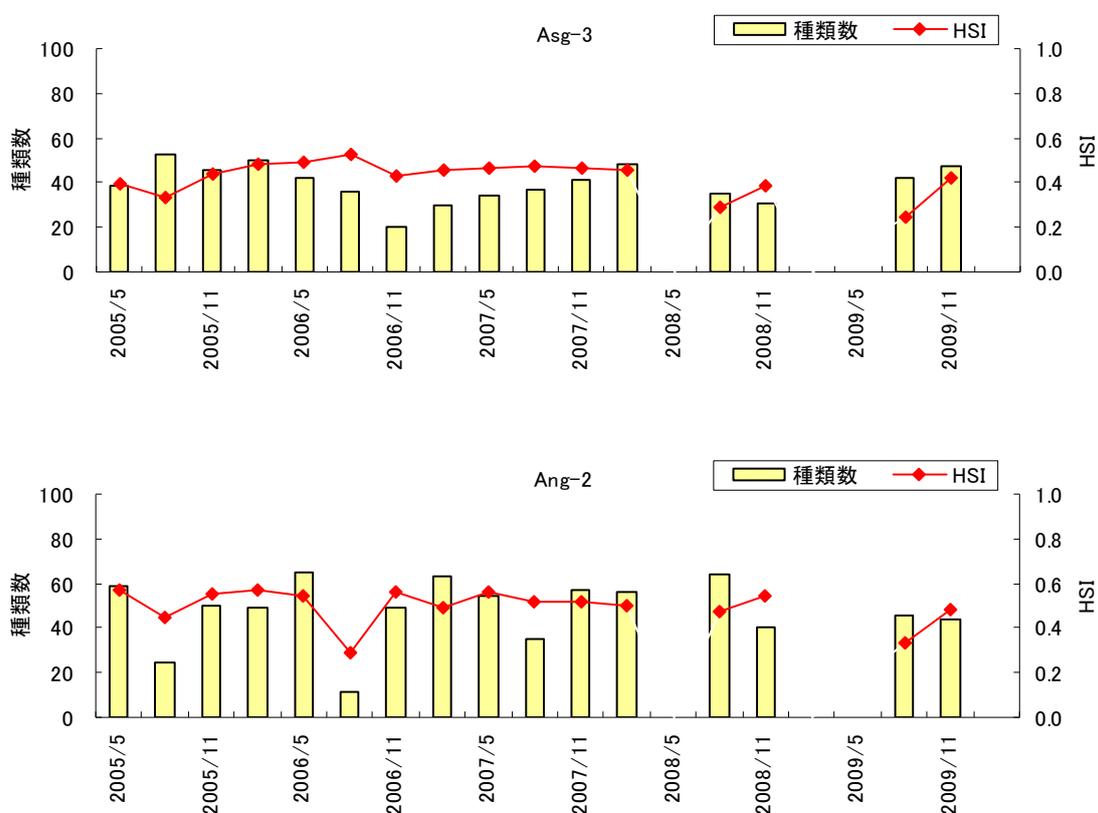


図 6.4.2 算出手法ごとの HSI と個体数の関係

#### 6.4.4 地点毎の妥当性検証

求めた HSI の妥当性の検証は、前述の HSI と種類数の関係に加え、HSI と種類数の経時変化を地点毎に確認することで行った。有明海における代表地点の HSI と種類数の経時変化を図 6.4.3 に示す。なお、経時変化は最も種類数を精度良く表現できる手法である限定要因法を用いて算出した HSI を用いて整理した。

種類数の変動と HSI の変動の傾向は、各地点とも概ね同様であり、種類数が多い場合に HSI が高く、種類数が少ない場合には HSI が低い場合が多いことから、本手法で得られた HSI の値は種類数の変動傾向を概ね表現できていると考えられた。



※HSI は限定要因法で求めた値

図 6.4.3 HSI と種類数の経時変化