



海域環境に関する調査の情報収集等

「ベントス群集と海域環境項目の変動状況との関連性」

令和6年8月
環境省

1. 今回の報告内容（ベントス・底質のデータ整理の目的等）
2. ベントス及び底質データの整理・解析の方法
3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析
 - (1) グループ化
 - (2) グループの経年的な変化の確認
 - (3) 変動要因の解析
4. まとめ

1. 今回の報告内容(ベントス・底質のデータ整理の目的等)

1. 今回の報告内容(ベントス・底質のデータ整理の目的等)

ベントスについて

- ・ 水産有用種を含めた魚類等の餌となり、海域の生物生産を支える機能を有する
- ・ 海域の環境を評価する指標となり得る

現状・課題

- ・ ベントスの変動傾向等の明確な特定には至っていない
- ・ ベントスの変動と底質・貧酸素化等との明確な関係性についても解析を進める必要がある

引用 有明海・八代海等総合調査評価委員会報告(H29.3)

目的

①ベントス及び底質の変動状況の把握

ベントスと底質の変動状況を客観的に把握するために、データの類似性からベントス及び底質データをそれぞれグループ化し、各グループの特徴について整理するとともに、グループの経年変化から変動状況を確認。

②ベントス群集の変化・変動要因の解析

ベントス群集（種類数、個体数、多様度指数）の変動要因について、ベントスの種組成（指標種）や底質との関連性について解析するとともに、その他の要因（出水や貧酸素化等）についても検討する。

- ・ 有明海・八代海等再生対策検討作業支援業務（環境省）で実施した結果を報告※

※ 参考 各小委員会における情報収集等の審議スケジュールについて

○海域小委 **第14回（R6年度）**：生物の生息環境（再生方策），有用二枚貝、ベントス

引用 第53回有明海・八代海等総合調査評価委員会（R6.3）

2. ベントス及び底質データの整理・解析の方法

2. ベントス及び底質データの整理・解析の方法

ベントス・底質における定点調査の概要

調査地点： 有明海、八代海及び橘湾 計28地点

調査頻度： 年2回（夏期・冬期）

調査項目： 底質 泥色、性状、泥温、粒度組成、含水率、pH、
(14項目) 酸化還元電位(ORP)、強熱減量(IL)、
化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、
全りん(T-P)、硫化物(T-S)、全有機炭素(TOC)
底生生物(マクロベントス)※

調査方法： スミスマッキンタイヤ型採泥器で以下のとおり実施
底質： 3回採取し、混合試料を分析
底生生物： 10回採取し同定

※ 2004年度まで3回採取のため検討には2005年度以降のデータを用いた。

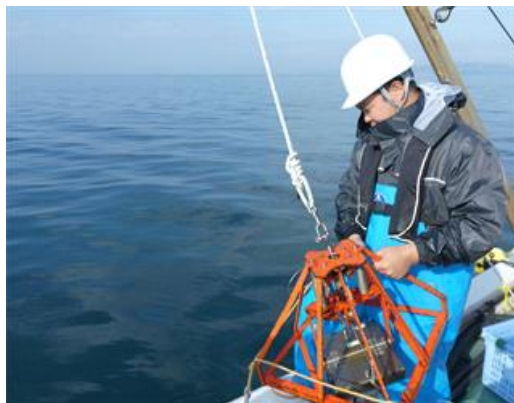


図1 ベントス・底質の試料採取状況

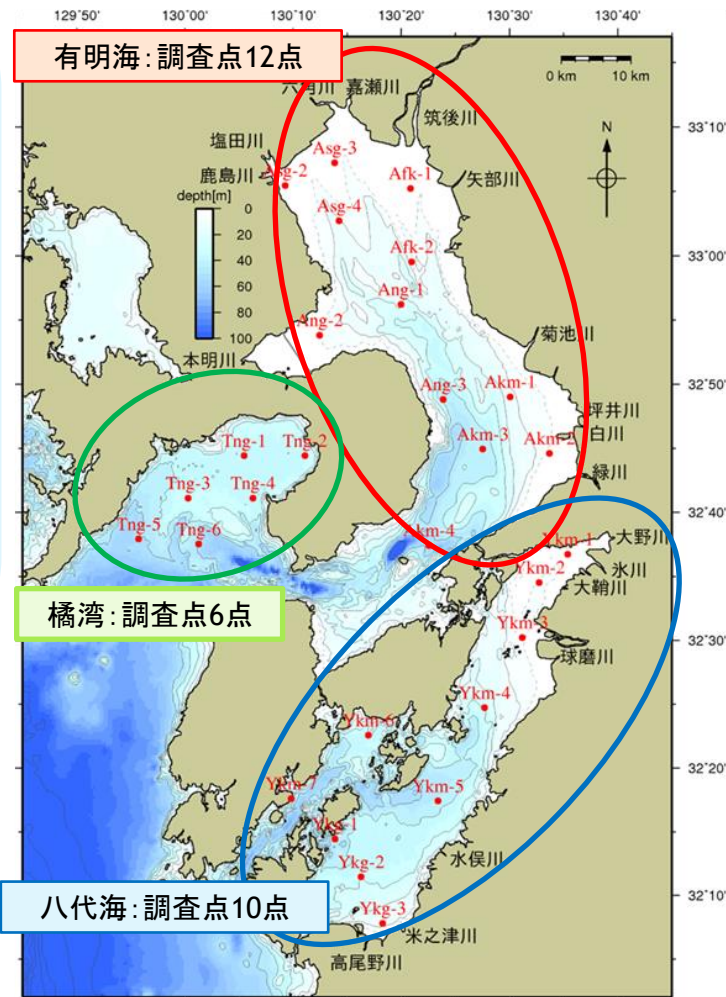


図2 有明海・八代海等における定点調査地点

2. ベントス及び底質データの整理・解析の方法

解析の方法

(1) グループ化※1

互いに似た性質のものを
海域・季節別に**グループ**
として設定
(平面分布も併せて確認)

対象※	項目	海域	地点数	季節	グループ
ベントス	種別個体数	有明海	12	夏期	生物グループ (○種類)
				冬期	生物グループ (△種類)
		八代海	10	夏期	生物グループ (▽種類)
				冬期	生物グループ (□種類)
底質	T-N, COD, T-S, Md※2	有明海	12	夏期	底質グループ (●種類)
				冬期	底質グループ (▲種類)
		八代海	10	夏期	底質グループ (▼種類)
				冬期	底質グループ (■種類)

※2005～2022年(一部欠測)

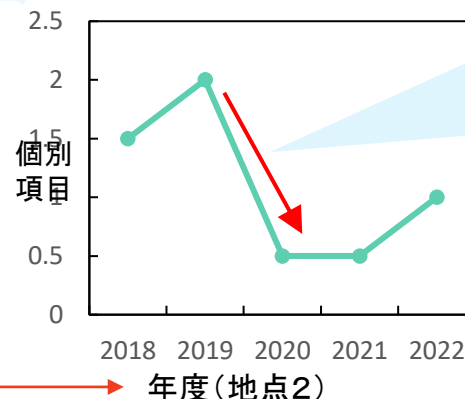
(2) グループの経年的な変化の確認

有明海(例)

調査年度	2018	2019	2020	2021
季節	夏			
グループ	地点1	1	1	1
	地点2	1	2	1
	地点3	3	3	3
	地点4	2	2	2

グループの変化があっ
た地点・年度を確認

(3) 変動要因の解析



グループの変動があっ
た際の**各項目**の変動
状況や**大雨等**による
事象の有無を確認
し、**変動要因**を考察

※1 グループ化にあたっては、クラスター分析(凝集型階層的クラスタリング)を使用し、連結法としてWard法、対象間の距離としてユークリッド平方距離を使用し、PERMANOVA(Permutational Multivariate Analysis of Variance)による検定を併せて行い、有意に群集組成が異なっている($p < 0.05$)ことを確認

※2 ベントスの生息環境に密接に関連する4項目「全窒素(T-N):栄養状態を表す指標」「化学的酸素要求量(COD):栄養や汚濁状況等を表す指標」「硫化物(T-S):毒物影響の可能性を表す指標」「中央粒径(Md):生物の棲み処としての性状を表す指標」を設定

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(1) グループ化

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(1) 生物・底質データのグループ化 (有明海：夏期)

表 生物グループ別の特徴(有明海：夏期)

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
1	12	25 (16)	1,829 (2,265)	2.34 (0.59)
		トラミスゴマツボ、カクゲツボ、ヒラヌマコダキガイ		
2	57	34 (19)	2,333 (2,333)	2.91 (0.94)
		イトエラスピオ、 <i>Heteromastus.sp.</i> 、 <i>Glycinde.sp.</i>		
3	47	62 (18)	2,364 (2,586)	3.87 (0.88)
		ウメノハナガイ、ヨコヤマキセワタガイ、カймシ目		
4	18	68 (18)	1,201 (704)	4.66 (0.51)
		キヌタレガイ、星口動物門、イトクスホシムシ属		
5	53	109 (36)	2,649 (1,948)	5.19 (0.71)
		<i>Eunice.sp.</i> 、クモヒデ綱、タンザクゴカイ科		
6	15	79 (25)	11,323 (13,188)	2.88 (1.34)
		ホトギスガイ、 <i>Urothoe.sp.</i> 、レプトケリア科		

注1)種類数、個体数、多様度の数値は、各グループに所属する調査点の平均値を示し、値の小さい順にセルの背景色を濃く表示（「最小値」「最大値の30%未満」「30～70%」「70%以上」「最大値」の5段階の順）

注2)IndVal法により、有意（ $p<0.05$ ）に高い値を示す上位3種を各グループの指標種とし、下段に記載

注3)括弧内は標準偏差

表 底質グループ別の特徴(有明海：夏期)

底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
		(mg/g・dry)			(mm)
I	28	2.11 (0.28)	21.7 (3.7)	0.32 (0.15)	0.012 (0.004)
II	30	2.06 (0.35)	14.3 (3.0)	0.68 (0.14)	0.015 (0.014)
III	52	1.57 (0.29)	11.7 (3.0)	0.26 (0.10)	0.028 (0.022)
IV	24	1.02 (0.24)	7.4 (1.8)	0.15 (0.06)	0.133 (0.036)
V	47	0.38 (0.17)	2.0 (0.8)	0.03 (0.02)	0.425 (0.061)
VI	20	0.22 (0.05)	1.5 (0.6)	0.03 (0.03)	0.278 (0.038)

注1)底質項目の数値は、各グループに所属する調査点の平均値。中央粒径以外の項目は値の大きい順にセルの背景色を濃く表示（「最大値」「最大値の70%以上」「30～70%」「30%未満」「最小値」の5段階の順）。中央粒径はその逆の順

注2)括弧内は標準偏差

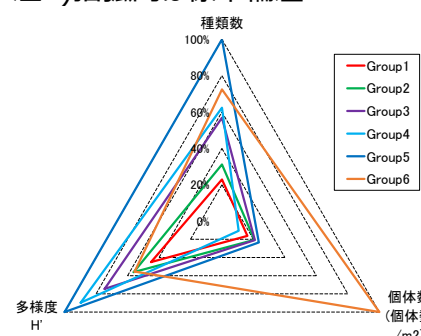


図 各生物グループの特徴

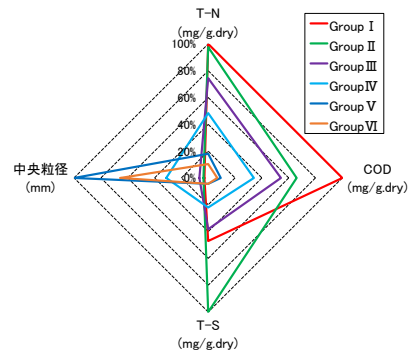


図 各底質グループの特徴

注) レーダチャートは、各グループの平均値を示し、全グループの最大値を100%とした

(1) 生物・底質データのグループ化（有明海：冬期）

表 生物グループ別の特徴(有明海：冬期)

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
1	15	25 (9)	2,178 (1,987)	2.89 (0.81)
		ヒラタヌマコダキガイ、トラミスゴマツボ、レウコン科		
2	15	57 (31)	8,574 (9,379)	3.03 (0.62)
		<i>Corophium.sp.</i> 、イトエラスピオ、シズクガイ		
3	24	38 (13)	989 (663)	3.42 (0.58)
		<i>Heteromastus.sp.</i> 、モヨウツノメヒ、サルホウガイ		
4	45	70 (23)	4,079 (10,365)	4.03 (1.06)
		ダルマゴカイ、トロコエヒ、ウメノハナガイ		
5	21	56 (25)	785 (663)	4.42 (0.55)
		<i>Maldane.sp.</i> 、モロゴカイ、 <i>Tambalagamia.fauveli</i>		
6	59	102 (43)	3,754 (7,334)	4.77 (1.38)
		シリス亜科、ハラオニス科、タンザクゴカイ科		

注1)種類数、個体数、多様度の数値は、各グループに所属する調査点の平均値を示し、値の小さい順にセルの背景色を濃く表示（「最小値」「最大値の30%未満」「30～70%」「70%以上」「最大値」の5段階の順）
注2)IndVal法により、有意（ $p<0.05$ ）に高い値を示す上位3種を各グループの指標種とし、下段に記載
注3)括弧内は標準偏差

表 底質グループ別の特徴(有明海：冬期)

底質グループ	調査点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
		(mg/g・dry)			(mm)
I	32	2.22 (0.21)	19.2 (2.9)	0.41 (0.12)	0.011 (0.002)
II	47	1.86 (0.40)	11.2 (3.4)	0.18 (0.08)	0.022 (0.019)
III	17	1.49 (0.25)	13.4 (2.5)	0.34 (0.06)	0.026 (0.022)
IV	23	0.98 (0.26)	6.8 (1.8)	0.11 (0.06)	0.132 (0.024)
V	59	0.32 (0.17)	1.6 (0.7)	0.02 (0.01)	0.371 (0.078)

注1)底質項目の数値は、各グループに所属する調査点の平均値。中央粒径以外の項目は値の大きい順にセルの背景色を濃く表示（「最大値」「最大値の70%以上」「30～70%」「30%未満」「最小値」の5段階の順）。中央粒径はその逆の順
注2)括弧内は標準偏差

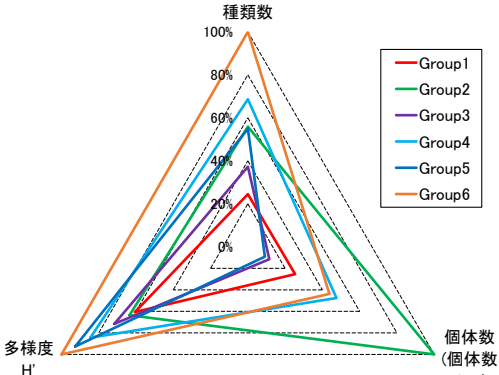


図 各生物グループの特徴

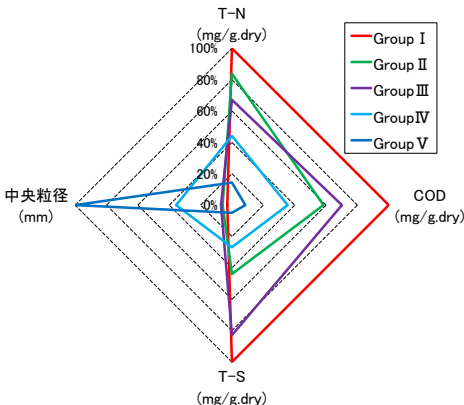


図 各底質グループの特徴

注) レーダチャートは、各グループの平均値を示し、全グループの最大値を100%とした

(1) 生物・底質データのグループ化 (八代海：夏期)

表 生物グループ別の特徴(八代海：夏期)

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
1	33	46 (11)	1,241 (989)	3.66 (0.85)
		リソツボ科、ダルマコカイ、シズクガイ		
2	12	28 (21)	4,512 (10,975)	3.11 (0.95)
		<i>Heteromastus.sp.</i> 、トゲイカリナマコ、 <i>Capitella.sp.</i>		
3	21	45 (16)	743 (540)	4.14 (0.46)
		モロコカイ、 <i>Pholoe.sp.</i> 、カドソコシエビ		
4	46	49 (15)	1,043 (757)	4.21 (0.55)
		<i>Magelona.sp.</i> 、エーレルシスピオ、 <i>Lumbrineris.sp.</i>		
5	13	96 (23)	1,460 (768)	5.16 (0.35)
		<i>Paraprionospio.sp.</i> CI型、 <i>Aricidea.sp.</i> 、 <i>Chone.sp.</i>		
6	13	123 (25)	3,220 (2,062)	4.86 (0.99)
		<i>Caprella.sp.</i> 、ウミグモ綱、ドロミ		

注1)種類数、個体数、多様度の数値は、各グループに所属する調査点の平均値を示し、値の小さい順にセルの背景色を濃く表示 (「最小値」「最大値の30%未満」「30～70%」「70%以上」「最大値」の5段階の順)
注2)IndVal法により、有意 (p<0.05) に高い値を示す上位3種を各グループの指標種とし、下段に記載
注3)括弧内は標準偏差

表 底質グループ別の特徴(八代海：夏期)

底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
		(mg/g・dry)			(mm)
I	16	2.16 (0.13)	19.8 (2.3)	0.37 (0.14)	0.012 (0.005)
II	18	1.98 (0.18)	12.2 (2.6)	0.34 (0.06)	0.014 (0.011)
III	21	1.94 (0.22)	14.9 (2.0)	0.19 (0.05)	0.016 (0.010)
IV	56	1.27 (0.34)	8.3 (2.2)	0.13 (0.06)	0.053 (0.032)
V	25	0.49 (0.16)	2.2 (1.2)	0.01 (0.01)	0.296 (0.070)

注1)底質項目の数値は、各グループに所属する調査点の平均値。中央粒径以外の項目は値の大きい順にセルの背景色を濃く表示 (「最大値」「最大値の70%以上」「30～70%」「30%未満」「最小値」の5段階の順)。中央粒径はその逆の順
注2)括弧内は標準偏差

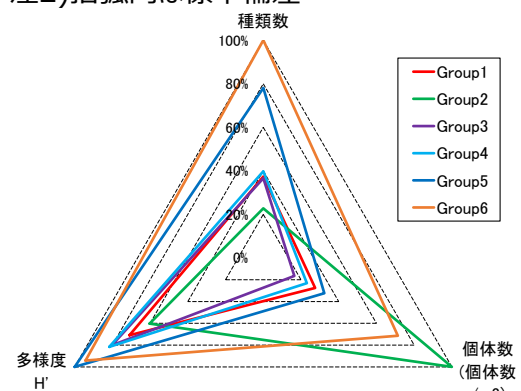


図 各生物グループの特徴

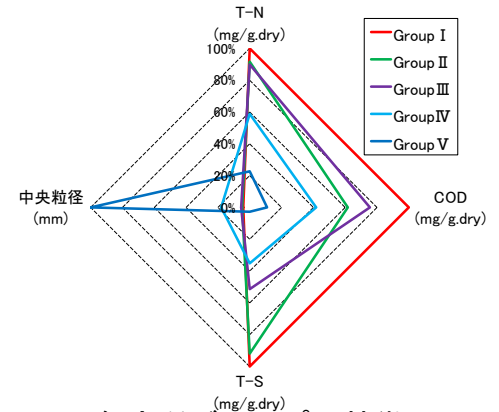


図 各底質グループの特徴

注) レーダチャートは、各グループの平均値を示し、全グループの最大値を100%とした

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(1) 生物・底質データのグループ化 (八代海：冬期)

表 生物グループ別の特徴(八代海：冬期)

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
1	19	41 (19)	902 (1,201)	4.10 (0.64)
		<i>Euchone.sp.</i> 、ヒサシコエビ科、 <i>Sthenolepis.sp.</i>		
2	29	59 (14)	2,260 (1,679)	3.77 (0.88)
		ダルマゴカイ、ホドトリア科、 <i>Glycinde.sp.</i>		
3	32	46 (20)	704 (687)	4.32 (0.49)
		イトクスホシムシ属、パラオニス科、 <i>Lumbrineris.sp.</i>		
4	15	43 (21)	1,054 (1,115)	4.10 (0.51)
		<i>Lumbrineris.longifolia</i> 、モロゴカイ、 <i>Chaetozone.sp.</i>		
5	12	135 (24)	4,341 (3,049)	5.37 (0.28)
		<i>Urothoe.sp.</i> 、タマエガイ属、 <i>Armandia.sp.</i>		
6	12	111 (24)	2,362 (1,430)	5.06 (0.74)
		<i>Aricidea.sp.</i> 、 <i>Paraprionospio.sp.</i> CI型、 <i>Lanice.sp.</i>		

注1)種類数、個体数、多様度の数値は、各グループに所属する調査点の平均値を示し、値の小さい順にセルの背景色を濃く表示 (「最小値」「最大値の30%未満」「30~70%」「70%以上」「最大値」の5段階の順)

注2)IndVal法により、有意 ($p<0.05$) に高い値を示す上位3種を各グループの指標種とし、下段に記載

注3)括弧内は標準偏差

表 底質グループ別の特徴(八代海：冬期)

底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
		(mg/g・dry)			(mm)
I	26	2.10 (0.22)	15.7 (4.0)	0.36 (0.11)	0.010 (0.002)
II	30	1.90 (0.19)	12.1 (3.2)	0.12 (0.03)	0.022 (0.021)
III	37	1.12 (0.24)	7.1 (2.3)	0.11 (0.07)	0.073 (0.062)
IV	25	0.51 (0.16)	2.0 (0.9)	0.02 (0.02)	0.337 (0.150)

注1)底質項目の数値は、各グループに所属する調査点の平均値。中央粒径以外の項目は値の大きい順にセルの背景色を濃く表示 (「最大値」「最大値の70%以上」「30~70%」「30%未満」「最小値」の5段階の順)。中央粒径はその逆の順

注2)括弧内は標準偏差

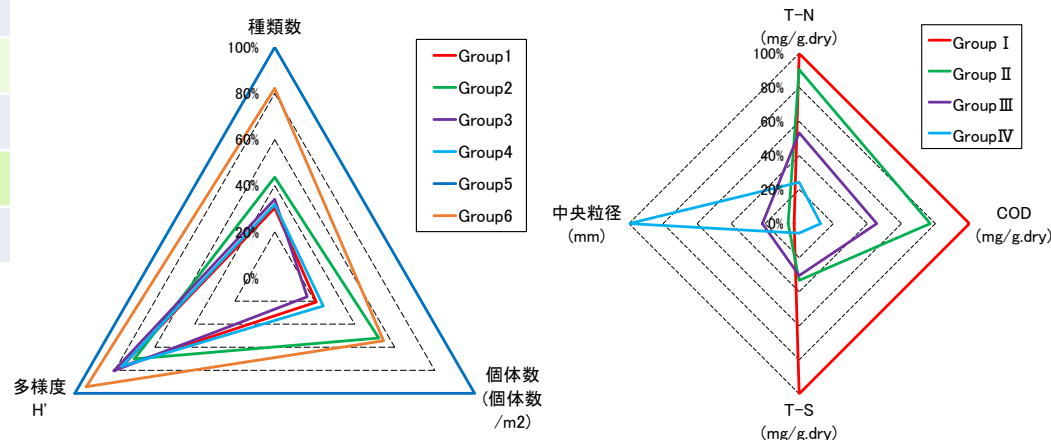


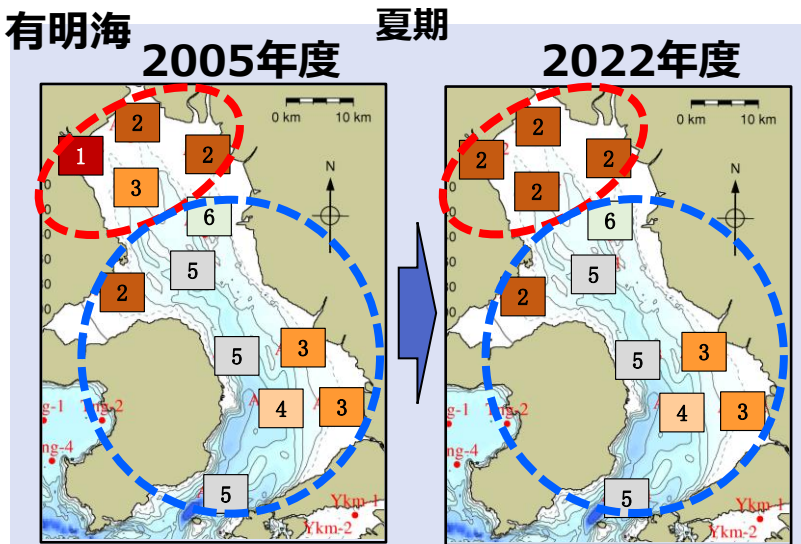
図 各生物グループの特徴

図 各底質グループの特徴

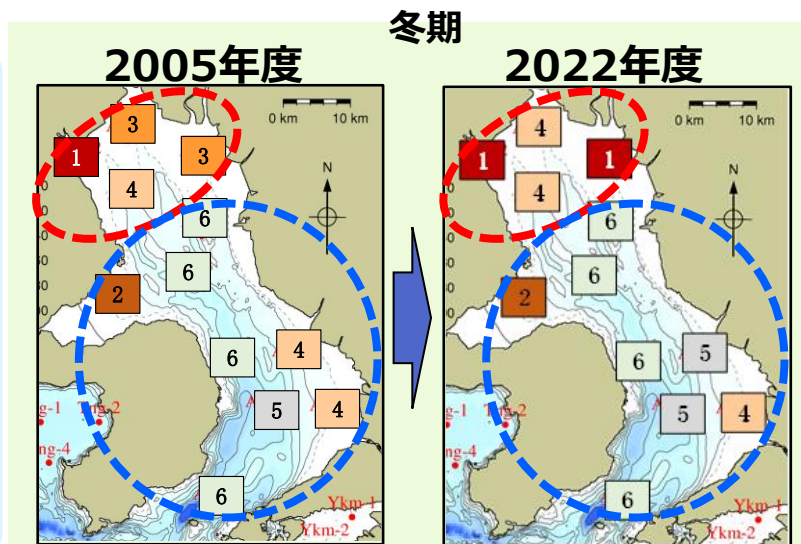
注) レーダチャートは、各グループの平均値を示し、全グループの最大値を100%とした

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

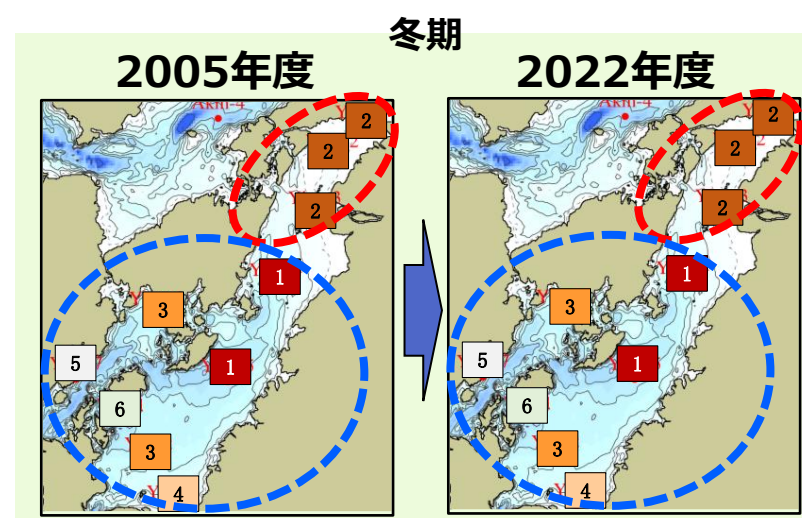
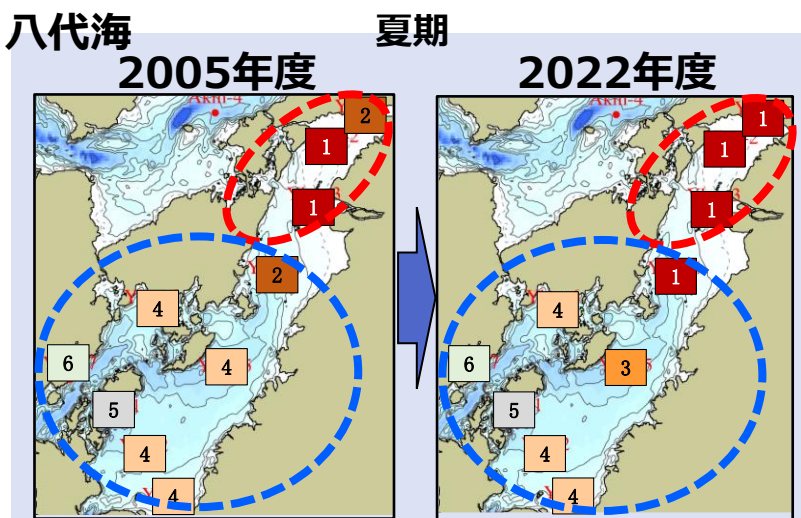
(1) 生物グループにおける平面分布



湾奥部周辺で生物グループ2(種類数が少なく、多様度も低い)、湾中央部や湾口部周辺では生物グループ3~5(種類数が多く、多様度も高い)が比較的多く分布



湾奥部周辺で生物グループ1、3、4(種類数が比較的少ない)、湾中央部や湾口部周辺では生物グループ4~6(種類数が多く多様度も高い)が比較的多く分布



八代海の夏期・冬期ともに湾奥部や球磨川河口部ではグループ1、2(種類数が少なく多様度が低い)、湾口部周辺ではグループ3~6(種類数が比較的多く、多様度も高い)が比較的多く分布

図 生物グループの平面的な分布
(上:有明海、下:八代海)

有明海・八代海ともに一部の地点においてグループの変動が見られた

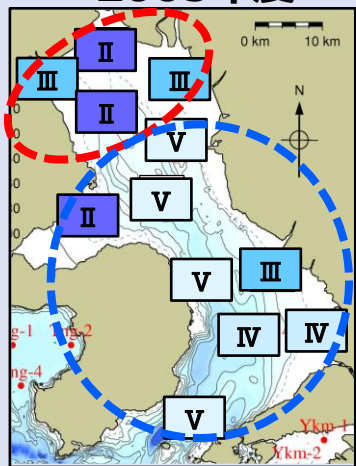
3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(1) 底質グループにおける平面分布

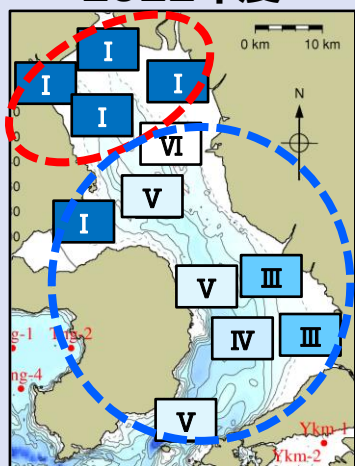
有明海

夏期

2005年度



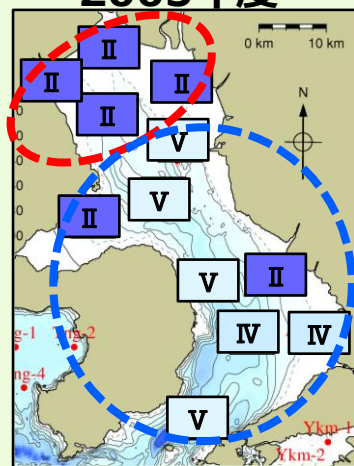
2022年度



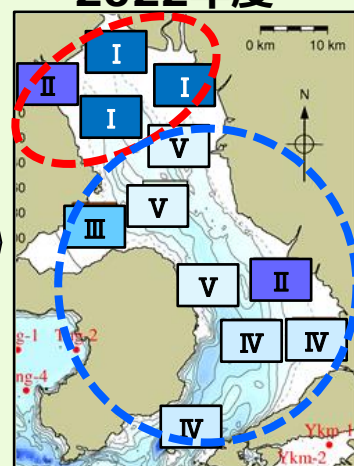
湾奥部周辺で底質グループⅠ、Ⅱ(細粒、底質濃度が高い)、湾央部や湾口部周辺では底質グループⅢ～Ⅴ(粒径大、底質濃度が低い)が比較的多く分布

冬期

2005年度



2022年度

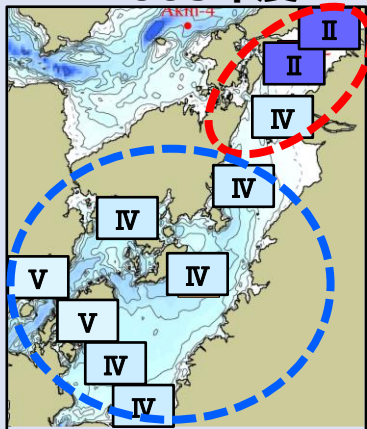


湾奥部周辺で底質グループⅠとⅡ、湾央部や湾口部周辺では底質グループⅣとⅤが比較的多く分布

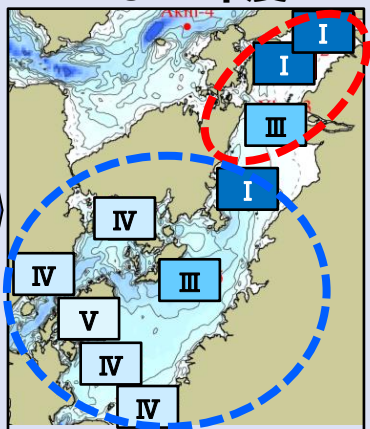
八代海

夏期

2005年度

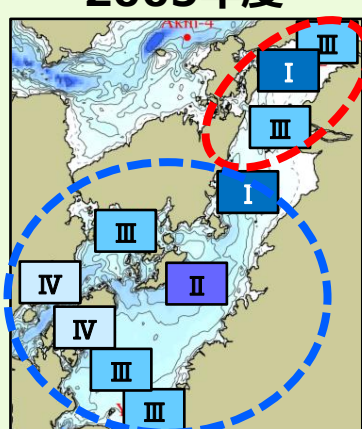


2022年度

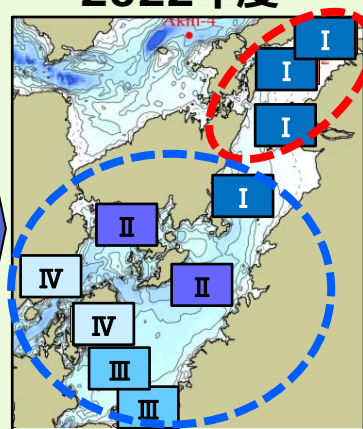


冬期

2005年度



2022年度



夏期・冬期ともに湾奥部や球磨川河口部では底質グループⅠやⅢ(細粒、底質濃度が高い)、湾口部周辺ではグループⅢ～Ⅳが比較的多く分布

図 底質グループの平面的な分布
(上: 有明海、下: 八代海)

生物グループ同様に両海域ともに一部の地点においてグループの変動が見られたことから、生物グループ・底質グループともに経年的な推移を確認

(有明海)

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(2) グループの経年的な変化の確認

(3) 変動要因の解析

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析 Ministry of the Environment

(2) 生物グループの経年的な推移 (有明海)

表 生物グループの経年推移(有明海:夏期・冬期)

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
		調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
夏期	湾奥奥部	Asg-2	1	1	1	1	1		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
		Asg-3	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Afk-1	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
	湾奥東部	Afk-2	6	6	6	6	6		6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6
		Asg-4	3	3	3	3	3		3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2
	湾奥西部	Asg-4	3	3	3	3	3		3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2
		Akm-1	3	3	3	3	3		3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	中央東部	Akm-2	3	3	3	3	3		3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Ang-1	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	諫早湾	Ang-2	2	2	3	3	2		2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
		Akm-3	4	4	4	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	湾口部	Akm-4	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Ang-3	5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

- ・底質グループ(次スライド参照)と比較して、生物グループが経年的に変化したケースは少ない。
- ・生物グループの変化が生じたとしても、夏期・冬期ともに多くの地点で、翌年には元に戻る傾向が見られる。
- ・湾奥部であるAsg-2とAsg-4では、2018、2019年度の夏期に変化が生じた後、元に戻らない状態※。
※同じ湾奥部において、Afk-1でも2020年夏期にグループの変化があったが、翌年には元に戻っていた。

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬
		調査年月	0602	0702	0802	-	-	-	1202	1302	1402	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301
冬期	湾奥奥部	Asg-2	1	1	1				1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Asg-3	3	3	3				3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4
		Afk-1	3	3	3				3	3	3	3	3	3	3	4	3	1	6	1
	湾奥東部	Afk-2	6	6	6				6	4	6	6	6	6	6	6	6	4	6	6
	湾奥西部	Asg-4	4	4	4				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Akm-1	4	4	4				4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5
	中央東部	Akm-2	4	4	4				4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
		Ang-1	6	6	6				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	諫早湾	Ang-2	2	2	2				2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2
		Akm-3	5	5	5				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	湾口部	Akm-4	6	6	6				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Ang-3	6	6	6				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6



図 有明海湾奥部の調査地点 15

(2) 底質グループの経年的な推移 (有明海)

表 生物グループの経年推移(有明海:夏期・冬期)

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
		調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
夏期	湾奥奥部	Asg-2	III	III	III	II	II		II	I	II	I	II	II	II	II	I	I	I	I
		Asg-3	II	III	III	II	II		II	I	II	I	I	II	II	III	I	I	I	I
		Afk-1	III	III	I	III	I		III	I	III	II	III	III	III	I	I	I	I	I
	湾奥東部	Afk-2	V	VI	VI	VI	VI		VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI
	湾奥西部	Asg-4	II	II	III	II	III		II	III	II	III	III	III	III	III	III	I	I	I
	中央東部	Akm-1	III	III	III	III	III		III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
		Akm-2	IV	III	III	IV	IV		IV	III	IV	IV	III	I	III	IV	III	III	III	III
	湾央部	Ang-1	V	V	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	諫早湾	Ang-2	II	II	III	II	II		II	II	II	III	II	II	III	II	I	I	I	I
	湾口部	Akm-3	IV	IV	IV	IV	IV		IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV

- ・生物グループと比べて小刻みな変化が多く見られるものの、**翌年は概ね元に戻る傾向**が見られる。
- ・生物グループで変化が見られた湾奥部(Asg-2とAsg-4)では、ほぼ同時期に底質グループの変動も見られる。



生物グループの変化があった
Asg-2とAsg-4(変化あり)、
Afk-1(一時的に変化あり)を確認

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬
		調査年月	0602	0702	0802	-	-	-	1202	1302	1402	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2101	2201	2301
冬期	湾奥奥部	Asg-2	II	II	II				I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	II	II
		Asg-3	II	II	II				I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	II	I
		Afk-1	II	II	I				III	I	III	III	I	II	III	II	III	I	II	I
	湾奥東部	Afk-2	V	V	V				V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	V
	湾奥西部	Asg-4	II	II	II				III	III	III	II	III	II	II	III	I	II	II	I
	中央東部	Akm-1	II	II	II				II	III	II	II	III	II	II	II	III	II	II	II
		Akm-2	IV	IV	IV				IV	III	IV	IV	IV	I	III	IV	IV	II	II	IV
	湾央部	Ang-1	V	V	V				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	諫早湾	Ang-2	II	II	II				I	I	I	I	III	II	II	I	I	II	II	III
	湾口部	Akm-3	IV	IV	IV				IV	IV	II	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	II	IV



図 有明海湾奥部の調査地点 16

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(3) -1 生物グループと底質グループとの関連性の検討(有明海(湾奥部Asg-2):夏期)

表 有明海夏期のAsg-2の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	1	1	1	1	1		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
底質	III	III	III	II	II		II	I	II	I	II	II	II	II	I	I	I	I

- ・Asg-2では、生物グループが2019年度夏までグループ1であったが、2020年度夏以降はグループ2に変化（種類数や多様度がやや増加したグループに変化）
- ・底質グループは、2018年度夏までグループIIであったが、2019年度夏以降はグループIに変化（T-N、CODは増加、T-Sは減少したグループに変化）
- ・2019～2020年度は、汽水域で見られることが多い指標種が見られなくなったことから、淡水流入による影響が示唆される（図中の緑囲み）

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
1	12	25	1,829	2.34
		トリスミゴマツボ、カワゲチツボ、ヒラタヌマコダキガイ		
2	57	34	2,333	2.91
		イトエラスピオ、Heteromastus.sp.、Glycinde.sp.		

底質グループ	調査点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
		(mg/g・dry)			(mm)
I	28	2.11	21.7	0.32	0.012
II	30	2.06	14.3	0.68	0.015

図 生物グループ・底質グループの変化の状況

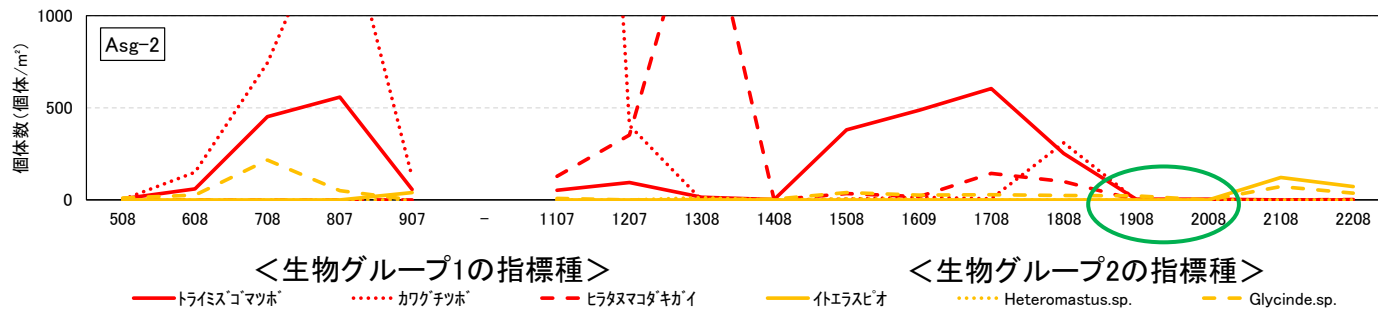


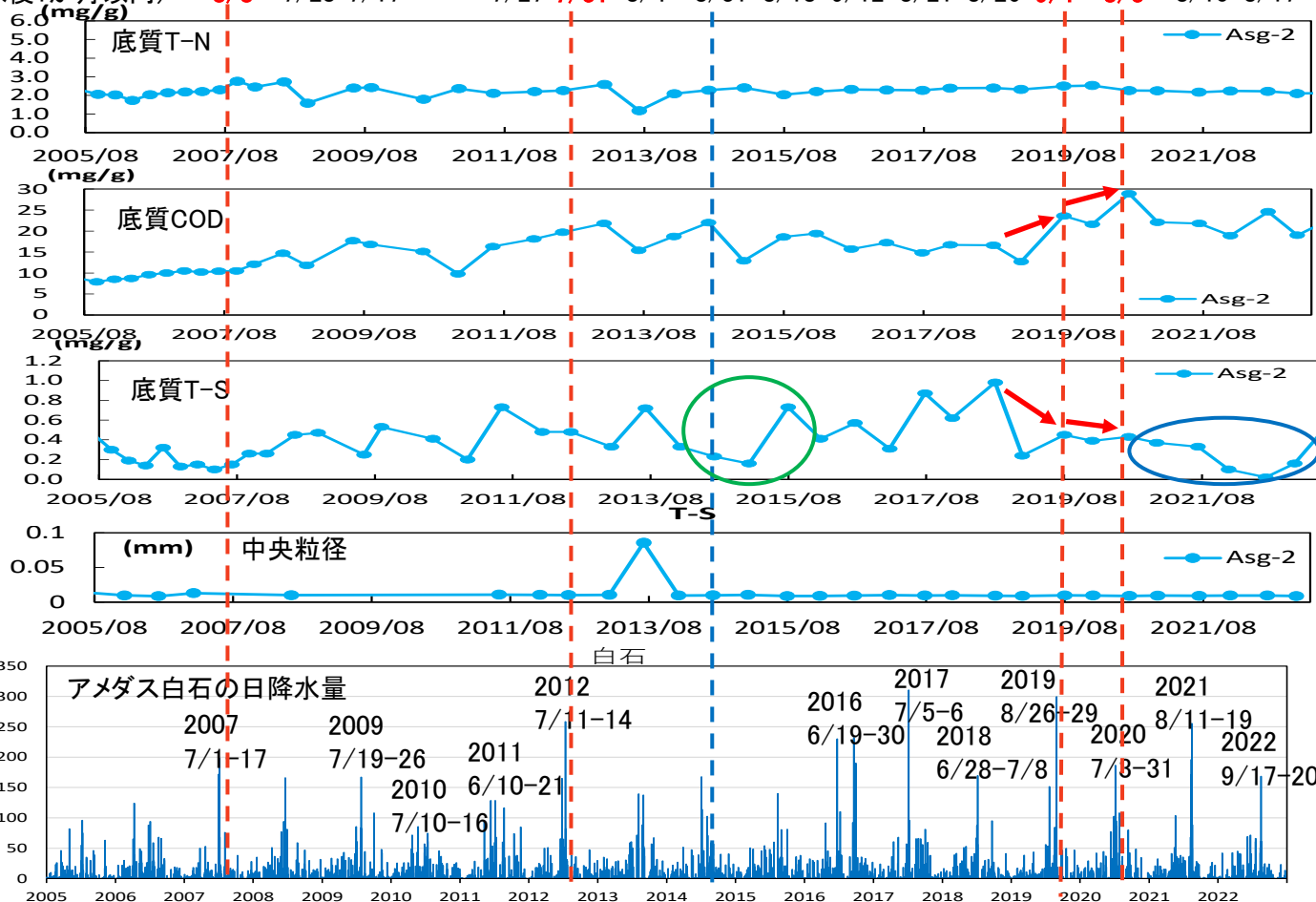
図 指標種の個体数の推移(有明海:夏期:Asg-2)



(3) -2 生物・底質変化と出水との関連性の検討（有明海（湾奥部Asg-2）：夏期）

表 有明海夏期のAsg-2の生物グループと底質グループの推移（上段：生物、下段：底質）

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	1	1	1	1	1		1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
底質	III	III	III	II	II		II	I	II	I	II	II	II	II	II	I	I	I
調査実施日（赤字は出水後1か月以内）			2007 8/8	2008 7/28	2009 7/17		2011 7/27	2012 7/31	2013 8/4	2014 8/31	2015 8/18	2016 9/12	2017 8/21	2018 8/26	2019 9/1	2020 8/3	2021 8/10	2022 8/17



- 底質は、2018年度夏から2019年度夏にかけてCODの増加、T-Sの減少、2019年度夏から2020年度夏にかけても同様な傾向がみられ（図中の赤矢印）、その後、低い状態が続いた（図中の青囲み）ことから、底質のT-Sがやや低い環境等を好む生物相に変化した可能性が考えられる。
- 底質のT-Sが低い状態であった2014年に、グループ2への変化が見られたが、翌年グループ1に変化した際の底質のT-Sは上昇していた（図中の緑囲み）。
- 2019、2020年度は、大雨の後2週間程度後に調査を実施しており、前スライドにおける淡水流入の影響が示唆された。



3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析 Ministry of the Environment

(3) -1 生物グループと底質グループとの関連性の検討(有明海(湾奥部Asg-4):夏期)

表 有明海夏期のAsg-4の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	3	3	3	3	3		3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2
底質	II	II	III	II	III		II	III	II	III	III	III	III	III	III	I	I	I

- ・生物グループは、**2018年度夏までグループ3**であったが、**2019年度夏以降はグループ2**に変化(種類数が減少、多様度も低下したグループに変化)
- ・底質グループは、**2019年度夏までグループIII**であったが、**2020年度夏以降はグループI**に変化。(粒径は細くなり、T-N、COD、T-Sは増加したグループに変化)
- ・Asg-2と同様に2019～2020年度は、汽水域で見られることが多い指標種が見られなくなったことから、**淡水流入による影響**が示唆される(図中の緑囲み)

生物グループ	調査点数	各生物グループの特徴		
		生物項目		
		種類数	個体数	多様度
2	57	34	2,333	2.91
		イトエラスピオ、 <i>Heteromastus.sp.</i> 、 <i>Glycinde.sp.</i>		
3	47	62	2,364	3.87
		ウメノハナガイ、ヨコヤマキセワタガイ、カイクシ目		

底質グループ	調査点数	各底質グループの特徴			
		底質項目			
		T-N	COD	T-S	中央粒径
I	28				
		2.11	21.7	0.32	0.012
III	52				
		1.57	11.7	0.26	0.028

図 生物グループ・底質グループの変化の状況

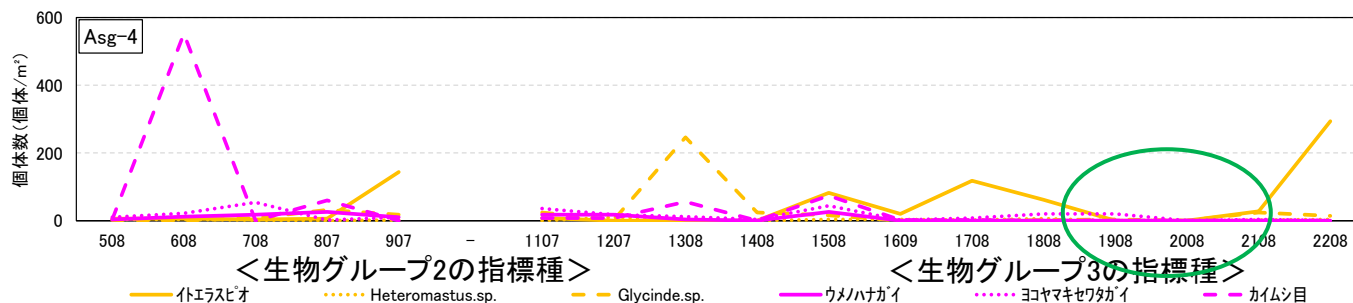


図 指標種の個体数の推移(有明海:夏期:Asg-4)

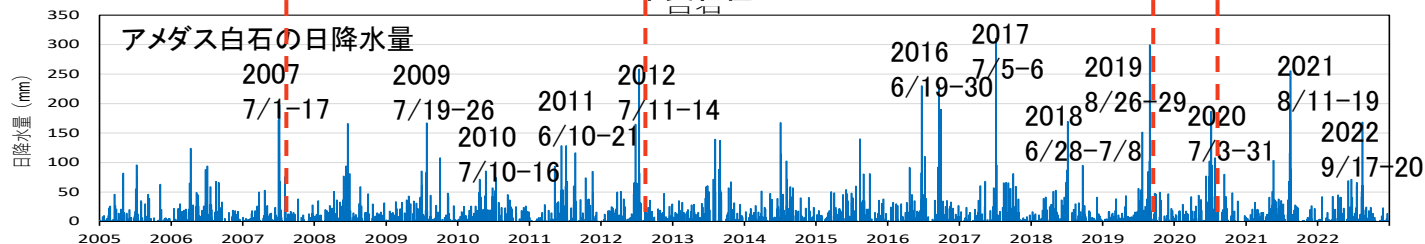
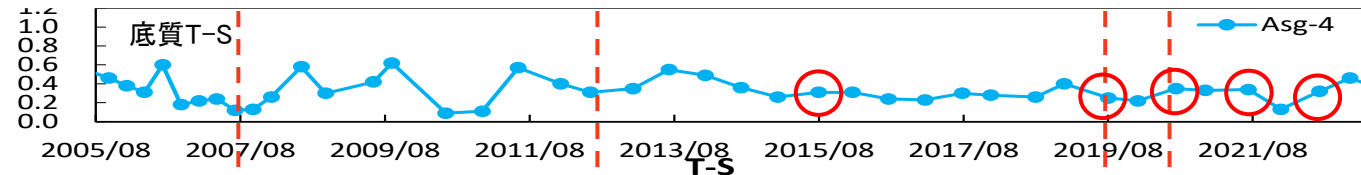
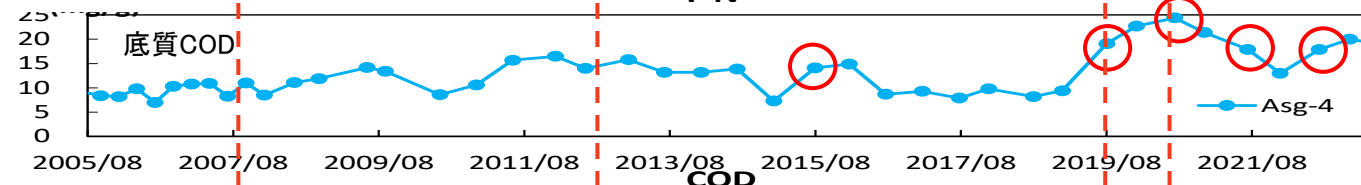
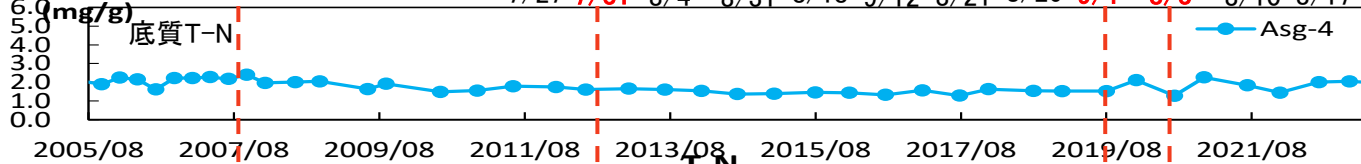


(3) -2 生物・底質変化と出水との関連性の検討 (有明海 (湾奥部Asg-4) :夏期)

表 有明海夏期のAsg-4の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	3	3	3	3	3		3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2

底質	II	II	III	II	III		II	III	II	III	III	III	III	III	III	III	III	III
調査実施日(赤字は)	2005	2006	2007	2008	2009		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
出水後1か月以内)	8/8	7/28	7/17				7/27	7/31	8/4	8/31	8/18	9/12	8/21	8/26	9/1	8/3	8/10	8/17



・生物グループは、2018年度夏から2019年度夏にかけてグループ3から2に変化しており、それと同時にCODの増加がみられている。なお、T-N、T-SはCODの挙動とあまり一致していないが、底質のT-S及びCODは、Asg-4が2015年度夏にグループ2に変化したときと近い状態（低T-S、高COD）を示しており（図中の赤囲み）、底質（T-S及びCOD）が生物グループの変化に影響していることが示唆された。

・Asg-2とAsg-4はともに塩田川等の流出先であることや、2019または2020年度のグループ変化が生物・底質グループそれぞれ2、1と同じであり、かつ2019、2020年度は大雨の後2週間程度後に調査を実施していることから、Asg-2とAsg-4ともに出水の影響を受けている可能性が示唆される。

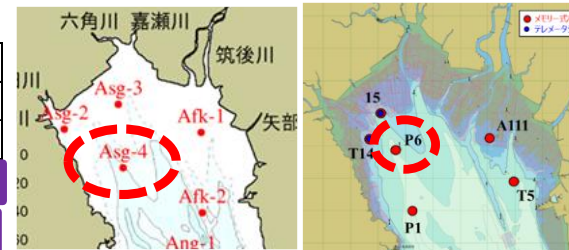


(3) -3 ベントスと貧酸素との関連性の検討（有明海（湾奥部Asg-4）：夏期）

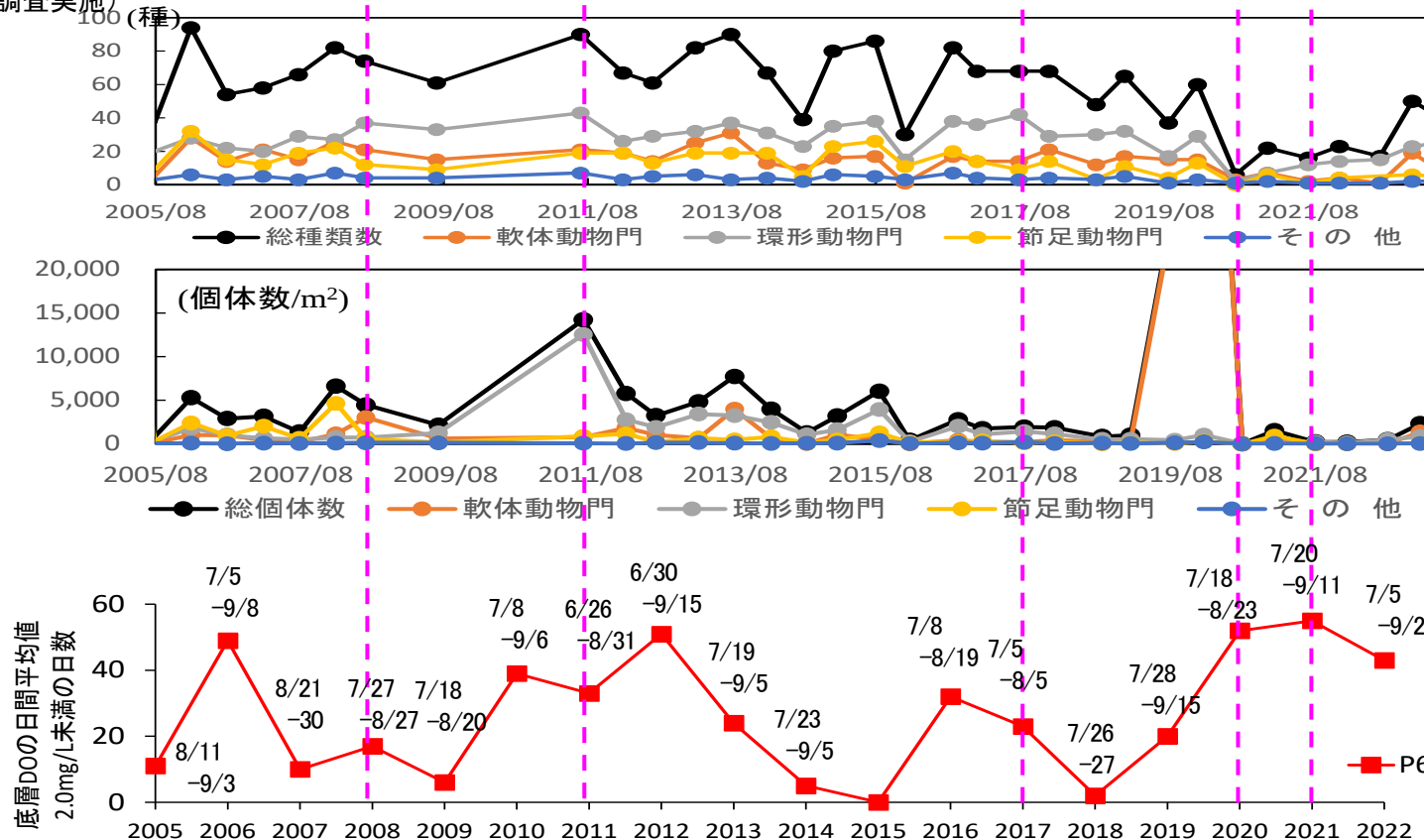
表 有明海夏期のAsg-4の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	3	3	3	3	3		3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2
底質	II	II	III	II	III		II	III	II	III	III	III	III	III	III	I	I	I

調査実施日(赤字は 2007 2008 2009 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022
DO2mg/L未満の時に 8/8 7/28 7/17 7/27 7/31 8/4 8/31 8/18 9/12 8/21 8/26 9/1 8/3 8/10 8/17
調査実施)



注) Asg-4に最も近傍のP6地点のデータを使用



- ・有明海湾奥部で最も貧酸素状態（底層DO:2mg/L未満）となるAsg-4では、2019年度夏以降、生物グループ3からグループ2に変化した。
- ・Asg-4近傍のP6地点では2020年度夏以降、底層DO:2mg/L未満となった日数が多く、種類数も減少しており、貧酸素による生物相への影響が生じている可能性が考えられるが、生物相（種組成）の変化についてはより詳細な解析が必要と考えられる。

注) 月日は、その年の最初と最後に2mg/L未満となった日付 出典: 環境省「有明海・八代海等再生評価支援業務(有明海二枚貝類の減少要因説明等調査)」

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(3) -1 生物グループと底質グループとの関連性の検討(有明海(湾奥部Afk-1):夏期)

表 有明海夏期のAfk-1の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
底質	III	III	I	III	I		III	I	III	II	III	III	III	I	I	III	I	I

- ・2019年度夏まで生物グループ2が継続していたが、2020年度夏に一時的にグループ1に変化し、2021年度夏以降は再びグループ2に変化
- ・グループ1に変化した時は、指標種はヒラタヌコダギガイ等の個体数が一時的に優占(図中の緑囲み)した可能性が考えられる。

- ・底質グループは、2019年度夏までグループIであったが、2020年度夏にはグループIIIに分類された。翌2021年度夏にはグループIに戻った。

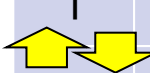
生物 グループ	調査 点数	各生物グループの特徴			底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		生物項目					底質項目			
		種類数	個体数	多様度			T-N	COD (mg/g・dry)	T-S	中央粒径 (mm)
 1 2	12	25	1,829	2.34	 I III	28	2.11	21.7	0.32	0.012
		トライミスゴマツホ、カワゲチツホ、ヒラタヌコダギガイ								
	57	34	2,333	2.91		52	1.57	11.7	0.26	0.028
		イトエラスピオ、 <i>Heteromastus.sp.</i> 、 <i>Glycinde.sp.</i>								

図 生物グループ・底質グループの変化の状況

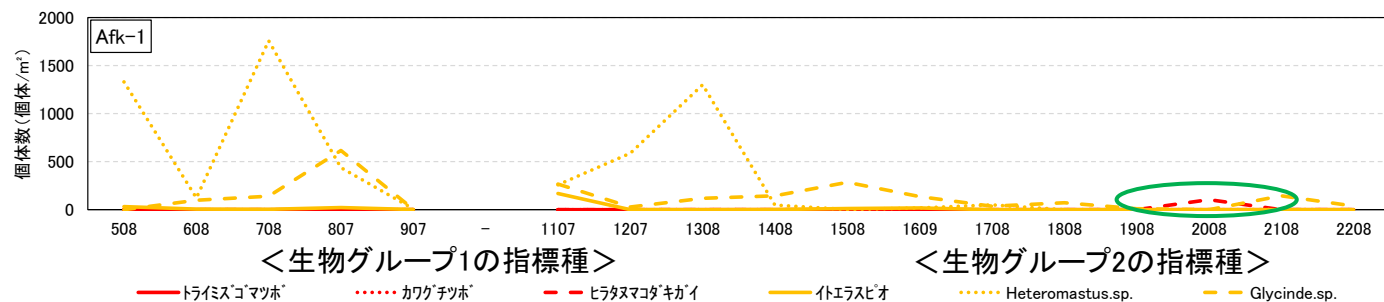


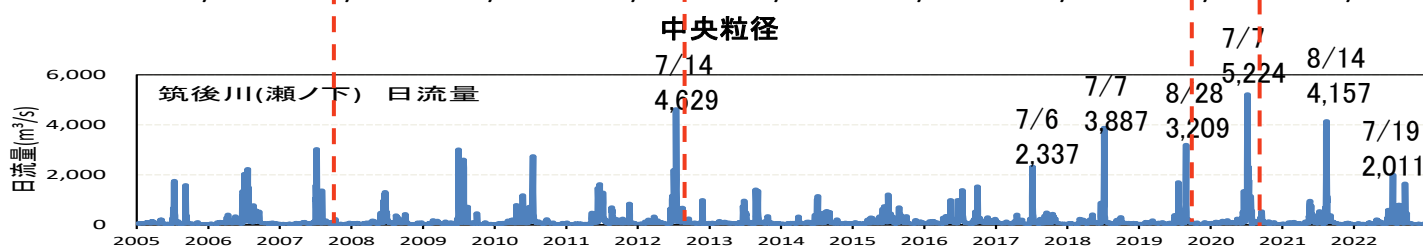
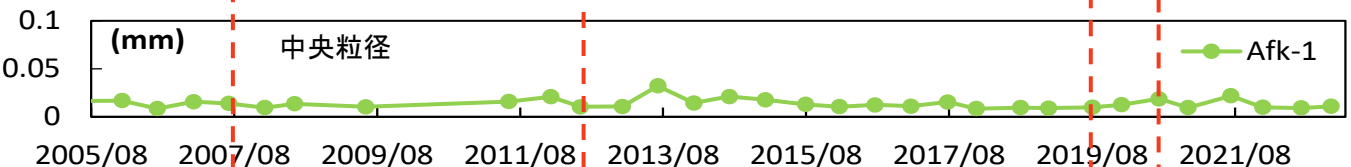
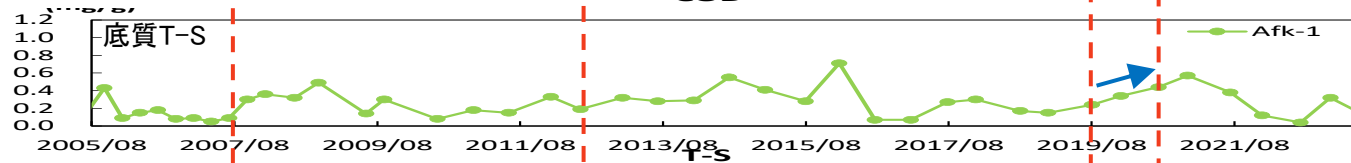
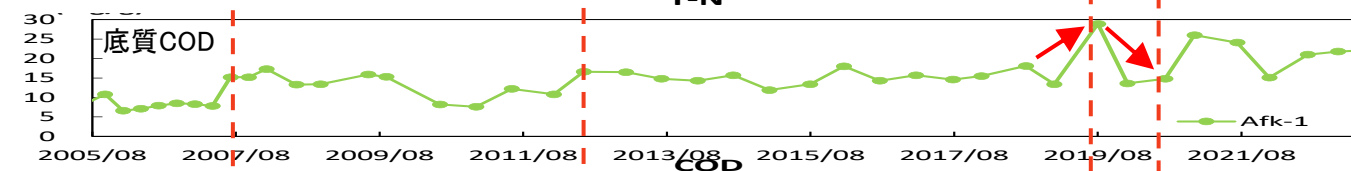
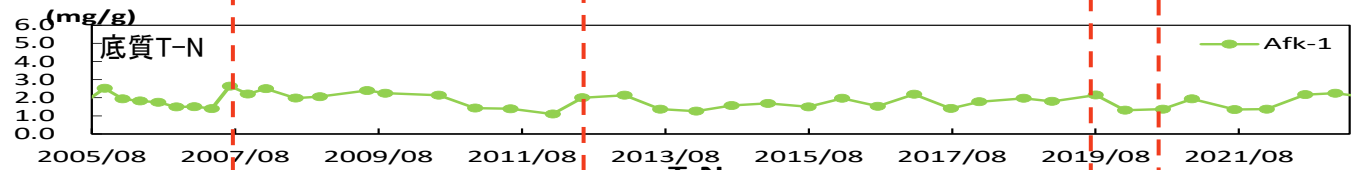
図 指標種の個体数の推移(有明海:夏期:Afk-1)



(3) -2 生物・底質変化と出水との関連性の検討 (有明海 (湾奥部Afk-1) :夏期)

表 有明海夏期のAfk-1の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	1107	1207	1308	1408	1508	1608	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
底質	III	III	I	III	I		III	I	III	II	III	III	III	I	I	III	I	I
夏期の調査実施日(赤矢印は出水後1か月以内)			2007/8/8	2008/7/28	2009/7/17		2011/7/27	2012/7/31	2013/8/4	2014/8/31	2015/8/18	2016/9/12	2017/8/21	2018/8/26	2019/9/1	2020/8/3	2021/8/10	2022/8/17



・2020年度夏に生物グループ2からグループ1に一時的に変化していたが、底質CODはその前年度に上昇したものの、2020年度は低下し(図中の赤矢印)通常レベルであったため、グループ1への変化とCODとの関連は不明。T-Sは2020年度も上昇している(図中の青矢印)が、関係性については不明。

・2019年度夏には、採取前に大規模な出水が発生し、CODの上昇が見られたが、2020年度夏には約1か月前に大出水が発生したものの、CODは低く、T-Sは上昇しており、Asg-2、Asg-4の傾向と異なることから、出水との関係については、流入河川の違い等も含めより詳細な解析が必要と考えられる。



その他(ベントス及び底質の経年変化状況)

○ 有明海における底生生物（湿重量）の経年変化※

- 全体的に年変動はあるものの概ね横ばい傾向である。また、A1海域のAsg-3では2011年頃までサルボウガイによって高い値を示していたが、近年はサルボウガイの減少により、湿重量が低下（Afk-1、Asg-2についても低い状態が続いている）→タイラギやアサリの減少と同様の傾向が見られている。
- A2海域での2009年以降の大きな変動はホトギスガイ、A3海域での2020年以降の変動はヒメカノコアサリによるもの

※その他項目の経年変化については、資料編に掲載

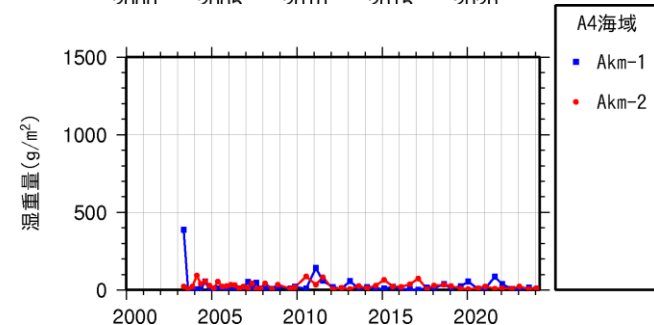
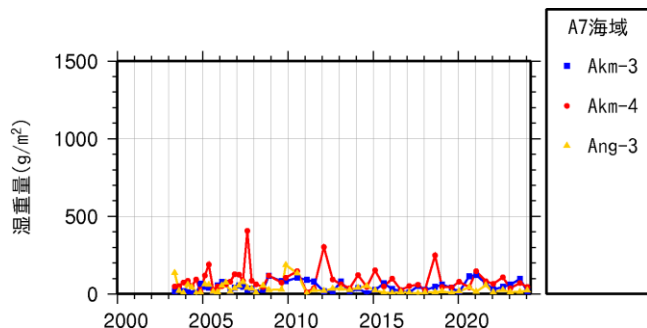
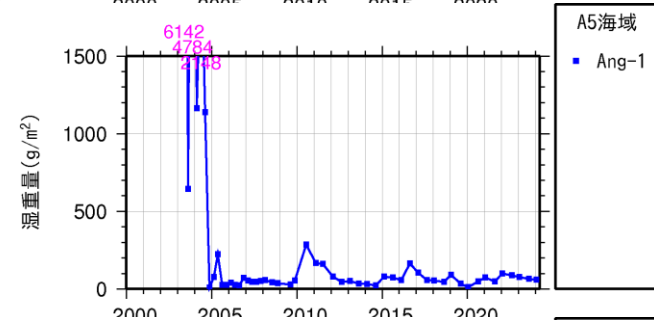
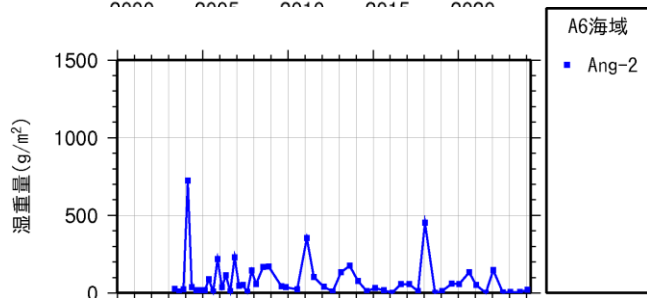
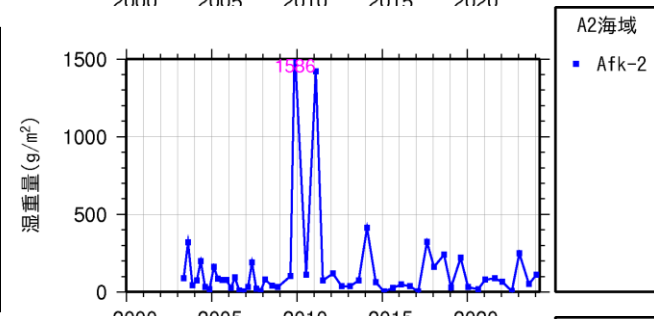
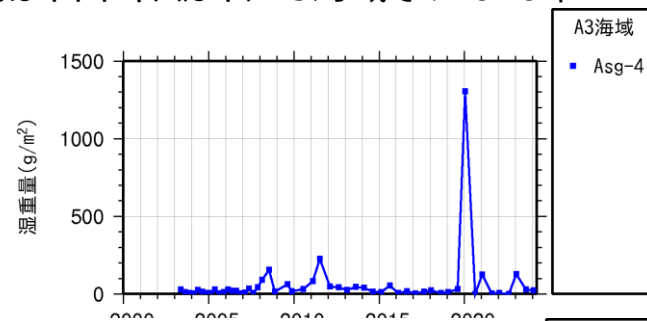
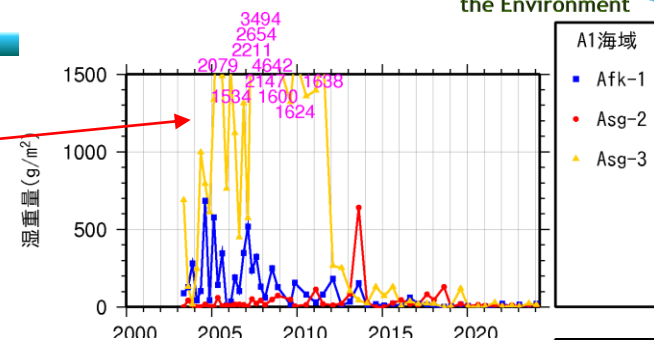
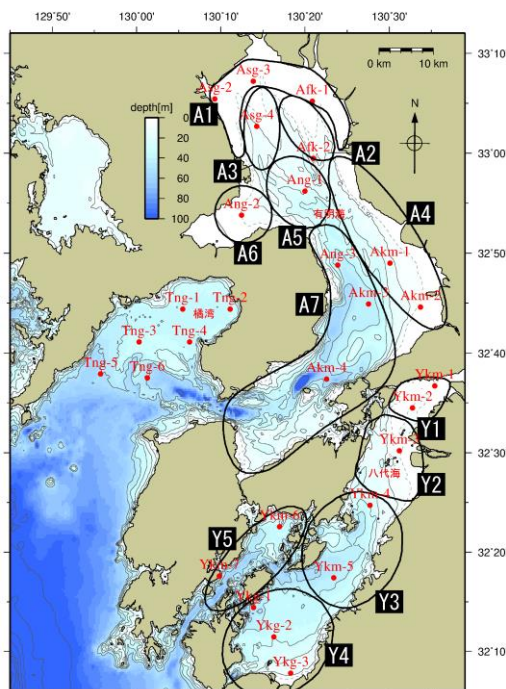


図 評価委員会報告における海域区分

図 有明海における底生生物(湿重量)の経年変化

(八代海)

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(2) グループの経年的な変化の確認

(3) 変動要因の解析

(2) 生物グループの経年的な推移 (八代海)

表 生物グループの経年推移(八代海:夏期・冬期)

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
		調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
夏期	湾奥部	Ykm-1	2	2	2	1	1					2	1	1	1	1	1	1	1	1
		Ykm-2	1	1	1	1	1					2	2	1	1	1	1	1	1	1
	球磨川河口部	Ykm-3	1	1	1	1	3					3	3	3	3	3	3	2	1	1
	湾中央部	Ykm-4	2	1	3	2	3					2	2	3	1	2	1	3	1	1
		Ykm-5	4	4	3	3	3					4	3	3	3	4	3	3	3	3
	湾口東部	Ykg-1	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Ykg-2	4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Ykg-3	4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4	4	4	4
	湾口西部	Ykm-6	4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4	4	4	4
		Ykm-7	6	6	6	6	6					6	6	6	6	6	6	6	6	6

・夏期の湾奥部や球磨川河口部 (Ykm-3)、湾中央部 (Ykm-4) において、**2021年から全て生物グループ1**に変化した。

・冬期は一時的に生物グループの変化が生じた場合にも、多くの地点で**後には元に戻る**傾向が見られる。

	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬
		調査年月	0602	0702	0802	-	-	-	-	-	-	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2102	2201	2301
冬期	湾奥部	Ykm-1	2	2	2							2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Ykm-2	2	2	2							2	2	2	2	2	2	2	2	2
	球磨川河口部	Ykm-3	2	2	2							4	4	1	1	4	1	1	2	2
	湾中央部	Ykm-4	1	1	1							1	1	1	1	1	1	1	4	1
		Ykm-5	1	1	1							3	3	3	3	3	3	3	3	1
	湾口東部	Ykg-1	6	6	6							6	6	6	6	6	6	6	6	6
		Ykg-2	3	3	3							3	3	6	3	3	3	3	3	3
		Ykg-3	4	4	4							4	4	4	3	4	4	4	4	4
	湾口西部	Ykm-6	3	3	3							3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Ykm-7	5	5	5							5	5	5	5	5	5	5	5	5



図 八代海球磨川河口部及び湾中央部の調査地点

(2) 底質グループの経年的な推移 (八代海)

表 底質グループの経年推移(八代海:夏期・冬期)

夏期	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
		調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
	湾奥部	Ykm-1	II	IV	IV	II	III					II	II	II	II	III	II	II	III	I
		Ykm-2	II	II	IV	II	III					I	I	I	I	III	I	I	III	I
	球磨川河口部	Ykm-3	IV	IV	IV	II	IV					IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III
		Ykm-4	IV	II	II	II	III					III	I	III	II	III	I	I	III	I
	湾央部	Ykm-5	IV	IV	IV	II	III					III	III	I	III	III	I	I	I	III
		Ykg-1	V	V	V	V	V					V	V	V	V	V	V	V	V	V
	湾口東部	Ykg-2	IV	IV	IV	IV	IV					IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	IV
		Ykg-3	IV	IV	IV	IV	IV					IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
	湾口西部	Ykm-6	IV	IV	IV	IV	IV					IV	III	III	IV	IV	II	IV	IV	IV
		Ykm-7	V	V	V	V	V					V	V	V	V	V	V	V	V	V

・全般的に、生物グループと比べて小刻みな変化が多く見られるものの、後には元に戻る傾向が見られる。

・生物グループで変化が見られた球磨川河口部、湾央部では、ほぼ同時期に底質グループの変化が見られる



2020年にグループ2からグループ1に変化したYkm-3、Ykm-4について確認

冬期	海域	年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		季節	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬	冬
		調査年月	0602	0702	0802	-	-	-	-	-	-	1501	1601	1701	1801	1901	2001	2102	2201	2301
	湾奥部	Ykm-1	III	III	II							II	I	II	II	I	I	I	I	I
		Ykm-2	I	I	I							I	I	II	I	I	I	I	II	I
	球磨川河口部	Ykm-3	III	III	II							III	III	III	III	III	III	III	II	I
		Ykm-4	I	II	II							II	I	I	I	II	I	I	II	I
	湾央部	Ykm-5	II	II	II							II	I	II	II	II	I	II	II	II
		Ykg-1	IV	IV	IV							IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
	湾口東部	Ykg-2	III	III	III							III	III	IV	III	III	IV	III	III	III
		Ykg-3	III	III	III							III	III	III	III	III	III	III	III	III
	湾口西部	Ykm-6	III	III	III							II	II	II	III	II	II	II	III	II
		Ykm-7	IV	IV	IV							IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV



図 八代海球磨川河口部及び湾央部の調査地点

3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析 Ministry of the Environment

(3) -1 生物グループと底質グループとの関連性の検討 (八代海 (球磨川河口部Ykm-3) :夏期)

表 八代海夏期のYkm-3の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	1	1	1	1	3					3	3	3	3	3	3	2	1	1
底質	IV	IV	IV	II	IV					IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III

生物 グループ	調査 点数	各生物グループの特徴			底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		生物項目					底質項目			
		種類数	個体数	多様度			T-N	COD (mg/g・dry)	T-S	中央粒径 (mm)
1 	33	46	1,241	3.66	III  IV 	21	1.94	14.9	0.19	0.016
		リソツホ [*] 科、ダルマゴ [*] カイ、シス [*] クガイ				56	1.27	8.3	0.13	0.053
2 	12	28	4,512	3.11						
		Heteromastus.sp.、トゲイカリナマコ、Capitella.sp.								
3	21	45	743	4.14						
		モロテゴ [*] カイ、Pholoe.sp.、カトソコシエビ [*]								

・2019年度夏まで生物グループ3が継続していたが、2020年度夏にグループ2に、2021年度夏以降にグループ1に変化した。

・生物グループ1に変化した際には、リソホ科、ダルマゴカイ、シズクガイが優占した(図中の青囲み)。

・底質グループは、2019年度夏までグループIVであったが、2020年度夏はグループIII(T-N、CODは増加、細粒化)に変化し、2021年度夏にはグループIVに戻り、2022年度夏には再びグループIIIに変化した。

図 生物グループ・底質グループの変化の状況

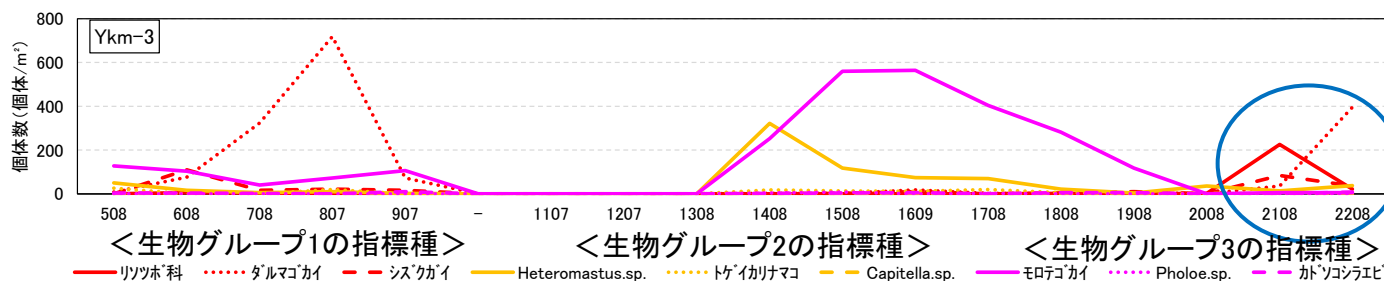


図 指標種の個体数の推移(八代海:夏期:Ykm-3)

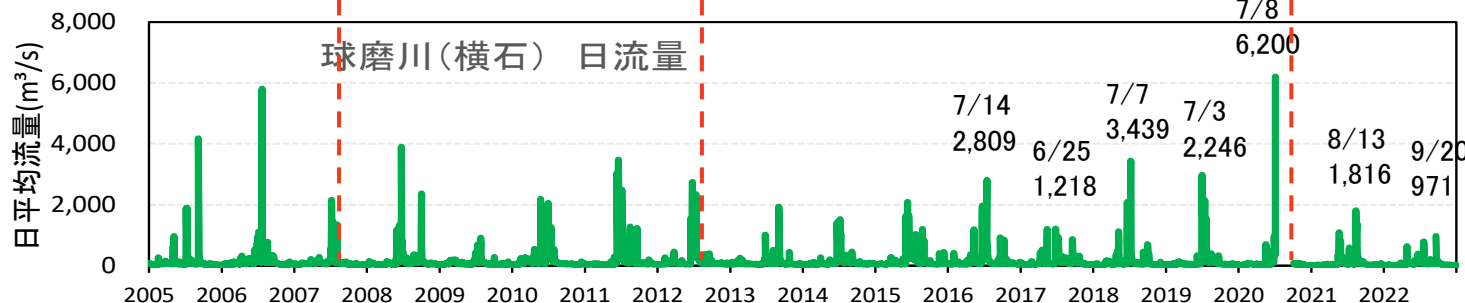
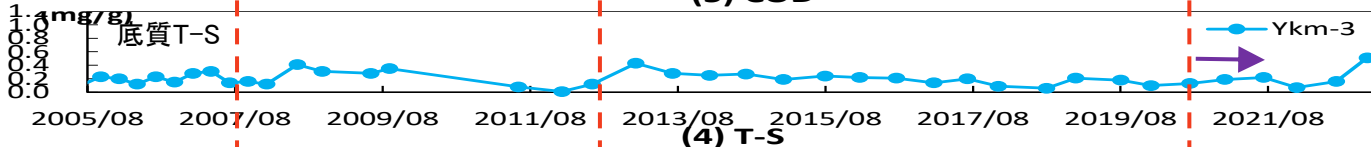
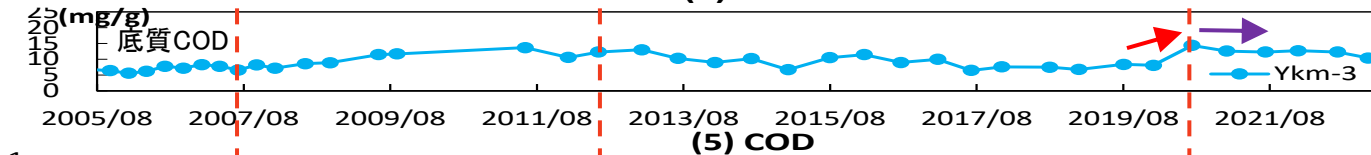
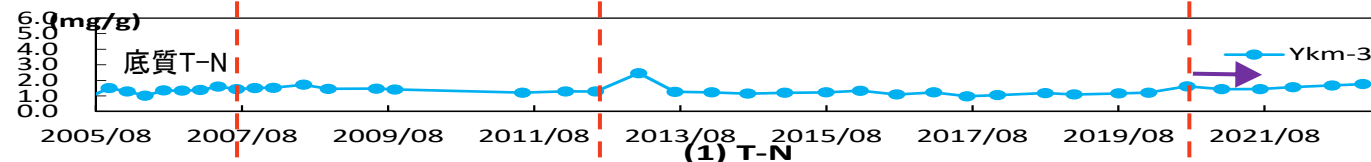


3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(3) -2 生物・底質変化と出水との関連性の検討（八代海（球磨川河口部Ykm-3）：夏期）

表 八代海夏期のYkm-3の生物グループと底質グループの推移（上段：生物、下段：底質）

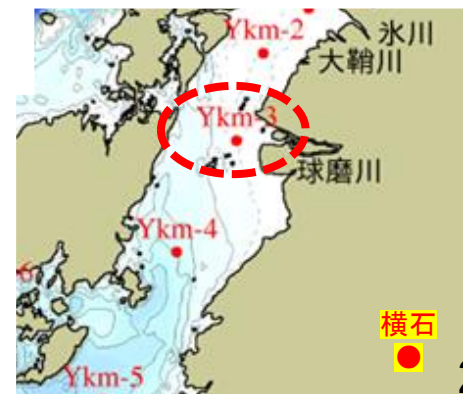
年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	1	1	1	1	3					3	3	3	3	3	3	2	1	1
底質	IV	IV	IV	II	IV					IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	IV	III
夏期の調査実施日（赤字）	2007	2008	2009		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
は出水後1か月以内）	8/8	7/28	7/17		7/27	7/31	8/4	8/31	8/18	9/12	8/21	8/26	9/1	8/3	8/10	8/17		



・2020年度夏に生物グループ3からグループ2に変化した際には、底質グループIVからグループIIIに変化し、CODの増加と細粒化が見られた（図中の赤矢印）。

・2020年度夏の調査実施日は8/3であり、その前の7/8には球磨川（横石）で約6,200m³/s（推定）の大出水が発生しており、CODの増加や細粒化が出水と関係している可能性が示唆された。

・2021年度夏には生物グループ1に変化した、T-N、COD、T-S、中央粒径には大きな変化はみられず（図中の紫矢印）、出水により変化した底質を好む生物相の変化が進んだ可能性も考えられるが、より詳細な解析が必要と考えられる。



3. ベントス及び底質の変動状況の把握・変動要因の解析

(3) -1 生物グループと底質グループとの関連性の検討(八代海(湾央部Ykm-4):夏期)

表 八代海夏期のYkm-4の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	2	1	3	2	3					2	2	3	1	2	1	3	1	1
底質	IV	II	II	II	III					III	I	III	II	III	I	I	III	I

- ・2014年度夏以降、生物グループ1、2、3が小刻みに変化しており、2021年度夏以降はグループ1となっている。
- ・生物グループ1に変化した際には、リッホ科、シズクガイ等が優占していた(図中の青囲み)。

生物 グループ	調査 点数	各生物グループの特徴			底質 グループ	調査 点数	各底質グループの特徴			
		生物項目					底質項目			
		種類数	個体数	多様度			T-N	COD	T-S	中央粒径
1 ↓↑↑ 2 ↓↑ 3	33	46	1,241	3.66	I	16	2.16	19.8	0.37	0.012
	12	リソツホ科、ダルマゴカイ、シズクガイ			II	18	1.98	12.2	0.34	0.014
		28	4,512	3.11	III	21	1.94	14.9	0.19	0.016
	21	Heteromastus.sp.、トゲイカリナマコ、Capitella.sp.								
		45	743	4.14						
		モロテゴカイ、Pholoe.sp.、カドソコシラエビ								

- ・底質グループは、生物グループ同様にグループI、II、IIIで小刻みな変化を繰り返している。これらの底質グループは全般的にT-N、COD、T-Sが高く、中央粒径が細かいという特徴を有しており、特に底質グループIは最も濃度が高く、粒径が最も細かい。

図 生物グループ・底質グループの変化の状況

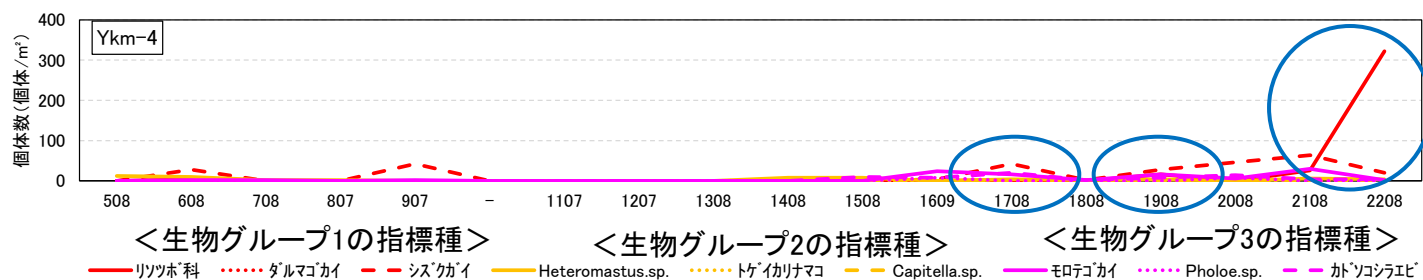


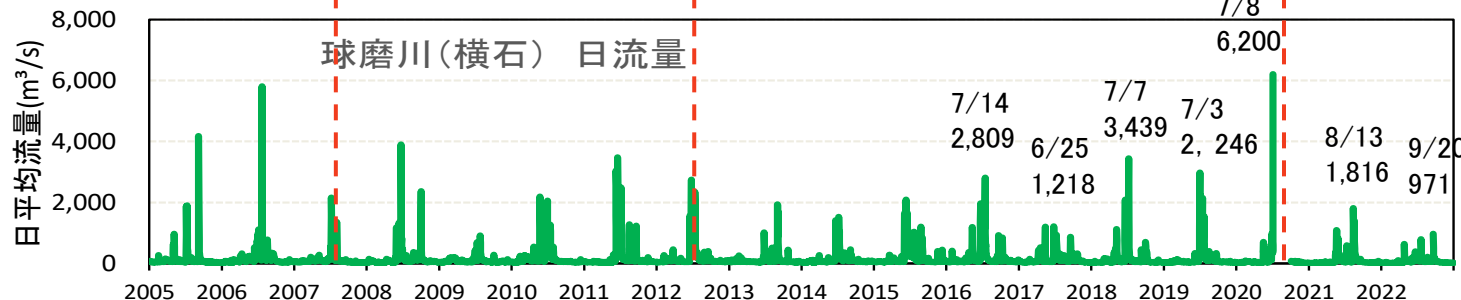
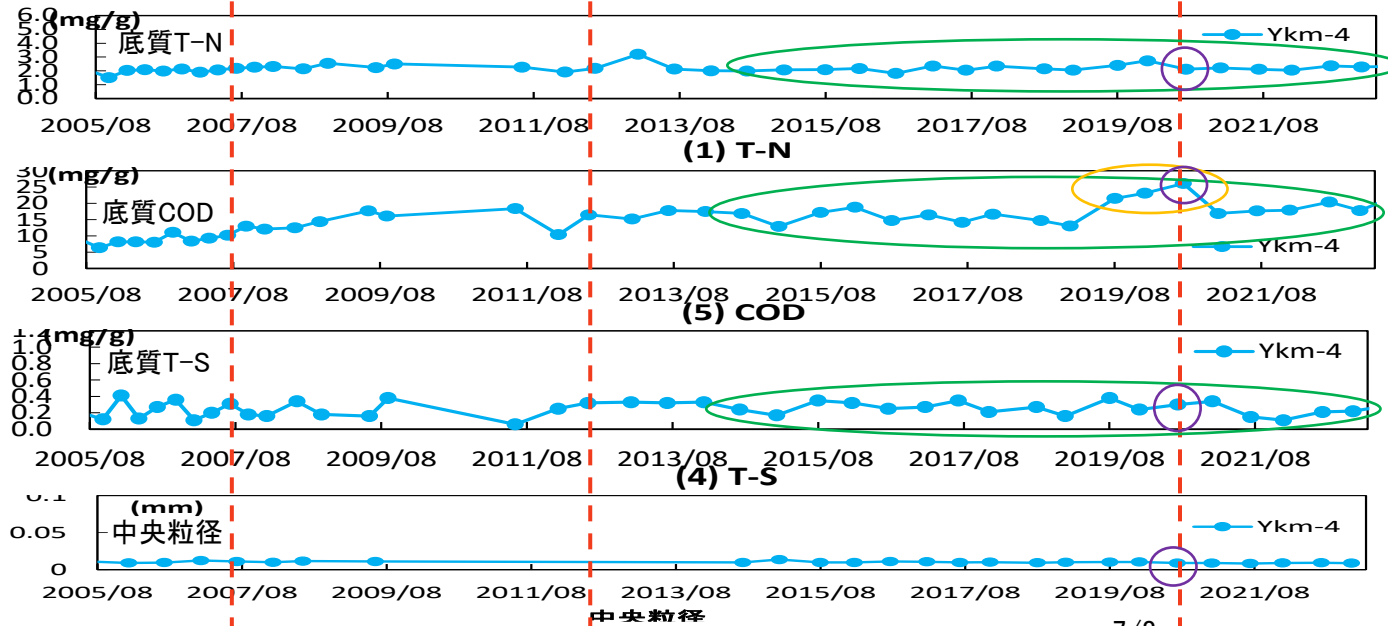
図 指標種の個体数の推移(八代海:夏期:Ykm-4)



(3) - 2 生物・底質変化と出水との関連性の検討（八代海（湾中央部Ykm-4）：夏期）

表 八代海夏期のYkm-4の生物グループと底質グループの推移(上段:生物、下段:底質)

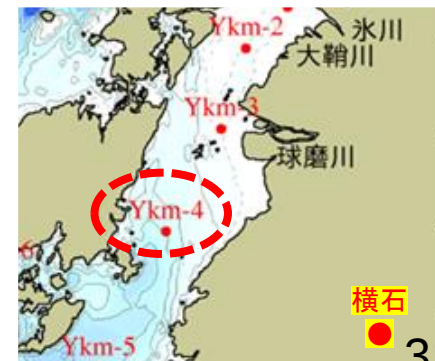
年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
季節	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏	夏
調査年月	0508	0608	0708	0807	0907	-	-	-	-	1408	1508	1609	1708	1808	1908	2008	2108	2208
生物	2	1	3	2	3					2	2	3	1	2	1	3	1	1
底質	IV	II	II	II	III					III	I	III	II	III	I	I	III	I
夏期の調査実施日(赤字は出水後1か月以内)		2007 8/8	2008 7/28	2009 7/17			2011 7/27	2012 7/31	2013 8/4	2014 8/31	2015 8/18	2016 9/12	2017 8/21	2018 8/26	2019 9/1	2020 8/3	2021 8/10	2022 8/17



出典: 国土交通省「水文水質データベース」をもとに環境省が作成

・2014年度夏以降、生物グループはグループ2からグループ3やグループ1に変化しているが、2019年度と2020年度夏のCOD（図中の黄囲み）以外は、底質に大きな変化はみられておらず（図中の緑囲み）、底質との関連性は不明である。

・2020年度夏の調査実施日は8/3であり、その前の7/8には球磨川（横石）で約6,200m³/s（推定）の大出水が発生しており、球磨川河口部からやや離れているものの、CODの増加に何らかの影響を及ぼした可能性が考えられるが、その他の項目は大きな変化を見せておらず（図中の紫囲み）、出水と河口部からやや離れた地点の底質との関連性は不明である。



4. まとめ

① ベントス及び底質の変動状況の把握

- 有明海、八代海の夏期・冬期について、データの類似性から**ベントス及び底質データをそれぞれグループ化**し、グループの経年変化から変動状況を確認した結果、有明海・八代海ともに冬期は一時的に生物グループの変化が生じた場合においても、多くの地点でのちに元に戻る傾向が見られた。また、**夏期に湾奥部の一部**などにおいて、**複数年度にわたるグループの変化**が確認された。

② ベントス群集の変化・変動要因の解析

- 複数年度にわたるベントス群集（種類数、個体数、多様度指数）の変動要因について、底質グループの変化、ベントスの種組成（指標種）や底質との関連性について解析した結果、**一部地点では出水の影響**を受けている可能性が示唆されたが、**要因解明にはその他の影響（貧酸素化等）も含めたより詳細な解析**が必要である。



<今後の検討課題>

- 令和5年度以降のデータでも同様の傾向であるか確認
- ベントス群集の長期変動（気温・水温等）や短期変動（降雨等）、二枚貝類との関連性に関する解析



ベントスの変動要因や影響を受けやすい地点等を把握し、再生方策を検討する上での基礎データに繋げる

<資料編>

(2) 生物・底質データ

- ・ 有明海（12地点）と八代海（10地点）を別海域として、それぞれでグループ化
- ・ 2005年度から2022年度の調査で得られたデータを使用。また、夏期と冬期のデータを分けて解析

表 整理・解析に使用したベントス・底質データ

	年度	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	季節	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬		
	調査年月	0508	0602	0608	0702	0708	0802	0807	-	0907	-	-	-	1107	1202	1207	1302	1308	1402	1408	1501	1508	1601	1608	1701	1708	1801	1808	1901	1908	2001	2008	2101	2108	2201	2208	2301
有明海	Afk-1	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Afk-2	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Asg-2	○	○	○	○	●	●	○	-	●	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Asg-3	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Asg-4	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Ang-1	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Ang-2	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Ang-3	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Akm-1	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Akm-2	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Akm-3	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Akm-4	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

八代海	年度	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
	季節	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬		
	調査年月	0508	0602	0608	0702	0708	0802	0807	-	0907	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1408	1502	1508	1602	1608	1702	1708	1801	1808	1901	1908	2001	2008	2101	2108	2201	2208	2301
	Ykm-1	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-2	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-3	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-4	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-5	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-6	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ykm-7	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Ykg-1	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Ykg-2	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Ykg-3	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

注) 表中の「○」は整理・解析に使用した底質及びベントスデータ、「●」はベントスデータのみを使用、「-」はデータがないか、使用しなかったことを示す

○ 有明海における底生生物（種類数）の経年変化

- ・A1海域は、他の海域に比べて変動幅は小さく、低い値で横ばいで推移
- ・A2～A7海域は、概ね横ばいで推移しているが、A1海域に比べて変動幅が大きい。特にA7海域では変動幅が大きく、地点によって種類数の差が大きい。

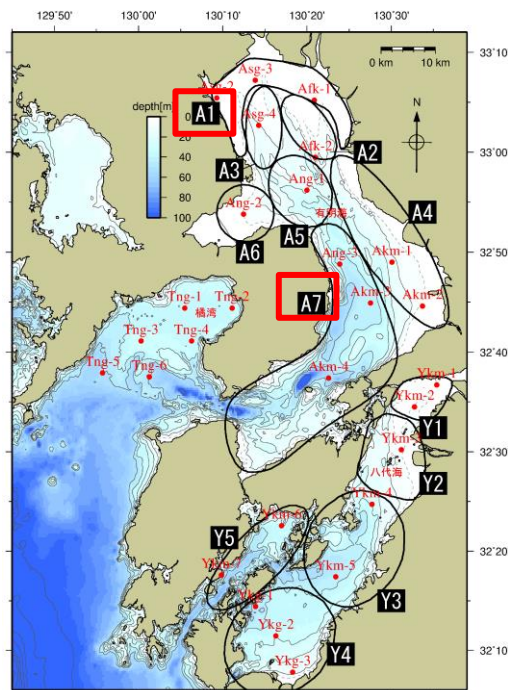


図 評価委員会報告における海域区分

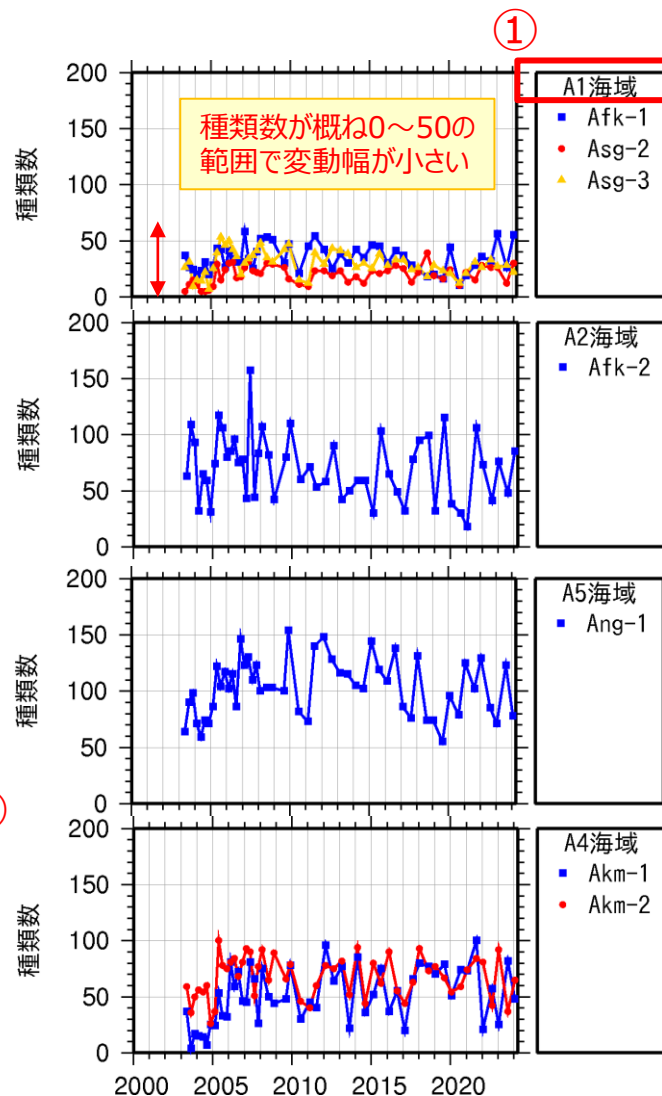
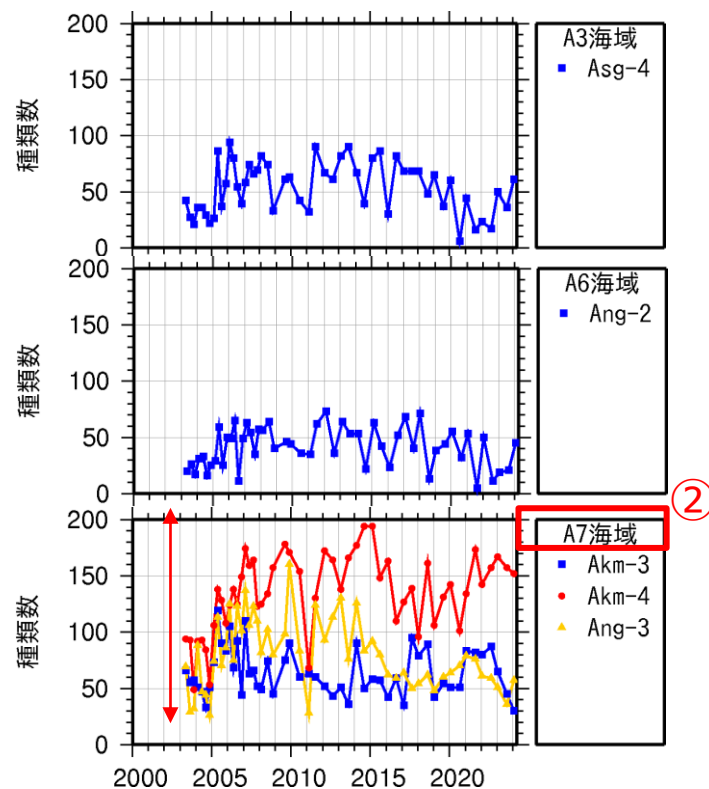


図 有明海における底生生物（種類数）の経年変化

○ 有明海における底生生物（個体数）の経年変化

- ・A1海域、A4海域、A5海域及びA7海域では他の海域に比べて変動幅は小さく、近年は低い値で推移している。
- ・A2海域、A3海域、A6海域では近年大きな変動幅がみられる。Afk-2では日和見種であるホトギスガイの優占、Asg-4では2019年以降は軟体動物（二枚貝類）のヒメカノコアサリの優占による。

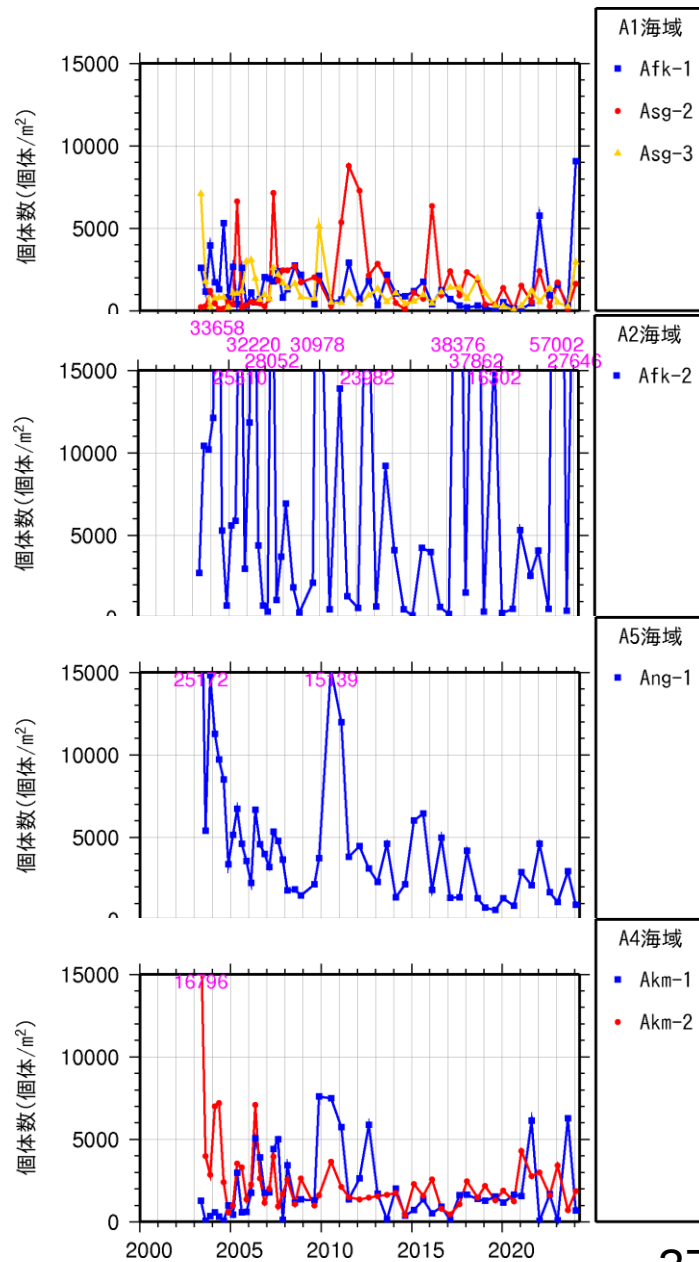
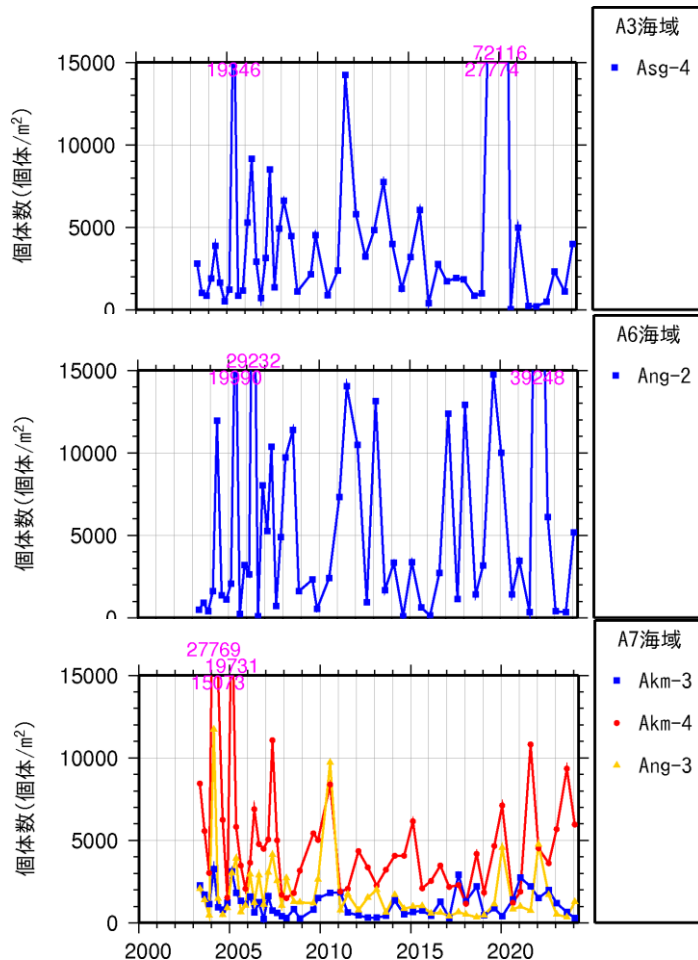
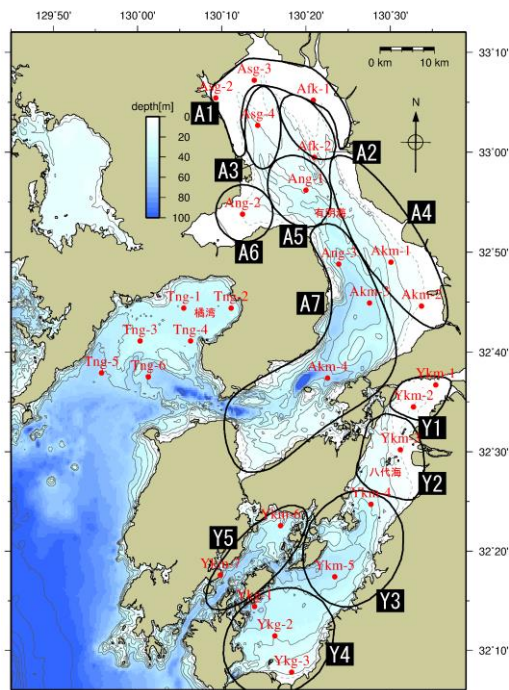


図 評価委員会報告における海域区分

図 有明海における底生生物（個体数）の経年変化

- 全体的に年変動はあるものの概ね横ばい傾向であるが、A1海域のAsg-3では2011年頃までサルボウガイによって高い値を示していたが、近年はサルボウガイの減少により、湿重量が低下
- A2海域での2009年以降の大きな変動はホトギスガイ、A3海域での2020年以降の変動はヒメカノコアサリによるもの

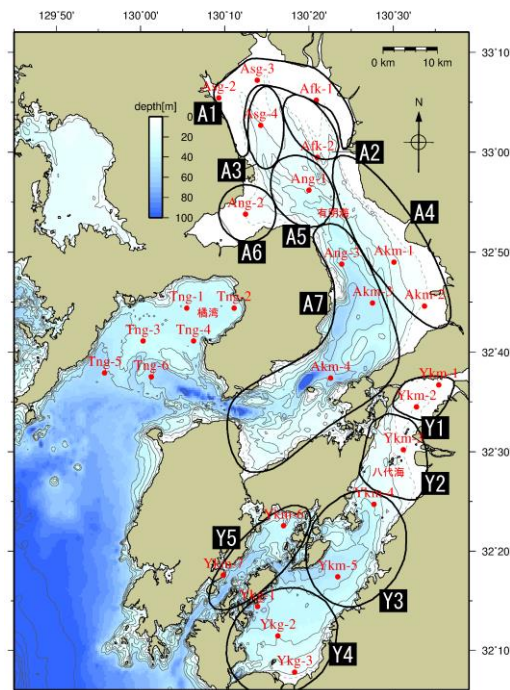


図 評価委員会報告における海域区分

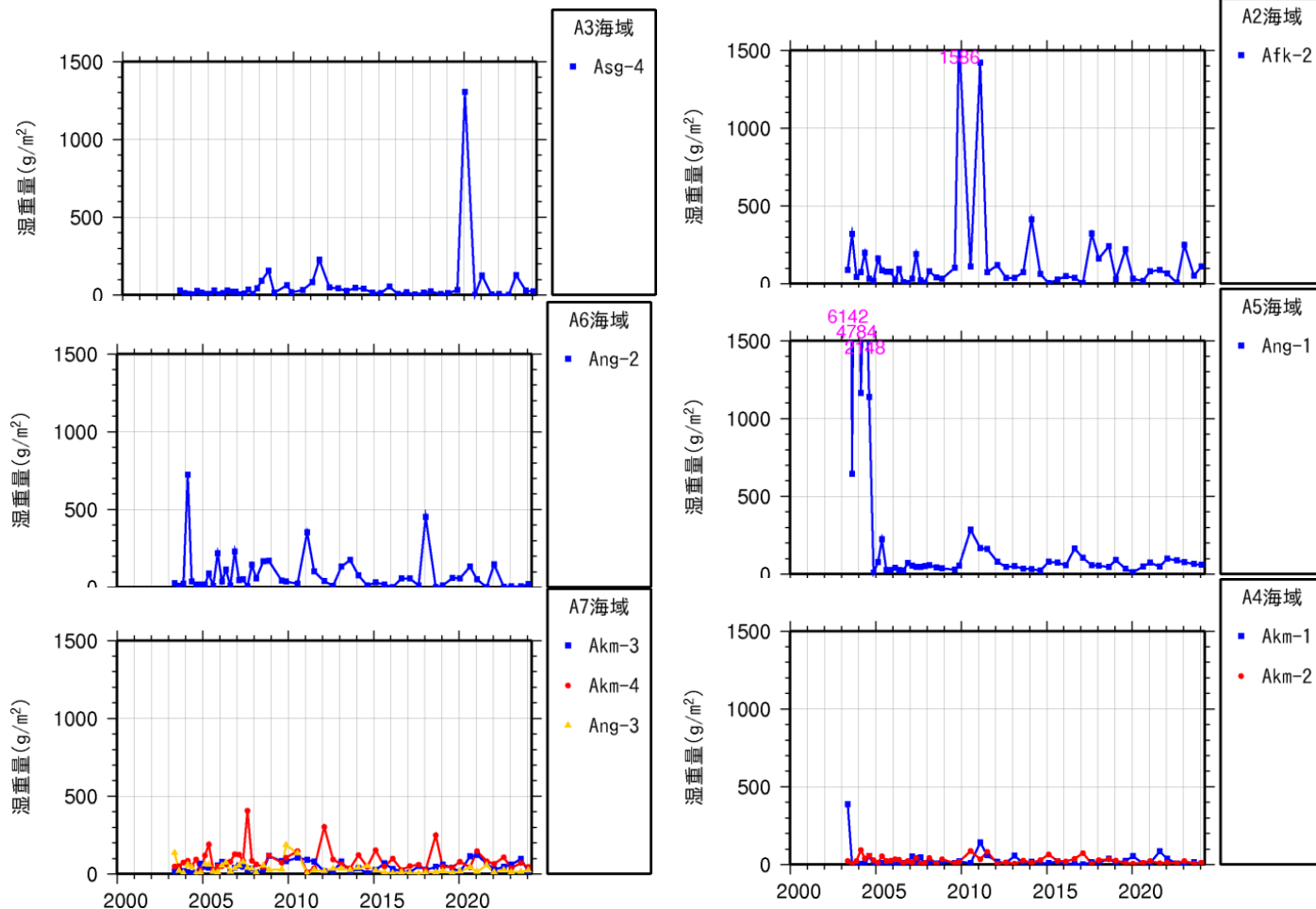


図 有明海における底生生物(湿重量)の経年変化

○ 八代海における底生生物（種類数）の経年変化

- 種類数の経年変化は、全体的には概ね横ばい傾向であるが、Y4海域のYkg-1とY5海域のYkm-7は他の海域に比べて変動幅が大きく、種類数が比較的多い

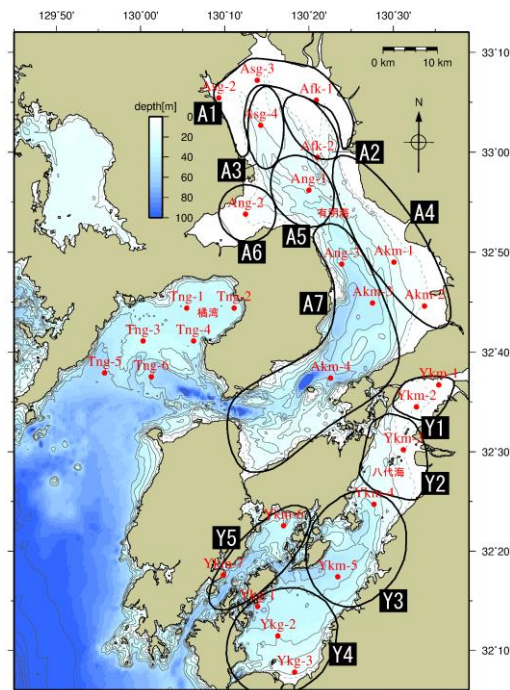


図 評価委員会報告における海域区分

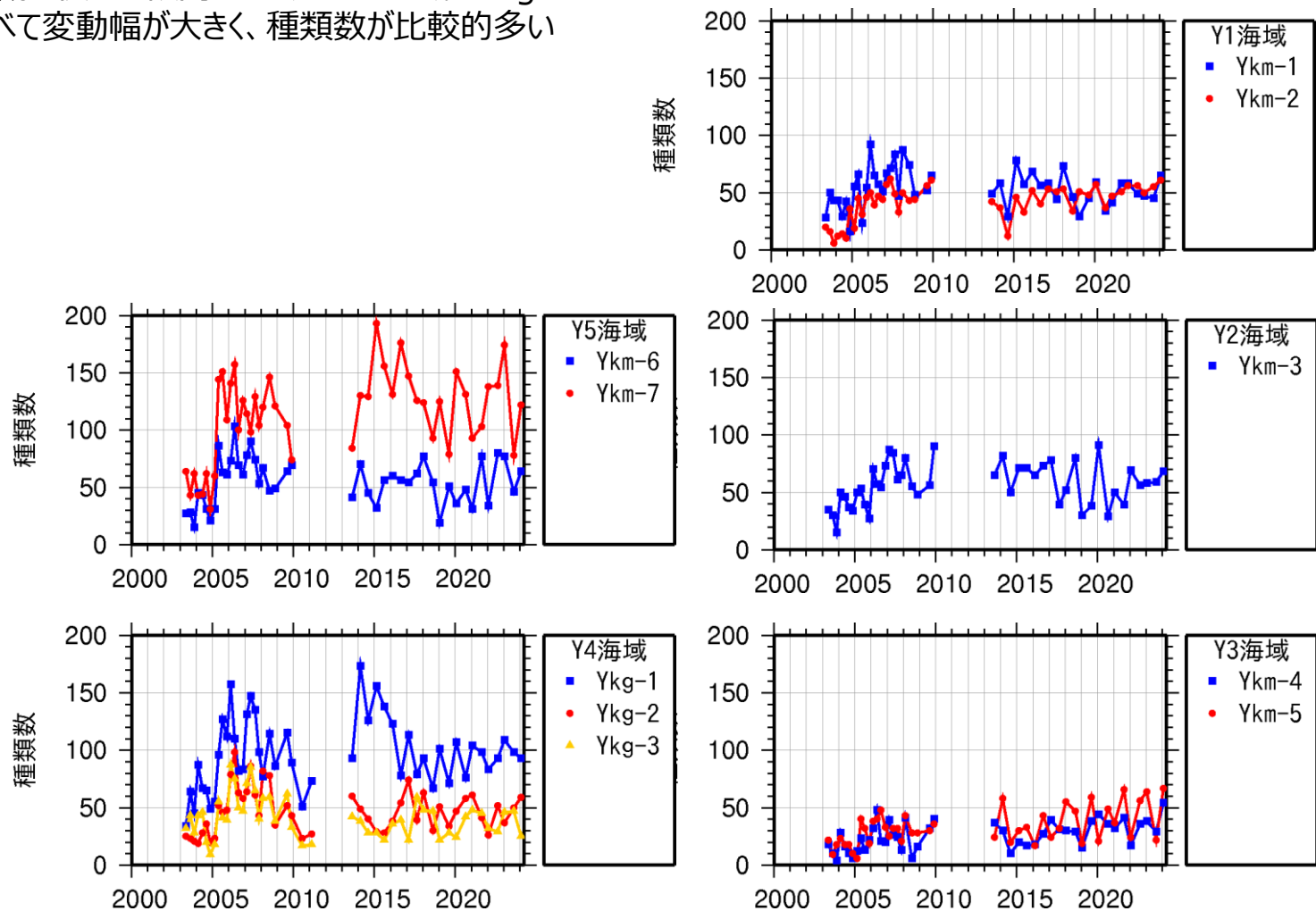


図 八代海における底生生物（種類数）の経年変化

○ 八代海における底生生物（個体数）の経年変化

・Y1海域のYkm-1で2003年、2007年、2008年に高い値を示した。これはホトトギスガイによるものである。それ以外の地点・時期は全般的に低い値で推移している。

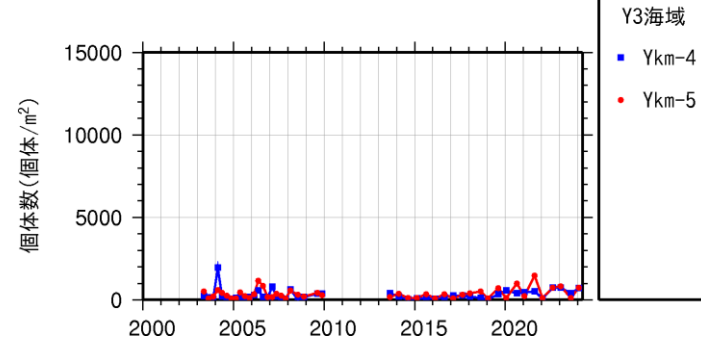
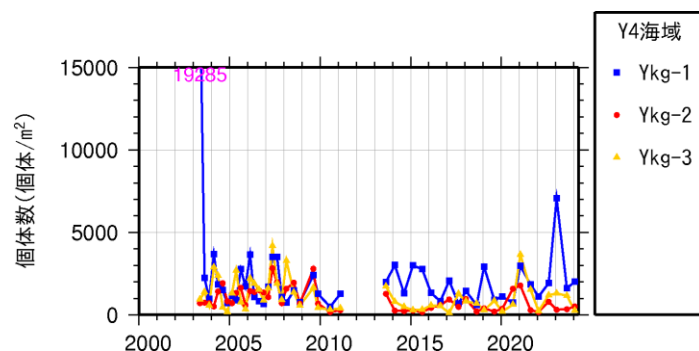
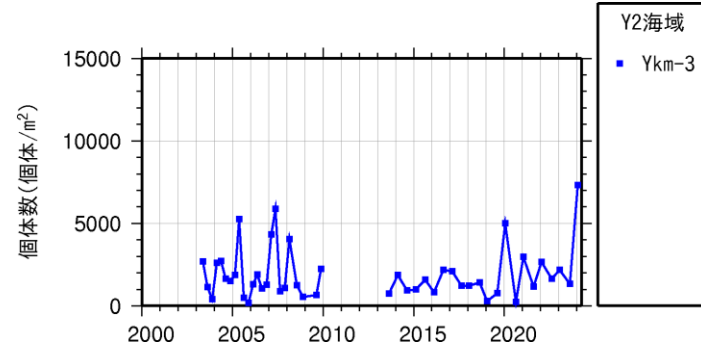
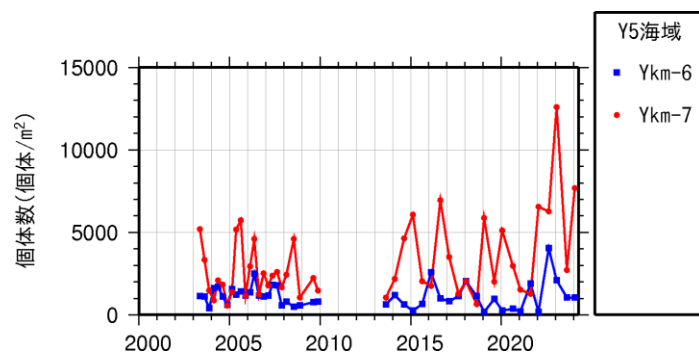
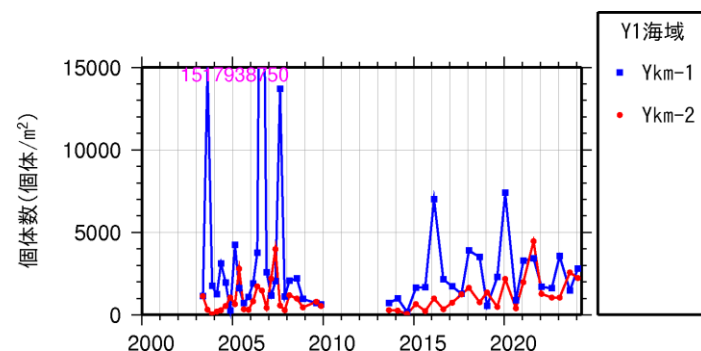
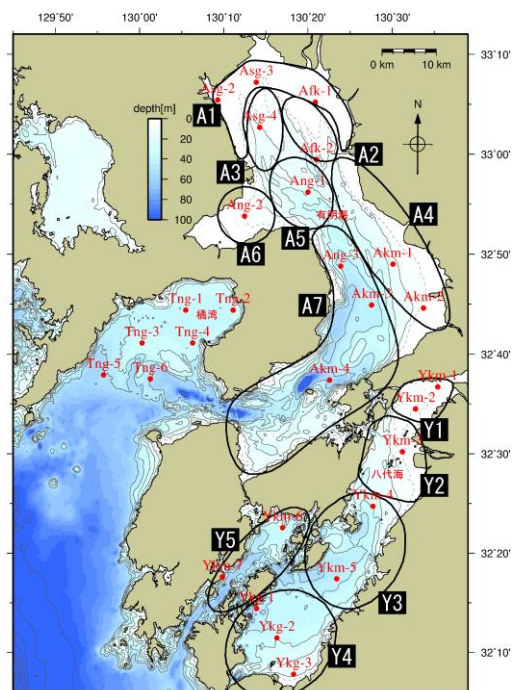


図 評価委員会報告における海域区分

図 八代海における底生生物（個体数）の経年変化

○ 八代海における底生生物（湿重量）の経年変化

- ・Y1海域のYkm-1で2007年に高い値が見られたが、これはホトギスガイによるものであり、それ以外の地点・時期は全般的に低い値で横ばいに推移している。

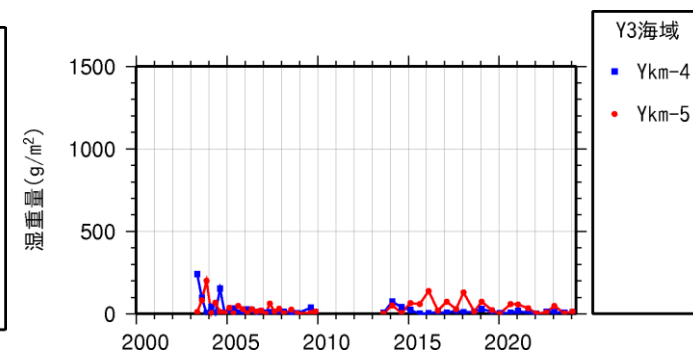
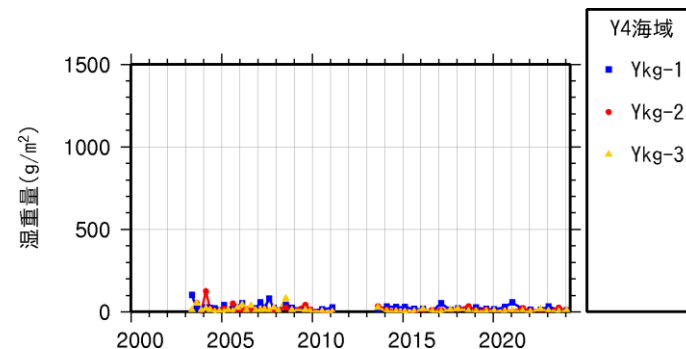
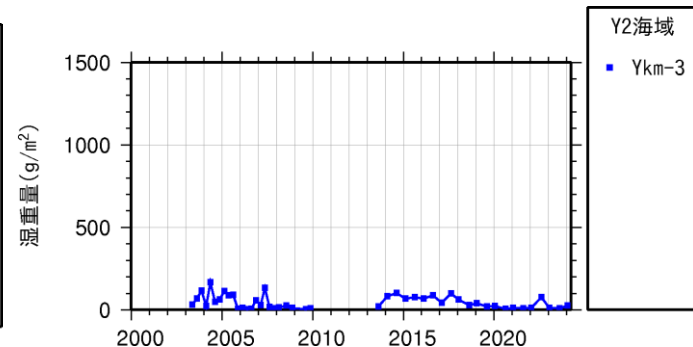
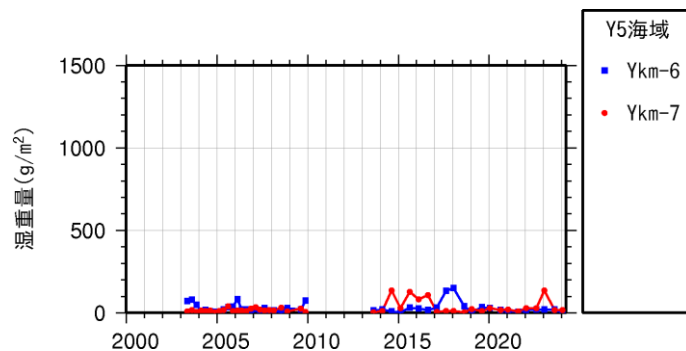
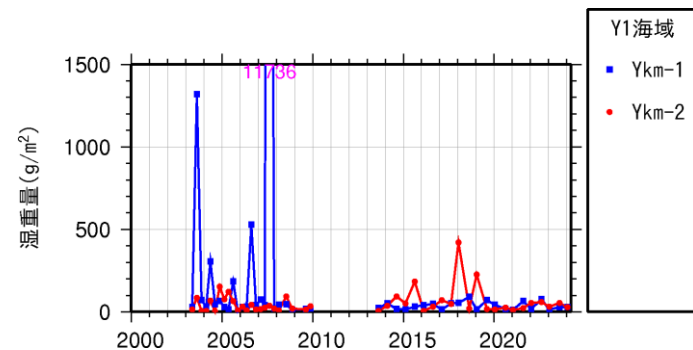
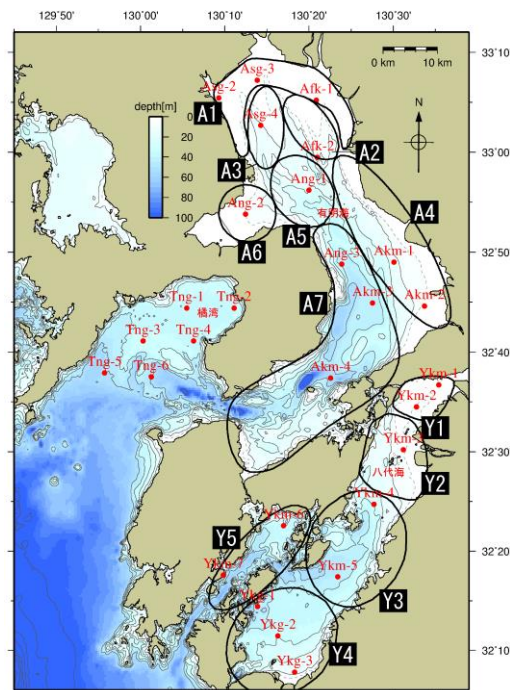


図 評価委員会報告における海域区分

図 八代海における底生生物（湿重量）の経年変化

○ 有明海における底生生物の変動傾向

- ・総種類数は12地点中3地点で減少傾向。この3地点では軟体動物門が共通して減少傾向。湾口部のA7海域（Ang-3）では全ての門で減少傾向。
- ・総個体数は3地点で減少傾向。
- ・総湿重量は2地点で減少傾向。この2地点では軟体動物門が共通して減少傾向。

表 有明海における底生生物の変動傾向

		種類数					個体数					湿重量				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総湿重量	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他
A1海域 (有明海湾奥奥部)	Asg-2	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
	Asg-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Afk-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A2海域 (有明海湾奥東部)	Afk-2	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-
A3海域 (有明海湾奥西部)	Asg-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A4海域 (有明海中央東部)	Akm-1	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
	Akm-2	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
A5海域 (有明海湾央部)	Ang-1	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
A6海域 (有明海諫早湾)	Ang-2	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
A7海域 (有明海湾口部)	Akm-3	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
	Akm-4	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-
	Ang-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$) はセルを着色した。
 2. $\tau > 0$ の場合は増加傾向を示し“+”、 $\tau < 0$ の場合は減少傾向を示し“-”とした。

○ 有明海における底質の変動傾向

- ・CODは12地点9地点で増加傾向であり、特に湾奥部、中央東部、諫早湾の地点が多い。これらの地点では粘土・シルト含有率も増加傾向の地点が多い。
- ・海域別では、中央東部のA4海域（Akm-2）では全ての項目で増加傾向。湾央部のA5海域（Ang-1）では5項目で減少傾向。

表 有明海における底質の変動傾向

		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土・シルト含有率
A1海域 (有明海湾奥奥部)	Asg-2	+	+	+	+	+	+
	Asg-3	-	+	+	-	+	+
	Afk-1	+	+	+	+	+	+
A2海域 (有明海湾奥東部)	Afk-2	-	+	-	+	+	-
A3海域 (有明海湾奥西部)	Asg-4	-	-	+	-	-	-
A4海域 (有明海中央東部)	Akm-1	+	+	+	+	-	+
	Akm-2	+	+	+	+	+	+
A5海域 (有明海湾央部)	Ang-1	-	-	-	-	-	-
A6海域 (有明海諫早湾)	Ang-2	+	-	+	+	-	-
A7海域 (有明海湾口部)	Akm-3	+	+	+	+	+	+
	Akm-4	-	-	-	-	+	-
	Ang-3	+	-	+	+	+	-

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$) はセルを着色した。
 2. $\tau > 0$ の場合は増加傾向を示し“+”、 $\tau < 0$ の場合は減少傾向を示し“-”とした。

○ 八代海における底生生物の変動傾向

- ・総種類数では10地点中、湾奥部と湾央部の3地点で増加傾向。軟体動物門と節足動物門が増加している地点が多かった。
- ・総個体数は湾奥部、球磨川河口部、湾央部の3地点で増加傾向にあり、環形動物門が増加している地点が多かった。
- ・総湿重量では有意な増減傾向はみられなかった。

表 八代海における底生生物の変動傾向

		種類数					個体数					湿重量				
		総種類数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総個体数	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他	総湿重量	軟体動物門	環形動物門	節足動物門	その他
Y1海域 (八代海湾奥部)	Ykm-1	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-
	Ykm-2	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Y2海域 (球磨川河口部)	Ykm-3	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
Y3海域 (八代海湾央部)	Ykm-4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Ykm-5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Y4海域 (八代海湾口東部)	Ykg-1	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+
	Ykg-2	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
	Ykg-3	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-
Y5海域 (八代海湾口西部)	Ykm-6	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
	Ykm-7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$) はセルを着色した。

2. $\tau > 0$ の場合は増加傾向を示し“+”、 $\tau < 0$ の場合は減少傾向を示し“-”とした。

○ 八代海における底質の変動傾向

- ・CODは10地点中8地点で増加傾向であり、八代海全体でCODの増加傾向がみられる。CODが増加傾向を示している地点では、T-N、T-P、強熱減量も増加している地点が多い。
- ・海域別では、湾奥部のY1海域（Ykm-1）では全ての項目が増加傾向。球磨川河口部のY2海域（Ykm-3）、湾口部のY4海域（Ykg-3）やY5（Ykm-6）では4～5項目が増加傾向。

表 八代海における底質の変動傾向

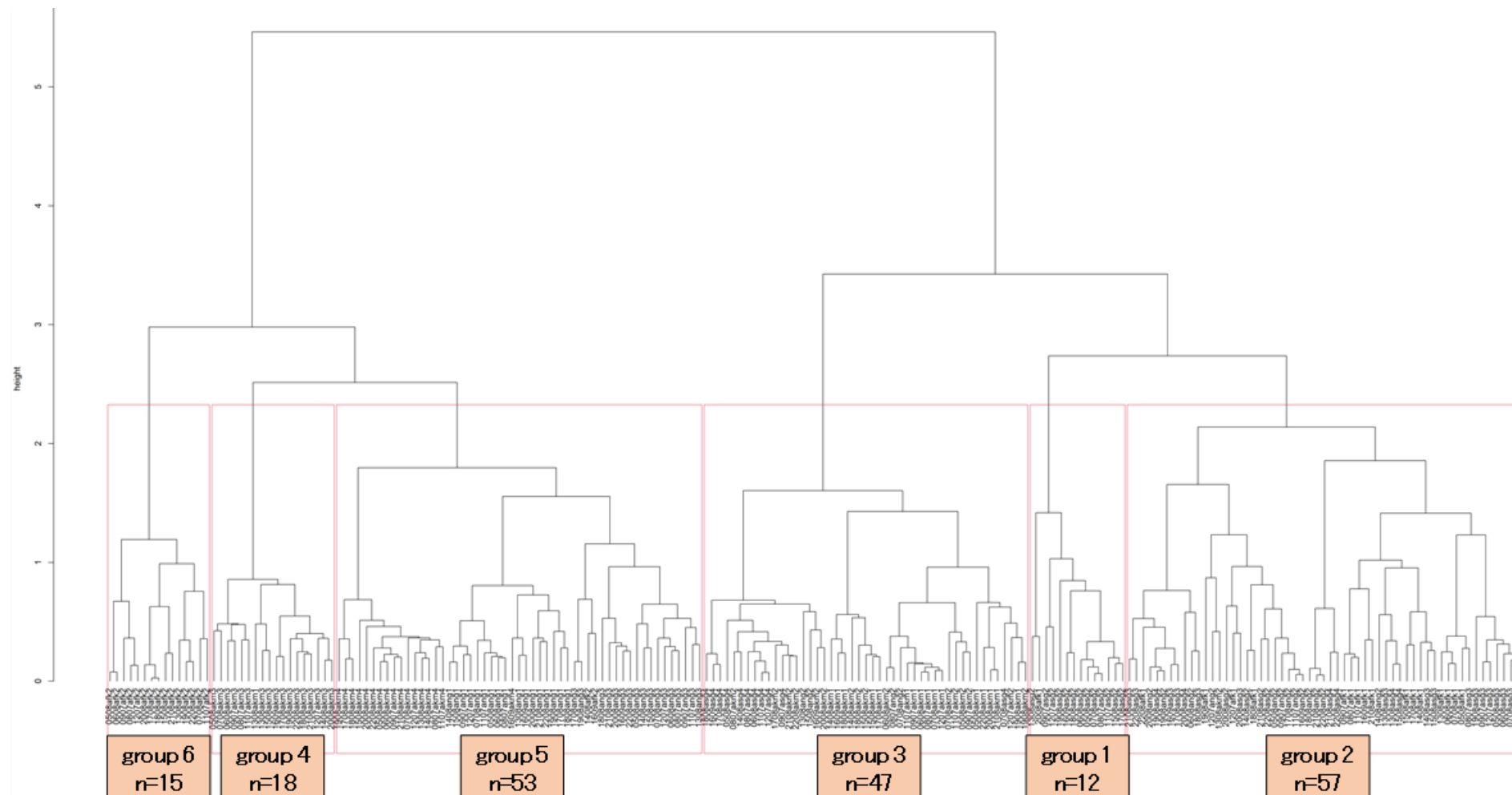
		T-N	T-P	COD	強熱減量	T-S	粘土・シルト 含有率
Y1海域 (八代海湾奥部)	Ykm-1	+	+	+	+	+	+
	Ykm-2	+	+	+	+	-	+
Y2海域 (球磨川河口部)	Ykm-3	+	+	+	+	+	+
Y3海域 (八代海湾中部)	Ykm-4	+	+	+	+	+	+
	Ykm-5	-	+	+	+	+	+
Y4海域 (八代海湾口東部)	Ykg-1	-	-	-	-	-	-
	Ykg-2	-	+	+	+	-	-
	Ykg-3	+	+	+	+	+	+
Y5海域 (八代海湾口西部)	Ykm-6	+	+	+	+	+	+
	Ykm-7	+	+	-	+	-	-

注) 1. Mann-Kendall 検定の結果、統計学的に有意であった場合 ($p < 0.05$) はセルを着色した。

2. $\tau > 0$ の場合は増加傾向を示し“+”、 $\tau < 0$ の場合は減少傾向を示し“-”とした。

＜ベントス：有明海：夏期＞

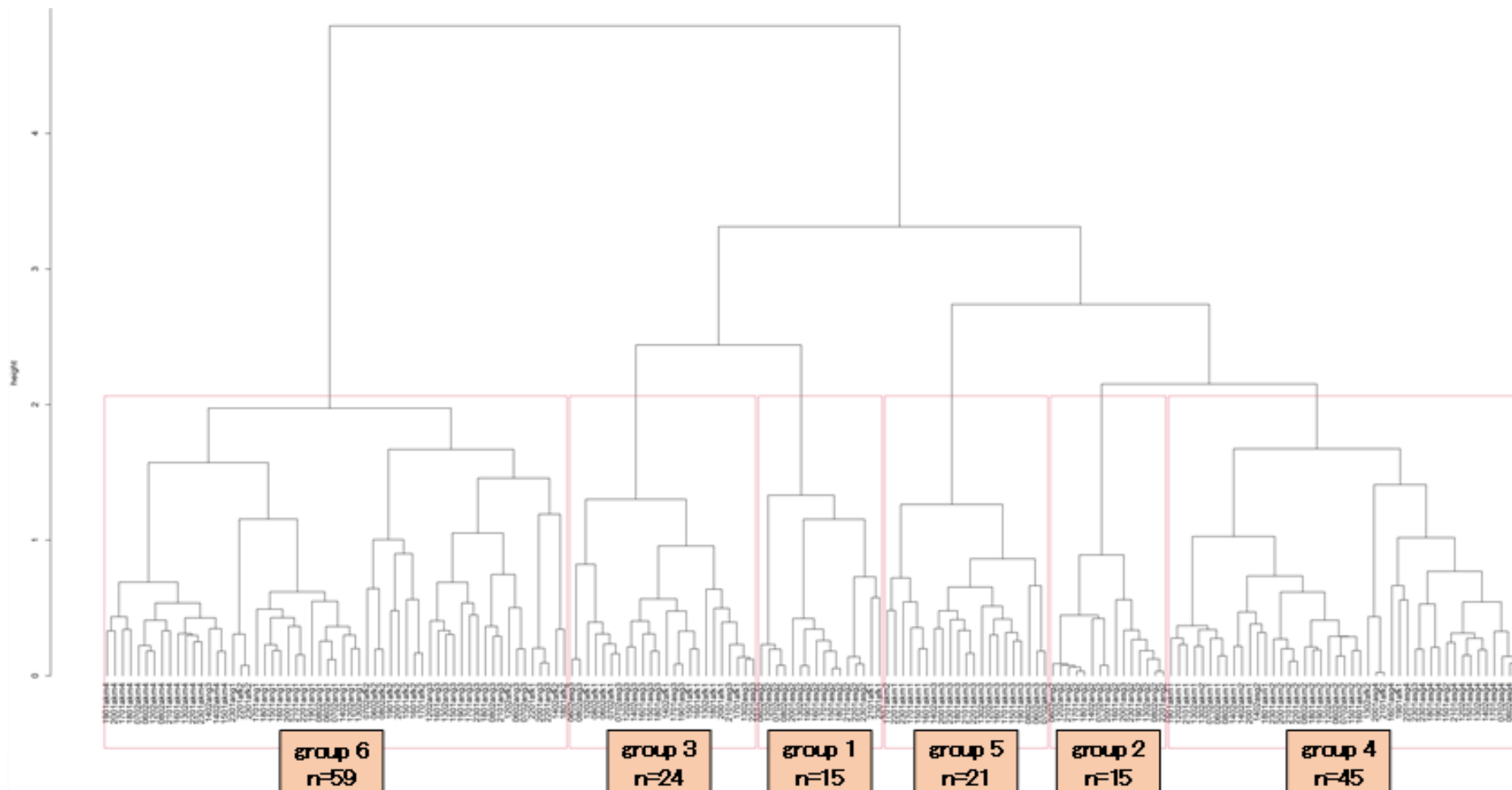
・ベントスデータの類似性から6つの生物グループに分類するのが妥当と考えられた。



クラスター分析による樹形図（有明海ベントス：夏期）

＜ベントス：有明海：冬期＞

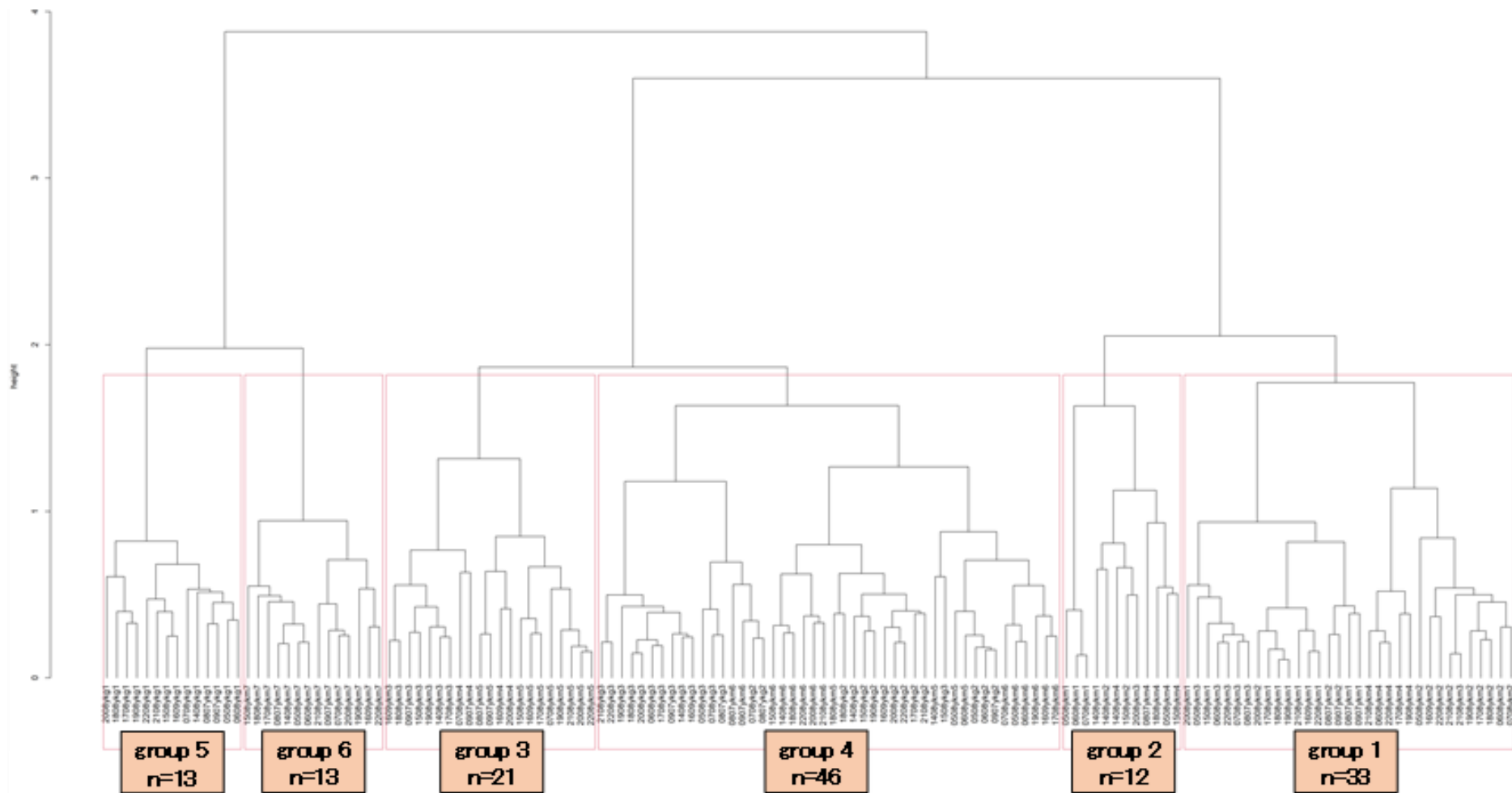
・ベントスデータの類似性から6つの生物グループに分類するのが妥当と考えられた。



クラスター分析による樹形図(有明海ベントス:冬期)

＜ベントス：八代海：夏期＞

・ベントスデータの類似性から6つの生物グループに分類するのが妥当と考えられた。



クラスター分析による樹形図(八代海ベントス:夏期)

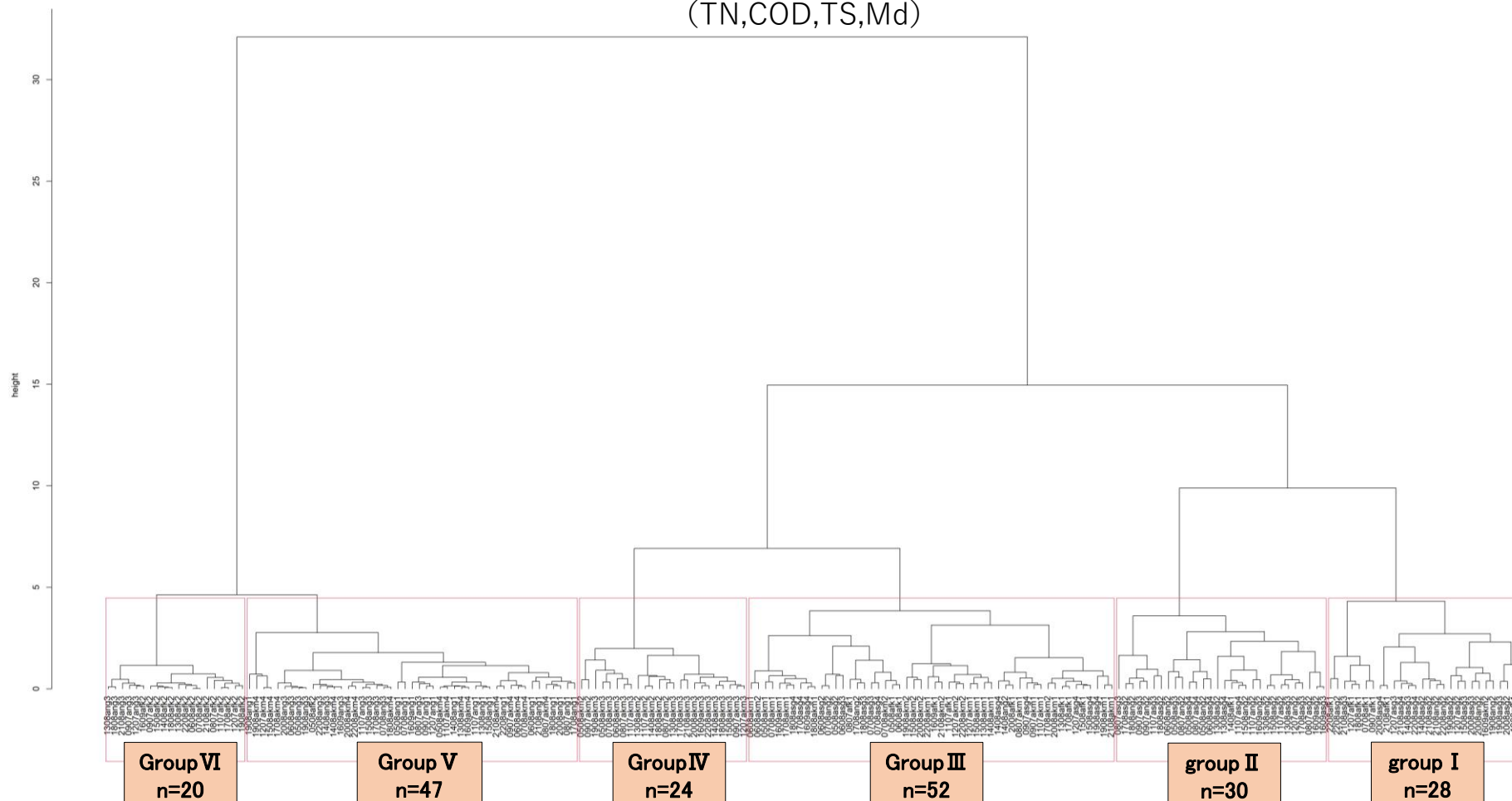
・ベントスデータの類似性から**6つの生物グループ**に分類するのが妥当と考えられた。



＜底質：有明海：夏期＞

- ・底質データの類似性から6つの底質グループに分類するのが妥当と考えられた。

有明海（夏期）底質4項目
(TN,COD,TS,Md)

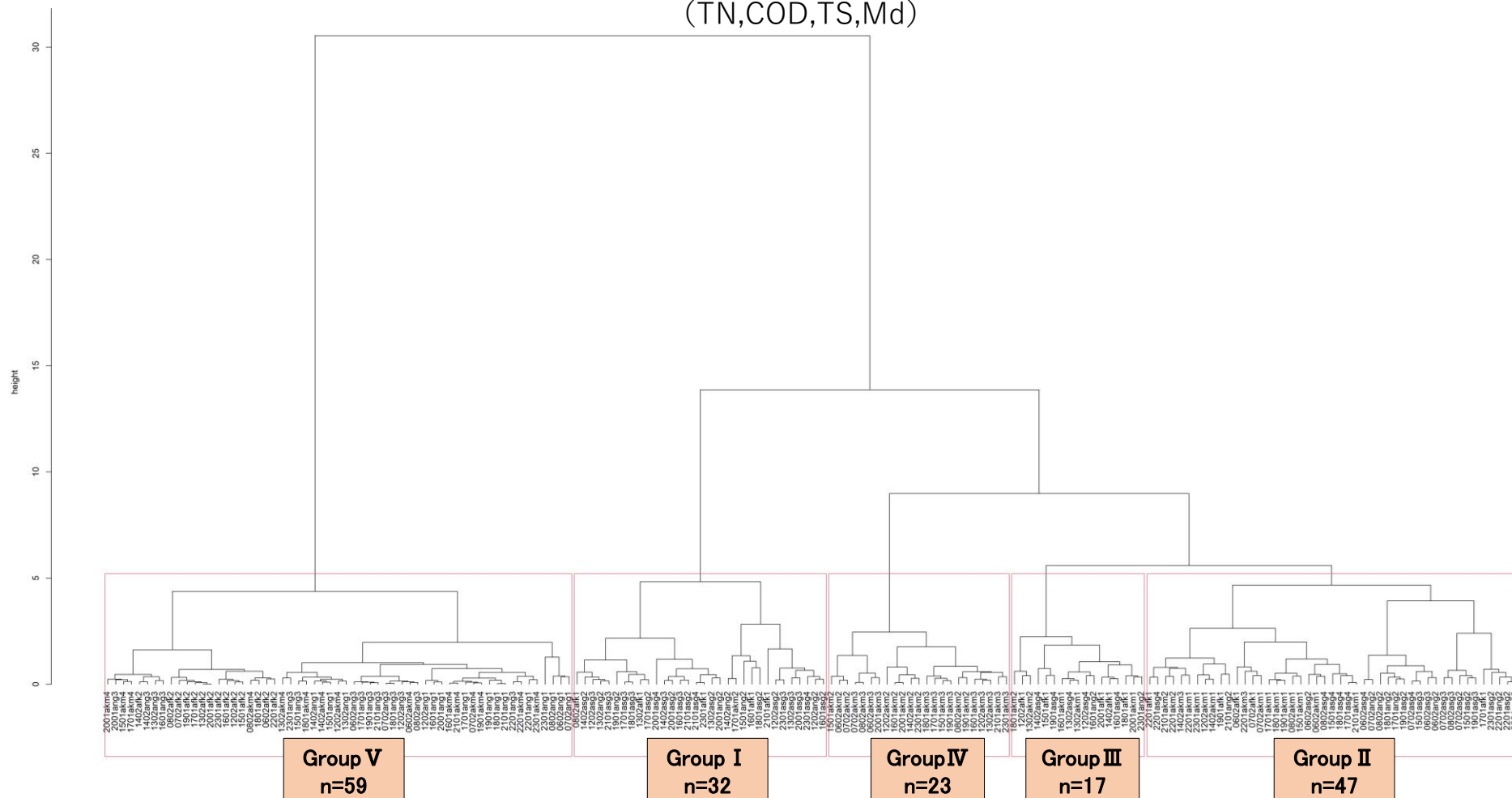


クラスター分析による樹形図（有明海底質：夏期）

＜底質：有明海：冬期＞

- ・底質データの類似性から**5つの底質グループ**に分類するのが妥当と考えられた。

有明海（冬期）底質4項目
(TN,COD,TS,Md)

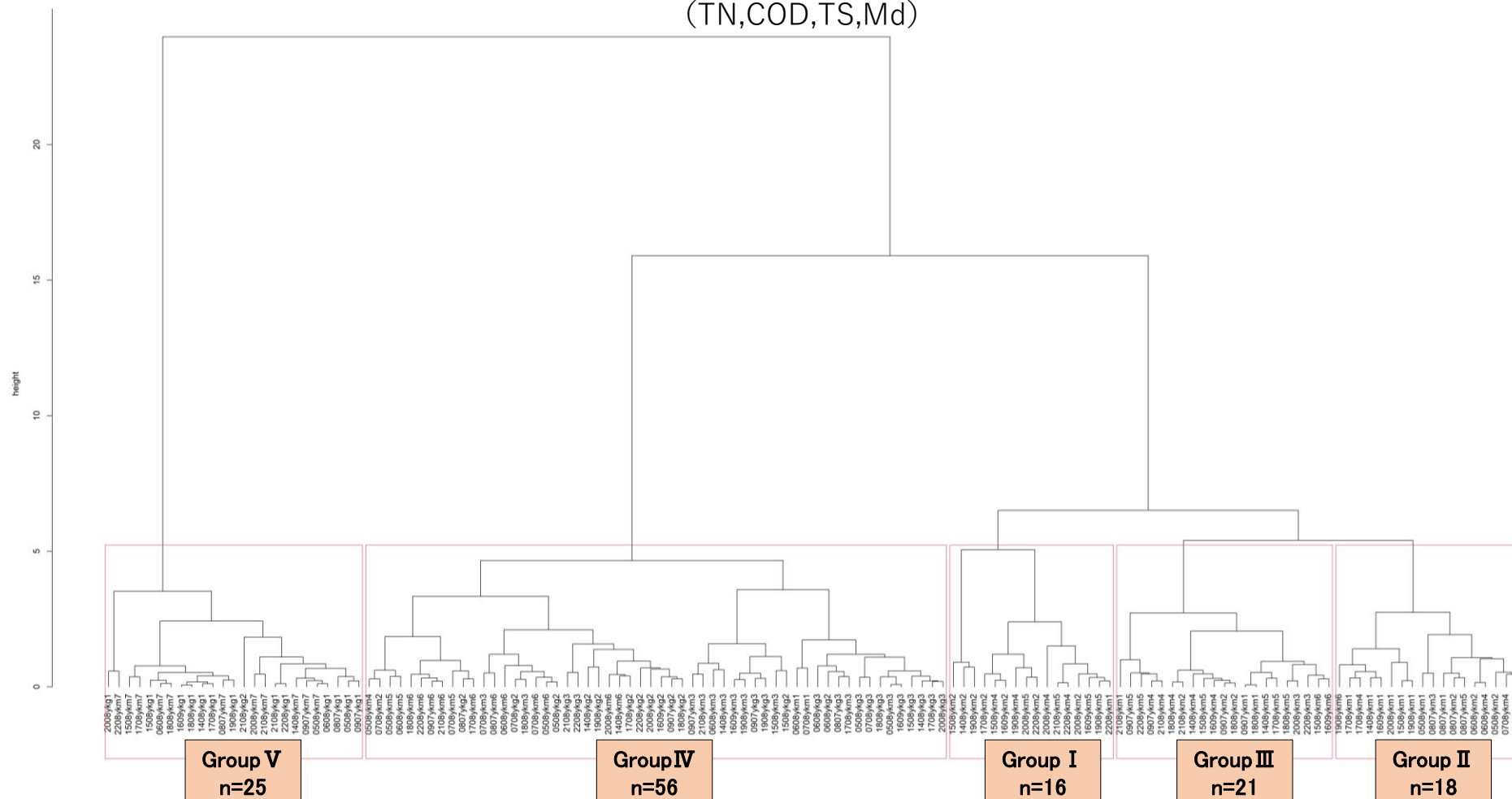


クラスター分析による樹形図（有明海底質：冬期）

＜底質：八代海：夏期＞

・底質データの類似性から**5つの底質グループ**に分類するのが妥当と考えられた。

八代海（夏期）底質4項目
(TN,COD,TS,Md)

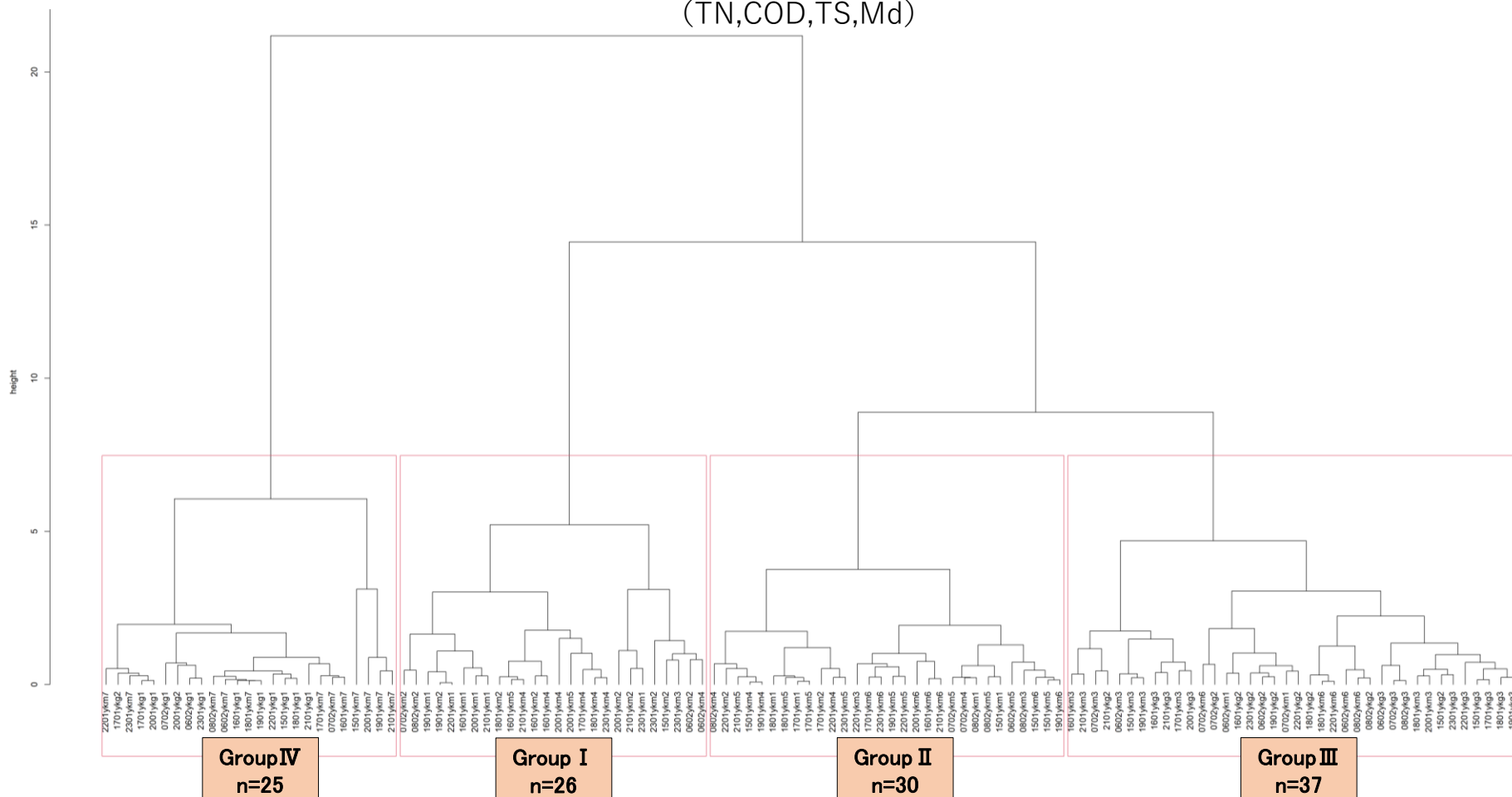


クラスター分析による樹形図（八代海底質：夏期）

＜底質：八代海：冬期＞

・底質データの類似性から4つの底質グループに分類するのが妥当と考えられた。

八代海（冬期）底質4項目
(TN,COD,TS,Md)



クラスター分析による樹形図（八代海底質：冬期）