Ⅲ　研究成果

１．底質堆積物調査

1.1　調査概要

1.1.1　調査目的

有明海は，日本最大の干潟を有する場所であり，豊富な水産資源を提供してくれる貴重な場所である．ところが，近年，漁獲量の減少・不安定化・赤潮の頻発などが見られるようになってきた．そこで，漁業資源の豊かな有明海に戻すことが緊急の課題となっている．

環境変化には様々な要素が絡み合っており，総合的に様々な分野の調査研究技術を用いて現状を把握し，再生に取り組むことが重要である．これまで体系だった有明海の調査研究は行われてきていない．平成 17 年，18 年及び 20 年度に底質の物質循環調査の基礎データの収集を主な目的として底質の柱状採取を行い，その解析／分析を行った．

広大な有明海全体を把握することは困難であるが，これまでに河口延長部の砂質干潟，湾奥の軟泥質干潟，潮下帯環境において調査を行った．平成 17 年，18 年度は佐賀県行政区内の海域を対象とした調査であったが，有明海全体を知るには，筑後川より東側のデータが不可欠である．そこで，平成 20 年度は福岡県柳川沖の干潟を対象として調査を行った．

1.1.2　調査構成

本業務の内容は下記に示した通りである．

・ジオスライサーによる地層採取
・ハンディジオスライサーによる地層採取
・代表箇所におけるバルクサンプリング
・採取地層の解析（生痕相解析，堆積相解析）
・各種分析（貝化石分析・底生有孔虫分析・珪藻化石分析）
・総合的とりまとめ

本業務の実施数量および当初数量を表 1.1.2 に示す．

表 1.1.2　実施数量表

	工種	内容	当初数量	実施数量
平成17年度	地層採取	ｼﾞｵｽﾗｲｻｰ調査	２本（合計８m）	５本（合計 14.4m）
	地層解析	堆積相解析	８m	14.4m
		生痕相解析	８m	14.4m
	各種分析	貝化石分析	10 検体	11 検体
		底生有孔虫分析	10 検体	10 検体
		珪藻化石分析	10 検体	10 検体
平成18年度	地層採取	ﾊﾝﾃﾞｨｼﾞｵｽﾗｲｻｰ調査	13 本（合計 13m）	16 本（合計 21.15m）
		ﾊﾞﾙｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ（深度 50cm）	3 箇所	3 箇所
		ﾊﾞﾙｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ（表層のみ）	4 箇所	4 箇所
	地層解析	堆積相解析	7m	10.15m
		生痕相解析	7m	10.15m
	分析	貝化石（貝殻遺骸）分析	11 検体	21 検体
平成20年	地層採取	ジオスライサー調査	1 本（3m）	3 本（合計 7.55m）
	地層解析	堆積相解析	一式	一式
		生痕相解析	一式	一式

1.1.3　調査対象水域

調査は，平成 17 年に川副町の佐賀空港の南側沖合（砂泥質，潮間帯）と鹿島市南東側沖合（泥質，潮下帯）２地点，平成 18 年度に白石（調査位置図中の A），東与賀（調査位置図中の B），川副（調査位置図中の C,D,E,F,G）３地点，平成 20 年度に福岡県柳川沖（アサリ漁場，干潟域）１地点において実施した．

選定された調査地点の座標位置は簡易 GPS によって計測した．その結果を表 1.1.3 および調査位置図（図 1.1.3）に示す．

表 1.1.3　調査位置の座標（GPS による計測）

調査位置	座標		調査日
川副沖（GS-1）	N 33° 07’41″	E 130° 18’00″	2005/9/29
鹿島沖（GS-2）	N 33° 02’57″	E 130° 11’08″	2005/9/30
白石（A）	N 33° 07’09.5″	E 130° 09’59.6″	2006/10/3
東与賀（B）	N 33° 09’18.4″	E 130° 16’44.9″	2006/10/4
川副（C）	N 33° 07’42.5″	E 130° 18’08.2″	2006/10/5
柳川	N 33° 06’34.65″	E 130° 22’11.97″	2008/7/14

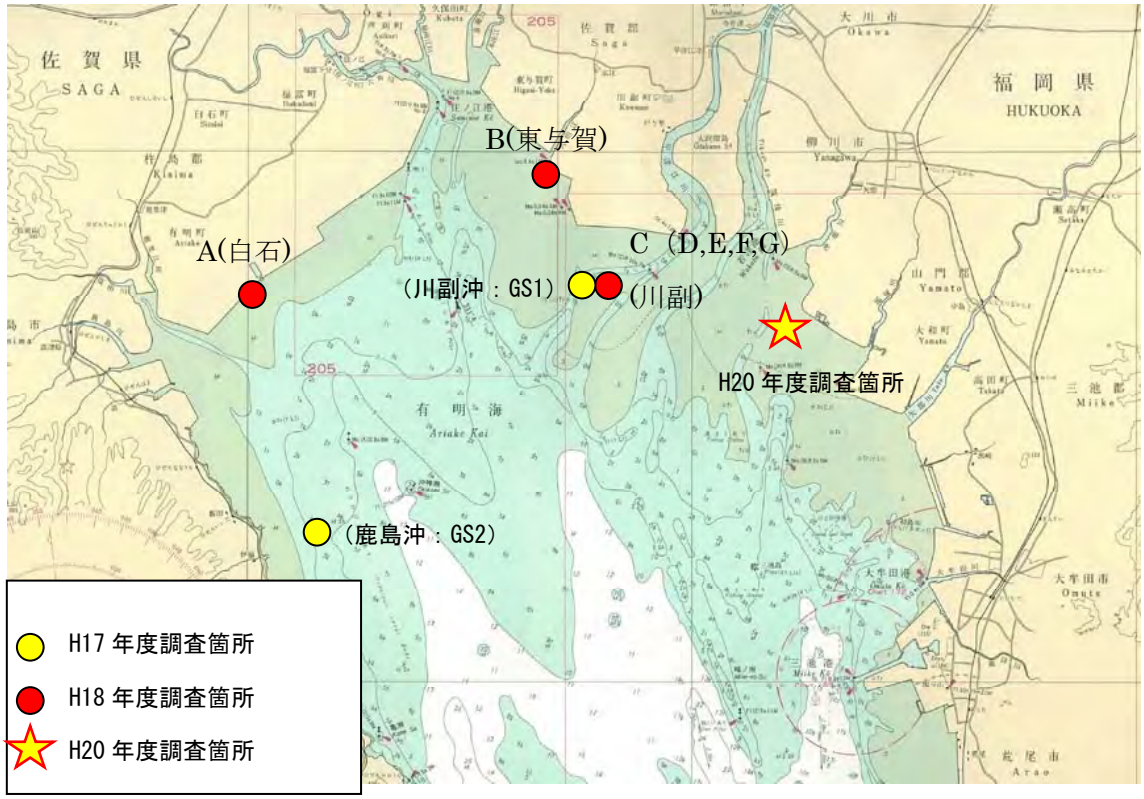


図 1.1.3　調査位置図

1.1.4　調査方法

GS1、GS2 および柳川についてはジオスライサー、A、B、C、D、E、F、G についてはハンディスライサーおよびバルクサンプリングを行った.

平成 18 年度調査地点のうち，A・B・C を代表地点とし，それぞれの場所で，ハンディジオスライサーによる地層採取（約 1.2m 深度），バルクサンプリング（25cm×25cm×深度 10cm 鉛直方向に５層準：深度 50cm まで採取），ベントス調査用試料採取を行った（＊予備試料として，A 及び B において，バルクサンプルは 60cm 深度まで採取，C 地点のハンディジオスライサーは 1.8m 採取）.

また，平成 17 年度調査において河口デルタの堆積システムが判明し，津波堆積物（1792 年）も認められた川副沖の近隣の C 地点を含む N-S 方向（ほぼ砂州の形状の縦断）の測線を設定し，北より D・E・F・C・G 地点において表層ブロックを採取および，ハンディジオスライサーによる地層採取（約 1.2m 深度）を行った（図 1.1.4-1 参照）

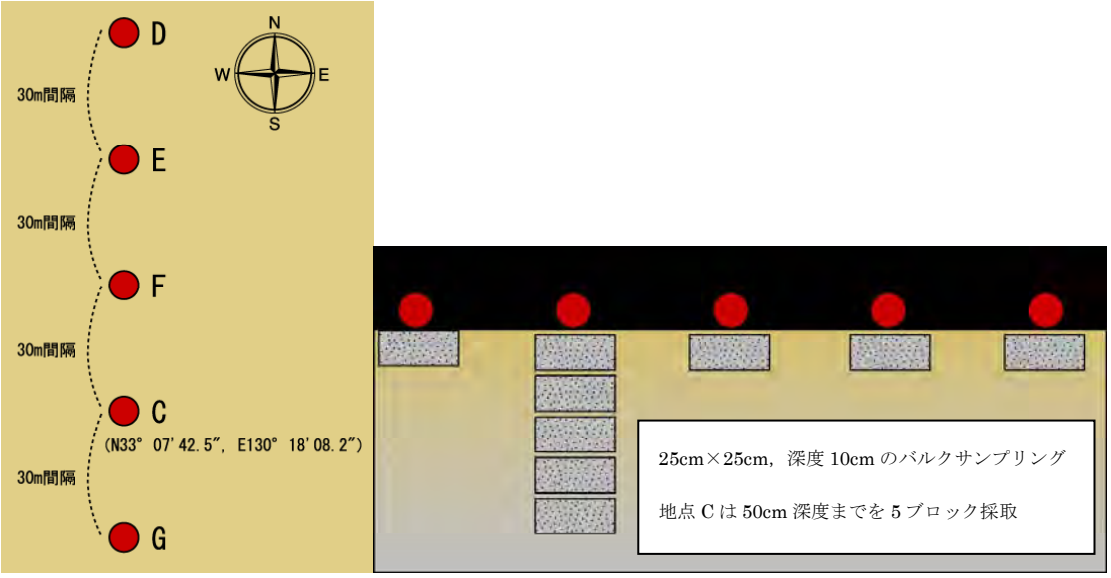


図 1.1.4-1　川副沖における試料採取．右図のようなバルクサンプリング及び各地点毎でハンディジオスライサーによる地層採取（深度約 1.2m）を実施．

ジオスライサー調査法

ジオスライサーとは，矢板型のサンプルトレイとシャッタープレートを地中に別々に打ち込んで，その間に挟まれる地層を抜き取る装置及びその採取法である．この手法による地質調査法の特徴として，従来の調査と比較して以下の点が挙げられる．

・ボーリングコアより幅広く且つ多量の地層を採取可能（約 5 倍以上の幅，採取量）．
・地層断面を連続的に定方位で採取できる．
・含水比の高い試料でも堆積物をあまり乱さずに採取できる．
・作業効率が高い．

以上のような特徴から，本業務のように潮位差の大きいことが作業の妨げとなる有明海において多量の試料を必要とする調査には適している．また，堆積環境を推定する手法として重要な堆積相解析法や生痕相解析法は地層断面を幅広く観察する必要があるため，この解析手法を用いるためには，ジオスライサー調査が有効である．

ジオスライサー調査の流れを図 1.1.4-2 に示す．

なお，本業務は海上作業であるため，フロート台船に小型の 2.9t 吊りクレーン（カニクレーン）を搭載し，専用のステンレス製ジオスライサー（L=6.00m）を用いてジオスライサー調査を行った．

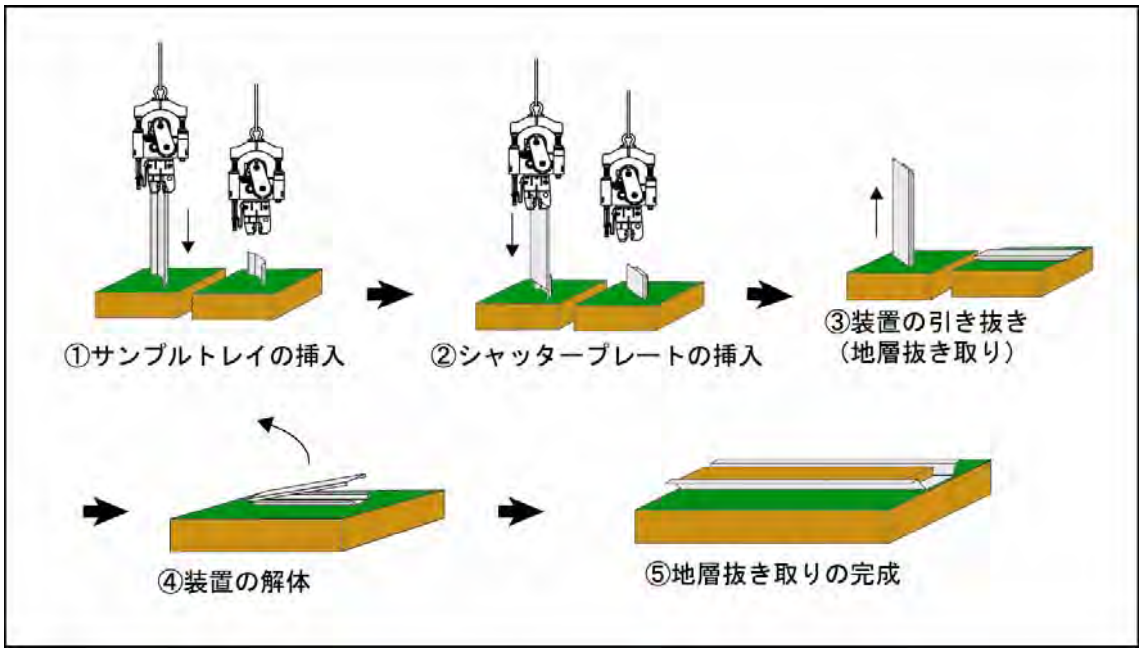


図 1.1.4-2　ジオスライサー調査の流れ

ジオスライサー調査状況

平成 17 年度

図 3.1 に示した調査位置のうち，GS1 では３本，GS2 では２本のコアを採取した．ジオスライサー作業は，台船作業の安全上，潮位差があまり大きくならず（流れがはやくならない),かつノリ漁に関係する作業に影響のでない 9 月 29 日と 9 月 30 日に行った．GS1 における調査時の最大干潮時水深は約 40cm（実測)，GS2 における調査時の最大干潮時水深は約 250cm であった．

調査状況を図 1.1.4-3 に示す．また，採取したコアは，川副沖で３本，鹿島沖で２本であるため，それぞれ川副沖のコアを採取順に GS1-1，GS1-2，GS1-3 とし，鹿島沖のコアを GS2-1，GS2-2 とし，図 1.1.4-4 に示す．

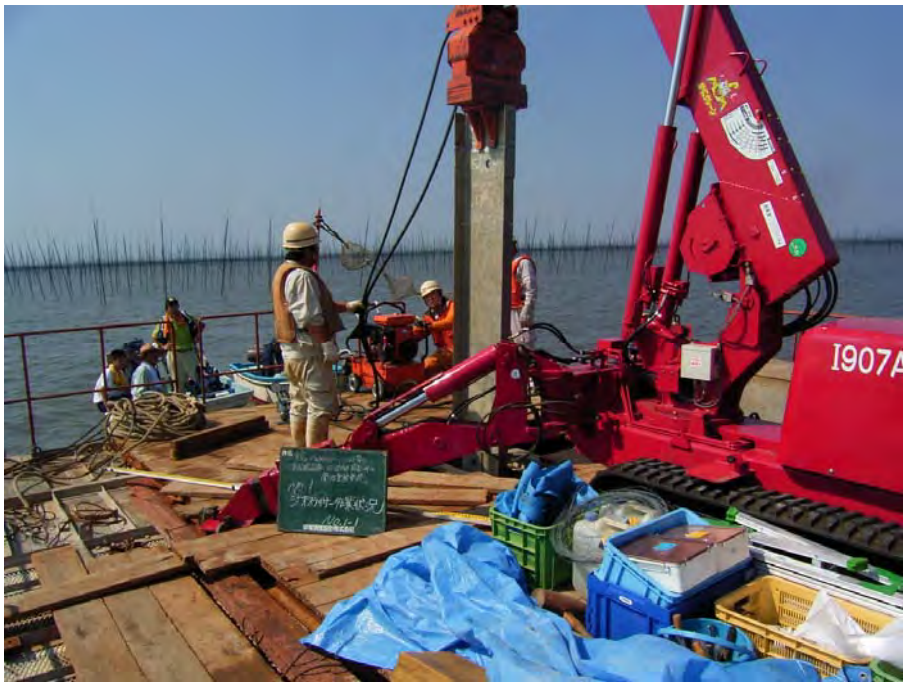


図 1.1.4-3　ジオスライサー調査状況

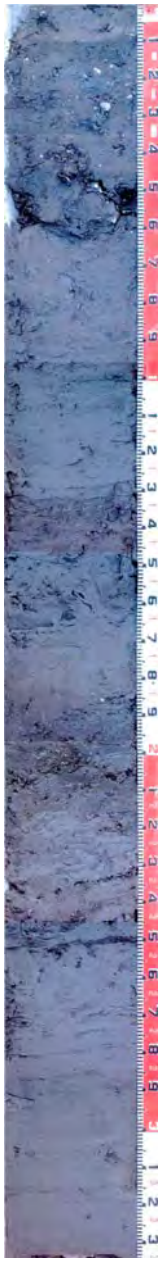
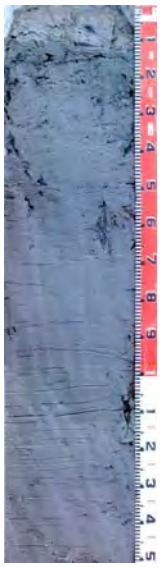
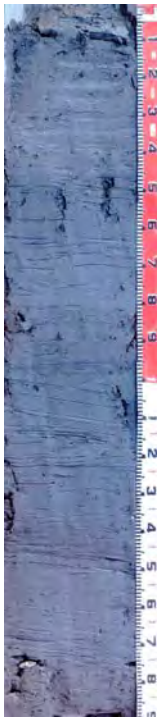
GS1-1	GS1-2	GS1-3	GS2-1	GS2-2
				

図 1.1.4-4　ジオスライサー試料（スケールの赤・白間隔は１m）

平成 20 年度

ジオスライサー調査によって３本の地層試料が得られた．これら３本の試料はそれぞれ数 10cm しか離れていない近接した場所で採取したものである．採取したコア試料の番号と採取長を表 1.1.4-1 に示す．なお．備考欄は主に使用した分析・解析項目を挙げている（堆積相・生痕相解析以外は本業務とは別途）．地層の境界等が最も明瞭でありコアの状態が最も良かった柳川１を標準的な試料として堆積相解析，生痕相解析を観察した．なお，他のコアについても層相変化等の特徴は同じである．図 1.1.4-5 に示す．

表 1.1.4-1 ジオスライサーで得られた試料の番号と採取長

採取場所	コア番号	採取長(cm)	備考
柳川	1	255	堆積相・生痕相解析，粒度分析，CN 分析，金属分析，貝殻遺骸分析
柳川	2	240	Pb210/Cs137 年代測定，貝殻遺骸分析
柳川	3	260	貝殻遺骸分析

柳川１ （255cm）	柳川２ （240cm）	柳川３ （260cm）

図 1.1.4-5　ジオスライサー試料（スケールの赤・白間隔は１m）

ハンディジオスライサー調査

ハンディジオスライサーは、ピット掘削，検土杖やハンドオーガーなどを用いた従来の表層地質調査・試料採取に代わりうる小型ジオスライサーとして開発された（高田ほか，2002)。

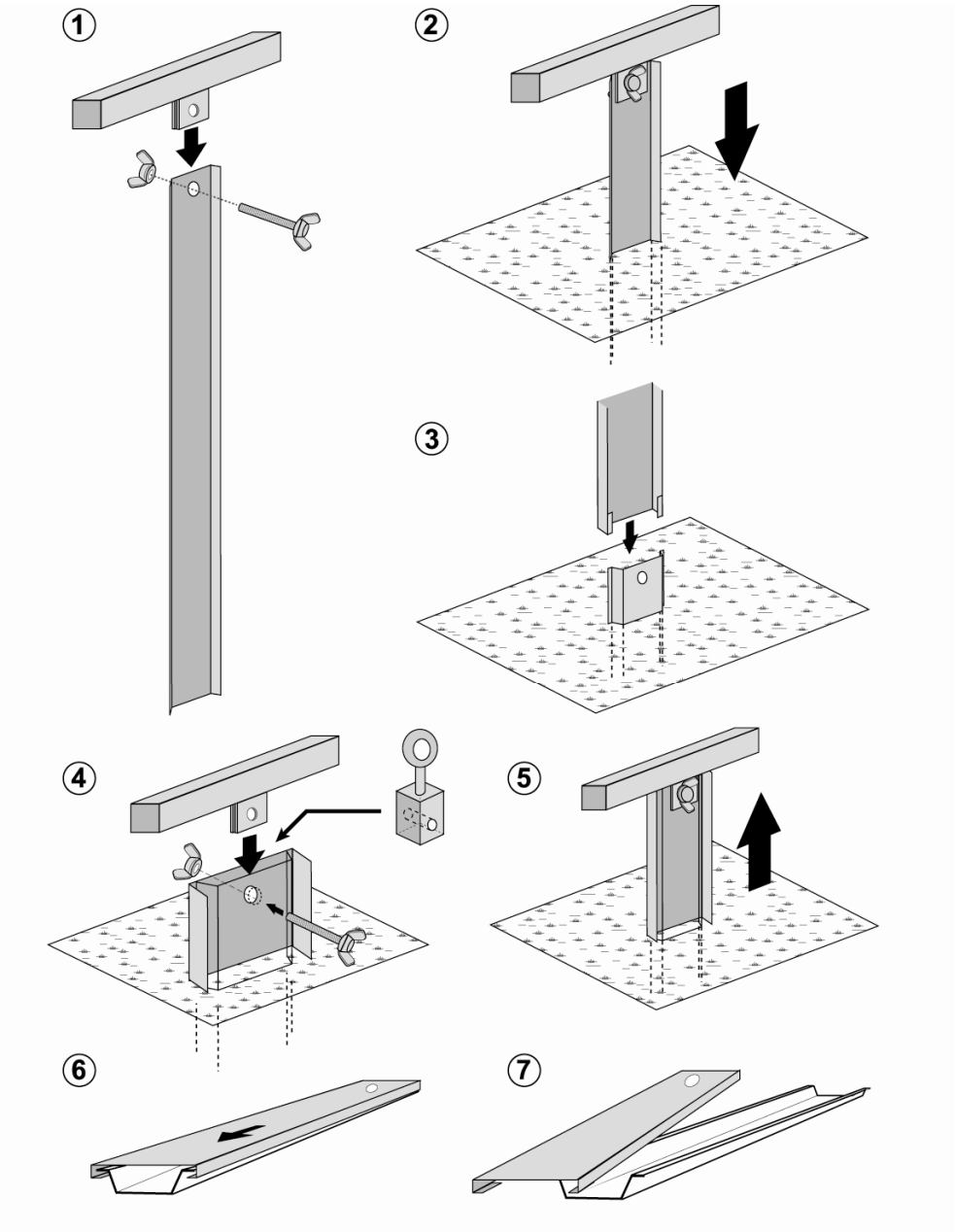
ハンディジオスライサーは、サンプルトレイ（以下トレイ）およびシャッタープレート（以下シャッター）を地中に打ち込み。三脚と小型チェーンブロックによって引き抜くことで試料を採取する方法である（図 1.1.4-6)。

調査状況を図 1.1.4-7 に示す

トレイ・シャッターがサンプラーに相当し、サイズとしては幅約 10cm、長さ 1.5m のものを使用した。サンプラーの厚さは 2～3cm である。

なお、ジオスライサーおよび地層抜き取り調査法は特許（特許第 2934641 号，特許権者：中田　高，日本原子力研究開発機構（旧核燃料サイクル開発機構)，復建調査設計株式会社）として登録されており、国土交通省の新技術情報提供システム（NETIS）に登録された調査法である。

＊1　高田圭太・中田　高・宮城豊彦・原口　強・西谷義数（2002）：沖積層調査のための小型ジオスライサー（Handy Geoslicer）の開発.地質ニュース,vol.579,p12-18.



・ ハンドルの取り付け，・ サンプルトレイを地中に押し込む，・ シャッターのガイドクリップをトレイのフランジに沿って差し込む，・ ハンドル（フック）・トレイ・シャッターを一つのネジで緊定する，・ 装置の引き抜き，・ シャッターを下端方向にスライドさせる，・ シャッターを取り外す.

図 1.1.4-6　ハンディジオスライサー調査の流れ

図 1.1.4-7　ハンディジオスライサーによる堆積物採取（左：作業状況，右：採取試料）

ハンディジオスライサー調査状況

平成 18 年度

ハンディジオスライサー調査によって 16 本の地層試料が得られた．それぞれのコアの番号および採取長を表 1.1.4-2 に示す．なお．備考欄は主に使用した分析・解析項目を挙げている（堆積相・生痕相解析以外は本業務とは別途）．

また，得られた試料を図 1.1.4-8，図 1.1.4-9，図 1.1.4-10，図 1.1.4-11 に示す．なお，白石沖は殆ど粘土・シルトのみからなり，深度 50cm 以深に貝殻片が含まれる．東与賀沖も表層付近は粘土・シルトのみで，下部に細粒砂の薄層を含む．川副沖は表層付近は砂，深度 80cm 付近より下位はシルトが卓越する．層相の詳細は堆積相解析結果に示す。

表 1.1.4-2 ハンディジオスライサーで得られた試料の番号と採取長

採取場所	コア番号	採取長	備考
白石	A	1.4	堆積相・生痕相解析,
白石	A-(a)	1.25	粒度分析・渦鞭毛藻分析等
白石	A-(b)	1.25	化学分析試料
白石	A-(c)	1.25	貝殻遺骸群集解析
東与賀	B	1.4	堆積相・生痕相解析
東与賀	B-(a)	1.25	粒度分析・渦鞭毛藻分析等
東与賀	B-(b)	1.25	化学分析試料
東与賀	B-(c)	1.25	貝殻遺骸群集解析
川副	C	1.8	堆積相・生痕相解析
川副	C-(a)	1.2	粒度分析・渦鞭毛藻分析等
川副	C-(b)	1.1	化学分析試料
川副	C-(c)	1.2	貝殻遺骸群集解析
川副	D	1.45	堆積相・生痕相解析
川副	E	1.4	堆積相・生痕相解析
川副	F	1.35	堆積相・生痕相解析
川副	G	1.35	堆積相・生痕相解析

A	A-(a)	A-(b)	A-(c)

図 1.1.4-8　ハンディジオスライサー試料（スケールの黄部分が 1 m）

B	B-(a)	B-(b)	B-(c)

図 1.1.4-9　ハンディジオスライサー試料（スケールの黄部分が 1 m）

C	C-(a)	C-(b)	C-(c)

図 1.1.4-10　ハンディジオスライサー試料（スケールの黄部分が 1 m）

D	E	F	G

図 1.1.4-11　ハンディジオスライサー試料（スケールの黄部分が 1 m）

バルクサンプリング調査

バルクサンプリングは貝殻遺骸の調査等によく用いられる．貝殻遺骸調査の表層のバルクサンプリングは，25cm×25cm，深度 10cm の枠を作成し，その枠を堆積物に叩き込み，枠内の堆積物を採取する．それより深い深度は採取困難であるため，ボックス型のサンプラーを用いた．

調査状況を図 1.1.4-12 に示す．

図 1.1.4-12　ボックス型サンプラーを用いたバルクサンプリング状況

1.1.5　解析及び分析手法

今回得られた試料をもとに堆積環境等を調べる目的で解析を行った．本業務内では堆積相解析および生痕相解析を行った．別途，試料は分割して，干潟分科会のメンバーである各大学の担当者によって分析を行っている．その結果に関しては総合的な検討に深く関係するため，本報告書に加えることとする．

堆積相解析法

堆積相解析とは，地層の堆積構造・粒度・色調・含有化石等をもとに区分される堆積相の重なり合いなどを，現世及び地層研究によって得られている堆積環境ごとの地層の特徴と比較し，過去の堆積環境を知る手法である（Walker & James. 1992, Reignech & Singh, 1980, Reading, 1996 など）．

今回，ジオスライサー調査によって採取された地層を採取時に観察を行い，詳細な堆積柱状図を作成した．更に堆積相を区分して記載を行った．

区分した堆積相は，それぞれの重なり合い等から堆積環境の推定を行い，堆積環境変化を調べた．なお，川副沖については，平成 17 年度調査箇所に近いため，平成 17 年度のデータを参考に堆積環境を総合的に検討する．

生痕相解析法

生痕相解析とは，地層中に含まれる生痕（生痕化石：trace fossils），生痕の組み合わせなどに基づいて堆積環境を推定する手法である（例えば，市原；1997）．生痕とは，生物活動が地層中に残されたものであり，生物の居住空間であった住まい痕・棲管のほか，摂食痕，排泄痕などが挙げられる．生痕の種類によって，その形成主がわかる場合がある．また，生痕の主が判らない場合であっても，その形態の特徴などから，生痕主の摂食様式などを推定する事が可能である．生物体の遺骸と異なり，特別な場合を除き，死後の運搬がない．そのため，現地性の化石として扱えるため，地層堆積時の環境を推定するのに適している．しかし，深い深度まで巣穴を形成する生物も存在し，それらはしばしば生息環境とは異なる地層中に生痕を残すことがある．そこで，生痕ごとに特徴を把握し，それぞれの生痕について検討する必要がある．生痕の産出と堆積相とには深い関連性があるため，堆積環境の推定にあたっては，堆積相解析と共に行う事でより堆積環境を正確に推定することができる．

なお，沿岸・浅海域は甲殻類・多毛類等の多くの生物が堆積物中に潜入して生息しているため，その巣穴などが地層中に残ることが多い．

化石分析

干潟や浅海域には多くの生物が生息している．その中でも石灰質・珪質な殻を有する生物の遺骸は，地層中に残りやすいため，しばしば過去の環境を調べるために用いられる．今回，ジオスライサーで得られた試料から，貝化石，底生有孔虫化石，珪藻化石について分析を行った．なお，生物は死んだ直後から堆積物の一部として物理的・化学的挙動を示し，死亡直後の生物遺骸もタフォノミー（生物が死後生物圏から岩石圏に移行する過程）の初期として捉える事ができるため，ここでは遺骸と化石は線引きができない．なお，貝化石，底生有孔虫化石，珪藻化石は分析手法が異なるため，それぞれの分析法について以下に記す．

貝化石分析

軟体動物門のいわゆる貝類は干潟浅海域に生息する底生生物の代表的なものの一つである．特に，アサリ，アゲマキ，サルボウ，タイラギ等は主要な海産物であった．しかし，近年これらの漁獲量が大幅に減少している．貝類の代表的なものとして二枚貝（斧足類）と巻貝（腹足類）が挙げられる．これらの多くは石灰質の殻を有するため，地層中に化石として残りやすい．貝化石の構成等を正確に把握するために，バルクサンプルを行った．下山（1989）では，貝殻遺骸集団の解析に 25cm×25cm×10cm のバルクサンプリングを用いている．

平成 17 年度

本業務においては，それとほぼ同量となる試料量を得るために，ジオスライサー試料を採取後すぐに 25cm 深度ごとに分割し，一つのサンプルとした（０ー25cm，25ー50cm，・・・）．なお，ジオスライサーで得られた試料のうち，川副沖では GS1-3，鹿島沖では GS2-2 を用いた．この解析は，ジオスライサー試料がほぼ丸ごと一本分の試料量を必要とした．

分割した試料は，３mm メッシュの篩を用いて水洗し，３mm 以上の個体をすべて拾いだした．なお，ヤドカリによる殻の再移動の影響が大きな巻貝類に関しては，環境解析を行いにくいために，環境解析に有効な二枚貝化石を対象とした．ジオスライサー試料の分割・篩による洗浄は以下のような手順で行った（図 1.1.5-1）．

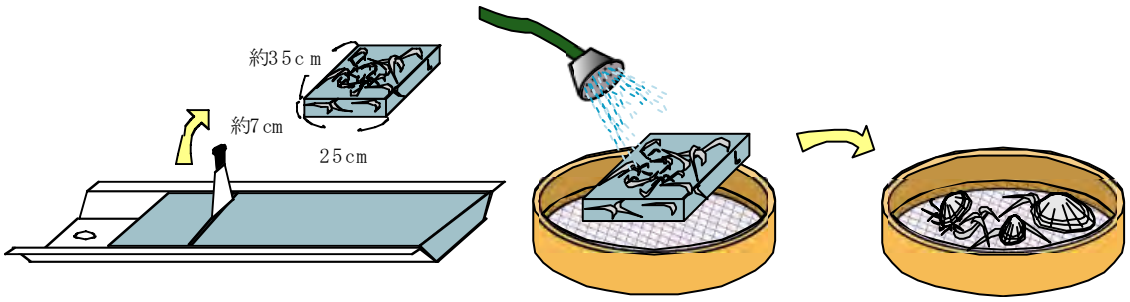


図 1.1.5-1 貝化石分析の前処理作業の流れ図．ジオスライサー試料を採取深度（25cm）ごとにスクレーパー等で分割し，それぞれのブロックサンプルを洗浄，３mm 以上の粒子（主に貝殻）だけにする．試料は乾燥後，すべての個体を拾い上げて分類する．

平成 18 年度

本業務においても，それと同量となる試料量を得るために，バルクサンプリングを実施した．代表箇所となる A，B，C においてはボックス型の試料採取装置を利用して，表層から 10cm 深度毎にサンプリングを行ない，鉛直方向の貝殻遺骸群集変化を調べた．また，川副においては，C における鉛直方向の変化に加え，D，E，F，G の表層 10cm における側方変化も同時に調べた．

採取箇所 / 採取深度	白石	東与賀	川副				
0-10cm	A-1	B-1	C-1	D	E	F	G
10-20cm	A-2	B-2	C-2	－	－	－	－
20-30cm	A-3	B-3	C-3	－	－	－	－
30-40cm	A-4	B-4	C-4	－	－	－	－
40-50cm	A-5	B-5	C-5	－	－	－	－
50-60cm	A-6	B-6	－	－	－	－	－

分割した試料は，３mm メッシュの篩を用いて水洗し，３mm 以上の個体をすべて拾いだした．なお，ヤドカリによる殻の再移動の影響が大きな巻貝類に関しては，環境解析を行いにくいために，環境解析に有効な二枚貝化石を対象とした．

バルクサンプリング試料の分割・篩による洗浄は以下のような手順で行った．

（図 1.1.5-2）

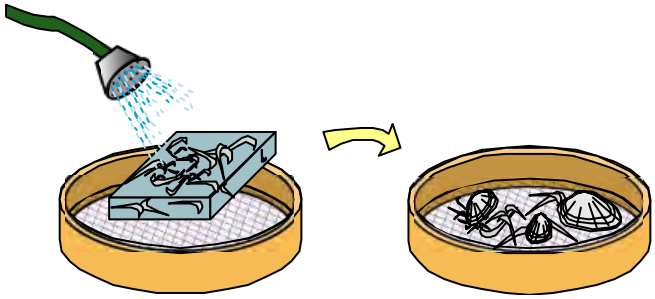


図 1.1.5-2 貝化石分析の前処理作業の流れ図．バルクサンプリング試料を採取深度（10cm）ごとに洗浄，３mm 以上の粒子（主に貝殻）だけにする．試料は乾燥後，すべての個体を拾い上げて分類する．

底生有孔虫化石分析

有孔虫は海水から汽水域に生息する 0.1ー１mm 程の原生生物である．生活様式の違いから，海水中を浮遊する浮遊性有孔虫と底層付近に生息する底生有孔虫とに区分される．浮遊性有孔虫は，主に外洋環境に生息するため，沿岸付近の底層の環境推定には底生有孔虫が向いている．底生有孔虫は石灰質や膠着質の殻をもつため，その遺骸が地層中に残りやすい．

今回，ジオスライサー試料のうち，川副沖の GS1-2，鹿島沖の GS2-1 のコア試料を用いて，表層から 10cm 毎にサンプリングを行った（０ー10cm，10ー20cm，・・・）．なお，推定される堆積物の堆積年代から，それぞれのコアにおいて，近年の堆積環境変化を把握することができる表層から深度 50cm までの試料を対象に行った．

試料は，約 200g ほど採取し，それぞれを目の開き 0.074mm のふるいで水洗し，殻が破損しないように，低温（60 度以下）の乾燥機で乾燥させた．乾燥させた試料は検鏡を行い，個体数が 100 以上となるように拾いだし，種の同定・計数を行った．なお，種の同定には，有明海の現世種の記載がされている Akimoto et al.(2002)等を参考にした．

珪藻化石分析

珪藻は淡水から海水に至るほとんどすべての水域に生息する 0.01～0.5mm 程の生物である．珪酸体からなる殻を形成するため，化石として堆積物中に保存されやすい．水域環境に応じて様々な種がいるため，主に水塊に関する環境復元の指標として利用される．

底生有孔虫化石と同様にジオスライサー試料のうち，川副沖の GS1-2，鹿島沖の GS2-1 のコア試料を用いて，表層から 10cm 毎にサンプリングを行い（０ー10cm，10ー20cm，・・・），同じく近年の環境変化を把握することができる表層から深度 50cm までの試料を対象に行った．

試料は，湿潤重量で約 1～2g 程度取り出し，秤量した後にトールビーカーに移し，30%の過酸化水素水を加え，加熱・反応させ，有機物の分解と粒子の分散を行った．反応終了後，水を加え，1 時間程してから上澄み液を除去し，細粒のコロイドを捨てた．この作業は上澄み液が透明になるまで 7 回以上繰り返し行った．ビーカーに残った残渣は遠心管に回収した．マイクロピペットを用い，遠心管から適量を取り，カバーガラスに滴下し，乾燥した．乾燥後にマウントメディア（封入剤）で封入し，プレパラートを作成した．各プレパラートを光学顕微鏡下 400～1000 倍で観察し，珪藻化石 200 個体以上について同定・計数を行った．

珪藻化石の環境指標種群は，主に小杉（1988）および安藤（1990）により設定された環境指標種群に基づいた．小杉（1988）は汽水～海水域における環境指標種群，安藤（1990）は淡水域における環境指標種群を設定した．なお環境指標種群以外の珪藻種については，淡水種は広布種として，海水種と汽水種は不明種として扱った．また，破片であるため属レベルで同定した分類群は不明種として扱った．以下に小杉（1988）と安藤（1990）において設定された環境指標種群の概要を記す．

外洋指標種群（A）　塩分が 35‰以上の外洋水中を浮遊生活する種群．
内湾指標種群（B）　塩分が 26～35‰の内湾水中を浮遊生活する種群．
海水藻場指標種群（C1）　塩分が 12～35‰の水域の海藻や海草（アマモなど）に付着生活する種群．
海水砂質干潟指標種群（D1）　塩分が 26～35‰の水域の砂底に付着生活する種群．
海水泥質干潟指標種群（E1）　塩分が 12～30‰の水域の泥底に付着生活する種群．
汽水藻場指標種群（C2）　塩分が 4～12‰の水域の海藻や海草に付着生活する種群．
汽水砂質干潟指標種群（D2）　塩分が 5～26‰の水域の砂底に付着生活する種群．
汽水泥質干潟指標種群（E2）　塩分が 2～12‰の水域（塩性湿地など）の泥底に付着生活する種群．
上流性河川指標種群（J）　河川上流の渓谷部に集中して出現する種群．
中～下流性河川指標種群（K）　中～下流域，すなわち河川沿いの河成段丘，扇状地および自然堤防，後背湿地といった地形が見られる部分に集中して出現する種群．
最下流性河川指標種群（L）　最下流域の三角州の部分に集中して出現する種群．
湖沼浮遊性指標種群（M）　水深が 1.5m 以上で，水生植物が水底には生息していない湖沼に生息する種群．
湖沼沼沢湿地指標種群（N）　湖沼における浮遊生種としても，沼沢湿地における付着生種としても優勢な出現が見られ，湖沼・沼沢湿地の環境を指標する可能性が大きい種群．
沼沢湿地付着生指標種群（O）　水深が 1m 内外で，植物が一面に繁茂しているところおよび湿地において付着状態で優勢な出現が見られる種群．
高層湿原指標種群（P）　ミズゴケを主とした植物群落および泥炭地の発達が見られる場所に出現する種群．
陸域指標種群（Q）　前述の水域に対して，陸域を生息域として生活している種群（陸生珪藻）．

貝化石の Cv-Fr 解析法

生物体そのものが地層中に化石として保存されるまでには，生物の死後に様々な運搬・堆積過程等を経る．そのため，地層中の化石を用いて古環境情報を詳細に読み取るためには，運搬・堆積過程における初期情報のロス量を把握するとこが大きな課題となる．生き物が死後に生物圏から岩石圏へと移行する過程を研究する学問分野としてタフォノミー（Taphonomy）というものがある．タフォノミー過程を調べる手法として有効な手法として，貝殻遺骸集団（化石集団）を用いた Cv-Fr 解析法がある．

Cv-Fr 解析とは，異地性程度の最小値を目安に，ある個体群が長期間生存した中心を貝殻層中で検出するためのツールであり，下山（1989）や佐藤・下山（1992）などによって示された手法である．この手法はタフォノミー過程を相対的に評価することによって，生物遺骸（化石）が持つ初期情報，情報低下のプロセスを読み取ることができる．

堆積物に蓄積された貝殻（化石）集団は生物集団と同じではない．貝殻は死後最終埋没までの堆積過程で（かき混ぜられるたびに）生物集団の情報が損なわれてゆく．ただし，生物個体群から由来した情報が全く失われるのではなくある程度維持されている．しかし，その程度はそれらが置かれた堆積環境状況等によって異なる．貝殻集団から生物情報を利用する場合の信頼性は情報保存程度（現地性程度）に依存する．

二枚貝は生息時には左殻右殻１対の完全な貝殻を持っている．この性質を利用して現地性程度を把握する方法として，Cv-Fr 解析法がある．Cv-Fr 解析法とは，Cv（左右の貝殻の共存率）と Fr（貝殻の破片化率）の組合せで異地性程度を数値で評価する方法である．

Cv は二枚貝貝殻が死後水流によって生物個体群中心からランダムに拡散した結果生じる左右の貝殻比率の中央値（１：１）からのずれ（ゆらぎ）の量を異地性程度（現地性程度の逆）として評価するため考案されたものである．有限領域内のサンプルにおいては，ゆらぎの効果でその比率が１対１よりも確実に低下する．このことを利用して，ランダム拡散によって生じた初期情報ロス量を計算した値が Cv（左右両殻共存率：Coexistence index of left and right valves）である．Cv は次のように求められる．

$$Cv = 1 - \frac{|L - R|}{N}$$

（ただし，Cv・・・左右両殻共存率，L・・・左殻個体数，R・・・右殻個体数，N・・・左右の個体数のうち大きい方）

Fr は貝殻総数に対する破損殻の比率を異地性程度と見なすもので，完全殻より破損殻の拡散係数（飛び）が大きいことに依存している．生物個体群中心から離れるほど空間的・時間的に破損殻の比率が増大する．つまり，非ランダム拡散に伴う異地性程度の指標として用いることができる．Fr（貝殻破片化率：Fragmentation rate of shells）は次のように求められる．

$$Fr = \frac{DL + DR}{L + R}$$

（ただし，Fr・・・貝殻破片化率，DL・・・破片化した左殻個体数，R・・・破片化した右殻個体数）

Cv は貝殻のランダム拡散，Fr は貝殻の非ランダム拡散にともなう異地性程度の指標であるため，これらの組み合わせを用いて二枚貝の異地性程度を総合評価することができる．これらを評価するための図が，Cv-Fr ダイヤグラムである（図-5.4）．

この図において，異地性程度を推し量るための理論的な絶対的原点は左上隅の，Cv=１，Fr=０の座標点である．しかし，実際には，個体群の分布中心であっても捕食や水流による Cv の低下と Fr の増加は進行している．例えば，分布中心にあっても，エイなどの魚類・シャコなどの一部の甲殻類は，貝殻を割って捕食することが知られている．そのため，遺骸生産の中心であっても，貝殻の破片化は生じる．このため，異地性程度を推し量るための実際の運用では相対的な原点が求める必要がある．

ここで，二枚貝類の生態について確認しておく．二枚貝類は，種類によって適応する生息域がある．生息域を規制している要素は，塩分濃度・水温・底質・水深等様々なものが挙げられる．適応する環境下では，何世代にもわたって生育が可能であるが，適さない環境下では，たとえ着底しても長期生存することは困難である．そのため，最適な生息環境下，つまり生物個体群中心では新規加入の世代が Cv と Fr の初期値の供給を行う事ができる．

ある個体群が長期間生存した中心では，サンプルの中で，最大の Cv 値と最小の Fr 値が期待される．そのような点を ASP 点（仮定の供給原点：Assumed source point）と呼ぶ．図の ASP 点からあるサンプリング地点までの座標距離は情報距離（ID）と呼ばれ，その大きさは異地性程度を示す．Cv-Fr 解析では，ASP 点からの ID がどよような理由で発生しているのかを検討する事ができる．例えば，同じ ID をもつサンプルであっても，それが Cv 値の低下に規制されているのか，Fr 値の上昇によって規制されているのかで情報ロス過程が示す意味合いが異なってくる．遺骸生産の中心である原点 ASP 点から離れた場所では，Cv 値の低下・Fr 値の上昇などが期待される．地層中のバルクサンプル

は層準毎にそれらの変化をみることによって，時間経過とともにその地点が置かれた環境状況の変化を相対的に評価する事が可能となる．一つのバルクサンプル内には，異なる初期情報を持つ複数の個体群を背景とする化石集団が含まれており，その個体群毎に Cv 値・Fr 値を調べ，それから求められる ASP 点からの ID の変化を調べることで，層準毎の異地性程度の変化を調べる事ができる．なお，これらの値はサンプル総数が少ないとエラーを生じるため，確率的に総数が 30 に満たないものは除外する必要がある．

ASP 点と任意のサンプリング地点 Pn 間の情報距離 IDn は２点間の距離なので，以下のように簡単に表せる．

$$ID_n = \sqrt{(Fr_{\min} - Fr_n)^2 + (Cv_{\max} - Cv_n)^2}$$

ただし， $P_n = (Fr_n, Cv_n)$， $ASP = (Fr_{\min}, Cv_{\max})$

また，情報距離を用いた貝殻遺骸の異地性程度は，以下の Cv-Fr ダイヤグラムで表現される．

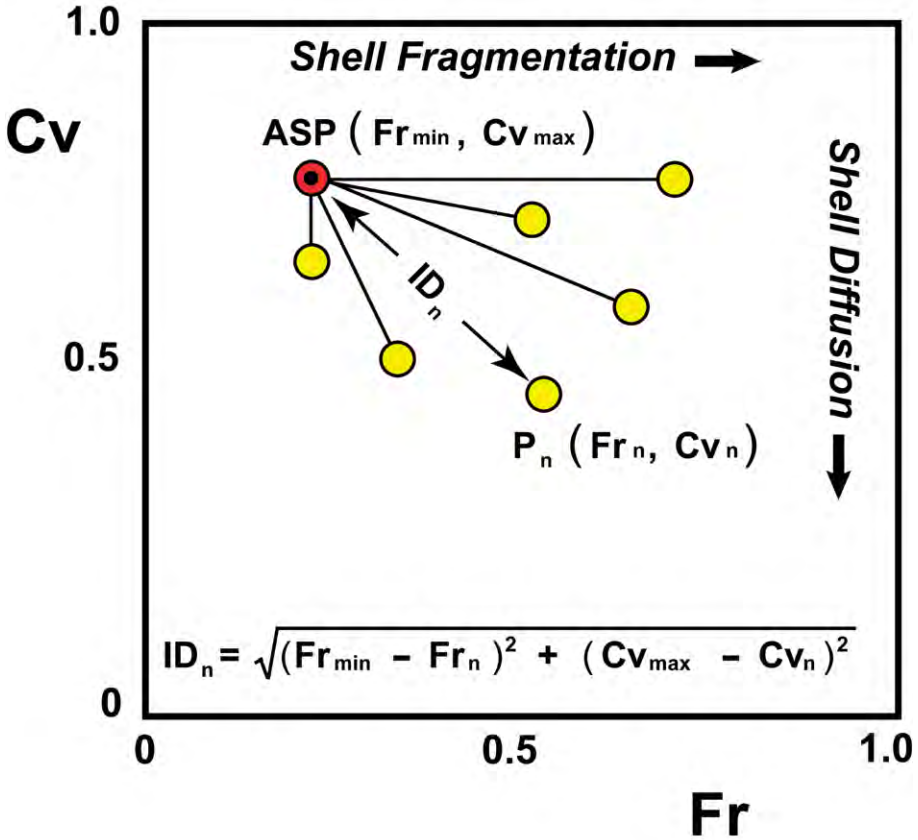


図 1.1.5-3 Cv-Fr ダイヤグラム．ASP 点からの距離で異地性程度を現す．

1.2　調査結果

ジオスライサー調査結果

平成 17 年度

ジオスライサー調査によって５本のコア試料を得ることができた．それぞれのコアの層相について，簡易記載を以下に記す．

GS1-1	堆積物記載		生痕記載
	0-65cm	mud drape を伴う平行葉理砂層，生物擾乱が顕著．表層付近にはシオフキガイの生貝含む．	0-80cm *Thalassinoides*（スナモグリ類の棲管）が密集
	65-75cm	生物擾乱によりパッチ状に砂が含まれるシルト．	
	75-95cm	レンズ状層理が見られるシルト・砂層．	
	95-127cm	生物擾乱が顕著．主にシルト．連続性の悪い砂の薄層を僅かに挟む．	140-150cm *Thalassinoides* 棲管内に崩壊．
	127-129cm	リップル状のレンズ状砂層	
	129-132cm	粘土層からなる．	
	132-160cm	ウェーブリップルを伴うシルト混じり砂層．生物擾乱が著しい．	132-250cm *Thalassinoides* が密集
	160-195cm	シルト．僅かに砂の薄層を挟む．	
	195-200cm	シルト混じり砂．生物擾乱が著しい．	
	200-244cm	主に中粒砂からなり，シルトを含む．生物擾乱が著しい．	
	244-350cm	主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-5mm）を挟む．	

図 1.2-1　川副沖コア（1-1）の層相記載

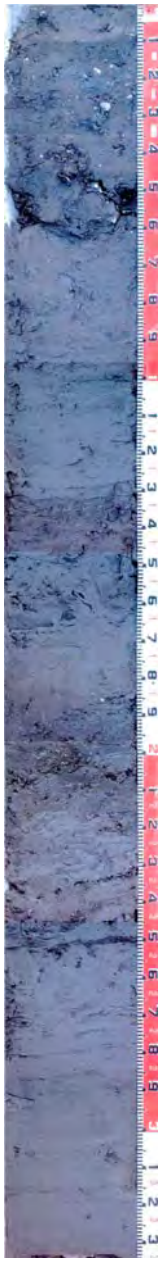
GS1-2	堆積物記載		生痕記載
	0-90cm	マッドドレープを伴う平行葉理砂層，生物擾乱が顕著．表層付近にはシオフキガイの生貝含む．	0-130cm *Thalassinoides*（スナモグリ類の棲管）が密集
	90-130cm	主にシルト．レンズ状層理砂層を伴う．生物擾乱が著しい．	
	130-138cm	ウェーブリップルを伴う貝殻混じり細粒砂．	
	138-190cm	主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-3mm）を挟む．	155-160cm *Thalassinoides*
	190-220cm	貝殻混じり粗粒ー中粒砂からなる．下底の境界は明瞭．生物擾乱が著しい．	200-220cm *Thalassinoides* *Sakoites*
	220-250cm	主にシルトからなり，細粒砂，中粒砂の薄層（0-20mm）を挟む．250cm には砂層にウェーブリップルが見られる．生物擾乱が著しい．	220-250cm *Thalassinoides*
	250-330cm	主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-2mm）を僅かに挟む．	

図 1.2-2　川副沖コア（1-2）の層相記載

GS1-3	堆積物記載		生痕記載
	0-40cm	貝殻が密集する生物擾乱砂層．シオフキガイの生貝を含む．	0-120cm *Thalassinoides*（スナモグリ類の棲管）が密集（特に 60-80cm）
	40-110cm	マッドドレープを伴う平行葉理砂層，生物擾乱が顕著．	
	110-150cm	主にシルトからなり，レンズ状層理砂層を伴う．	
	150-155cm	ウェーブリップルを伴う貝混じり細粒砂が見られる．	
	155-220cm	主にシルトからなる．細粒砂の薄層（0-10mm）を僅かに挟む．	170-210cm *Thalassinoides*
	220-250cm	mud clast を伴う細-中粒砂からなる．	
	250-290cm	シルト混じり砂からなる．生物擾乱が顕著	250-280 *Thalassinoides* *Sakoites*（イトゴカイの排泄痕）
	290-330cm	主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-10mm）を挟む．	
	330-345cm	主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-10mm）を挟む．上位より砂層のはさみが少ない．	280-420cm 生痕は少ないが，僅かに *Thalassinoides*，砂層中には *Sakoites* が見られる．
	345-350cm		
	350-420cm	中粒砂層．マッドドレープを挟む．主に粘土からなる．細粒砂の薄層（0-10mm）を僅かに挟む．	

図 1.2-3　川副沖コア（1-3）の層相記載

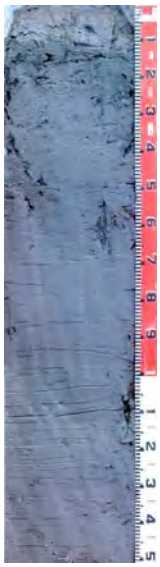
GS2-1	堆積物記載		生痕記載
	0-150cm	暗灰色を呈する無構造粘土. 20cm, 25cm 部分にチヨノハナガイが密集した層が見られる.	0-80cm *Sakoites* に類似したペレット内部充填型の排泄痕が密集する. 80-150cm 生痕は認められない.

図 1.2-4　鹿島沖コア（2-1）の層相記載

GS2-2	堆積物記載		生痕記載
	0-190cm	暗灰色を呈する無構造粘土. 一部貝の密集層が平行葉理を形成する. 0-25cm にサルボウガイが産出する. 160cm 付近にシズクガイが密集し平行葉理を形成. 180-190cm にシズクガイが密集する. 僅かに平行葉理が見られる.	0-80cm *Sakoites* に類似したペレット内部充填型の排泄痕が密集する. 80-160cm *Sakoites* に類似したペレット内部充填型の排泄痕が稀に見られる. 160-190cm 生痕は認められない

図 1.2-5　鹿島沖コア（2-2）の層相記載

平成 20 年度

平成 20 年度の調査で得られた試料は層相の変化が乏しかったため，詳細な相区分が困難であった．そこで，貝殻遺骸分析（九州大学の下山先生担当）で得られた情報等を加えて記述を行った．コア記載を図 1.2-6 に示す．また，堆積柱状図を図 1.2-7 に示す．

図 1.2-6 でもわかるように，堆積相としての区分は困難であるが，貝殻片を多く含む２つの層が確認された．これらには堆積構造等は見られない

.

柳川 1	記載
	0-35cm 貝殻を豊富に含む細～中粒砂からなり、粗粒砂や礫も点在する．表層付近には、アサリ、サルボウの生貝がみられる．石灰藻やコケムシ遺骸を含む．生物擾乱が著しい． 35-65cm シルトを主体とした層からなる． 65-90cm　貝殻を豊富に含む．深い古水深を示す貝が多く含まれる． 90-105cm　細粒砂を主体とする．多毛類の生痕を豊富に含む．貝殻は乏しい． 105-150cm　粘土主体、極細粒砂の薄層を挟む．レンズ状層理が顕著．リップルを伴うレンズ状層理が見られる．150cm 以深と比較して砂層を挟む頻度が高い．生痕（*Thalassinoides*, *Ophiomorpha* 等、スナモグリ類の巣穴）が多い． 150-220cm　粘土主体、極細粒砂の薄層を挟む．リップルを伴うレンズ状層理が見られる． 220-255cm　貝殻混じり粘土．砂層を僅かに挟む．貝殻は生痕 *Thalassinoides* の棲管内部に多く見られる．

図 1.2-6　柳川 1 コアの記載

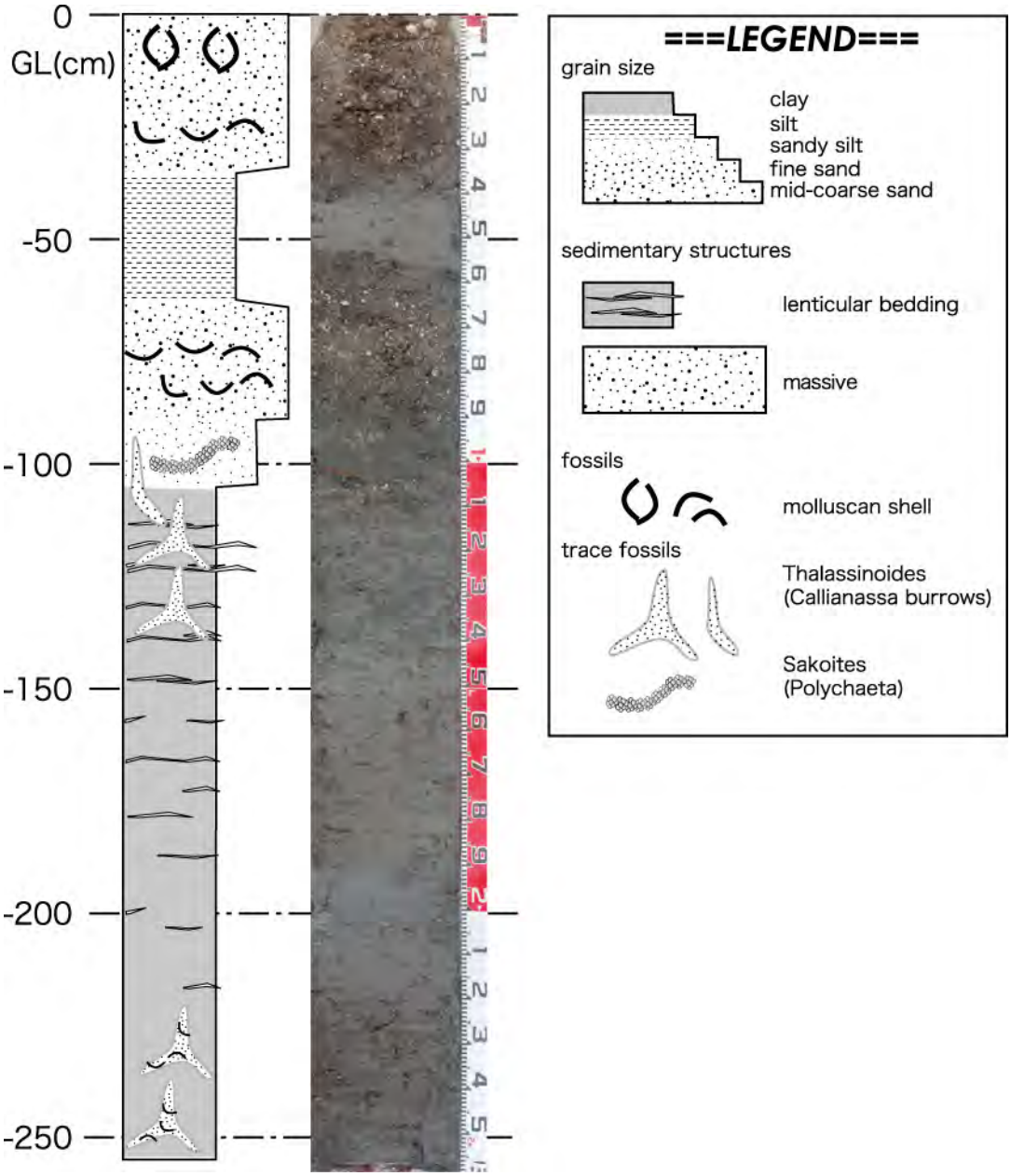


図 1.2-7　柳川１コアの堆積柱状図

1.2.1　堆積相解析

採取したジオスライサー試料（平成１７年度、２０年度)、ハンディジオスライサー資料(平成 18 年度)に基づいて，堆積相および生痕相を観察し，堆積環境について検討した．検討を行う上で，堆積構造・粒度・地層面形状・生物遺骸・生痕等の情報を加えた堆積柱状図を作製した．

なお，凡例にも示しているが，堆積柱状図は通常の地質柱状図よりも多くの地層情報を加えた形で記すために，特殊な表現を用いる．そこで，主な表現法を以下に記す．

粒度：

堆積柱状図は柱状図の横幅に粒度をとり，粒度組成の変化を柱状図幅で表現している．基本的に横幅が広いと粒度が粗く，狭いと粒度が細かい．

なお，粒度変化が漸移的な場合は，異なる幅（粒度）を緩やかに結び，急激に変化する場合は，シャープに表現する．

堆積構造：

地層中の斜交層理や平行層理は斜線や平行線を用いて表現する．また，リップル葉理などは層理面を波状に表現する．また，連続性の悪いレンズ状層理（lenticular bedding）などはレンズ状に表現する．

なお，堆積構造がみられない場合は，線などを記入しない．

地層境界：

地層の上面および下面が明瞭な時は明瞭な線，不明瞭な時は不明瞭な線で表現する．

生物遺骸・生痕：

顕著な生物遺骸や生痕はそれらがみられた層準に記入する．その際，産状や形状などの違いを可能な限り書き分けて表現する．

平成１７年度

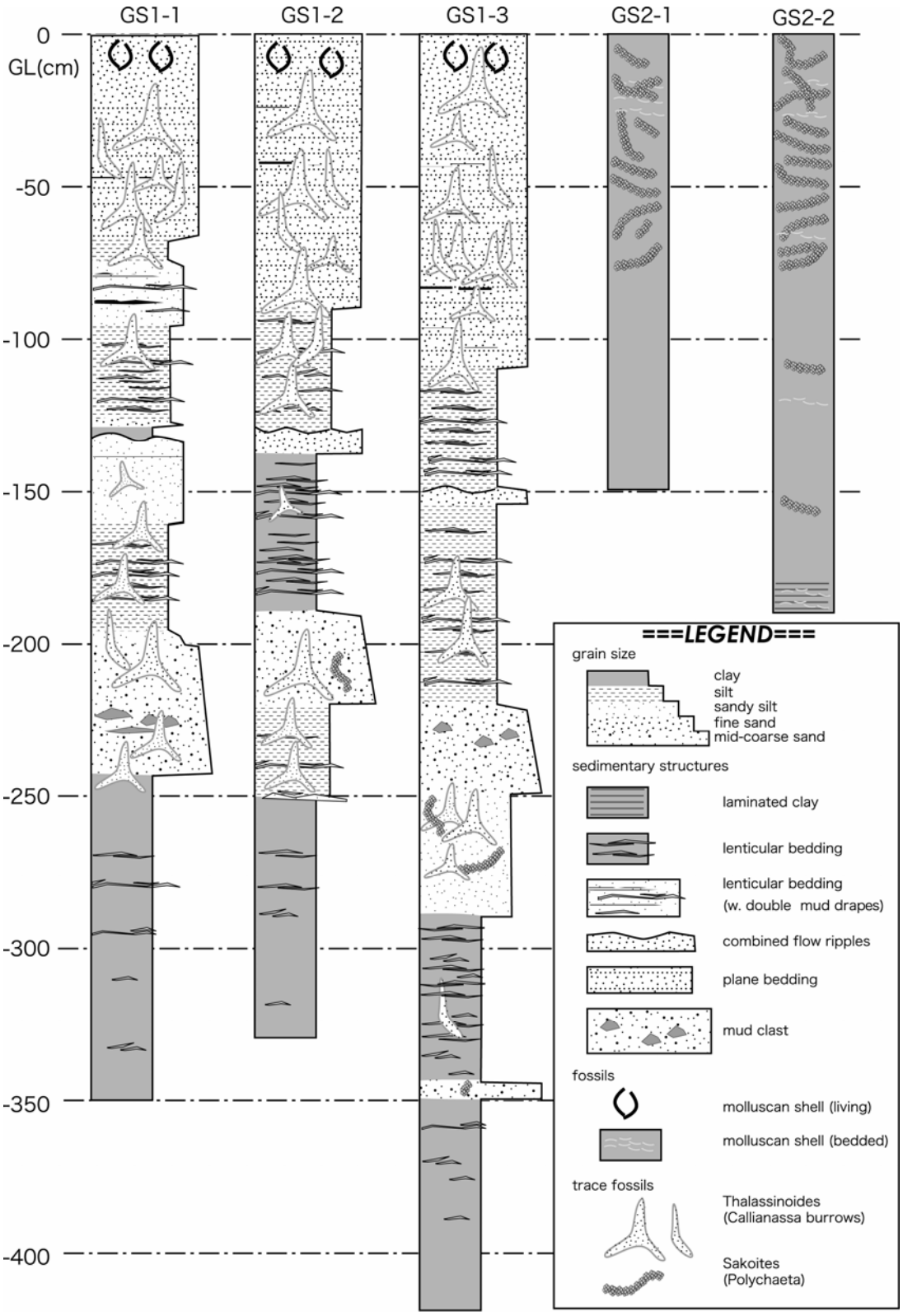


図 1.2.1-1 川副沖および鹿島沖で得られたコア（平成 17 年度）の堆積相柱状図

平成 17 度調査で堆積相 A から堆積相 I までの 9 つの堆積相を識別した.

堆積相 A の記載と推定される堆積環境

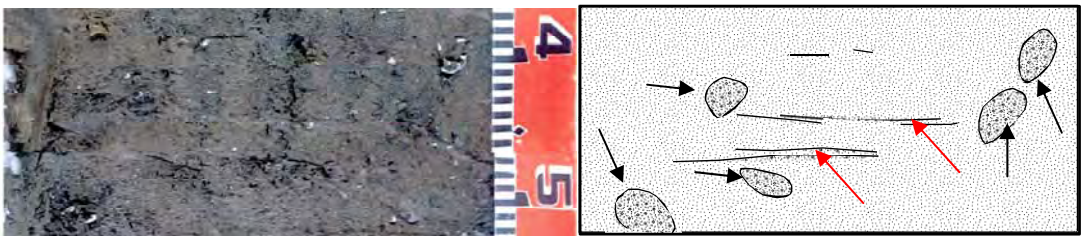


図 1.2.1-2　堆積相 A（GS1-1 の深度 40〜50cm 付近）の写真（左）とスケッチ（右）．スケッチ中の黒矢印は，スナモグリ類の巣穴，赤矢印は平行葉理を覆う double mud drapes.

記載

主に暗灰色を呈する中粒砂からなる．シルトの薄層（0〜10mm）を挟む．シルトの挟みは下位ほど多い. 生物擾乱が著しく塊状となるが, 生物擾乱を免れているところでは, mud drape, double mud drapes を伴う平行葉理が見られる．スナモグリ類の巣穴と思われる *Thalassinoides* isp. が密集する．最上部では，シオフキの生貝を含む．川副沖のコアの最上部にのみ見られる．また，シルトが多く生物擾乱が著しいところでは，シルトと砂が混在し砂質シルトとなる部分がある.

推定される堆積環境

堆積相 A はコアの最上部である．地層採取時は干潮時でも離水しなかったが，潮の引きが大きい時は干出する場所である．細粒砂主体で平行葉理が見られることから，ある程度の流速（Middleton and Southard, 1978 にもとづくとおおよそ 100cm/s）で堆積した可能性がある．堆積相 A の層厚を比較すると，GS1-1 および GS1-2 はほぼ同じ（それぞれ 95cm, 90cm）であるのに対し，GS1-3 は 110cm とやや厚い．これら 3 地点は 1 m 程しか離れていない. こうした層厚の変化や堆積構造からサンドバーの堆積物であると考えられる．わずかに見られる mud drape は停潮時に堆積するものである．満潮時と干潮時前後に生じる 2 度の停潮時に泥が堆積することによる潮汐のリズムが double mud drapes として見られる．潮間帯から潮下帯にかけて発達するサンドバーは，干潟のもっとも沖合部分に形成されやすい.

堆積相 B の記載と推定される堆積環境

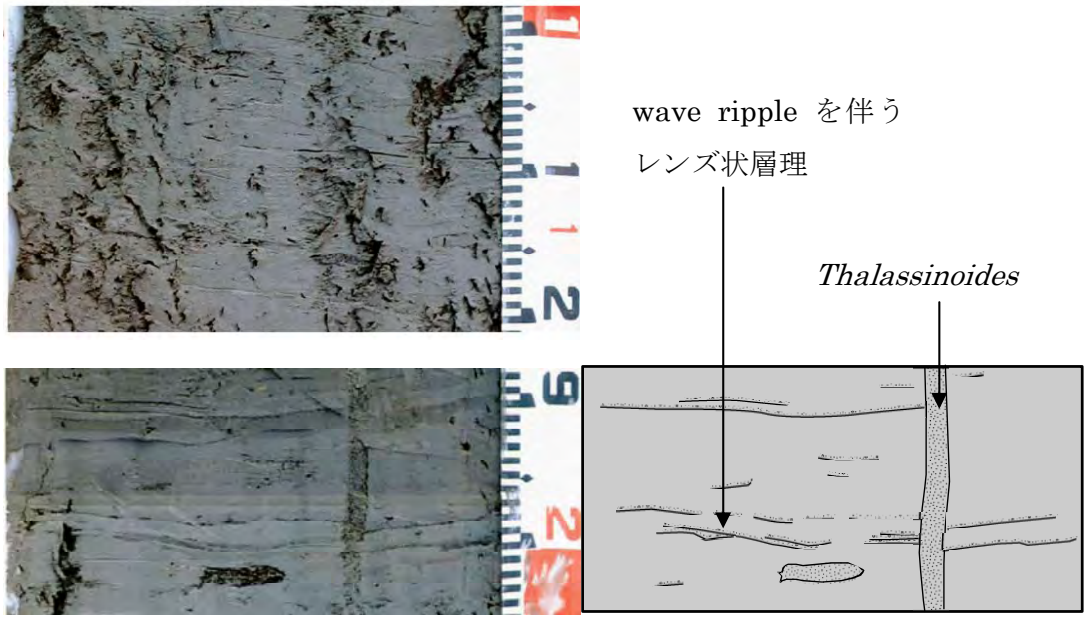


図 1.2.1-3　堆積相 B（GS1-1 の深度 100〜120cm 付近；左上，GS1-3 の深度 190〜205cm 付近；左下）の写真（左）とスケッチ（右）．生物擾乱が著しいが（左上），生物擾乱を被っていないところでは，レンズ状層理がみられる．

記載

主に暗灰色を呈するシルトからなる．全体に生物擾乱が著しく堆積構造は無く，塊状を呈する．生物擾乱があまり発達してこないところでは，僅かに細粒砂の薄層を挟むことがある．細粒砂は層厚 0〜10mm 程度であり，しばしば上面はウェーブリップルを伴う．砂層の連続性は悪く，しばしばせん滅する．本堆積相は川副沖の堆積相 A の下位に見られる．

推定される堆積環境

堆積相 B は，連続性の悪いウェーブリップル砂層を僅かに挟むことが特徴である．シルト分が主体であり，堆積相 A の下位に見られることから，潮下帯の砂州間堆積物であると考えられる．棲管の多くは，内部が砂によって充填されている．このことから，棲管はその上位（堆積相 A）から彫り込まれているものであると判断できる．

堆積相Ｃの記載と推定される堆積環境

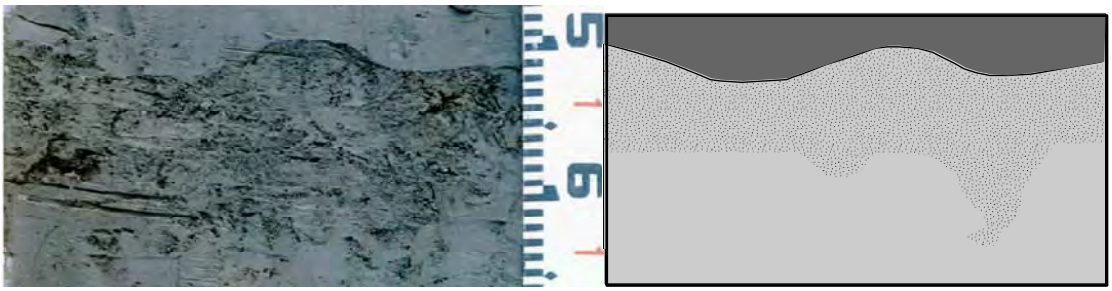


図 1.2.1-4　堆積相Ｃ（GS1-3 の深度 40〜50cm 付近）の写真（左）とスケッチ（右）.

記載

主に暗灰色を呈する細粒砂からなる．下底面は不鮮明であるが，上面はリップルの形状を示す．リップルの波長はおおよそ 15〜20cm，波高は約 4cm である．対称性が良く，クレスト部が丸みを帯びている形状から，複合流（combined flow）によるリップル川副沖で採取した３本のコアのほぼ同一の深度において見られる．

推定される堆積環境

生物擾乱を被っており不鮮明になっている場合もあるが，ここで見られる砂層は約 10cm の層厚を有する．対称性が高く，波長に対する波高が高いことから，波浪が卓越した複合流によって形成されたリップルであることがわかる．このような形状のリップルは潮間帯で形成されるようなものではなく，寧ろある程度の水深がある時に形成されたものである．また，リップルの上面は明瞭に残されており，細粒分がリップル形成直後に上位を覆う場合に形成される．このように形状が明瞭なリップルは，通常暴浪時に形成された直後に洪水による出水によってもたらされる粘土・シルトに覆われるような特殊な時に保存されることが多い．しかし，採取場所は，河口から遠いため，直接洪水に伴う水流（hyperpicnal flow）は到達しない．シルト主体の層の中に厚さ 10cm もの砂を運搬堆積させ，その上位をシルトで覆うためには，もっと特殊なイベントによる堆積物であるとみなしたほうが良い．これについては，後に詳しく述べる．

堆積相Dの記載と推定される堆積環境

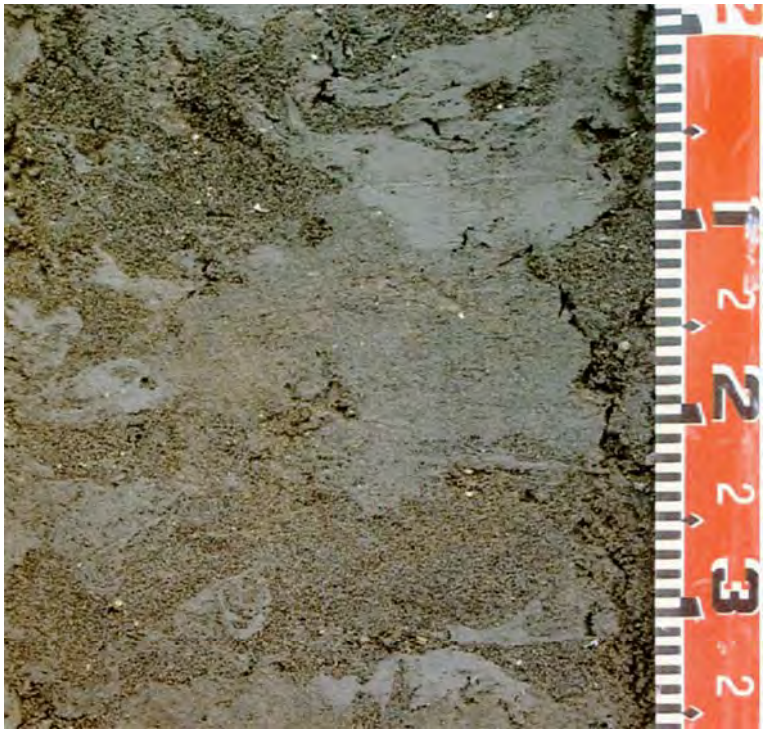


図 1.2.1-5　堆積相D（GS1-1の深度200〜235cm付近）の写真.

記載

主に褐色を帯びた暗灰色を呈する中粒ないし粗粒砂からなる．しばしばマッドクラストを伴う．生物擾乱が著しく地層境界は不鮮明となるが，GS1-1でみられる堆積相Dの下底面は明瞭な侵食面を呈する．側方への層厚変化が顕著である．本堆積相及びその下位には，生痕化石 *Thalassinoides* isp.，*Sakoites* isp.が見られる．

推定される堆積環境

生物擾乱が著しいため，堆積構造が不明瞭であるが，もともとは下底面は明瞭な侵食面を呈しており，粗粒物からなることから，潮汐チャネル堆積物であると考えられる．チャネル流路では，壁面の削り込みによってマッドクラストが混入しやすい．

堆積相Ｅの記載と推定される堆積環境

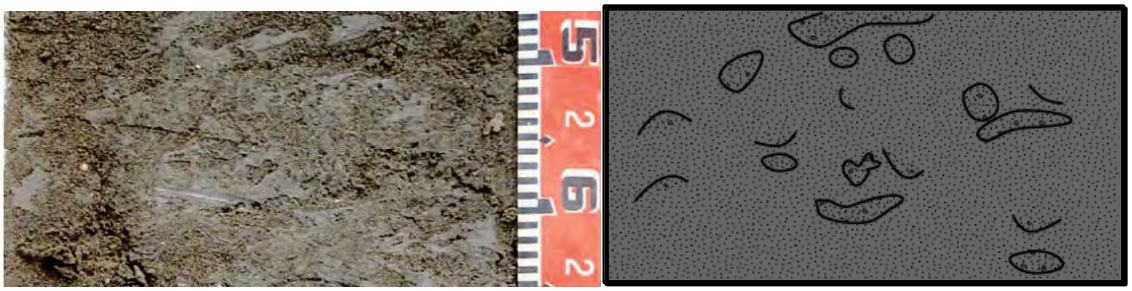


図 1.2.1-6　堆積相Ｅ（GS1-3 の深度 245〜265cm 付近）の写真（左）とスケッチ（右）.

記載

本堆積相は，暗灰色を呈し生物擾乱が著しい砂質シルトおよびシルトからなる．ごく僅かに細粒砂からなる薄層を挟む．GS1-2，GS1-3 において堆積相Ｄの下位に観察され，堆積相Ｄから達する *Thalassinoides* isp が密集する．

推定される堆積環境

本堆積相は，生物擾乱の程度が大きいほど砂質になっているようであり，本来は堆積相Ｆと同様のシルト・粘土質の堆積物であると考えられる．砂等の粗粒分は上位の地層から生物擾乱によるものであり，初生的な堆積物とは異なる．本相のみからは堆積環境の推定は困難であるが，堆積相Ｆと同様の環境下で堆積したものと考えられる．

堆積相Ｆの記載と推定される堆積環境

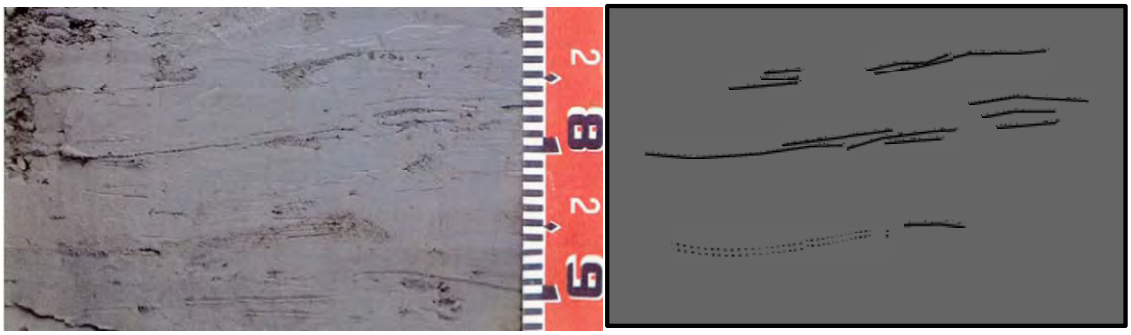


図 1.2.1-7　堆積相Ｆ（GS1-2 の深度 270〜290cm 付近）の写真（左）とスケッチ（右）.

記載

主に暗青灰色を呈する粘土からなる．厚さ 0〜10mm の細粒砂からなる砂の薄層をレンズ状に挟む．特に 1〜2mm の薄層が多い．生痕はごく僅かに含まれる程度で，貝殻片も殆どみられない．砂の薄層は，おおよそ 5cm 毎くらいに数枚が集中して産する．砂層は上方ほど多く挟まれる．

推定される堆積環境

砂の挟みが殆ど見られないことや，コア全体は上方に向かって古水深が浅くなり砂泥質干潟となる．これらの特徴から，砂泥質干潟よりも沖側に位置する斜面の堆積物であると思われる．砂干潟および砂質干潟より沖合は，波浪の営力に伴い緩やかな勾配を持つ．通常は，粗粒砕屑物は堆積しないが，暴浪時などには砂が運搬されることが知られている．

堆積相 G の記載と推定される堆積環境

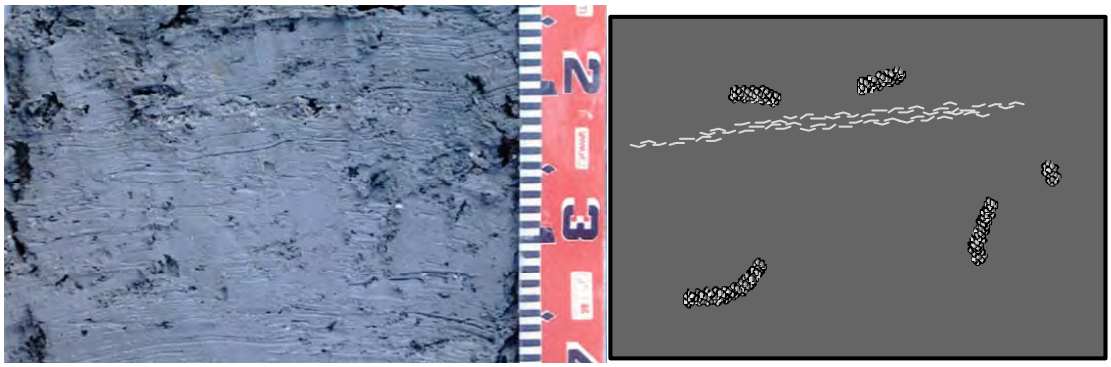


図 1.2.1-8　堆積相 G（GS2-1 の深度 15〜40cm 付近）の写真（左）とスケッチ（右）.

記載

塊状の暗青灰色粘土からなる．*Sakoites* isp. に分類される形状のペレット内部充填型の排泄痕が密集する．堆積構造等は見られないが，シズクガイ等の貝殻が密集する薄層を挟む.

推定される堆積環境

調査地は河川から離れた位置にあるため，河川から直接砕屑物がもたらされることはない．そのため，粗粒なものは近くで生産された貝殻遺骸くらいであり，その他は浮遊して堆積する細粒分のみからなる．調査位置は，潮汐によって強い流れが生じることがあると思われるが，貝殻の薄層は，その時に生じる残留堆積物であると考えられる．なお，堆積相 H および堆積相 I との大きな違いは *Sakoites* isp が密集する点である．*Sakoites* isp はイトゴカイ類の生痕と考えられるため，イトゴカイ類の生息に適した環境であったことが推定できる.

堆積相Ｈの記載と推定される堆積環境

記載

塊状の暗青灰色粘土からなる．*Sakoites* isp. に似た形状のペレット内部充填型の排泄痕が稀にみられる．シズクガイ等の貝殻が密集する薄層が見られる．

推定される堆積環境

堆積相Ｈは堆積相Ｇと大きな差はないが，*Sakoites* isp は密集せず点在するのみになる．*Sakoites* isp は古い地層中でもしばしば観察され，圧密等によって変形・消失することは考えにくい．従って，堆積相Ｇと比較してイトゴカイ類の生息に適さなかった環境であった可能性がある．なお，砕屑物の供給に関しては，堆積相Ｇと同様で，通常は浮遊して堆積する細粒分のみの堆積であり，粗粒な貝殻片からなる薄層は，流れが速い時に生じた残留堆積物であると考えられる．

堆積相Ｉの記載と推定される堆積環境

記載

暗青灰色粘土からなる．不鮮明ながら，粘土中に色調の僅かな違いによって厚さ１mm 前後の葉理が観察される．生痕は肉眼観察では識別できない．最下部では，シズグガイ等の貝殻が密集する薄層が多く挟まれる．

推定される堆積環境

本堆積相は堆積相Ｇおよび堆積相Ｈと同様に細粒分のみからなる．細粒分は浮遊して堆積したものであると考えられる．本堆積相中からは生痕は観察されず，生物擾乱が認められないことから，堆積相Ｇや堆積相Ｈと比較して，底生生物の影響が小さいと考えられる．また，粘土中に観察される葉理は，潮汐リズムによって形成されたものであると考えられる．潮汐の影響が強い堆積環境下では，潮の干満に伴って，砕屑物が運搬・堆積する．上げ潮や下げ潮時の流れの速い時に砕屑物が運搬されやすく，その間の停滞期に細粒分が堆積しやすい．

以上のように，本堆積相で観察される葉理は潮汐に伴って形成されたものである可能性が高い．潮汐リズムによって形成されたものであれば，堆積速度は堆積相Ｇや堆積相Ｈよりも速いか（葉理の形成が潮の停滞期に対応？），底生生物があまり加入してこない環境であったことを示唆する．ただし，堆積速度が速いと相対的に．生物活動の影響が地層中に残されにくいため，これ以上言及することはできない．

堆積相から読み取れる堆積環境の変遷

識別したそれぞれの堆積相を簡単にまとめると以下の通りである.

表 1.2.1-1 識別した堆積相の特徴と推定される堆積環境

識別した堆積相	特徴	推定される堆積環境
堆積相 A	平行葉理中粒砂．シルトの薄層挟む．生物擾乱.	砂州
堆積相 B	主にシルト，細粒砂の薄層挟む．ウェーブリップル.	砂州間
堆積相 C	波長 15ー20cm，波高 4cm のリップル砂層	イベント
堆積相 D	マッドクラスト伴う中ー粗粒砂	潮汐チャネル
堆積相 E	砂質シルト，生物擾乱	砂州斜面
堆積相 F	主に粘土からなり，細粒砂の薄層を挟む	砂州斜面
堆積相 G	粘土からなる．生痕が密集.	プロデルタ
堆積相 H	粘土からなる．僅かに生痕.	プロデルタ
堆積相 I	粘土からなる．僅かに葉理有り.	プロデルタ

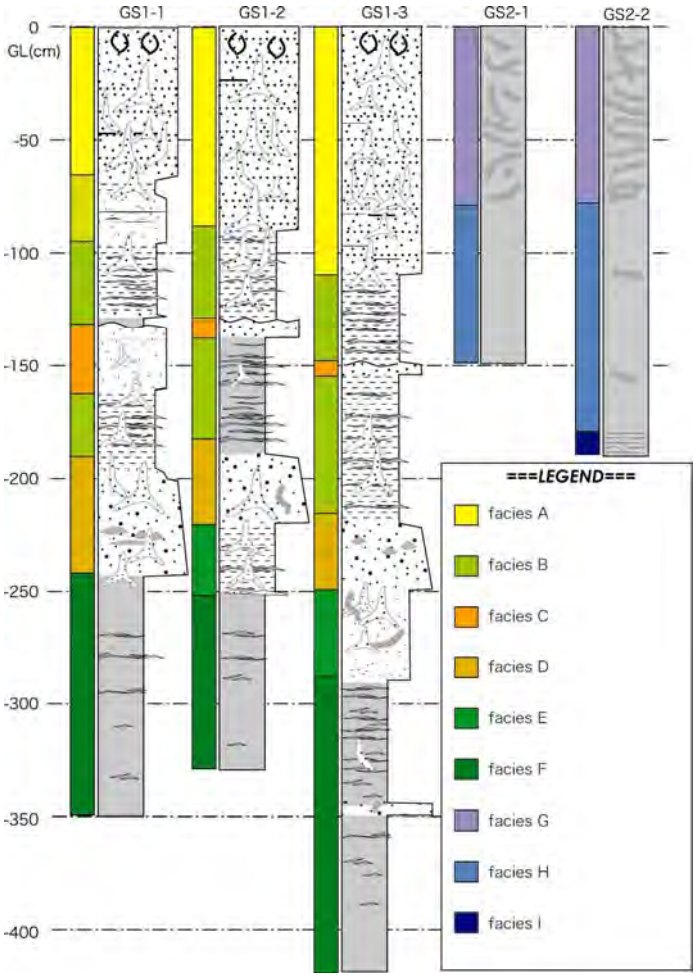


図 1.2.1-9
堆積柱状図と識別した堆積相.
川副沖のコア（GS1-1, GS1-2, GS1-3）は砂州斜面から砂州へと浅海化している. 鹿島沖のコア（GS2-1,GS2-2）は浮遊している細粒分のみが堆積するプロデルタ環境が継続している.

上記のようにとりまとめた堆積相の変化から，それぞれの調査箇所における堆積環境の変遷を考察する．

川副沖

川副沖のコアは，下位より砂州斜面堆積物，潮汐チャネル堆積物，砂州間堆積物，砂州堆積物がみられる．筑後川河口デルタが前進する過程を示すものであると思われる．川副沖には筑後川河口部付近から断続的に干潟が発達する．これらの干潟はいわゆる河口干潟であり，河川からの土砂供給が直接的に地形を支配しているものである．デルタは，河川から土砂が供給されると共に海側へと前進して地形を埋積していく．そのため，デルタの発達した場所の地層は上方へ向かって浅海化する特徴がみられる．少なくとも，川副沖においては，長期的な堆積環境は，筑後川河口デルタの前進が大きく支配していると考えられる．なお，現在の地形に当てはめると，筑後川の河口干潟は分流チャネルによって断続的に分布している．

鹿島沖

鹿島沖は，近接する場所に河川は見られない．直接河川からの供給物がなく，浮遊物のみがもたらされるといった環境が長期間継続していると思われる．少なくとも堆積環境は採取したコアの最深部から現在に至るまで大きな変化はない．

イベント堆積物

川副沖のコアの中で，堆積相 C と識別したものは，先述の通り特殊な堆積物である．波浪の構造が明瞭に残されており，その地層の連続性も良い．海成層中でこのような特徴を持つものは，通常は暴浪時の堆積物に多い．ただし，暴浪時堆積物が発達する場所は，暴浪時堆積物ばかりが堆積し，平成 17 年度に得られた試料の特徴とは異なる．こうしたことから，堆積相 C は津波堆積物であると推定できる．有明海において，津波の記録は 1792 年に島原眉山の崩壊に伴って生じたいわゆる「島原大変肥後迷惑」といったものが知られている．熊本県の荒尾干潟において同様の津波堆積物が報告されている（市原ほか，2005）．後述の通り，他の手法によって推定される堆積年代との矛盾も無いため，これが島原大変肥後迷惑の津波堆積物である可能性が高いと思われる．

平成 18 年度

白石沖・東与賀沖・川副沖の 3 地点で得られたハンディジオスライサー試料に基づいて，地層観察を行い，堆積相および堆積環境について検討した．堆積相解析を行う上で堆積構造・粒度・地層面形状・生物遺骸・生痕等の情報を加えた堆積柱状図を作製した．作製した堆積柱状図を図 1.2.1-10，図 1.2.1-11，図 1.2.1-12 に示す．

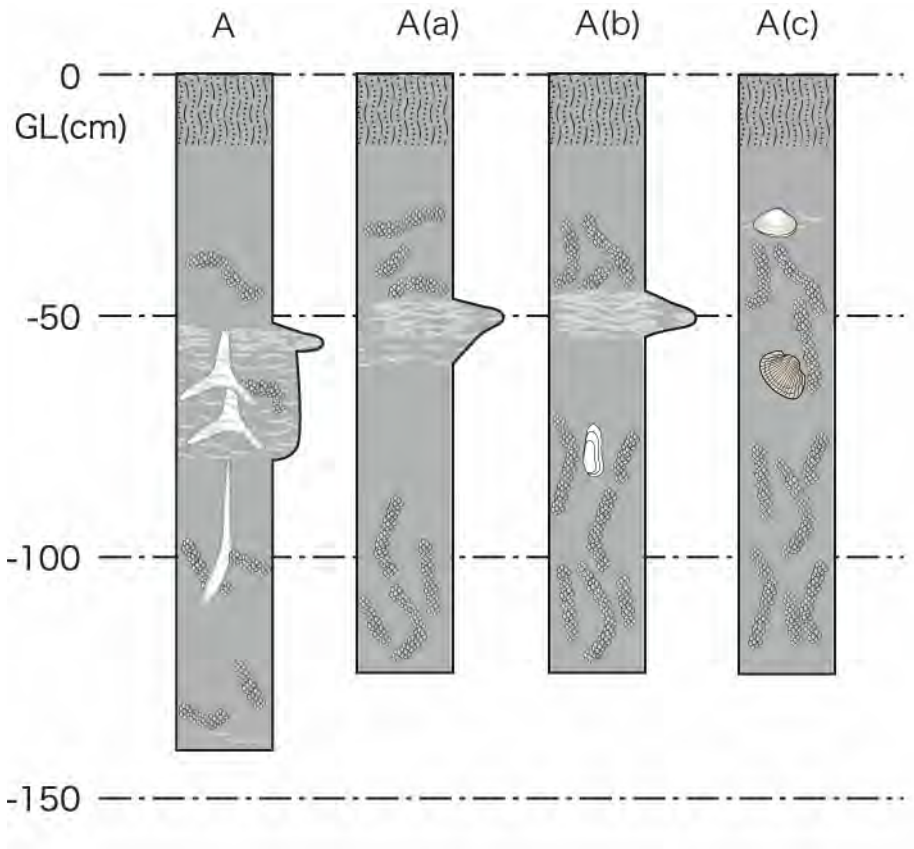


図 1.2.1-10　白石沖泥質干潟における堆積柱状図

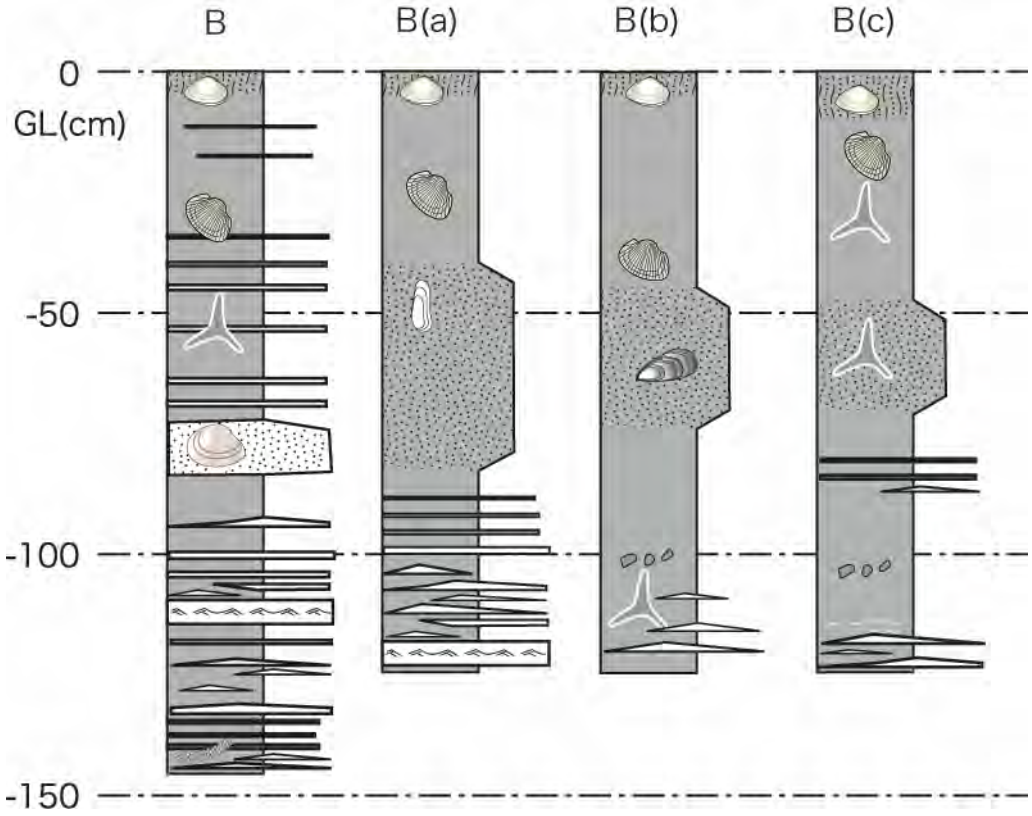


図 1.2.1-11　東与賀沖泥質干潟における堆積柱状図

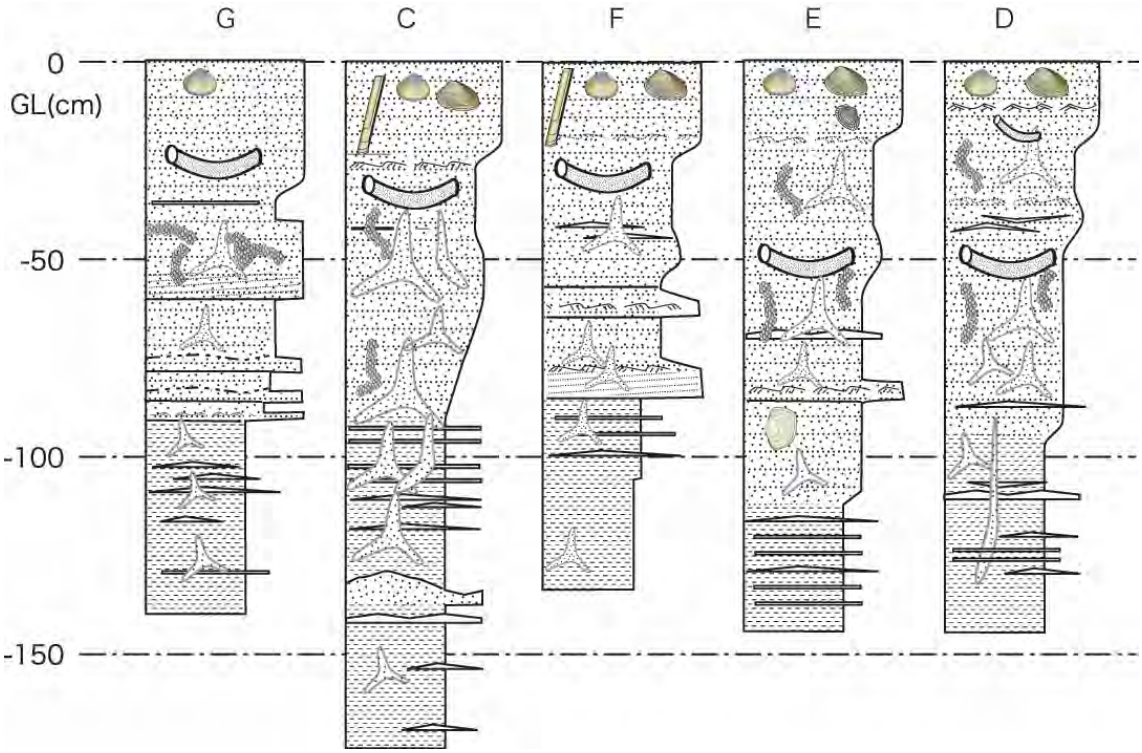


図 1.2.1-12　川副沖砂質干潟における堆積柱状図

識別した堆積相とその解釈

平成 17 年度のジオスライサー調査ではロングタイプジオスライサーを使用したため，層相の変化が明瞭であったが，平成 18 年度用いたハンディジオスライサーは採取深度が浅いため，白石沖，東与賀沖の試料に関しては細別可能な層相は見られず，堆積相としては一様のものとして区分される．

一方，川副沖においては，平成 17 年度調査で識別した堆積相のうち，堆積相 A と堆積相 B が見られた．平成 17 年度調査では，1 地点において堆積相 A は砂州，堆積相 B は砂州間堆積物といった堆積環境を推定した．平成 18 年度は測線を決めて地層採取が行なえたため，現在観察される砂州地形と堆積相との調和をうまく読み取ることができた．川副沖における試料を地層採取時に地盤高が最も高かった C を GL=0m として並べると砂州（sand bar）の地形に沿った地層分布が読み取れる（図 1.2.1-13）．

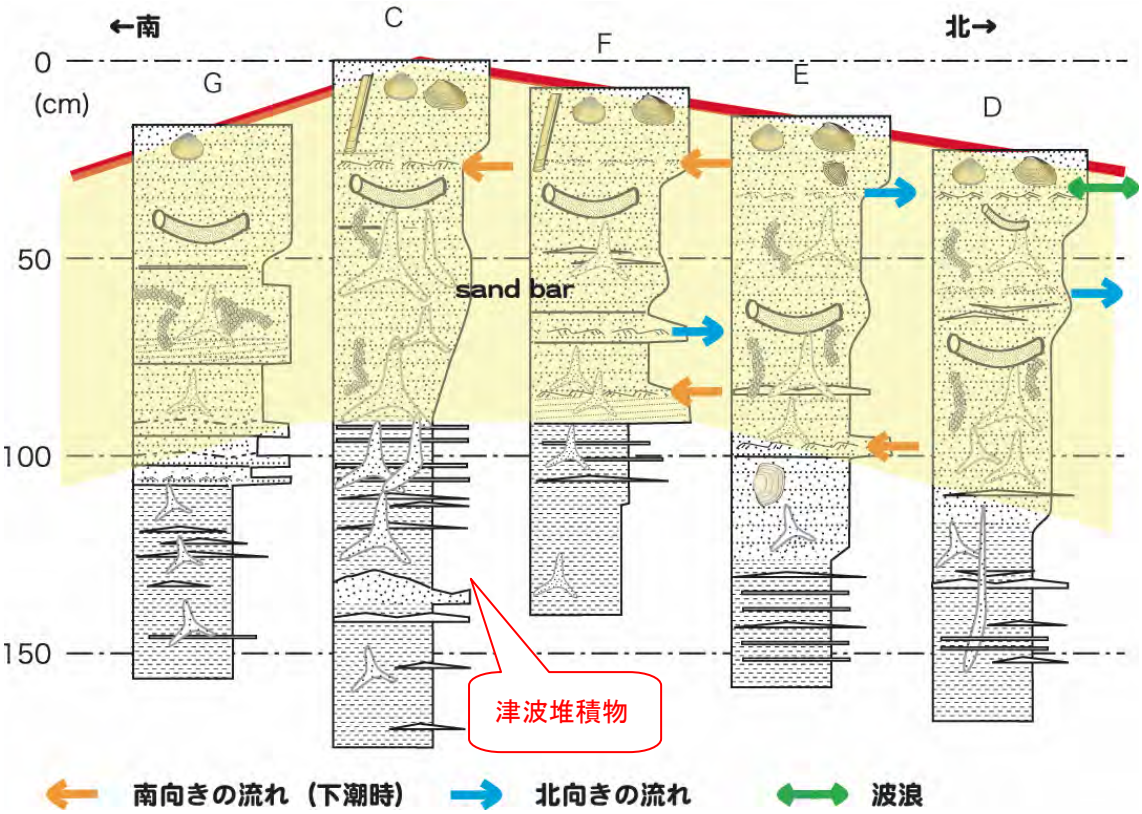


図 1.2.1-13 川副沖で採取したハンディジオスライサー試料を用いた地質断面イメージ．黄色部分が砂州（sand bar）堆積物で堆積相 A に相当，それ以下の堆積物はシルト混じりの砂州間堆積物．図中の矢印は堆積構造から読み取った古流向を示す．

堆積相の記載と推定される環境

平成 17 年度調査で堆積相 A から堆積相 I までの 9 つの堆積相を識別した．平成 18 年度の調査では，平成 17 年度調査の堆積相 A，堆積相 B に相当する堆積相が見られた．また，コア番号 C のみであるが堆積相 C に相当すると思われる砂層（1792 年の島原大変肥後迷惑津波堆積物）が見いだされた．また，平成 18 年度調査では白石沖のコアを堆積相 J，東与賀沖のコアを堆積相 K とし記述する．

堆積相 A（平成 17 年度区分と同様）

【記載】　主に暗灰色を呈する中粒砂からなる．シルトの薄層（0〜10mm）を挟む．シルトの挟みは下位ほど多い．生物擾乱が著しく塊状となるが，生物擾乱を免れているところでは，mud drape，double mud drapes を伴う平行葉理が見られる．スナモグリ類の巣穴と思われる *Thalassinoides* isp. が密集する．最上部では，シオフキの生貝を含む．川副沖のコアの最上部にのみ見られる．また，シルトが多く生物擾乱が著しいところでは，シルトと砂が混在し砂質シルトとなる部分がある．

堆積相 B（平成 17 年度区分と同様）

【記載】　主に暗灰色を呈するシルトからなる．全体に生物擾乱が著しく堆積構造は無く，塊状を呈する．生物擾乱があまり発達してこないところでは，僅かに細粒砂の薄層を挟むことがある．細粒砂は層厚 0〜10mm 程度であり，しばしば上面はウェーブリップルを伴う．砂層の連続性は悪く，しばしばせん滅する．本堆積相は川副沖の堆積相 A の下位に見られる．

堆積相 J

【記載】　主に暗灰色を呈する粘土・シルトからなる．塊状無構造であり，表層は軟泥に漸移する．*Sakoites* isp. が密集しており，一部で *Thalassinoides* isp. が認められる．本堆積相は平成 17 年度調査における堆積相 G に酷似するが，*Thalassinoides* isp. が認められることで識別される．

堆積相 K

【記載】　主に暗灰色を呈する粘土・シルトからなる．塊状無構造であり，表層は軟泥に漸移する．堆積相 J に似るが，細粒砂の薄層（1 mm〜10mm の層厚）を挟むことで特徴付けられる．

推定される堆積環境

堆積相 A は平成 17 年度の報告で砂州（サンドバー）堆積物であると推定した．平成 18 年度調査では，実際の砂州地形が見られる場所で地層を採取し，その上部に堆積相 A が分布していたことから，この堆積環境の推定が正しかったことを裏付けることができた．

堆積相 B は平成 17 年度の報告で砂州間堆積物であると推定した．平成 18 年度調査においても堆積相 A の下位に分布することから，砂州間堆積物であるとした平成 17 年度報告と整合的なデータが得られた．

堆積相 J は現在，軟泥質干潟が分布する場所である．軟泥質干潟の堆積物は粗粒分を殆ど含まず，含水率が非常に高いため，堆積後も浮泥状になっており，粒子同士は不安定な状態である．そのため，堆積面を明瞭に形成することはない．そのため，堆積相のみで堆積環境を決定することは困難であるが，表層の軟泥質干潟から連続で明瞭な境界がないため，すべて軟泥質干潟環境で堆積したものであると考えられる．なお，本堆積相中（白石沖）に明らかに異質な貝殻遺骸密集層が見られた．この貝殻遺骸は干潟の種類とは異なる貝殻やコケムシなどの潮通しの良い比較的深所に生息する生物遺骸が含まれており，明らかな異地性とわかった．これは昭和 62 年に行なわれた覆砂であることが判明した．

堆積相 K は堆積相 J に似ているが砂層を頻繁に挟む．砂層は層厚が徐々に上方厚層化したり上方薄層化したりしている．こうした特徴は潮汐卓越型の堆積物に特徴的な構造である．堆積相 K が見られた東与賀沖の地層採取場所は澪が近くに存在しており，潮の流れが強い時に砂が稀に運搬されることがあったと思われる．

イベント堆積物

平成 17 年度川副沖のコアの中で，堆積相 C と識別したものは， 1792 年に島原眉山の崩壊に伴って生じたいわゆる「島原大変肥後迷惑」の津波堆積物と解釈した．平成 18 年度の調査においても図 1.2.1-9 中に示したように津波堆積物を見いだすことができた．

平成 20 年度

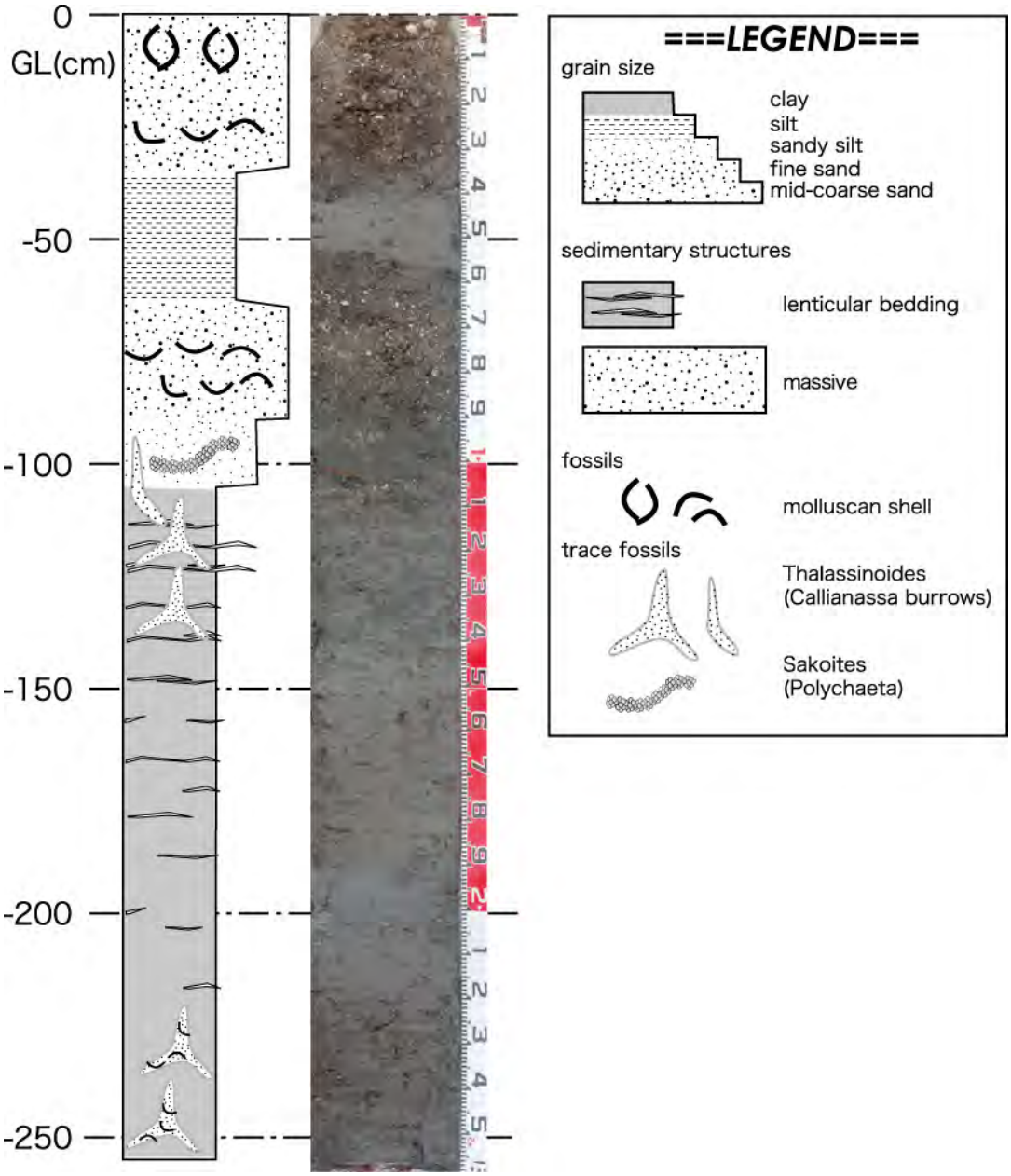


図 1.2.1-14　柳川 1 コアの堆積柱状図

推定される堆積環境

平成 20 年度に得られた試料は，２層準の貝殻片を多く含む層準以外はシルトおよび粘土を主体としており層相変化がない．また，砂層のはさみも殆どない．こうしたことから，河川の影響があまり及ばない場所であることがわかる．潮位差が大きい場所の河口干潟中には分流チャネルが発達しやすいが，ここではチャネル堆積物も見られない．また地形から判断すると筑後川等の影響がありそうであるため，河口デルタの末端部であると考えられる．

また全体に生物擾乱が著しく *Thalassinoides*，*Ophiomorpha*(いずれもスナモグリ類の巣穴)がみられるほか，多毛類の生痕も確認された．それぞれごく一般的な干潟の生痕である．コア全体を通してみると少なくとも１m 以深では同じような堆積環境が継続してきたことを意味する．

0-35cm および 65-90cm でみられる貝殻片を多く含む層には堆積構造が全く見られない．それぞれ干潟には生息しない生物遺骸が含まれており明らかに異質の堆積物であることがわかる．これに関しては貝殻遺骸の構成，堆積年代等を考慮して検討しなければいけないため後に述べる．

1.2.2　粒度組成

分析方法

レザー解析粒径分析装置（島津 SALD-3100）を使用した。

平成 17 年度分析結果

分析結果を参考資料図 1.2.2-1、参考資料図 1.2.2-2 に示す。

川副沖では筑後川河口に近く、川から運ばれてきた細砂および中砂を含む砂質干潟となっている。

鹿島沖の基質のほとんどは泥質からなり、少なくとも過去数百年のレベルでは砂の堆積は起きていない場所となっている。

平成 18 年度分析結果

分析結果を図 1.2.2-3、図 1.2.2-4、図 1.2.2-5 に示す。

白石沖は深さ 100cm の層まで泥分率が 88ー99%に達し、平均粒径が 10μm 以下の泥底である。

これに対して、東与賀沖では泥分率が 50ー60%程度の砂質泥底であったものが、表層 5cm では泥分立が 90%を超えており、近年泥化していることを示している。

一方、川副沖では深さ 90ー100cm の層には泥が見られるが、それより浅い層では平均粒径 190ー340μm の細砂ー中砂で占められており、砂底が長く続いていることわかる。

図 1.2.2-1　川副沖粒度組成

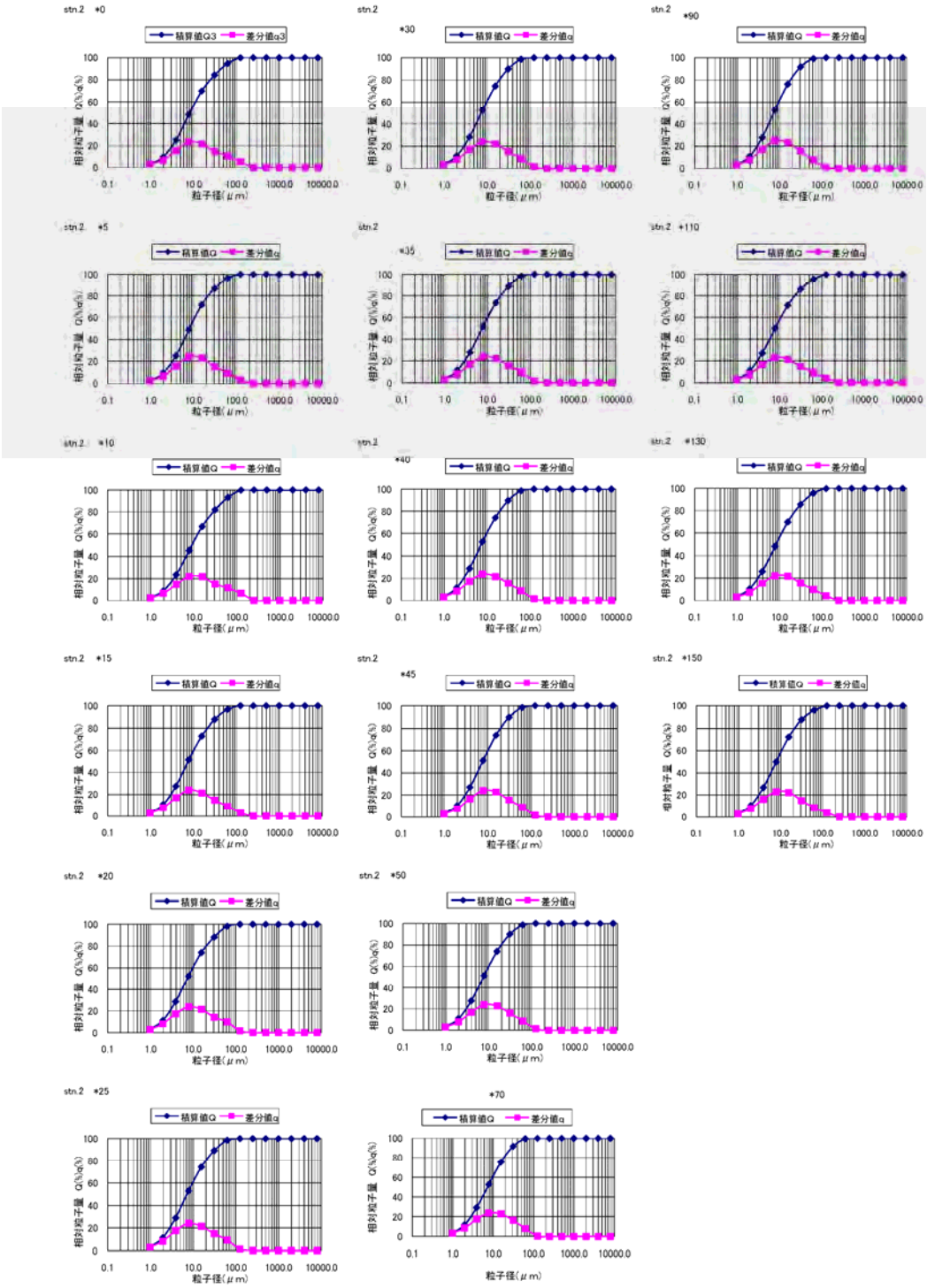


図 1.2.2-2　鹿島沖粒度組成

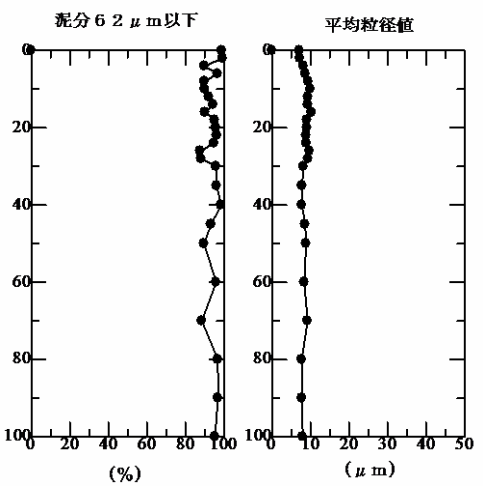


図 1.2.2-3　白石沖粒度組成

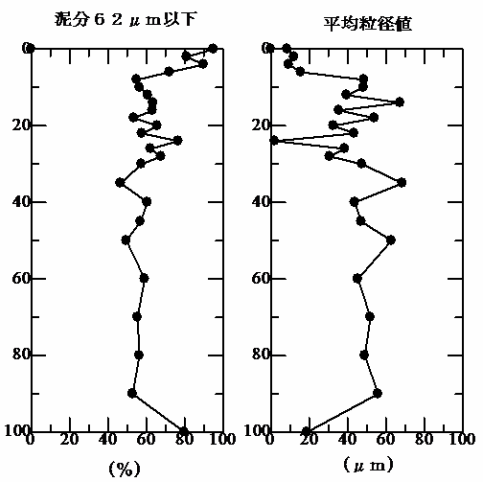


図 1.2.2-4　東与賀沖粒度組成

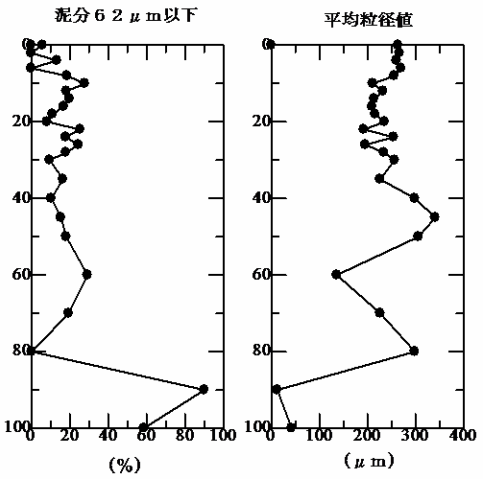


図 1.2.2-5　川副沖粒度組成

1.2.3　年代測定

堆積年代に関する検討

ジオスライサー試料のうち，いつくかの堆積年代の検討を行った．堆積年代そのものを求めるために行われた手法とその他の解析に伴って行ったもので堆積年代推定に用いたものがある．なお，これらの分析項目等は，参考資料として巻末に加える．

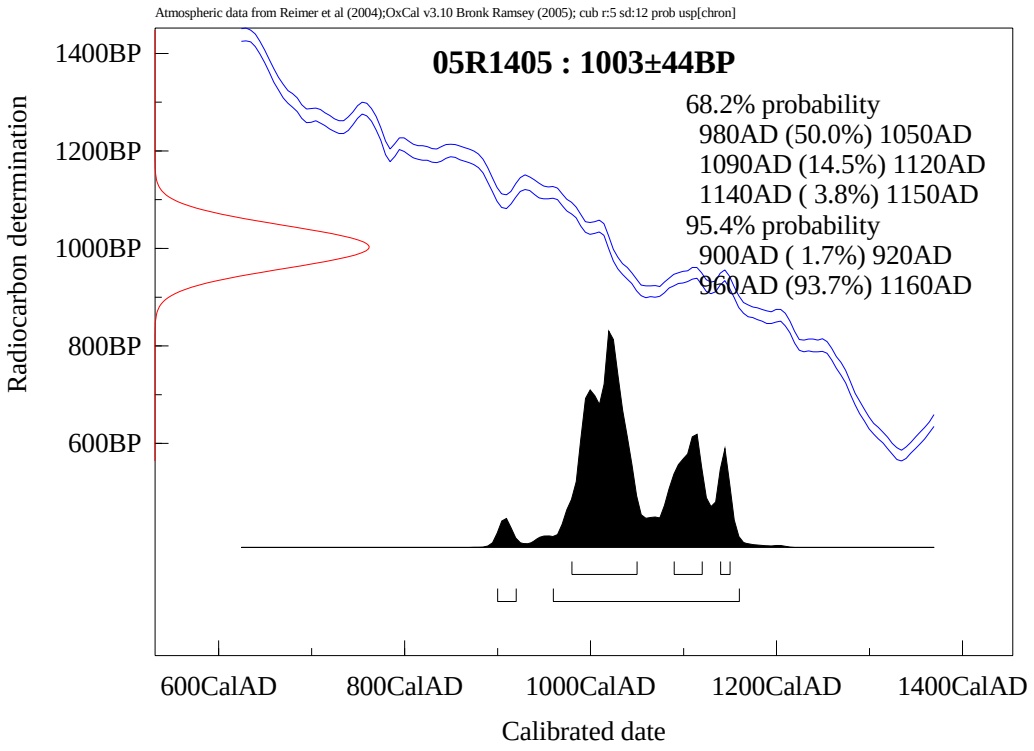
C14 法による年代測定

C14 法は，もっとも一般的な年代測定法である．宇宙線によって大気中の主要元素である N14 が C14 になる．C14 は 5730 年の半減期を持ち，ベータ壊変によって N14 へと戻る．そのため，大気中では C14 がで生成される量と壊変する量は宇宙線による照射条件が同じであれば一定となる．生存している生物体内と大気中に含まれる C14 とは平衡であるが，生物体が死亡すると，炭素の交換が行われなくなるため，生物遺骸の中に含まれる C14 量は時間経過とともに減少する．核実験に伴って発生した C14 量の影響が大きいため，この手法では 1950 年以前のものを基準とする．年代値は BP(Before Present）をつけて記し，1950 年から遡って何年前という表現をする．

今回，ジオスライサー試料中から２検体の C14 年代測定を行った．なお，試料は，貝化石分析処理の中で検出した木片を用いている．分析結果等を表 1.2.3-1 に示す．また，OxCal（配布先：http://www.rlaha.ox.ac.uk/O/oxcal.php）を用いて行った年代の較正は，図 1.2.3-1 に示す．

表 1.2.3-1 C14 年代の分析結果

試料番号	年代測定機関 コード番号	試料名 [試料の種類]	放射性炭素 $\delta^{13}C$ 補正 年代[YBP]	較正暦年代 [cal BC / cal AD]
05R1405	UGAMS-01142	鹿島沖底質試料 (175～190cm) [木片]	1003±44	900AD (1.7%) 920AD 960AD (93.7%) 1160AD
05R1406	UGAMS-01143	川副沖底質試料 (325～350cm) [木片]	2934±48	1310BC (95.4%) 1000BC



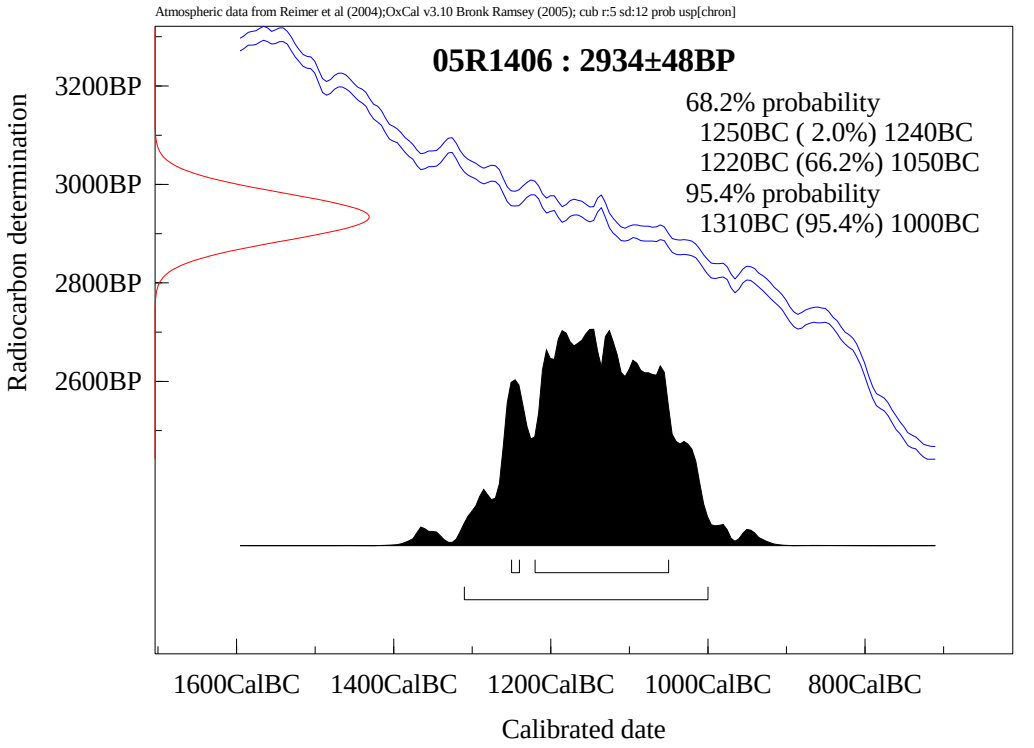


図 1.2.3-1 年代較正ソフト OxCal を用いた C14 年代の較正値．上図が鹿島沖，下図が川副沖．

Cs137 法による年代推定

Cs137 は自然界には存在しない半減期約 30.2 年の核種である．人類の核開発によって生じたものである．大気中で核が使用されたのは，1945 年 7 月のアメリカの核実験に始まり，広島・長崎の原爆，そして 1950 年代から盛んになった大気中核実験が 1962 年にピークを迎え，1963 年にアメリカ，旧ソ連，イギリスが部分的核実験停止条約を結ぶまでが主なものである．それ以降も，チェルノブイリ原発事故（1986 年）などでも Cs137 を観測している例がある．Cs137 のピークは大気中核実験が盛んだった 1950 年から 1963 年の間とされる．この手法では Cs137 のピークを用いるが，生物擾乱によって，より下位の層にもたらされることもあるため，データの取り扱いは慎重に行わないといけない．

Pb210 法による年代推定

U238 の壊変系列の中で，Ra226 が Rn222 に壊変する．Rn222 は気体であるため，地表面から大気中へと供給される．Rn222 の半減期は 3.8 日で Pb210 へと壊変するため，Pb210 としてすぐに地表へ戻ってくる．このようにして，地表ほど Pb210 が過剰に存在することになる．Pb210 は半減期 22.3 年である．供給は一定と考えられるため，Pb210 量は堆積速度一定のもとでは，理論的には堆積速度を推定することも可能である．Pb210 の半減期から，検出限界はおおよそ 150 年前くらいとなるため，検出限界以前と以降という捉え方をすることも可能である．いずれにしても，沿岸域では堆積速度が一定となることはなく，更に生物擾乱が著しい場所ではエラーが生じやすいため，得られたデータは十分に注意する必要がある．

化学物質を用いた推定

人間生活に関連して農薬などに含まれる有機化合物など特殊な物質が堆積物中に含まれることがある．これらの多くは戦後に多く 1950 年代もしくは 1960 年代以降の堆積物を認定するのに適している．今回，分析を行った物質のうち，TBT や PCB がそれに相当する．これらの物質は，生物擾乱によって上下に攪拌される可能性があるため，実際に堆積年代を評価する場合は，この点を注意しなければならない．

生物遺骸を用いた年代推定

生物遺骸の中でも，直接的に年代推定を行う事が可能なものがある．その代表的なものが外来種の二枚貝である．外来種の多くは海外との交流が深まって以降のものである．特にムラサキイガイは日本で発見されたのは 1930 年頃であり，現在は日本の沿岸域に

広範囲に生息してるため，少なくとも 1930 年以降くらいの指標として用いる事が可能である．今回，鹿島沖のコア 0-25cm においてムラサキイガイが 1 個体得られた．

イベント堆積物を用いた年代推定

堆積相解析の章に記したが，今回の調査で津波イベント堆積物を識別する事ができた．有明海における津波イベントとしては 1792 年の島原大変肥後迷惑と呼ばれる雲仙眉山崩壊に伴うものが知られているのみである．そのため，この津波堆積物は 1792 年に堆積したものであると解釈できる．

堆積物中に含まれる特殊なイベント堆積物はその特定により．年代決定に役立つ．他の堆積年代推定手法と異なり，イベントが発生した年代がわかる点，生物擾乱によるエラーが無いといった点で信頼性が高い．ただし，津波堆積物はどこにでも残されているかどうかは判らない．事実，鹿島沖のコアでは津波堆積物は検出できなかった．また，津波堆積物は特定の特徴があるわけではない．堆積相解析以外に識別法が無いため，地層断面を観察しなければ，津波堆積物の識別はできない．ただし，堆積相解析や生痕相解析によって認定可能であるため，堆積環境推定の副産物的に得られる年代値といえる．なお，この津波堆積物は，荒尾干潟でも報告されており（市原ほか，2005），有明海における堆積年代の指標として有効であると思われる．

堆積年代の総合評価

堆積環境が異なる川副沖と鹿島沖のコアでは，堆積速度も異なることは容易に予測できる．堆積速度の考え方は，基本的に堆積物の層厚とその中に入る堆積年代から推定する．実際の堆積作用においては堆積速度を正確に論じることができるのはごく限られた堆積環境下のものだけである．特に，浅海・沿岸域は，波浪作用限界水深より浅い場所や，河川等の流入の影響がある場所，潮位差の大きな場所では，堆積速度は一定とはならないし，逆に侵食も考慮する必要がある．

鹿島沖のコアから推定される堆積年代

鹿島沖のコアは堆積環境の大きな変化は見られなかった．コアの最下部から現在に至るまで細粒な砕屑物のみからなるため，堆積速度に大きな変化はないと考えられる．鹿島沖のコアのうち，まず，Pb210 量の変化から推定される堆積速度は 0.738cm/y となる．Pb210 は粒度組成等によって堆積物含有量が異なる．Pb210 の検出限界は深度 50cm のところである．Pb210 の検出限界はその半減期から，100〜150 年前までと考えられる．一方，Cs137 は表層から 20cm くらいまでにピークを持つ．なお，深度 60-70cm でも検出されているが，これは生物擾乱によるものであろうと推定できる．これらのデ

ータから堆積速度は 0.5cm/y くらいと考えられる．なお，C14 年代から見積もると，0.2cm/y くらいになるが，圧密の効果を考慮するとこれよりは大きいと思われる．

川副沖のコアから推定される堆積年代

川副沖のコアでは，潮汐チャネル堆積物や津波堆積物が認められた．チャネルは，侵食の場であり，全体の堆積速度としてはマイナスになる．また，津波は下位の堆積物を侵食する場合がある．今回見られた津波堆積物の下底面は明瞭な侵食面はみられなかったが，これは生物擾乱によって不明瞭になったものであるため，もともと侵食を伴っているかどうかを判断することは困難である．チャネル堆積物よりも下位は砂州斜面と解釈される．鹿島沖のようにプロデルタと解釈された堆積物よりの堆積速度が大きいことが予想されるが，僅かな砂の挟み以外は，鹿島沖の堆積速度に近いと考えられる．ここで，堆積速度について考察する．堆積環境から判断して，川副沖のチャネル堆積物より下位の地層は鹿島沖とほぼ同等の堆積速度で堆積したと仮定する．チャネル堆積物は最低でも 40cm 以上の層厚を有するため，それ以上の侵食が推定される．チャネルによる侵食以前の堆積物の堆積速度が鹿島沖の堆積速度相当であったとすると，数百年分に相当する堆積物が侵食されている可能性がある．また，津波に伴う侵食も考えられるため，川副沖での堆積速度を平均化することはできない．

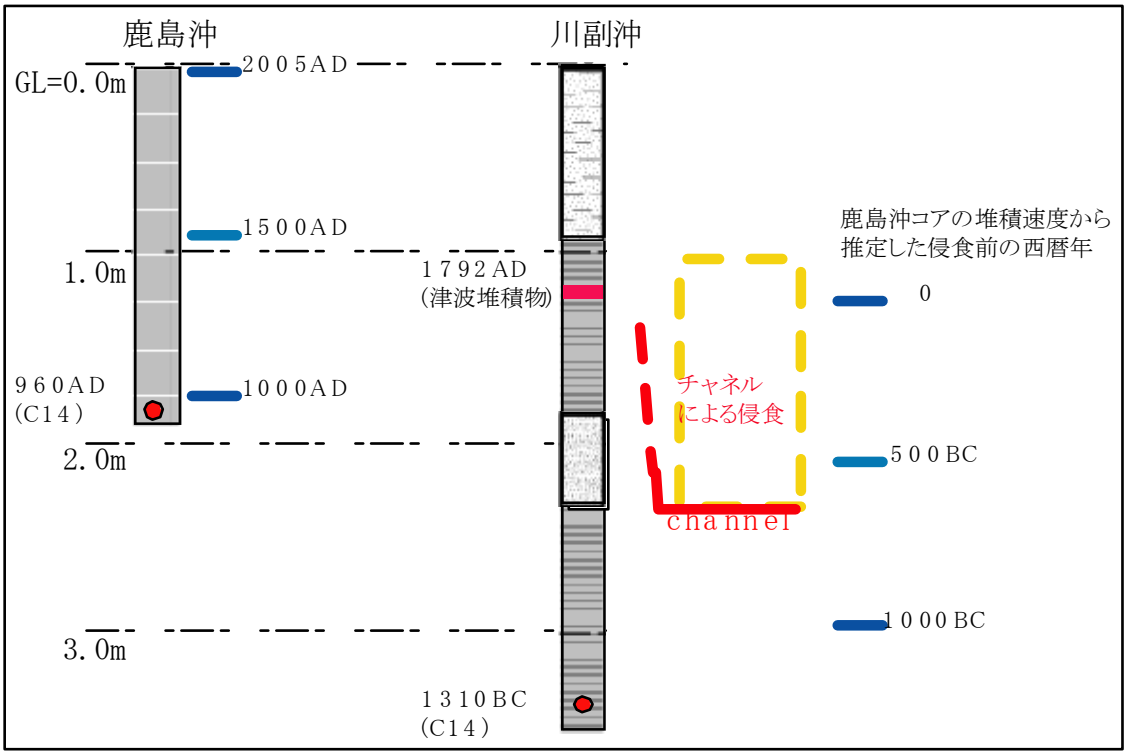


図 1.2.3-2 仮定の堆積速度と侵食量の見積もり

堆積年代の推定に関する放射能測定

採取地点：Ｓｔ１．Ａ（白石沖）

採取日：平成 18 年 10 月 3 日

分析試料コア名：白石沖上層部（コア断面積 41.8cm^2）

① 分析方法

採取した堆積物は各層に分割後、貝殻等の異物を取り除き、105℃で乾燥した。その後、2mm メッシュのフルイにかけ、ポリスチレン製 U-8 容器（内径 48mm）に試料の一部を充填し、試料表面をアクリル板で蓋をして密閉した。３週間以上放置後、Ge 半導体検出器（GAMM-XTM,EG&G ORTEC）で放射能測定を行なった。表１に分割層を示す。スペクトル解析は解析用プログラム（Gamma Studio,SEIKO EG&G）で行った。解析は表２に示すガンマ線ピークについて行なった。

表１　放射能測定試料

	試料分割		放射能測定		
ID	区分（ｃｍ）	乾燥重量（ｇ）	供重量（ｇ）	高さ（mm）	測定時間（ｓ）
1	0-3	21.7	22.3	16.1	89301.0
2	3-6	27.9	28.0	20.4	84913.4
3	―	―	―	―	―
4	6-8	22.3	23.0	15.3	86283.3
5	8-10	31.0	30.9	21.6	95544.2
6	10-12	34.1	35.0	24.0	86101.8
7	12-14	30.1	31.0	21.4	110181.8
8	14-16	29.4	30.0	21.5	87657.0
9	16-18	32.3	33.0	23.0	149986.4
10	18-20	36.0	36.1	24.8	86983.2
11	20-22	39.9	37.1	24.9	80068.2
12	22-24	36.4	36.6	22.9	145441.1
13	24-26	38.6	36.7	25.0	87212.3
14	26-28	40.9	34.2	23.9	88301.0
15	28-30	39.7	36.8	24.8	226254.9
16	30-32	42.4	33.4	24.0	259277.7
17	32-34	42.2	35.7	24.7	93787.8
18	34-36	39.3	34.4	24.3	87469.4
19	36-38	41.3	34.9	23.9	91000.9
20	38-40	50.6	38.7	24.6	86736.8
21	40-42	64.8	43.4	23.6	85745.2
22	42-44	56.1	36.1	23.9	85937.9
23	44-46	54.3	37.1	23.5	86387.5

表２　ガンマ線解析ピーク

核種	KeV	r 線放出率
Pb-210	46.5	0.0405
Bi-214	609.3	0.4630
Cs-137	661.5	0.8510
Ac-228	911.2	0.2700
K-40	1460.8	0.1067

②分析結果

深度分布を図１(Pb-210 と Bi-214)、図２（K-40 と Cs-137)、図３（Ac-228 と Bi-214）に示す。

- K-40 濃度は、40-46cm（ID=21～23）は低い値を示し、40cm より浅い部分とはマトリックスが異なる。トリウム系列の Ac-228 とウラン系列の Bi-214 にも K-40 と同じ傾向が見られる。確認された覆砂が原因と考えられる。Pb-210 と Cs-137 濃度も 40-46cm はそれ以浅より低く覆砂の影響を受けていると考えられる。
- Cs-137 濃度は、表層から 40cm まで同じような値で変動は少ない。覆砂は 1987 年に行なわれたことから、ファールアウトのピークである 1963 年は最深層より深い部分に相当する。
- Pb-210 濃度は、表面が最も高い値であるが、3cm～35cm は同程度の値で混合が起こっている。35cm から覆砂層までは濃度が順次減少しているが覆砂の影響と思われる。この Pb-210 深度分布から堆積年代の評価は困難である。

図１　Pb-210 と Bi-214 の深度分布

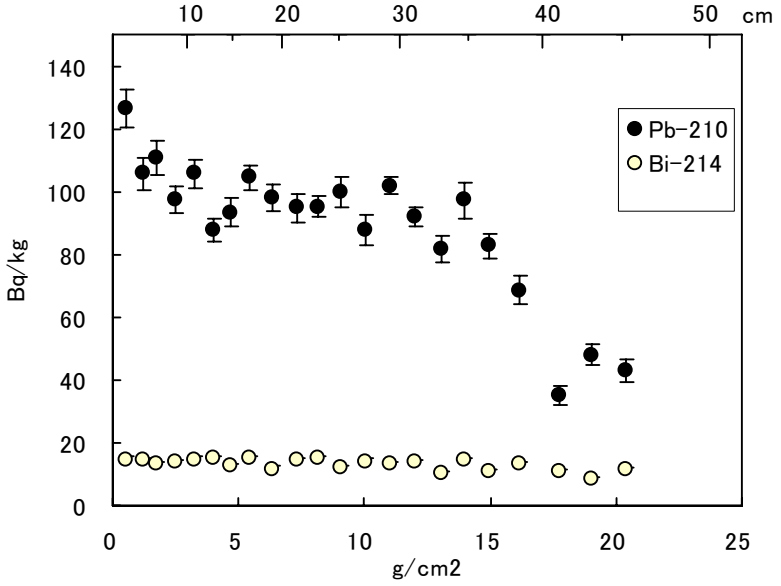


図２　K-40 と Cs-137 の深度分布

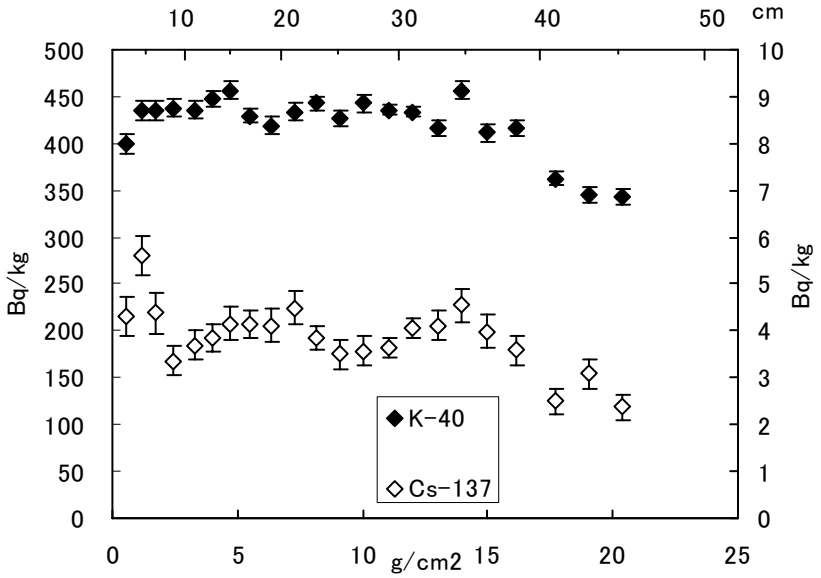


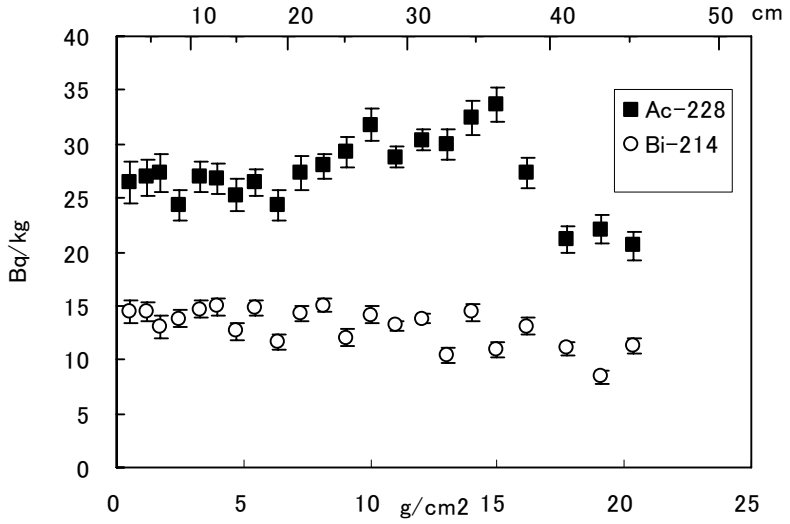
図３　Ac-228 と Bi-214 の深度分布

採取地点：柳川沖

採取日：平成 20 年 7 月 14 日

分析試料：5cmx5cmx230cm

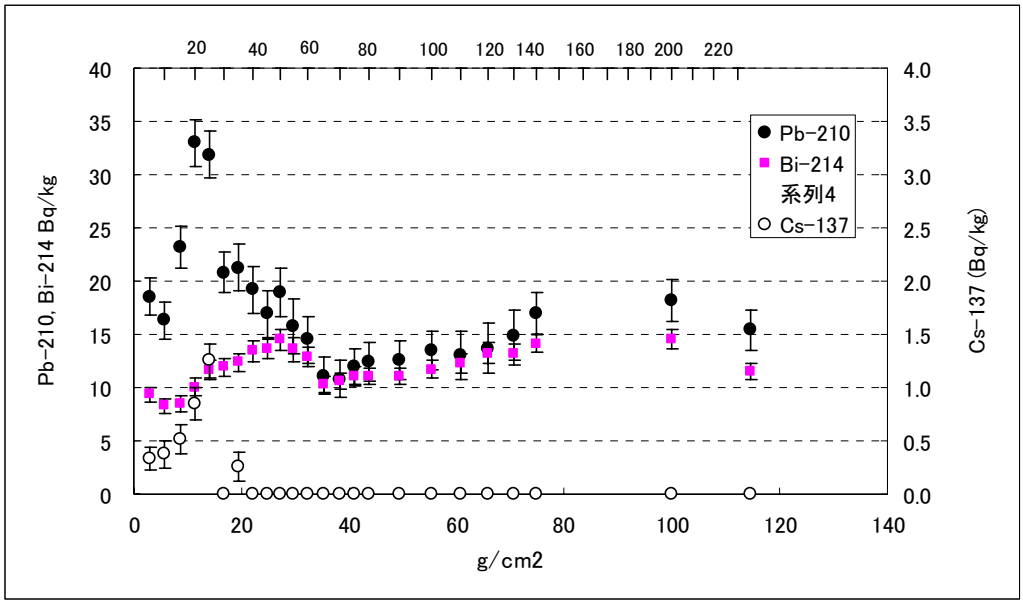
（コア断面積 25cm^2）

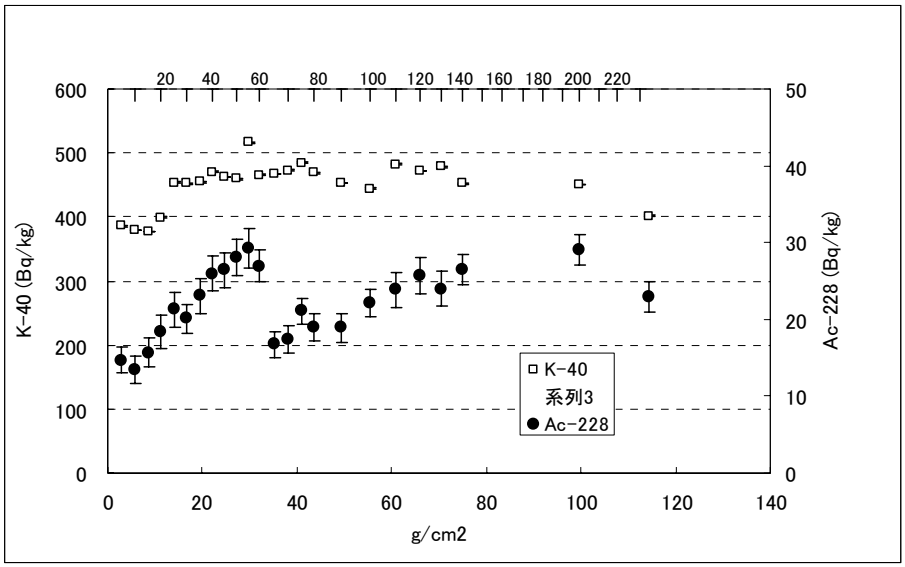


処理方法及び放射能測定

堆積物は 5cm 厚に分割後、貝殻等の異物を取り除き、105℃で乾燥。（その後、2mm メッシュのフルイにかけ、）ポリスチレン製 U-8 容器（内径 48mm）に充填、試料表面をアクリル板で蓋をして密閉。３週間以上放置後、Ge 半導体検出器（GAMM-XTM,EG&G ORTEC）で放射能測定を行なった。スペクトル解析は解析用プログラム（Gamma Studio,SEIKO EG&G）で行った。

測定結果





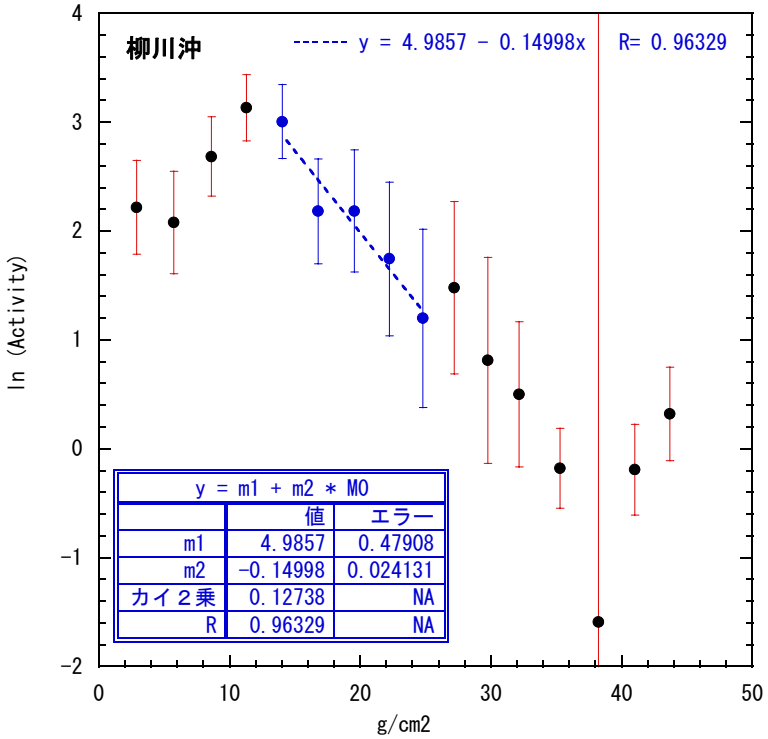
特徴

1. 0-15cm の Pb-210 濃度は低く、15-20cm で最大、25cm 以深は順次減少。表層は定常的な堆積分布と異なる。0-15cm の低い濃度は平成 17 年(2005)覆砂の影響と考えられる。60cm 以下は supportedPb-210 となっている。
2. K-40 濃度は 20cm と 25cm にギャップ。0-20cm が低く、25cm 以上は高い値でほぼ一定。0-20cm は平成 17 年覆砂の影響と考えられる。白石沖（平成 18）年試料においても覆砂の影響により K-40 濃度は低くなっていた。
3. 30-35cm に Cs-137 は検出されない。最大値 1.3Bq/kg（白石沖：5.6Bq/kg、鹿島沖：2.8Bq/kg）
4. Ac-228（Th）と Bi-214(U)は似たような濃度変化。表面から 50cm まで濃度は単調に増加、一旦濃度が低下、その後 140cm まで単調な増加傾向。

堆積速度推定

仮定：0-20cm は覆砂（2005）の影響を少なからず受けている。20-60cm は定常的な堆積環境が保存されている。

1. 20-45cm（5 点）を最小 2 乗法でフィッテング。
2. 推定堆積速度 0.207±0.033 g/cm2/y



堆積年推定-1

仮定：0-20cm は覆砂（2005）により堆積環境が乱されているが、堆積物は覆砂と共に残されている。覆砂以後の堆積物も 0-20cm に残されている。覆砂に excessPb-210 は含まれていない。

1. フィッテング結果より 20-45cm の excessPb-210 濃度を再計算すると 20-25cm は 17.85Bq/kg。
2. 20-25cm の上部 5cm（15-20cm）にもともと堆積していたと考えられる excessPb-210 濃度は 26.77Bq/kg となる。5 点の平均堆積年 13.04 年/5cm を使用。
3. 0-20cm の excessPb-210 は 54.82Bq/kg で、28.05Bq/kg(54.82-26.77) は 15-20cm のさらに上部に堆積していたことになる。これは 4.85 年分に相当する。従って、0-20cm の覆砂の影響を受けた部分にもともとあった堆積物は 17.99 年分となる。
4. 表面混合層は考慮していない

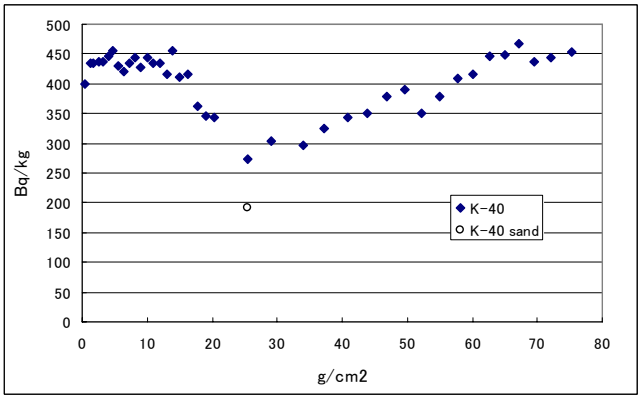
考察： Cs-137 が検出されない 30-35cm は 1964-77 年（矛盾）、60cm は 1890 年となり島原津波(1792)と合わない

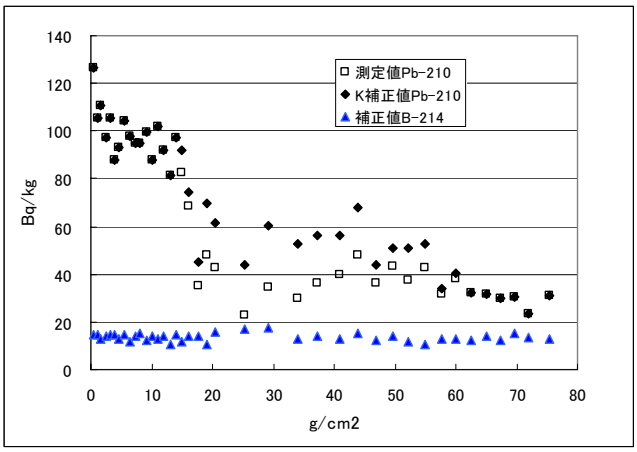
堆積推定年-2

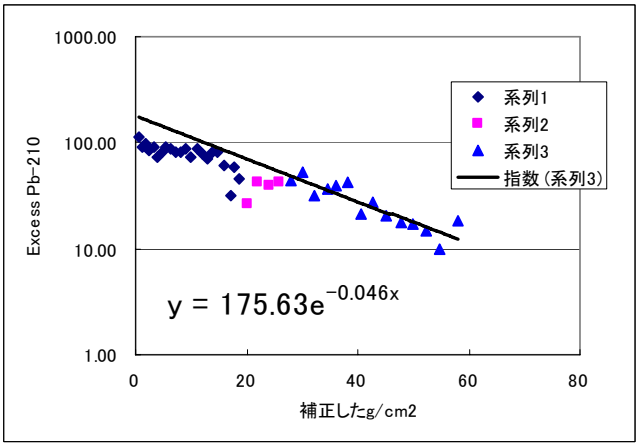
表面混合層があり堆積年は深部に移動していると考える。移動は 25 年に相当すると考えると、Cs-137 が検出されない 30-35cm は 1939-52 年となる（核実験以前になり矛盾はない）。60cm は 1865 年となり 70 年ほど若い。excessPb-210 の検出はせいぜい 4 半減期程度（90 年）とすると、1915 年より深い層は supportedPb-210 となる（大体そのような年代となっている）

参考：佐賀県白石沖コア年代測定（平成 19）覆砂（1987, S62）

表面混合層 34cm(20.7 年分)、堆積速度 0.676g/cm2/y







1.2.4　渦鞭毛藻シスト分析

分析目的

沈積年代が判明している堆積物から沿岸域での主要植物プランクトンの一員である渦鞭毛藻類シストの群集組成変化を明らかにすることから当該海域での環境変化、特に水質の変化を知る。

分析方法

堆積物を 1cm 毎に切り分け、分析開始まで冷暗所で保存した。渦鞭毛藻シストを含む海産パリノモルフを堆積物試料から分離するには Matsuoka and Fukuyo (2000)の方法に従った。海産パリノモルフを濃縮するために約 10%の塩酸と約 35%のフッ化水素酸を用いて常温下で石灰質粒子とケイ酸質粒子を除去した。

これらの酸を中和した後に、試料を超音波照射によって洗浄し、目合 125μm 及び 20μm のステンレス製篩いにかけ、目合 20μm 上の残渣を精製水で十分洗浄して集め、観察用濃縮試料とした。

シストの同定及び計数には観察前の濃縮試料を計量した後、十分に撹拌、その一部をスライドグラスに取り、カバーグラスをかけて、倒立型光学顕微鏡（OlympusIX70）を用いて行った。

また、海産パリノモルフ群集産出量の比較は含水率等の影響を除いた堆積物乾燥重量で行うので、薬品処理前に堆積物試料の適量を分取して含水率を測定した。

その結果を分析試料乾燥重量 1g あたりの海産パリノモルフ産出量の換算に用いた。

分析結果

平成 17 年度

鹿島沖

分析結果を図 1.2.4-1 に、顕微鏡写真を図 1.2.4-2，1.2.4-3 に示す。

渦鞭毛藻シスト産出量は 300～1,300 個体／g で、下部に少なく中部から上部に向けて増加する。全般的に渦鞭毛藻シスト産出量は諫早湾表層堆積物と比較すると少ない。

従属栄養性シストは下部で少なく、中部から上部にかけて増加する。特に上部では独立栄養性シストに対する割合が不安定になる。優占する種は独立栄養性種の *Lingulodinium machaerophorum*で、下部で少なく中部から上部にかけて急増する。渦鞭毛藻シスト産出量は40～41cm層準で急減するが、その原因は今後の検討課題である。

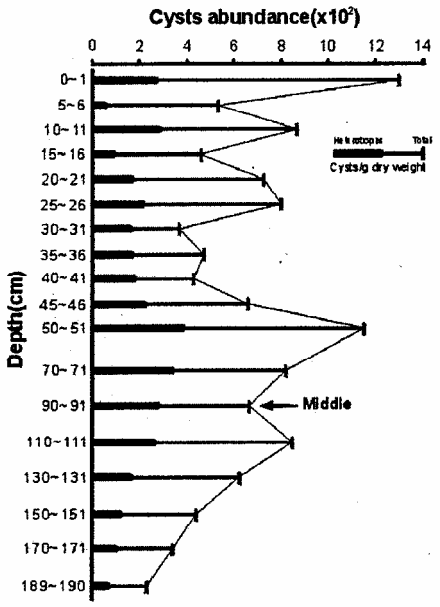


Fig. Stratigraphic changes of the abundance between total and heterotrophic cysts in Ariake Bay

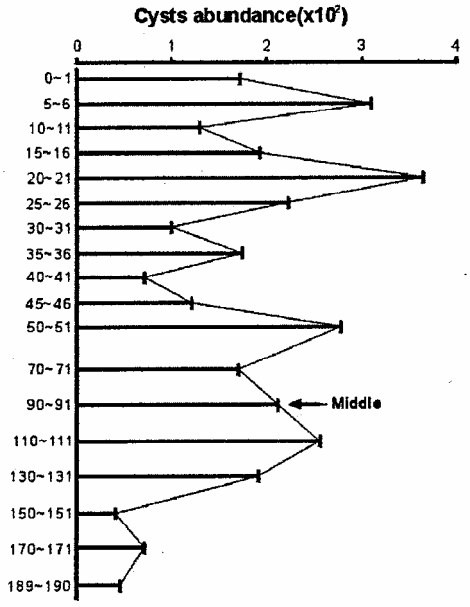


Fig. Stratigraphic changes of *Lingulodinium machaerophorum* in Ariake Bay

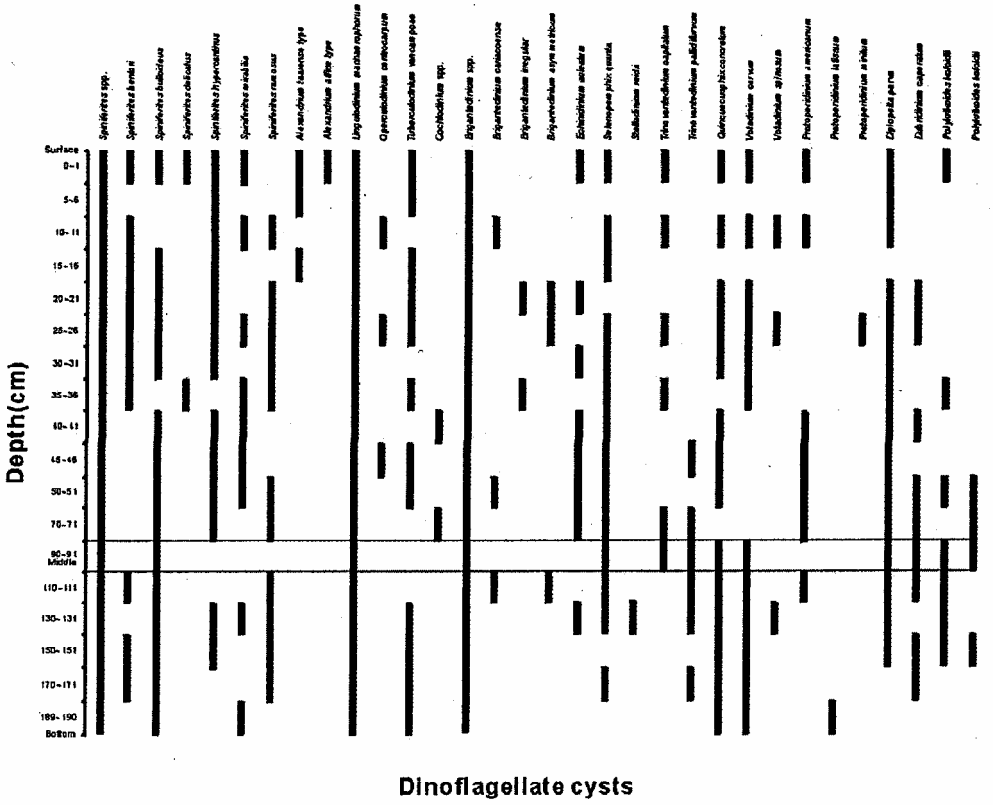


Fig. Stratigraphic distributions of dinoflagellate cysts

図1.2.4-1　渦鞭毛藻シストの鉛直分布

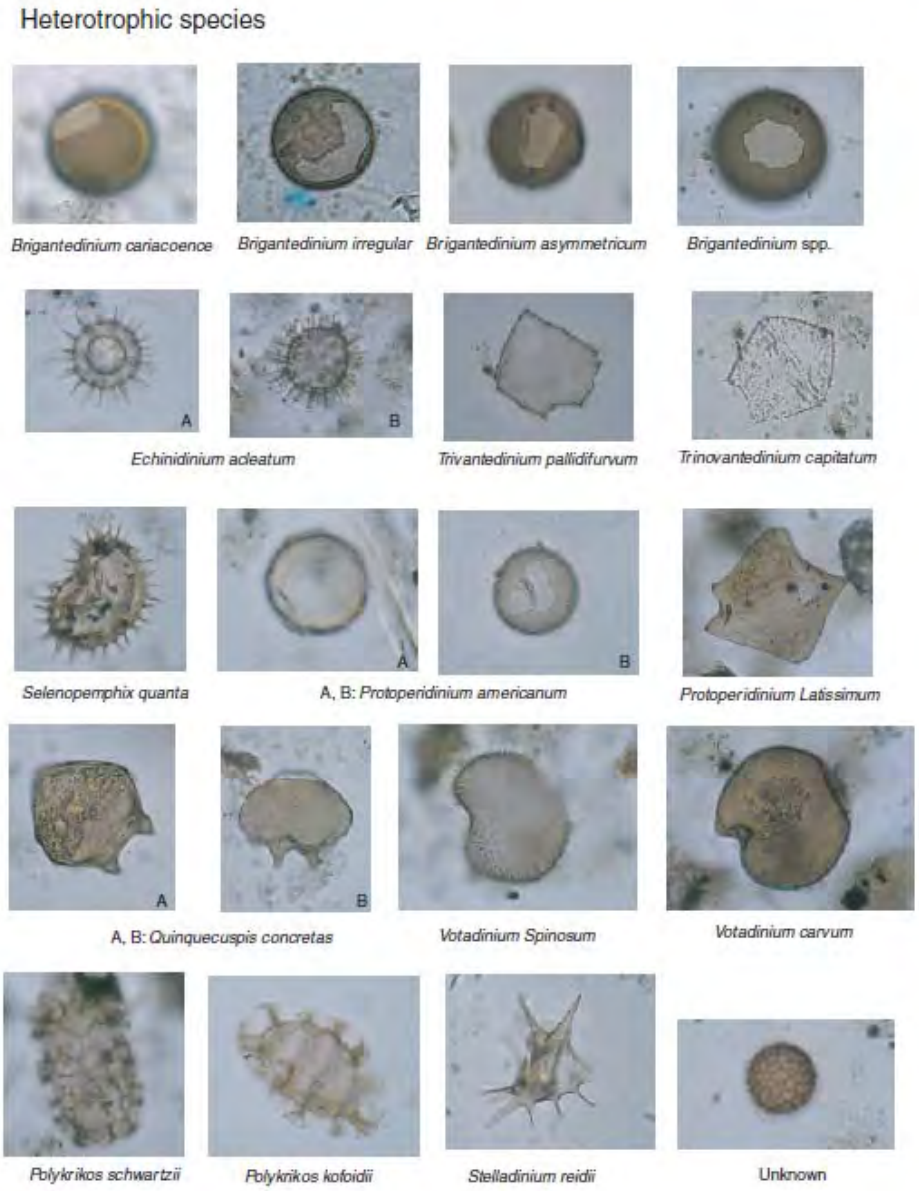
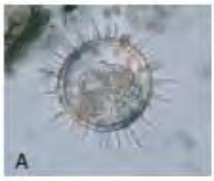


図 1.2.4-2　渦鞭毛藻シストの顕微鏡写真

Autotrophic species

Tuberculodinium vancampoae



A, B, C: *Lingulodinium machaerophorum*

Spiniferites hypercanthus

Spiniferites bulloideus

Spiniferites bentori

Spiniferites ramosus

A, B: *Operculodinium centrocarpum*

Diplopelta parva

Dubridinium carperatum

A, B, C: *Cochlodinium*sp.

図 1.2.4-3　渦鞭毛藻シストの顕微鏡写真

平成18年度

白石沖

平成18年度の分析対象とした堆積物試料は白石沖のST.Aで採取された。本柱状試料には深度約50cm付近に砂質部が挟在し、それが昭和１９８７年に行われた覆砂に由来すると考えられている。

これに基づくと、その上位の堆積物は少なくとも過去２０年間の情報を備えていることになり、下位の堆積物中の渦鞭毛藻シスト群集と比較することによって最近の渦鞭毛藻シスト群集の特徴を把握することが出来る。

渦鞭毛藻シスト分析の予備的結果を図 1.2.4-4 に示す。

1　45-46,50-51,60-61,70-71cm 試料中の渦鞭毛藻シスト個体数は他の層準に比較して約 1/2 である。これは 45-46,50-51,60-61,70-71cm 試料が砂質であることによる。覆砂の影響が 20cm 下方まで及んでいることを示している。

2　従属栄養性種シストの相対頻度は下部の 120-121,110-111cm 試料では 30%前後であったのが、40-41cm より上位の試料では 50%前後にまで増加している。これは、有明海湾奥部での富栄養化が１９８７年以降も進行したことを反映している。

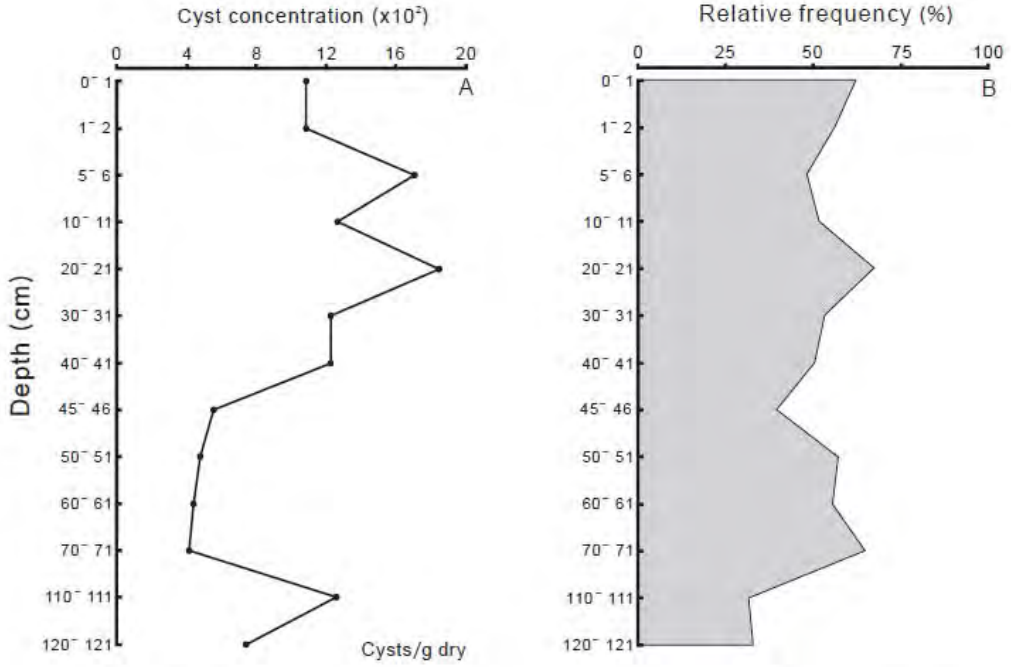


Fig. 1. Total cyst concentrations(A) and relative frequency of heterotrophic species(B)

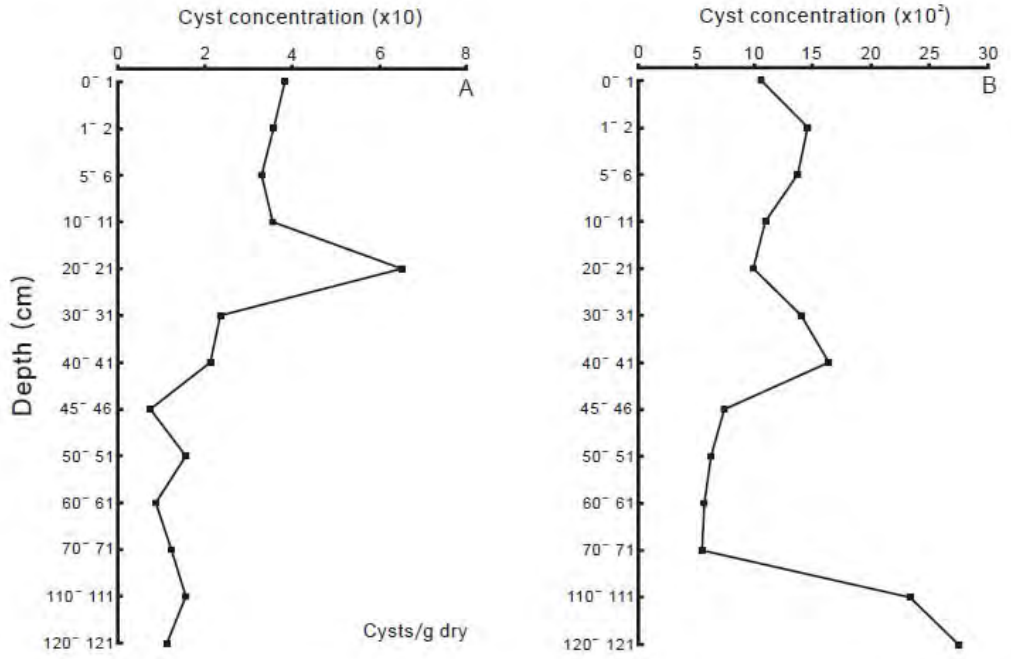
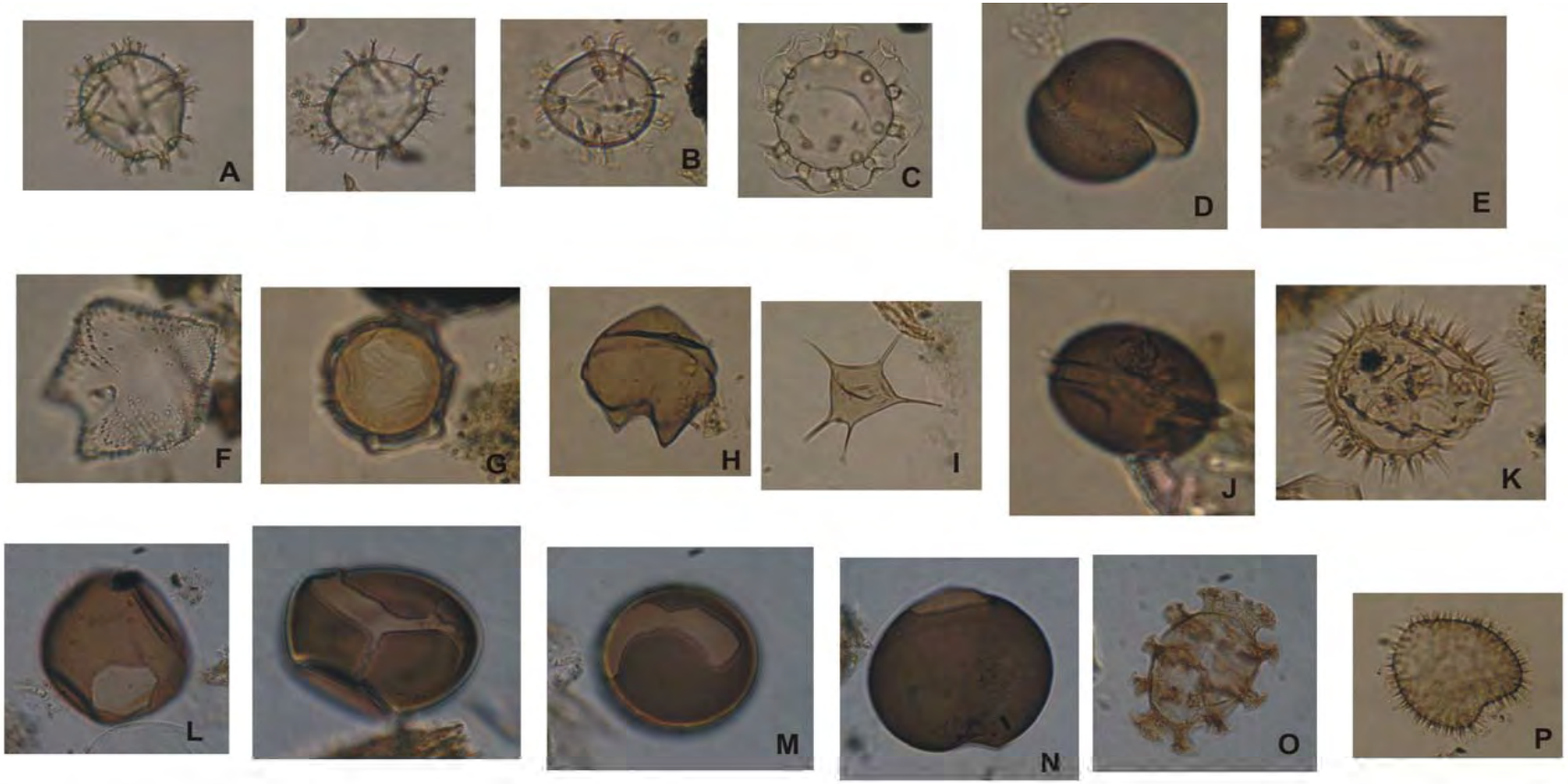


Fig. 2. Cyst concentration patterns of *Brigantedinium* spp. (A) and *Lingulodinium machaerophorum* (B)

図 1.2.4-4　渦鞭毛藻類シストの鉛直分布



A: *Spiniferites bentori* **B**: *Spiniferite bulloideus* **C**: *Tuberculodinium vancampoae* **D**: *Gymnodinium catenatum*
E: *Echidinium acriatum* **F**: *Trinovantedinium capitatum* **G**: *Protoperidinium americanum* **H**: *Quinquecusphix concretum*
I: *Stelladinium stellatum* **J**: *Dubridinium caperatum* **K**: *Selenopemphix quanta* **L**: *Brigantedinium* spp.
M: *Brigantedinium irregular* **N**: *Votadinium carvum* **O**: *Polykrikos kofoidii* **P**: *Votadinium spinosum*

図 1.2.4-5　渦鞭毛藻類シストの顕微鏡写真

1.2.5 生痕相解析

先にも述べた通り, 生痕は生物活動の痕跡が地層または堆積物中に残されたものである．ジオスライサー、ハンディジオスライサーで得られた地層断面の観察に基づいて各々の生痕を識別し, 生痕単体もしくはその組み合わせによる特徴を調べた. その結果, 平成１７年度は３つの生痕相、平成１８年度は平成１７年度調査同様の３つの生痕相（A,B,C）を含む４つの生痕相（A,B,C,D）を識別することができた．詳細は以下に述べるが，甲殻類のスナモグリ等が形成したと考えられるもの，多毛類のイトゴカイ等の排泄痕と考えられるもの.

貝化石分析による洗浄作業中に，川副沖のコアでは，有機質の膜状の棲管がいくつか見られた．こうした棲管は多毛類が形成したものであると考えられる．ただし，これらの生痕は地層断面としては確認されなかったため，産状がわからないこと，膜状の棲管はしばしば洗い出しによって再堆積することから，生痕相の識別からは外した.

なお，本報告書において生痕名は属名を用いる．属名の後の isp. は ichnospecies（生痕種）の略である.

生痕相 A の記載および推定される環境

記載

生痕相 A は *Thalassinoides* isp. によって特徴づけられる．直径１ー2cm 程のチューブ状の形態をしている．壁面には１ー３mm の厚さのシルトによる裏打ち構造がある．管は垂直方向に長く延びるが（コア中で最大 20cm 以上），枝状に分岐している部分も観察される．しばしば，スプライト構造（spreite structure）が観察される（図 1.2.5-1）．本生痕相は, 川副沖のコアに多く観察されるが, 白石沖･東与賀沖のコアにも観察される.

推定される環境

Thalassinoides isp. は主にスナモグリ類が形成する棲管である．スナモグリ類は，様々な形状の巣穴を形成するが，特に，泥質の堆積物中では *Thalassinoides* isp. の形状をとることが多い（例えば，市原；1997）．平成 17 年度調査においては，採取したコア中で *Thalassinoides* isp. が密集している部分で，ニホンスナモグリ（*Nihonotrypaea japonica* (Ortmann))の生体が観察された．そのため，この棲管は，ニホンスナモグリ等のスナモグリ類が形成したものであると考えられる.

スナモグリ類の棲管は営巣面から深度 70ー80cm，最大だと１m 以上に達するものがある．図 1.2.5-1 で観察されたようなスプライト構造が見られる場合は，その上位が崩壊・もしくは再構築されたことを意味する．この構造は，巣穴開口部付近には形成されないため，より上位に営巣面が存在することを意味する．このような棲管は営巣面付近

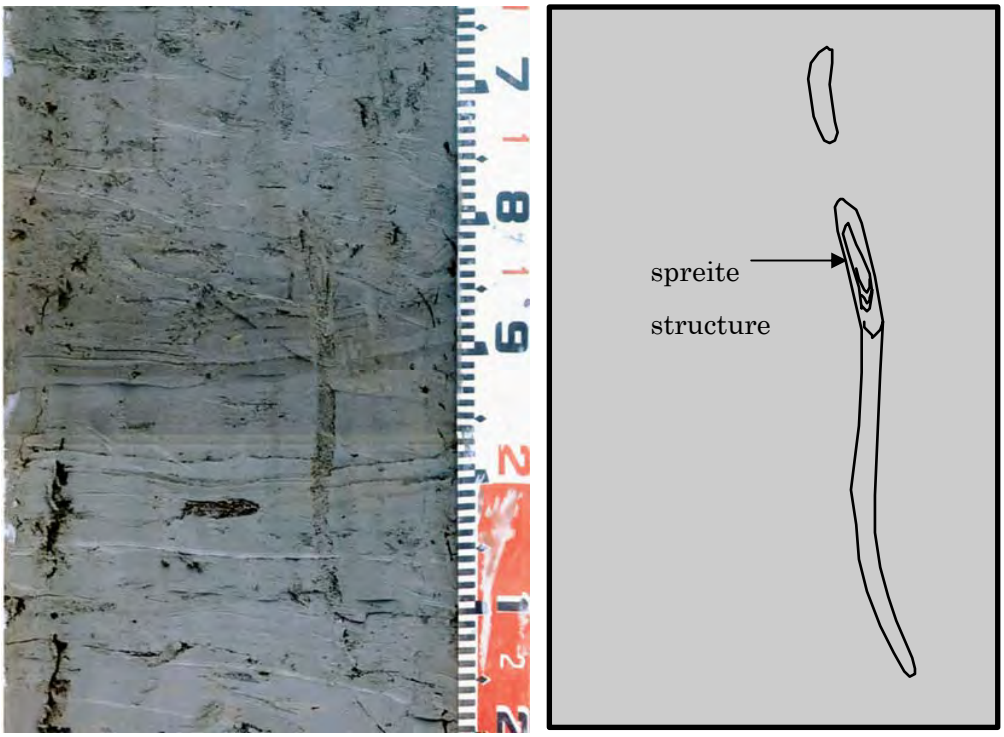


図 1.2.5-1　*Thalassinoides* isp の様子．垂直に長い管を持つ．スケッチで示したスプライト構造（spreite structure）は，巣穴の掘り返し痕．

は巣穴放棄後に崩壊しやすい．明瞭に保存されている巣穴よりも約 50cm ほど上位に巣穴形成当時の営巣面（海底面）が存在していたと推定できる．

一方，白石沖・東与賀沖は表層を軟泥が覆っており，スナモグリ類の生息には適さない．ここでは，調査中にテッポウエビの生息が確認されている．テッポウエビの類も *Thalassinoides* isp. と同定できる形状の棲管を形成することが知られており，白石沖・東与賀沖における *Thalassinoides* isp. はテッポウエビ類が形成した棲管である可能性が示唆される．

なお，ニホンスナモグリは，沿岸域に広く生息する生物である．貧酸素環境に弱く，潮通しの良い環境を好む．

生痕相 B の記載および推定される環境

記載

生痕相 B は二種類の生痕によって特徴づけられる．一つは，生痕相 A で見られる *Thalassinoides* isp. である．直径は 1 ー 3 cm と生痕相 A と比べるとやや大型である．もう 1 種は，*Sakoites* isp.（本報告書では，以下，*Sakoites* isp. A とする）である．*Sakoites* isp. A は，直径 5 mm の単管からなる．層理面とは無関係に発達し，緩やかに

湾曲した構造を持つ．長さは，正確にはわからないが，観察可能な最大のものは５cm 以上に達する．管には壁面構造は持たないが，周囲との境界はシャープである．管内は直径１ー２mm の卵形をしたペレットによって充填されている．この棲管内部を充填するペレットの形状が，後述の *Sakoites* isp B との大きな違いである．なお，生痕相 A と比較するとやや粗粒な層相から産出する．

推定される堆積環境

先述の通り，*Thalassinoides* isp. は主にスナモグリ類の棲管であると考えられる．*Sakoites* isp. A は潮間帯下部ー潮下帯の砂質堆積物に見られる．これは，シダレイトゴカイ等の生痕であると考えられる．*Sakoites* isp. A はしばしばスナモグリ類の巣穴の周辺に見られる．イトゴカイの類は．自ら深い巣穴を形成することはできないため，スナモグリ類などの大型の甲殻類が形成する棲管を利用して生息していることが知られている（Bromley, 1990）．

生痕相 C の記載および推定される環境

記載

生痕相 C は，生痕相 B の *Sakoites* isp. A に類似した生痕が密集することによって特徴付けられる．形状から，生痕属名は *Sakoites* を用いるが，先述した生痕相 B のものと異なる特徴を持つことから，*Sakoites* isp. B とする．直径約 5mm の単管からなる．状の構造であり，その内部は直径 1ー2mm のペレットによって充填されている．ペレットはやや扁平な楕円球径をしている．本相は，鹿島沖，白石沖のコアに観察され，特に表層から約 80cm までの深度に限定して密集する．

推定される堆積環境

Sakoites isp. B は形状やサイズから，イトゴカイ等の内在生物の排泄痕であると思われる．*Sakoites* isp. A とは管内を充填するペレットの形状が異なる．ペレットの形状の差は消化管の形状の差によるものである可能性が高く，*Sakoites* isp. A と *Sakoites* isp. B とは，ほぼ同様の生物でありながら，異なる種の生痕であると考えられる．

生痕相 D の記載および推定される環境

記載

生痕相 D は，直径 1cm ほどの U 字型の形状をしたチューブ状の棲管である．棲管の形状から生痕属　*Arenicolites* isp に同定される．棲管はムコ多糖質と思われる薄皮状の膜に覆われる．こうした特徴から，ツバサゴカイの棲管であると考えられる．本生痕相は，川副沖のコアの表層 20 から 50cm ほどの層準でのみ観察される．

推定される堆積環境

Arenicolites isp. はその形態的特徴から，ツバサゴカイの棲管と考えられる．ツバサゴカイは砂質干潟に生息する多毛類であり，潮通しの良い環境に適している．

生痕相から読み取れる古環境情報

生痕相を元に，古環境情報を推定する．生痕相 A および生痕相 B で見られる *Thalassinoides* isp.の形成主と思われるスナモグリ類は，沿岸・浅海域には広く分布する生物である．スナモグリ類等の甲殻類は貧酸素環境には弱い．特に，*Thalassinoides* isp. と *Sakoites* isp. A とが共に産出するのは，かなり潮通しの良い場所であることが多い（市原ほか，2002）．

川副沖では，コアの GL-250cm 以深くらいから生痕が乏しくなる．川副沖の GL-250cm 以深では，あまり砂などの粗粒な砕屑物が供給されておらず，堆積物の挙動も小さいと考えられる．スナモグリ類が生活可能な水深ではあるが，殆ど着底していないようであり，上位と比較して，貧酸素環境にあった可能性が考えられる．

一方，鹿島沖では，*Sakoites* isp. B のみしか産出せず，甲殻類の生痕は全く観察されなかった． *Sakoites* isp. B についても，表層から約 80cm までに限定されている．生痕相のみからは，これが何故生じたのかはわからないが，表層から約 80cm までは *Sakoites* isp. B が高密度に見られることから，何らかの環境変化を示唆するものであると考えられる．

白石沖では，*Sakoites* isp. B が密集しており，*Thalassinoides* isp. はわずかに見られる程度であった．今回，多く観察された *Arenicolites* isp は，川副沖でのみ見られ，*Thalassinoides* isp. の産出と調和的にみえる．生痕種が多く見られる川副沖はアサリやシオフキといった貝の生貝も豊富であり，底生生物にとって生息しやすい環境が継続していることが示唆される．

なお，ここで識別した生痕相は，*Sakoites* および *Thalassinoides* として，堆積相柱状図内に記した．なお，柱状図中では *Sakoites* を細分していない．

1.2.6 化石分析

平成１７年度

二枚貝化石・珪藻化石・底生有孔虫化石の分析結果についてそれぞれ述べる.

貝遺骸群集解析結果

川副沖のコアと鹿島沖のコアとでは，水深・底質等も異なる堆積環境のものなので，産出する二枚貝の種類にも大きな違いが見られた．得られた総数は 4251 個体（川副沖６試料で総数 1539 個体，鹿島沖５試料で総数 2712 個体）である（表 1.2.6 - 1～ - 13）.

川副沖は現在アサリが採れる場所だが，コアを鉛直方向に調べると，アサリ・シオフキ等の干潟環境を示す二枚貝は表層付近にのみ多い．採取地点は現在潮間帯下部であるため，より深い深度のため，アサリ等の生息範囲から外れた可能性がある.

一方，鹿島沖は現在，サルボウの養殖地に隣接している．サルボウの個体数は表層付近でのみ多く，人為的効果かもしれない．表層 0-25cm の試料からは，ムラサキイガイが産している．ムラサキイガイは，ヨーロッパ産の外来種で船舶の往来が盛んになって以降，日本国内で繁殖したものであり，少なくとも明治以降のものである．バルクサンプル中の何処に含まれたのかが判らないが，25cm 以深では，ムラサキイガイは全く含まれなかった．こうした外来種は，地層の堆積年代を推定するのに利用できそうである．なお，これらの貝殻遺骸集団の解析は，後述の Cv-Fr 解析結果で述べる.

表 1.2.6-1 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（個数の多い順に表記）

試料採取深度	総数	種数	優占種
0-25cm	517	20	アサリ，シオフキ，ツルマルケボリ，マテガイ，マガキ
25-50cm	342	16	アサリ，ツルマルケボリ，コケガラスガイ，シオフキ，マガキ，サルボウ
50-75cm	368	20	ツルマルケボリ，アサリ，マガキ，サルボウ，ヒメカノコアサリ
75-100cm	127	16	ツルマルケボリ，アリアケケボリ，アサリ，シズクガイ，シオフキ
100-125cm	64	14	ツルマルケボリ，アリアケケボリ，シズクガイ，アサリ，チヨノハナガイ
125-150cm	121	16	ヒメカノコアサリ，ツルマルケボリ，マガキ，チヨノハナガイ，クサビザラガイ

表 1.2.6-2 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（個数の多い順に表記）

試料採取深度	総数	種数	優占種
0-25cm	483	19	ヒメカノコアサリ，シズクガイ，ツルマルケボリ，サルボウ，イヨスダレガイ
25-50cm	573	14	シズクガイ, ヒメカノコアサリ, ツルマルケボリ, チヨノハナガイ, イヨスダレガイ
50-75cm	366	11	シズクガイ, ツルマルケボリ, ヒメカノコアサリ, チヨノハナガイ, ニホンマメアゲマキ
75-100cm	680	10	シズクガイ, ツルマルケボリ, ヒメカノコアサリ, ニホンマメアゲマキ, チヨノハナガイ
100-125cm	610	11	シズクガイ, ツルマルケボリ, ヒメカノコアサリ, アリアケケボリ, ニホンマメアゲマキ

表 1.2.6-3 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 0-25cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	アサリ	49	57	42	71	106	113	113	0.584475	0.968037
2	シオフキ	25	34	28	35	59	63	63	0.565574	0.967213
3	ツルマルケボリガイ	24	1	15	5	25	20	25	0.133333	0.888889
4	マテガイ	1	11	2	17	12	19	19	0.903226	0.774194
5	マガキ	5	12	8	7	17	15	17	0.593750	0.937500
6	コケガラスガイ	0	9	0	4	9	4	9	1.000000	0.615385
7	サルボウ	4	5	5	3	9	8	9	0.470588	0.941176
8	ヒメカノコアサリ	3	0	2	4	3	6	6	0.444444	0.666667
9	カガミガイ	1	2	1	1	3	2	3	0.600000	0.800000
10	ウミタケ	0	3	0	1	3	1	3	1.000000	0.500000
11	アリアケケボリガイ	1	0	1	1	1	2	2	0.333333	0.666667
12	ヌマコダキガイ	1	1	0	0	2	0	2	0.500000	0.000000
13	マンゲツシオガマガイ	2	0	1	0	2	1	2	0.000000	0.666667
14	イヨスダレガイ	0	1	0	2	1	2	2	1.000000	0.666667
15	セワケガイ	2	0	1	1	2	2	2	0.250000	1.000000
16	シズクガイ	0	1	0	1	1	1	1	1.000000	1.000000
17	ウネナシトマヤガイ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
18	ササゲミミエガイ	0	0	1	0	0	1	1	0.000000	0.000000
19	オチバガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-4 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 25-50cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	アサリ	16	18	19	31	34	50	50	0.583333	0.809524
2	ツルマルケボリ	29	3	32	6	32	38	38	0.128571	0.914286
3	コケガラスガイ	0	18	0	13	18	13	18	1.000000	0.838710
4	シオフキ	10	5	8	8	15	16	16	0.419355	0.967742
5	サルボウ	10	5	6	5	15	11	15	0.384615	0.846154
6	マガキ	4	11	11	2	15	13	15	0.464286	0.928571
7	ウミタケ	0	8	0	4	8	4	8	1.000000	0.666667
8	ヒメカノコアサリ	2	5	5	2	7	7	7	0.500000	1.000000
9	マテガイ	0	3	0	6	3	6	6	1.000000	0.666667
10	シズクガイ	0	5	0	3	5	3	5	1.000000	0.750000
11	マンゲツシオガマガイ	3	0	2	2	3	4	4	0.285714	0.857143
12	クサビザラガイ	3	1	2	0	4	2	4	0.166667	0.666667
13	アリアケケボリ	1	2	3	1	3	4	4	0.428571	0.857143
14	シマナミマガシワガイモドキ	2	1	0	0	3	0	3	0.333333	0.000000
15	カガミガイ	1	1	0	2	2	2	2	0.750000	1.000000
16	イソシジミ	0	2	0	0	2	0	2	1.000000	0.000000

表 1.2.6-5 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 50-75cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	50	11	60	4	61	64	64	0.120000	0.976000
2	アサリ	9	12	7	14	21	21	21	0.619048	1.000000
3	マガキ	3	9	12	4	12	16	16	0.464286	0.857143
4	サルボウ	7	3	9	6	10	15	15	0.360000	0.800000
5	ヒメカノコアサリ	4	9	7	4	13	11	13	0.541667	0.916667
6	アリアケケボリ	5	3	5	5	8	10	10	0.444444	0.888889
7	コケガラスガイ	0	10	0	9	10	9	10	1.000000	0.947368
8	シオフキ	4	4	6	4	8	10	10	0.444444	0.888889
9	ウミタケ	0	4	0	7	4	7	7	1.000000	0.727273
10	マンゲツシオガマガイ	5	1	4	1	6	5	6	0.181818	0.909091
11	クサビザラガイ	5	1	3	2	6	5	6	0.272727	0.909091
12	シズクガイ	2	3	2	4	5	6	6	0.636364	0.909091
13	ヌマコダキガイ	1	3	0	2	6	2	6	0.625000	0.500000
14	カガミガイ	1	2	0	2	3	2	3	0.800000	0.800000
15	マテガイ	0	3	0	2	3	2	3	1.000000	0.800000
16	ウズザクラ	1	1	0	1	2	1	2	0.666667	0.666667
17	イヨスダレガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
18	ササゲミミエガイ	0	0	1	0	0	1	1	0.000000	0.000000
19	ハイガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
20	シマナミマガシワガイモドキ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-6 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 75-100cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	22	0	25	3	22	28	28	0.060000	0.880000
2	アリアケケボリ	8	2	3	1	10	4	10	0.214286	0.571429
3	アサリ	0	7	0	5	7	5	7	1.000000	0.833333
4	シズクガイ	3	2	1	2	5	3	5	0.500000	0.750000
5	シオフキ	1	4	1	3	5	4	5	0.777778	0.888889
6	クサビザラガイ	5	0	2	1	5	3	5	0.125000	0.750000
7	マガキ	0	2	0	4	2	4	4	1.000000	0.666667
8	チヨノハナガイ	1	2	0	2	3	2	3	0.800000	0.800000
9	ヒメカノコアサリ	2	0	1	0	2	1	2	0.000000	0.666667
10	サルボウ	2	0	0	0	2	0	2	0.000000	0.000000
11	ニホンマメアゲマキ	0	1	2	0	1	2	2	0.333333	0.666667
12	ウズザクラガイ	1	0	0	1	1	1	1	0.500000	1.000000
13	セワケガイ	1	0	1	0	1	1	1	0.000000	1.000000
14	ウミタケ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
15	マテガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
16	マンゲツシオガマガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-7 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 100-125cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	10	2	12	1	12	13	13	0.120000	0.960000
2	アリアケケボリ	7	1	4	0	8	4	8	0.083333	0.666667
3	シズクガイ	2	0	0	5	2	5	5	0.714286	0.571429
4	アサリ	2	1	0	2	3	2	3	0.600000	0.800000
5	チヨノハナガイ	0	0	1	2	0	3	3	0.666667	0.000000
6	ヒメカノコアサリ	1	1	1	0	2	1	2	0.333333	0.666667
7	コケガラスガイ	0	0	0	2	0	2	2	1.000000	0.000000
8	シオフキ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
9	サルボウ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
10	マテガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
11	カガミガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
12	クサビザラガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
13	シマナミマガシワガイモドキ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
14	セワケガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-8 川副沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 125-150cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ヒメカノコアサリ	7	7	6	3	14	9	14	0.434783	0.782609
2	ツルマルケボリ	8	2	9	2	10	11	11	0.190476	0.952381
3	マガキ	1	7	2	3	8	5	8	0.769231	0.769231
4	チヨノハナガイ	1	6	3	3	7	6	7	0.692308	0.923077
5	クサビザラガイ	0	2	6	1	2	7	7	0.333333	0.444444
6	シズクガイ	1	4	0	3	5	3	5	0.875000	0.750000
7	ウミタケ	0	4	0	1	4	1	4	1.000000	0.400000
8	アサリ	1	1	1	2	2	3	3	0.600000	0.800000
9	マンゲツシオガマガイ	1	2	2	1	3	3	3	0.500000	1.000000
10	ウズザクラガイ	2	1	1	1	3	2	3	0.400000	0.800000
11	アリアケケボリガイ	2	1	0	0	3	0	3	0.333333	0.000000
12	サルボウ	1	0	1	1	1	2	2	0.333333	0.666667
13	カガミガイ	0	1	0	1	1	1	1	1.000000	1.000000
14	シマナミマガシワガイモドキ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
15	マテガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
16	ヒメマスオガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
17	ササゲミミエガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
18	チリメンユキガイ？	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-9 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 0-25cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ヒメカノコアサリ	54	51	56	20	105	76	105	0.392265	0.839779
2	シズクガイ	16	30	21	31	46	52	52	0.622449	0.938776
3	ツルマルケボリ	31	5	24	8	36	32	36	0.191176	0.941176
4	サルボウ	19	12	21	11	31	32	32	0.365079	0.984127
5	イヨスダレガイ	2	6	4	7	8	11	11	0.684211	0.842105
6	チヨノハナガイ	0	9	0	8	9	8	9	1.000000	0.941176
7	マガキ	0	0	4	0	0	4	4	0.000000	0.000000
8	ヌマコダキガイ	0	1	1	3	1	4	4	0.800000	0.400000
9	アサリ	1	2	0	0	3	0	3	0.666667	0.000000
10	コケガラスガイ	0	3	0	1	3	1	3	1.000000	0.500000
11	アリアケケボリ	2	0	2	1	2	3	3	0.200000	0.800000
12	ニッポンマメアゲマキ	3	0	1	1	3	2	3	0.200000	0.800000
13	ゴイサギガイ	0	2	0	2	2	2	2	1.000000	1.000000
14	シマナミマガシワガイモドキ	2	0	0	0	2	0	2	0.000000	0.000000
15	マテガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
16	クサビザラガイ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
17	イセシラガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
18	ニオガイ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
19	ムラサキイガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-10 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 25-50cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	23	101	32	87	124	119	124	0.773663	0.979424
2	ヒメカノコアサリ	49	31	37	36	80	73	80	0.437908	0.954248
3	ツルマルケボリ	23	6	30	5	29	35	35	0.171875	0.906250
4	チヨノハナガイ	8	26	5	27	34	32	34	0.803030	0.969697
5	イヨスダレガイ	3	3	2	3	6	5	6	0.545455	0.909091
6	サルボウ	4	1	2	1	5	3	5	0.250000	0.750000
7	ニホンマメアゲマキ	2	2	5	0	4	5	5	0.222222	0.888889
8	マテガイ	0	1	0	3	1	3	3	1.000000	0.500000
9	マガキ	1	2	3	0	3	3	3	0.333333	1.000000
10	シマナミマガシワガイモドキ	2	0	0	0	2	0	2	0.000000	0.000000
11	アリアケケボリ	2	0	1	0	2	1	2	0.000000	0.666667
12	ヌマコダキガイ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
13	ヒメマスオガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
14	ヒメシラトリガイ	0	1	1	0	1	1	1	0.500000	1.000000

表 1.2.6-11 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 50-75cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	41	92	36	58	133	94	133	0.660793	0.828194
2	ツルマルケボリ	40	4	27	5	44	32	44	0.118421	0.842105
3	ヒメカノコアサリ	12	5	11	4	17	15	17	0.281250	0.937500
4	チヨノハナガイ	1	4	2	5	5	7	7	0.750000	0.833333
5	ニホンマメアゲマキ	1	0	7	0	1	7	7	0.000000	0.250000
6	アリアケケボリ	3	0	2	0	3	2	3	0.000000	0.800000
7	サルボウ	1	0	0	0	1	0	1	0.000000	0.000000
8	マガキ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
9	イヨスダレガイ	0	1	0	1	1	1	1	1.000000	1.000000
10	ヒメマスオガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
11	イソシジミ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-12 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 75-100cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	78	143	69	104	221	173	221	0.626904	0.878173
2	ツルマルケボリ	78	5	80	9	83	89	89	0.081395	0.965116
3	ヒメカノコアサリ	15	7	14	6	22	20	22	0.309524	0.952381
4	ニホンマメアゲマキ	16	3	11	1	19	12	19	0.129032	0.774194
5	チヨノハナガイ	4	8	2	9	12	11	12	0.739130	0.956522
6	アリアケケボリガイ	2	1	4	1	8	5	8	0.153846	0.769231
7	イヨスダレガイ	0	0	0	2	0	2	2	1.000000	0.000000
8	マガキ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
9	ササゲミミエガイ	0	0	1	0	0	1	1	0.000000	0.000000
10	ヒメマスオガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

表 1.2.6-13 鹿島沖の試料から得られた主な二枚貝（深度 100-125cm）

	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	42	152	29	113	194	142	194	0.788690	0.845238
2	ツルマルケボリ	53	8	59	11	61	70	70	0.145038	0.931298
3	ヒメカノコアサリ	23	30	26	34	53	60	60	0.566372	0.938053
4	アリアケケボリ	8	0	5	0	8	5	8	0.000000	0.769231
5	ニホンマメアゲマキ	3	2	5	0	5	5	5	0.200000	1.000000
6	チヨノハナガイ	0	1	0	1	1	1	1	1.000000	1.000000
7	シロバトガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
8	ヒメエガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
9	ササゲミミエガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000
10	ウズザクラガイ	0	0	0	1	0	1	1	1.000000	0.000000
11	ハナグモリガイ	0	1	0	0	1	0	1	1.000000	0.000000

珪藻化石分析結果

川副沖のコアと鹿島沖のコアの試料 10 検体を分析して検出された珪藻化石は，119 分類群 42 属 99 種である．これらの珪藻種から設定された環境指標種群は，海水種が５種群，汽水種が１種群，淡水種が広布種を含め６種群である．以下に地点ごとにこれら種群の出現状況の特徴と堆積環境について述べる．珪藻化のリストを表 1.2.6-14 に示す．

表 1.2.6-14 産出した珪藻化石のリスト．群集は，小杉（1988），安藤（1990）に基づく．

分類群	種群	No.1 川副 ① 0～10cm	② 10～20cm	③ 20～30cm	④ 30～40cm	⑤ 40～50cm	No.2 鹿島 ① 0～10cm	② 10～20cm	③ 20～30cm	④ 30～40cm	⑤ 40～50cm
Actinocyclus ehrenbergii	?	-	1	-	-	-	-	-	4	4	-
Actinoptychus senarius	?	-	5	3	3	3	2	2	4	3	2
Amphiprora paludosa	?	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Amphora angusta	?	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
A. spp.	?	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Asteromphalus spp.	?	1	-	1	1	-	-	-	-	1	1
Biddulphia spp.	?	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Cocconeis pseudomarginata	?	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
C. scutellum	C1	-	1	-	-	1	-	-	1	2	-
Coscinodiscus asteromphalus	B	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
C. nodulifer	B	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
C. oculus-iridis	A	-	-	2	1	1	1	1	-	-	-
C. radiatus	B	-	-	1	-	-	-	1	-	1	2
C. spp.	B	4	1	2	5	3	-	7	2	3	1
Cymatotheca weissflogii	B	5	12	10	9	8	10	10	9	25	15
Diploneis weissflogii	?	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entomoneis spp.	?	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-
Glyphodesmis williamsonii	D1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grammatophora macilenta	B	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
G. spp.	?	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Hyalodiscus scoticus	?	1	-	-	2	1	1	-	-	-	-
Mastogloia spp.	?	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-
Melosira nummuloides	?	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
M. sulcata	B	45	46	54	42	50	36	69	68	62	54
Navicula lyra	?	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
N. lyroides	?	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
N. marina	E1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Nitzschia acuminata	E1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
N. cocconeiformis	E1	1	2	4	2	1	1	6	2	1	1
N. granulata	E1	1	-	1	1	-	1	2	3	1	-
N. lanceola	?	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
N. punctata	E1	-	1	2	-	-	1	2	4	-	3
N. scalpelliformis	?	-	2	1	1	-	-	-	2	-	-
Odontella sp.	?	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Pleurosigma spp.	?	1	2	-	1	-	1	1	5	3	6
Skeletonema costatum	B	5	3	-	-	9	21	3	10	-	2
Surirella fluminensis	?	1	1	-	1	1	-	-	3	-	1
S. gemma	?	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
S. inducta	?	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. spp.	?	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
Thalassionema nitzschioides	A	37	44	23	55	18	41	38	24	36	32
Thalassiosira excentrica	B	3	10	6	6	6	7	12	14	5	4
T. lineata	B	12	9	6	7	3	9	14	9	16	11
T. nordenskioeldii	A	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
T. oestrupii	B	7	7	3	3	3	6	3	3	-	3
T. spp.	?	3	-	-	1	1	4	2	11	-	5
Trachyneis aspera	?	4	3	-	-	-	6	5	3	1	4
T. velata	?	-	-	-	-	-	1	2	5	4	1
T. spp.	?	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Trybliptychus cocconeiformis	?	6	3	-	2	3	3	2	6	1	5
Actinocyclus normanii	A	-	-	7	6	8	8	5	3	4	-
Caloneis westii	?	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Coscinodiscus rothii	A	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Cyclotella stylorum	B	33	28	45	33	45	43	51	50	32	41
C. spp.	?	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Diploneis bombus	?	1	3	2	-	1	2	-	-	2	1
D. smithii	E1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	2
Melosira moniliformis	?	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia littoralis	?	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1
N. sigma	?	-	-	-	-	1	-	6	1	2	5
N. spp.	?	1	1	1	1	-	5	2	2	1	1
Rhaphoneis hachiroensis	?	-	2	1	-	1	-	-	2	1	-
R. lancettula	?	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
R. surirella	D1	-	1	-	1	-	-	-	1	2	1
Achnanthes brevipes	?	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1
A. delicatula	?	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-
A. haukiana	?	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphora delicatissima	?	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
A. holsatica	?	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-
Gyrosigma spp.	?	1	2	-	1	-	1	-	-	1	-
Melosira sp.-1	?	2	2	2	-	1	1	-	2	-	2
Navicula peregrina	?	1	5	1	4	2	5	-	1	-	2
Navicula salinarum	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
N. yarrensis	?	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. spp.	?	5	3	4	5	1	1	2	1	-	-
Nitzschia pandriformis	E2	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
Rhopalodia musculus	?	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Synedra pulchella	?	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira bramaputrae	?	3	1	-	-	-	1	-	1	-	-
Achnanthes hungarica	W	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. lanceolata	K	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-
A. spp.	?	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Amphora ovalis	W	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
A. veneta	W	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Bacillaria paradoxa	W	2	-	-	2	-	-	-	2	1	1
Cocconeis placentula	W	-	1	-	2	-	1	-	-	-	1
Cyclotella comta	M	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
C. radiosa	W	-	-	-	-	2	3	2	-	2	-
C. meneghiniana	L	1	3	5	4	7	6	-	1	1	2
Cymbella cistula	O	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
C. minuta	W	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. tumida	W	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1
C. turgidula	K	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
C. spp.	?	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Diatoma vulgare	K	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Fragilaria capusina	W	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
F. paracitica	W	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
F. spp.	?	1	-	2	1	13	-	-	-	-	-
Frustulia vulgaris	W	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema clevei	W	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
G. olivaceum	W	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
G. parvulum	W	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
G. sphaerophorum	W	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
G. spp.	?	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-
Melosira granulata	M	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-
M. varians	K	1	1	2	-	-	1	-	-	-	-
M. spp.	?	-	1	1	1	4	4	2	5	-	2
Navicula bacillum	W	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. elginensis	O	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N. mutica	Q	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia amphibia	W	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
N. palea	W	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-
N. tryblionella	W	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Pinnularia gibba	O	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Rholcosphenia abbreviata	W	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
Rhopalodia gibba	W	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
R. gibberula	W	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Stephanodiscus niagarae	W	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Synedra ulna	W	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-
unknow	?	2	3	1	3	3	2	2	2	1	1
外洋	(A)	37	44	32	62	28	50	45	27	40	33
内湾	(B)	116	119	128	105	127	132	170	165	144	134
海水藻場	(C1)	-	1	-	-	1	-	-	1	2	-
海水砂質干潟	(D1)	1	1	-	1	-	-	-	1	2	1
海水泥質干潟	(E1)	3	5	8	4	1	4	10	10	2	6
不定または不明	(?)	23	31	13	19	19	27	26	53	24	36
汽水泥質干潟	(E2)	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
不定または不明	(?)	19	18	13	10	5	9	3	5	1	6
中～下流性河川	(K)	3	2	3	1	2	1	-	-	-	-
最下流性河川	(L)	1	3	5	4	7	6	-	1	1	2
湖沼浮遊生	(M)	-	-	-	-	4	-	-	-	2	-
沼沢湿地付着生	(O)	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-
陸域	(Q)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
広布種	(W)	6	11	2	7	11	8	3	3	6	3
不明	(?)	3	4	5	7	22	7	4	7	2	3
珪藻殻数		213	240	210	221	228	244	262	273	227	224

今回分析した試料はいずれも類似する珪藻化石群集が認められた．いずれにおいても内湾指標種群が高率に検出され，特に，*Melosira sulcata* と *Cyclotella stylorum* の産出頻度が高い．また外洋指標種群の *Thalassionema nitzschioides* も同様に検出されている．本種は外洋指標種群とされているが，内湾においても主要構成種とされている．ここで外洋指標種群としているものの大半が本種であるため，本種の特徴的な出現は，外洋の影響を示すものではなく，内湾域における構成種と考えるのが妥当であろう．

両地点を比較すると，鹿島地点の方が，珪藻化石も豊富で完形殻が多く含まれている．このことから鹿島地点の方が大きな堆積環境の変化がない安定した内湾環境であったことが考えられる．有明海付近の例を挙げるならば，下山ほか（1996）の有明粘土層上部の DT7 に類似する群集と考えられる．また，川副地点では少量ではあるが，淡水種が比較的安定して検出されている．このことからは，河川から直接流入物があるような環境下に置かれていた堆積環境であったと考えられる．以下に，両地域のコアの状況を示す．

川副沖のコア

川副沖における珪藻化石分布を図 1.2.6-1 に示す．川副沖のコアにおける堆積物 1g 中の珪藻殻数は 3.47×10^{5}～1.41×10^{6} 個，完形殻の出現率は約 45～53％であった．ここで得られた試料では，層準毎の違いは明確には現れなかった．全体に，内湾指標種群である *Melosira sulcata* と *Cyclotella stylorum* が多産し，外洋指標種群とされる *Thalassionema nitzschioides* が特徴的に検出された．

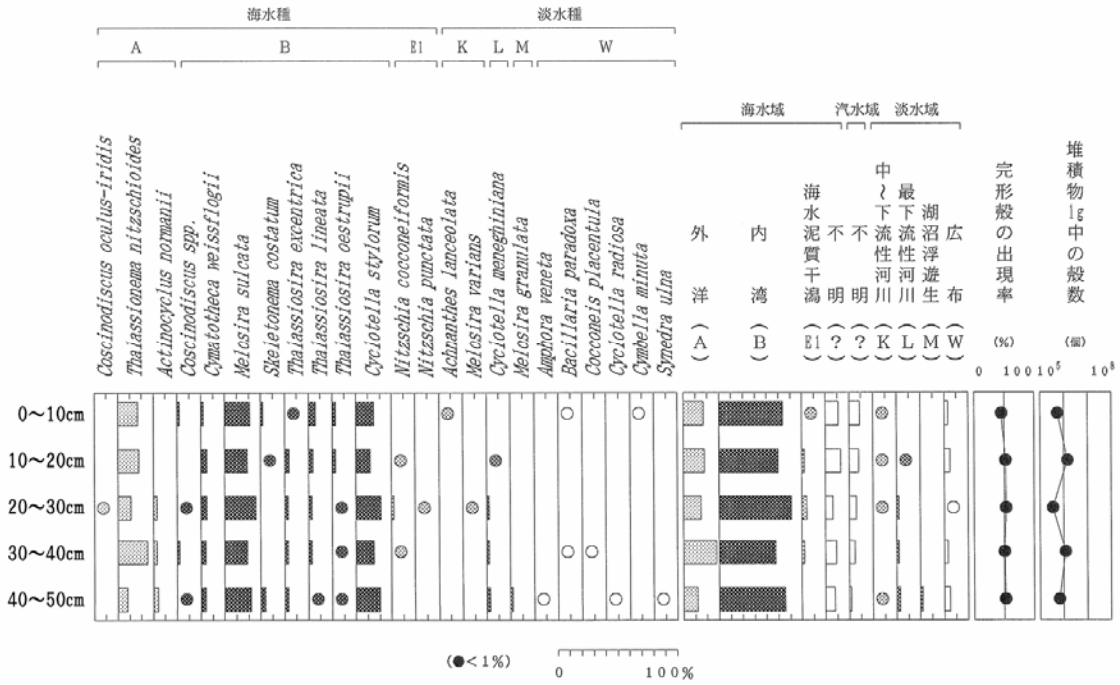


図 1.2.6-1 川副沖における珪藻化石分布図

鹿島沖のコア

鹿島沖のコアでは，堆積物 1g 中の珪藻殻数は 4.95×10^{6}～1.24×10^{7} 個，完形殻の出現率は約 53～60%となる．本コアも層準による顕著な違いは見られなかった．これらの試料からは No.1 川副地点と同様に内湾指標種群の *Melosira sulcata* と *Cyclotella stylorum*，外洋指標種群の *Thalassionema nitzschioides* が特徴的に検出され，*Thalassiosira lineata* や *Thalassiosira excentrica* などの内湾指標種群が随伴して検出される．

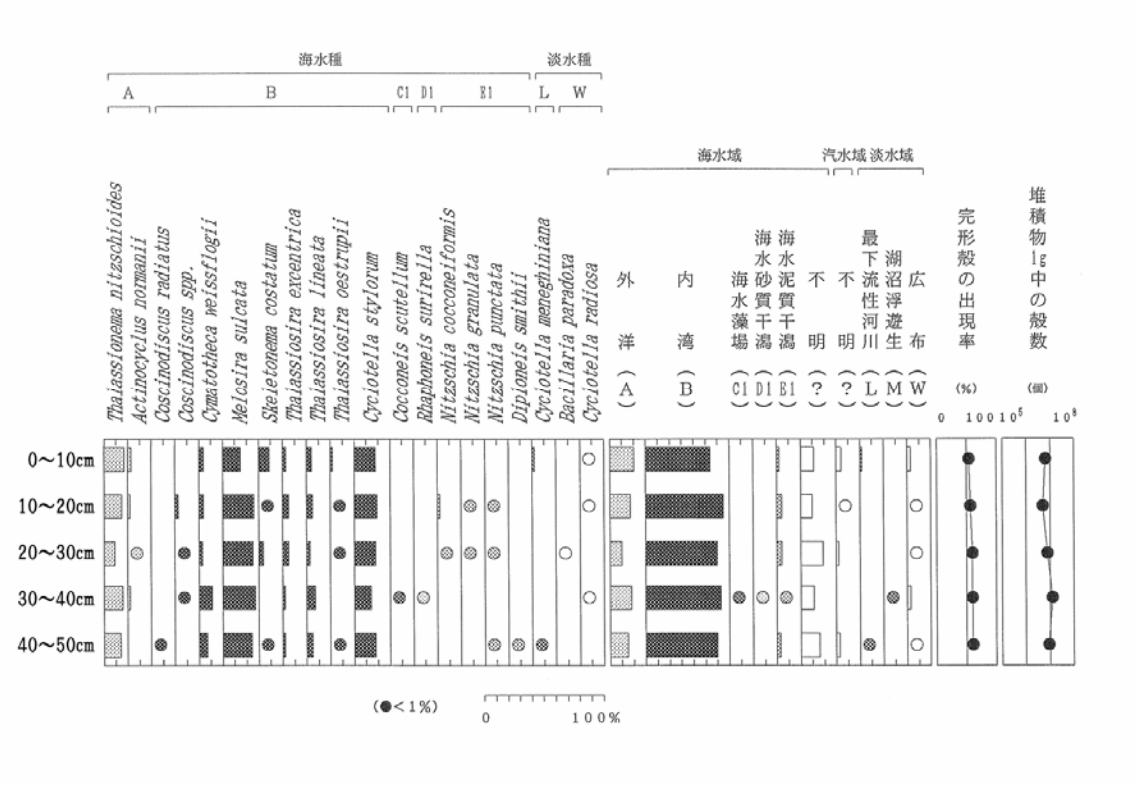


図 1.2.6-2 鹿島沖における珪藻化石分布図

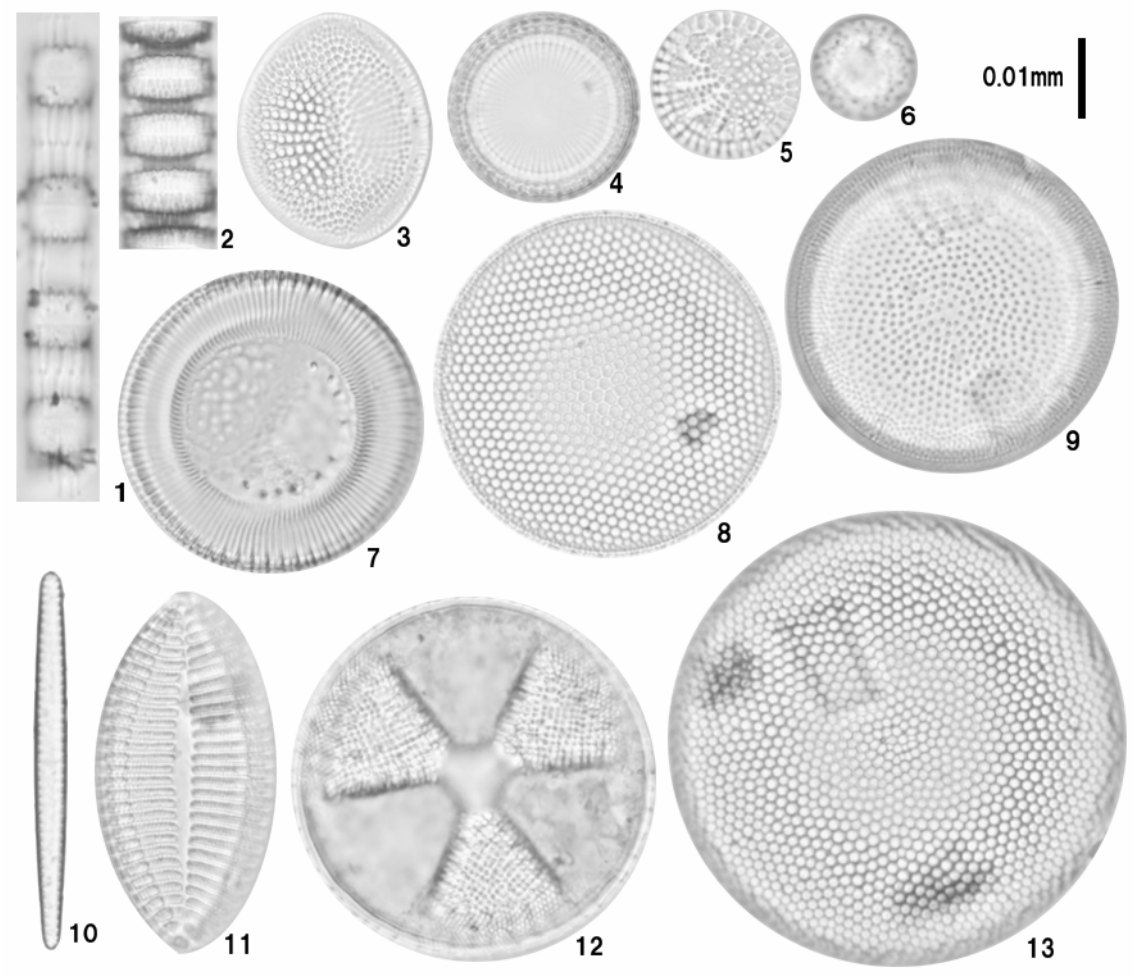


図 1.2.6-3　珪藻化石写真

1. *Skeletonema costatum*（川副 40-50cm）
2. *Melosira sulcata*（鹿島 30-40cm）
3. *Cymatotheca weissflogii*（鹿島 0-10cm）
4. *Melosira sulcata*（川副 0-10cm）
5. *Tryblioptychus cocconeiformis*（川副 0-10cm）
6. *Melosira* sp.-1（鹿島 20-30cm）
7. *Cyclotella stylorum*（鹿島 40-50cm）
8. *Thalassiosira excentrica*（川副 30-40cm）
9. *Actinocyclus ehrenbergii*（川副 40-50cm）
10. *Thalassionema nitzschioides*（川副 0-10cm）
11. *Nitzschia cocconeiformis*（川副 10-20cm）
12. *Actinoptychus senarius*（川副 20-30cm）
13. *Coscinodiscus oculus-iridis*（川副 20-30cm）

底生有孔虫化石分析結果

川副沖のコアと鹿島沖のコアの試料 10 検体を分析し，底生有孔虫化石は，1025 個体を検出した．検出した有孔虫化石を表 1.2.6-15，に示す．また，産出底生有孔虫の産出状況を図 1.2.6-4 および図 1.2.6-5 に示す.

表 1.2.6-15 底生有孔虫化石のリスト

	GS1(1)	GS1(2)	GS1(3)	GS1(4)	GS1(5)	GS2(1)	GS2(2)	GS2(3)	GS2(4)	GS2(5)
	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm	0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm
Ammonia beccarii beccarii (*sensu lato*)	62	68	47	65	56	30	56	52	49	46
Ammonia beccarii tepida	4	3	5		1					
Ammonia japonica	7	6	6	9	7	6	3	1	1	2
Ammonia ketienziensis angulata	19	22	33	22	28	22	16	27	23	18
Ammonia sp. indet.	1	2								
Astrononion stelligerum			2	2		1	3	1		1
Buccella frigida						29	20	14	16	31
Cibicides sp.	1	2		1						
Elphidium advenum		1	3	4						
Elphidium crispum	1				2					
Elphidium incertum	1		3	2	2	4	1		10	3
Elphidium macelliforme		1			1	3				
Elphidium sp. indet.		1	1							
Evolutononion shansiense			1							
Laminononinon stellatum	3	2								
Pseudononion decora						1				
Quinqueloculina akneriana					3	2		5	1	
Triloculina sp.	1						1			
Trochammina hadai						8	3			1
Total	100	108	101	105	100	106	103	100	100	102

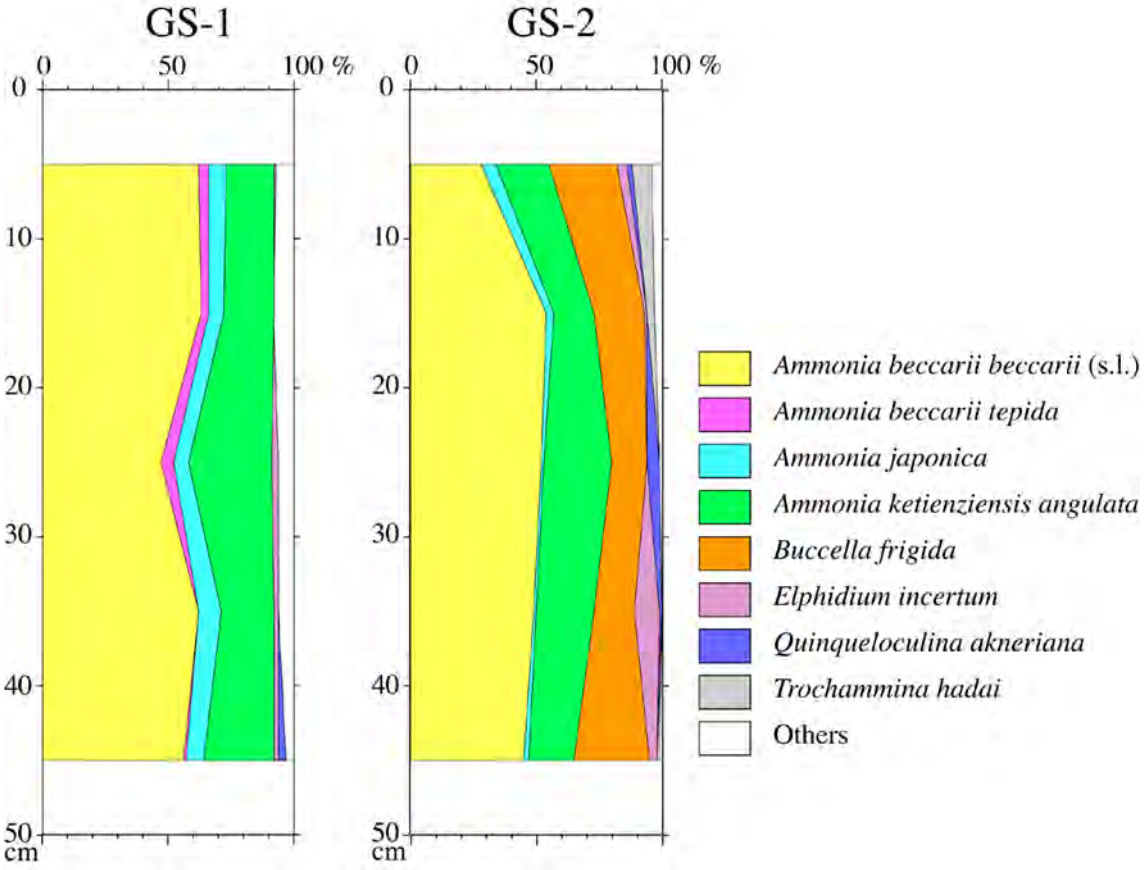


図 1.2.6-4 底生有孔虫産出状況

産出した底生有孔虫は，川副沖では全ての個体が石灰質からのものであった．一方，鹿島沖では，表層付近に膠着質殻の底生有孔虫（*Trochammina hadai*）が低頻度で産出することが確認できた．

川副沖でも鹿島沖でも *Ammonia* 属が優占種となっており，特に *Ammonia beccarii beccarii* が試料全体を通して高率で産出する．なお，*Ammonia beccarii beccarii* に関しては，Akimoto et al., 2002 では亜種より下位のランクで５つの forma に細分しているが, 今回, これらを細分するのは困難であったため, 区分していない. なお, *Ammonia* 属は内湾の汽水域から沿岸域にかけて広く生息し, 新生有機物を補食することが知られている（Murray, 1991; 野村・福田，1999）． *Buccella frigida* は鹿島沖のコアでは高率で産するが，川副沖のコアでは全く産出しない．*Buccella* 属は主に泥の底質環境に生息する（Murray, 1991）ことから，この違いは底質の粒度の違いを反映しているものであると考えられる．

また，鉛直方向での変化は両方のコアともあまり見られなかった．ただし，鹿島沖のコアは最上部で *Ammonia beccarii beccarii* の割合が減り, 産出個体数は少ないながら, *Trochammina hadai* が増えている．*Trochammina hadai* は，島根県の中海等では貧酸素水が発達するところに特徴的な種である（三梨・徳岡，1988）．ただし，膠着質の殻を持つ有孔虫は死後に殻の破損が進行しやすいことがあり，*Trochammina hamadai* が表層付近で増えていることが貧酸素水の発達によるものなのか, 単に殻の保存程度の違いなのかを現時点で議論する事は困難である．

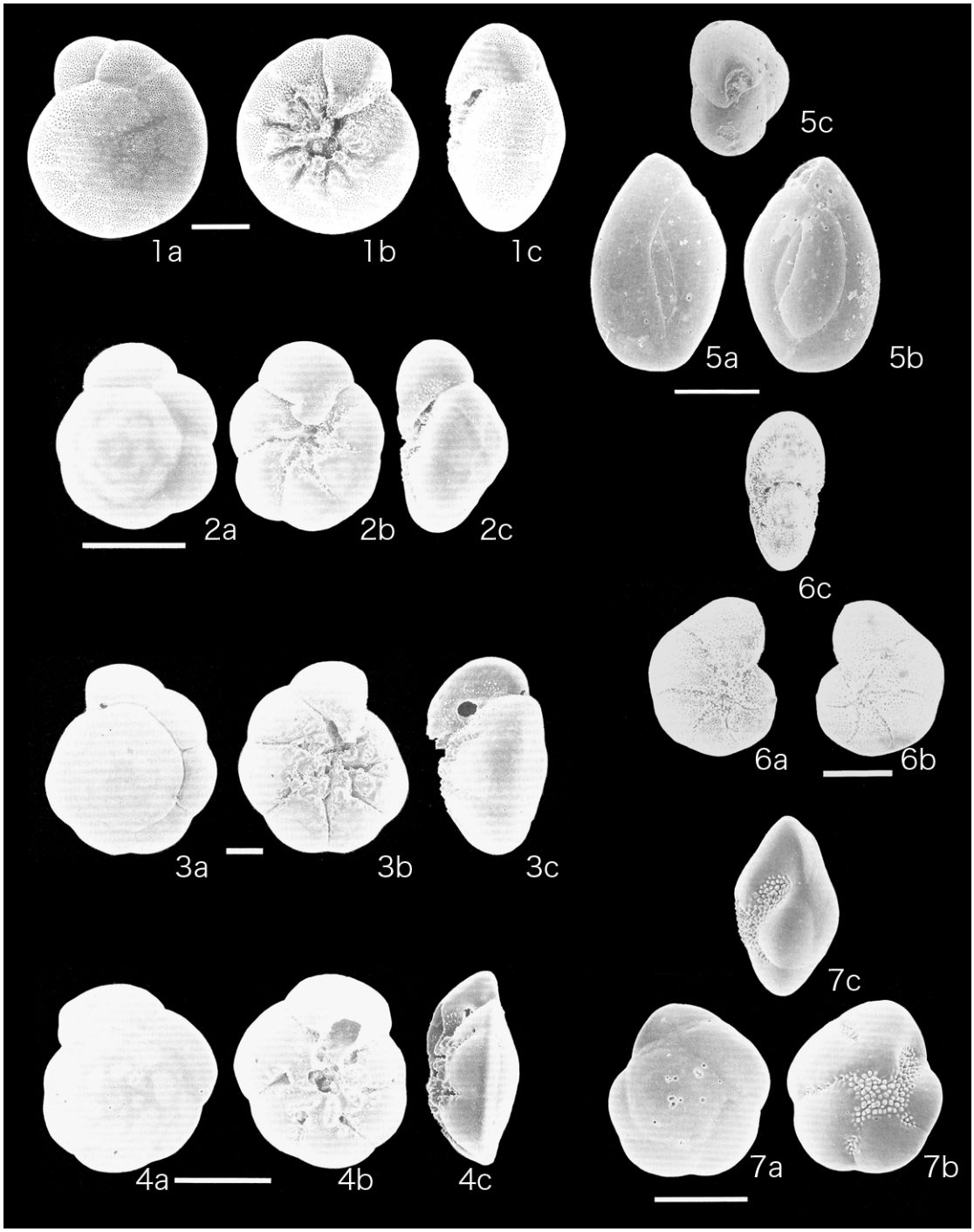


図 1.2.6-5 産出する主な底生有孔虫（写真は Akimoto et al.(2002)より抜粋）．スケールは 100 μm.

1. *Ammonia beccarii beccarii*
2. *Ammnonia beccarii tepida*
3. *Ammonia japonica*
4. *Ammonia ketienziensis*
5. *Quinqueloculina akneriana*
6. *Elphidium incertum*
7. *Buccella inusitata*

Cv-Fr 解析結果

Cv-Fr 解析は，確率的に貝殻の個体数 N（右殻の数，左殻の数のうち大きい方）が 30 未満のものは評価困難である．鹿島沖のコアでは，シズクガイとツルマルケボリがどのバルクサンプルからもコンスタントに 30 個体以上得られている．その他，ヒメカノコアサリも比較的連続的に産出するが，一部個体数が 30 に満たないものがある．一方，川副沖のコアに至っては，コアの上部付近を除いて貝殻の密集度が低いため，30 個体に達しているものは僅かであった．分析試料中で，10 個体以上得られたものについて，表 1.2.6-16 に示す．

表 1.2.6-16 貝殻分析結果，10 個体以上得られたもの（ピンクは 30 個体以上得られたもの）

GS1-1	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	アサリ	49	57	42	71	106	113	113	0.584475	0.968037
2	シオフキ	25	34	28	35	59	63	63	0.565574	0.967213
3	ツルマルケボリガイ	24	1	15	5	25	20	25	0.133333	0.888889
4	マテガイ	1	11	2	17	12	19	19	0.903226	0.774194
5	マガキ	5	12	8	7	17	15	17	0.593750	0.937500
GS1-2	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	アサリ	16	18	19	31	34	50	50	0.583333	0.809524
2	ツルマルケボリ	29	3	32	6	32	38	38	0.128571	0.914286
3	コケガラスガイ	0	18	0	13	18	13	18	1.000000	0.838710
4	シオフキ	10	5	8	8	15	16	16	0.419355	0.967742
5	サルボウ	10	5	6	5	15	11	15	0.384615	0.846154
6	マガキ	4	11	11	2	15	13	15	0.464286	0.928571
GS1-3	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	50	11	60	4	61	64	64	0.120000	0.976000
2	アサリ	9	12	7	14	21	21	21	0.619048	1.000000
3	マガキ	3	9	12	4	12	16	16	0.464286	0.857143
4	サルボウ	7	3	9	6	10	15	15	0.360000	0.800000
5	ヒメカノコアサリ	4	9	7	4	13	11	13	0.541667	0.916667
6	アリアケケボリ	5	3	5	5	8	10	10	0.444444	0.888889
7	コケガラスガイ	0	10	0	9	10	9	10	1.000000	0.947368
8	シオフキ	4	4	6	4	8	10	10	0.444444	0.888889
GS1-4	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	22	0	25	3	22	28	28	0.060000	0.880000
2	アリアケケボリ	8	2	3	1	10	4	10	0.214286	0.571429
GS1-5	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ツルマルケボリ	10	2	12	1	12	13	13	0.120000	0.960000
GS1-6	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ヒメカノコアサリ	7	7	6	3	14	9	14	0.434783	0.782609
2	ツルマルケボリ	8	2	9	2	10	11	11	0.190476	0.952381
GS2-1	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	ヒメカノコアサリ	54	51	56	20	105	76	105	0.392265	0.839779
2	シズクガイ	16	30	21	31	46	52	52	0.622449	0.938776
3	ツルマルケボリ	31	5	24	8	36	32	36	0.191176	0.941176
4	サルボウ	19	12	21	11	31	32	32	0.365079	0.984127
5	イヨスダレガイ	2	6	4	7	8	11	11	0.684211	0.842105
GS2-2	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	23	101	32	87	124	119	124	0.773663	0.979424
2	ヒメカノコアサリ	49	31	37	36	80	73	80	0.437908	0.954248
3	ツルマルケボリ	23	6	30	5	29	35	35	0.171875	0.906250
4	チヨノハナガイ	8	26	5	27	34	32	34	0.803030	0.969697
GS2-3	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	41	92	36	58	133	94	133	0.660793	0.828194
2	ツルマルケボリ	40	4	27	5	44	32	44	0.118421	0.842105
3	ヒメカノコアサリ	12	5	11	4	17	15	17	0.281250	0.937500
GS2-4	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	78	143	69	104	221	173	221	0.626904	0.878173
2	ツルマルケボリ	78	5	80	9	83	89	89	0.081395	0.965116
3	ヒメカノコアサリ	15	7	14	6	22	20	22	0.309524	0.952381
4	ニホンマメアゲマキ	16	3	11	1	19	12	19	0.129032	0.774194
5	チヨノハナガイ	4	8	2	9	12	11	12	0.739130	0.956522
GS2-5	種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
1	シズクガイ	42	152	29	113	194	142	194	0.788690	0.845238
2	ツルマルケボリ	53	8	59	11	61	70	70	0.145038	0.931298
3	ヒメカノコアサリ	23	30	26	34	53	60	60	0.566372	0.938053

次に，Cv-Fr 解析のために，サンプルの相対評価が可能なもの，つまりすべての層準で 30 個体に達している個体群について，Cv および Fr の変化，仮定の供給原点（ASP 点）から各々の層準ごとの情報距離（ID）を調べた．Cv-Fr 解析の対象となりうる鹿島沖の試料のシズクガイ，ツルマルケボリおよび，一部個体数が満たないが参考までにヒメカノコアサリに関して調べた．その結果をそれぞれ図 1.2.6-6 に示す．

シズクガイは泥底を好む二枚貝である．個体数が多く，生息中心に近い状態環境であると考えられるが，Fr 値が常に高い．この種は，殻が非常に薄くもろいために，Fr 値の上昇が生じやすい．なお，Cv 値は表層付近で高く，ID も低い値を示す．表層生物調査によっても，この調査地点ではシズクガイが得られている．そのため，シズクガイに関しては，近年ほど生息に適している環境になっていると思われる．ただし，今回，分析は行っていないが，コアの最深部でもシズクガイが密集しているため，長期的に目立った環境変化は認められない．

ツルマルケボリをはじめとするケボリガイの仲間は，外部寄生の二枚貝であり，その宿主によって，種類が異なる．イソギンチャクやホシムシ，ナマコなど宿主は様々であるが，ツルマルケボリの宿主に関しては現時点では知られていない．75-100cm の層準で Cv 値，Fr 値ともに高く，ASP 点と一致する．つまり，75-100cm の層準で，ツルマルケボリ現地性程度が最大となる．このことは，ツルマルケボリの宿主がこの層準で多く存在できる環境だったことを示唆する．

ヒメカノコアサリは，鹿島沖のコアからは，比較的コンスタントに産出する種であるが，50-75cm および 75-100cm の層準では個体数が 30 に満たない．そのため，Cv-Fr 解析の対象とはならないが，参考としてここに記す．個体数が少ない層準で ID が小さくなっているため，Cv-Fr 解析のみでは，解釈が困難である．

先にも述べたが，川副沖・鹿島沖のいずれのコアでも主な食用種であるアサリ，サルボウは表層ちかくしか多産しない．これらの貝に関して検討するためには，平面的な貝類遺骸分布を検討する必要がある．

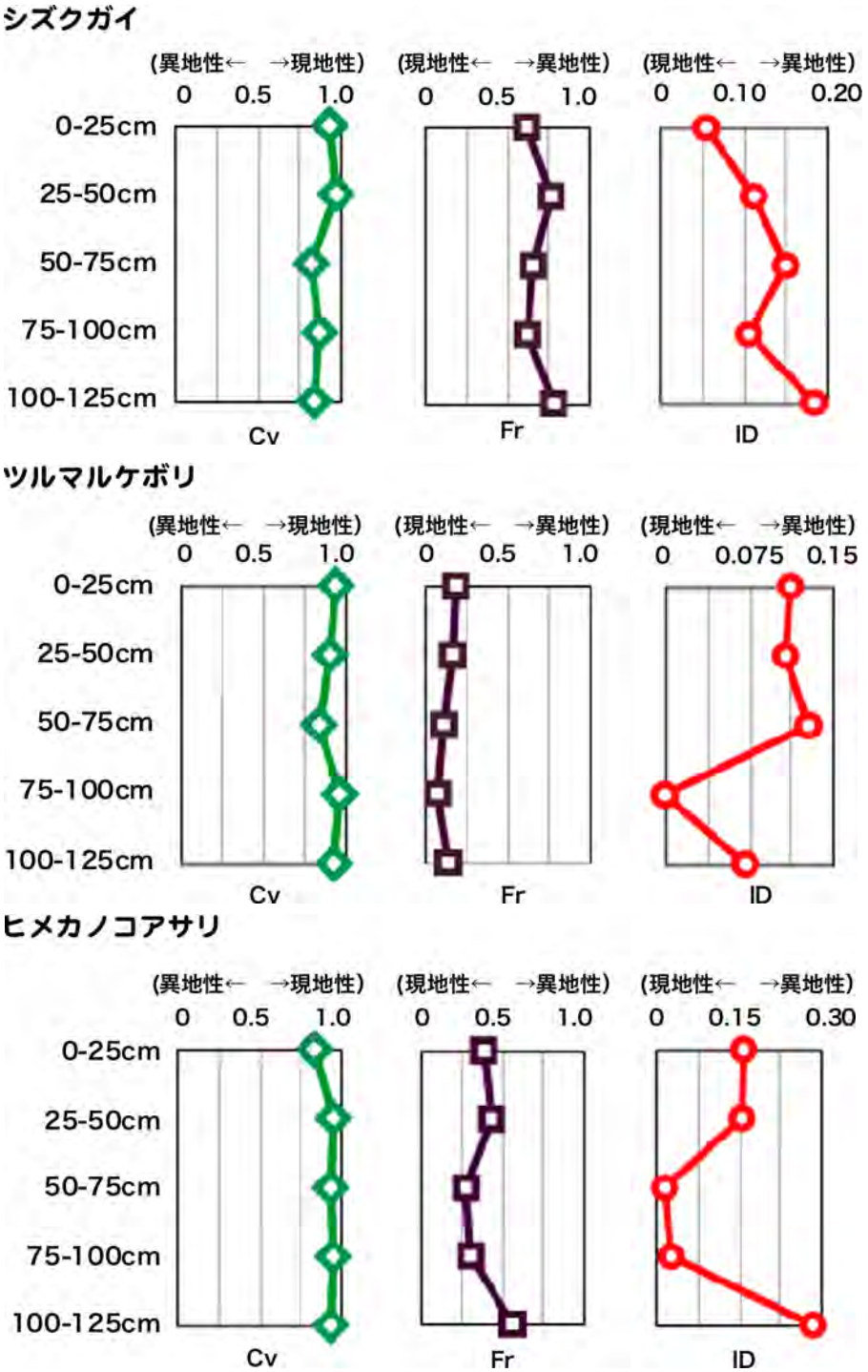


図 1.2.6-6 鹿島沖のコア中から得られた３種類の二枚貝（シズクガイ，ツルマルケボリ，ヒメカノコアサリ）の Cv 値，Fr 値，ID の計算結果をグラフで表した．ただし，ヒメカノコアサリは，50-75cm 及び 75-100cm は個体数が 30 に達していない．

平成 18 年度

貝殻遺骸群集解析結果

白石沖，東与賀沖，川副沖において採取したバルクサンプルをもとに貝殻遺骸群集解析をおこなった．それぞれのサンプルにおいて，3mm 以上の個体をすべて拾いだしてリストにした．なお，リスト中の赤文字は生貝（もしくはその他の生物の生体）を示す．二枚貝については，殻頂部が残っているもののみをカウントし，完全個体と破片化個体，右殻，左殻に分別した．分別したものに基づいて，前述の貝化石 Cv-Fr 解析法に記したように，Cv 値と Fr 値を求めた．ただし，先述の通り，Cv-Fr 解析は個体数 30 個未満のものは評価できないため，計算値は参考として挙げる．なお，解析には 30 個体以上のものを用いている．

なお，表中の表記はそれぞれ，CL（完全な左殻個体数），DL（破片化した左殻個体数），CR（完全な右殻個体数），DR（破片化した右殻個体数），L（左殻個体数），R（右殻個体数），N（左右の個体数のうち大きい方），Fr（貝殻破片化率），Cv（左右両殻共存率）を示す．

表 1.2.6-17

A-1

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シズクガイ	3	1	4	2	4	6	6	0.30	0.67
ヒラタヌマコダキ	4		4		4	4	4	0.00	1.00
ハイガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ヒラタヌマコダキガイ							2		
ハイガイ							2		
ウネハナムシロガイ							2		
カワグチツボ							329		
ミズゴマツボ							47		

表 1.2.6-18

A-2

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ヒラタヌマコダキ	29	11	44	21	40	65	65	0.30	0.62
シズクガイ	10	5	12	5	15	17	17	0.31	0.88
サルボウ	6		0		6	0	6	0.00	0.00
ハイガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
アカフジツボ									
カニ									

表 1.2.6-19

A-3

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ヒラタヌマコダキ	56	3	55	13	59	68	68	0.13	0.87
シズクガイ	27	26	22	25	53	47	53	0.51	0.89
サルボウ	8		9		8	9	9	0.00	0.89
ハイガイ	2		7		2	7	7	0.00	0.29
マガキ	1	2	0	0	3	0	3	0.67	0.00
ハナムシロガイ							2		
ハイイロムシロガイ							1		
カニ									

表 1.2.6-20

A-4

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ヒラタヌマコダキ	150	5	218	33	155	251	251	0.09	0.62
シズクガイ	20	9	28	14	29	42	42	0.32	0.69
ハイガイ	3	1	2		4	2	4	0.17	0.50
マガキ	3	1	1	0	4	1	4	0.20	0.25
サルボウ	2		2		2	2	2	0.00	1.00
チヨノハナガイ		1			1	0	1	1.00	0.00
キヌマトイガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
ワシノハ		1			1	0	1	1.00	0.00
ネズミノテガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
ハイイロムシロガイ							3		
ハナムシロガイ							1		
アワブネガイ							1		
ヘソカドガイ							1		
サキグロタマツメタガイ							1		
アカフジツボ									
カニ									
サンゴ									
コケムシ									

表 1.2.6-21

A-5

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ヒラタヌマコダキ	41	9	54	11	50	65	65	0.17	0.77
シズクガイ	24	27	20	24	51	44	51	0.54	0.86
マガキ	59	16	54	14	75	68	75	0.21	0.907
ハイガイ	6		10		6	10	10	0.00	0.60
シマナミマガシワガイモドキ	5				5	0	5	0.00	0.00
アゲマキ	1	1	1		2	1	2	0.33	0.50
ミミエガイ	1		2		1	2	2	0.00	0.50
コケガラス		2		2	2	2	2	1.00	1.00
ミソノナデシコガイ	2		2		2	2	2	0.00	1.00
ネズミノテガイ	2		1		2	1	2	0.00	0.50
サルボウ			1		0	1	1	0.00	0.00
バカガイ	1			1	1	1	1	0.50	1.00
クチベニデガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
アサリ		1	1		1	1	1	0.50	1.00
トマヤガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ナデシコ	1				1	0	1	0.00	0.00
ハナエガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
フジタニコハクノツユ	1				1	0	1	0.00	0.00
ササゲミミエガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
キヌマトイガイ	1			1	1	1	1	0.50	1.00
アデヤカヒメカノコアサリ	1				1	0	1	0.00	0.00
キタノフキアゲアサリ			1		0	1	1	0.00	0.00
アワブネガイ							14		
ハイイロムシロガイ							2		
ゴマフダマ							1		
オウヨウラクガイ							1		
アラムシロガイ							1		
タクミニナ							1		
トクサガイ							1		
アカフジツボ									
カニ									
サンゴ									
コケムシ									
カメホオズキチョウチン									
石灰藻球									

表 1.2.6-22

A-6

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
マガキ	126	101	384	85	227	469	469	0.267	0.484
シマナミマガシワガイモドキ	52				52	0	52	0.00	0.00
シズクガイ	22	27	23	24	49	47	49	0.53	0.96
チリボタンガイ	18		3		18	3	18	0.00	0.17
コケガラス		16		16	16	16	16	1.00	1.00
オオマルフミガイ	12		3		12	3	12	0.00	0.25
マルクサビザラガイ	7		9		7	9	9	0.00	0.78
ミソノナデシコガイ	9		6		9	6	9	0.00	0.67
ヒラタヌマコダキ	8		8		8	8	8	0.00	1.00
ミミエガイ	6	1	3		7	3	7	0.10	0.43
アゲマキ	2	4	2	3	6	5	6	0.64	0.83
バカガイ	1	3		1	4	1	4	0.80	0.25
トマヤガイ	4		3		4	3	4	0.00	0.75
ハイガイ	4		2		4	2	4	0.00	0.50
ユキバネガイ	3		1		3	1	3	0.00	0.33
チリメンユキガイ	2		3		2	3	3	0.00	0.67
ホソアシガイ	1		2		1	2	2	0.00	0.50
クチベニデガイ	2				2	0	2	0.00	0.00
タマエガイ	2		2		2	2	2	0.00	1.00
フトオビクイガイ	2		2		2	2	2	0.00	1.00
ナデシコ			2		0	2	2	0.00	0.00
ネズミノテガイ	1		2		1	2	2	0.00	0.50
シボリザクラ			1		0	1	1	0.00	0.00
チヂミウメノハナガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
ドブシジミモドキ			1		0	1	1	0.00	0.00
アサリ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ハチミツガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
ムラサキイガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
マテガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
セワケガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
ニオガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
ワタゾコモシオガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
ハナエガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ワタゾコナデシコ	1				1	0	1	0.00	0.00
キヌマトイ		1			1	0	1	1.00	0.00
ホクロガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
アワブネガイ							65		
ミミズガイ							6		
オウヨウラクガイ							5		
ムギガイ							5		
ヒメカタベガイ							2		
ゴマフダマ							2		
ヒラフネガイ							2		
ハナムシロガイ							1		
クズヤガイ							1		
クボガイ							1		
コシダカエビスガイ							1		
スカシガイ							1		
カワチドリガイ							1		
カセンイソチドリガイ							1		
カゴメガイ							1		
ムシボタルガイ							1		
スミスシラゲガイ							1		
ハブタエスソキレガイ							1		
アカフジツボ									
カニ									
サンゴ									
ウニ									
コケムシ									
魚うろこ									
石灰藻球									

表 1.2.6-23

B-1

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ヒラタヌマコダキ	56	3	58	3	59	61	61	0.05	0.97
シズクガイ	4	2	5	1	6	6	6	0.25	1.00
テリザクラガイ	2		4		2	4	4	0.00	0.50
ササゲミミエガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
アカフジツボ									
カニ									

ヒラタヌマコダキガイ							26		
テリザクラガイ							2		
カワグチツボ							9		
ミズゴマツボ							76		

表 1.2.6-24

B-2

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ハイガイ	21	2	14	2	23	16	23	0.10	0.70
テリザクラガイ	21	2	19	4	23	23	23	0.13	1.00
ヒラタヌマコダキ	1	1	4	7	2	11	11	0.62	0.18
シズクガイ	1	5	5	3	6	8	8	0.57	0.75
アゲマキ		7		4	7	4	7	1.00	0.57
マガキ	2		1		2	1	2	0.00	0.50
マテガイ		1			1	0	1	1.00	0.00
ソトオリガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
ササゲミミエガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
サキグロタマツメタガイ							7		
アラムシロガイ							1		
アカフジツボ									
カニ									

表 1.2.6-25

B-3

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ハイガイ	23		37		23	37	37	0.00	0.62
テリザクラガイ	15	1	19	7	16	26	26	0.19	0.62
シズクガイ	3	3	1	2	6	3	6	0.56	0.50
マガキ	4		2		4	2	4	0.00	0.50
アゲマキ	1	1	1	2	2	3	3	0.60	0.67
ササゲミミエガイ	1		3		1	3	3	0.00	0.33
イチョウシラトリガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
ソトオリガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
ヒラタヌマコダキ				1	0	1	1	1.00	0.00
ハナグモリ	1				1	0	1	0.00	0.00
ゴマフダマ							1		
サキグロタマツメタ							1		
アカフジツボ									
ミドリシャミセンガイ									
魚ウロコ骨									

表 1.2.6-26

B-4

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
テリザクラガイ	5	1	7	2	6	9	9	0.20	0.67
ハイガイ	2	1	6		3	6	6	0.11	0.50
ソトオリガイ		3		2	3	2	3	1.00	0.67
サルボウ	1				1	0	1	0.00	0.00
マガキ			1		0	1	1	0.00	0.00
シズクガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
アゲマキ				1	0	1	1	1.00	0.00
ササゲミミエガイ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
アラムシロガイ							1		
ゴマフダマ							1		
アカフジツボ									
カニ									

表 1.2.6-27

B-5

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
ソトオリガイ		30		35	30	35	35	1.00	0.86
シズクガイ	11	2	8	3	13	11	13	0.21	0.85
マガキ	5		9		5	9	9	0.00	0.56
テリザクラ	8	0	5	1	8	6	8	0.07	0.75
ハイガイ	4		4		4	4	4	0.00	1.00
アゲマキ		4	1	2	4	3	4	0.86	0.75
アサリ			1		0	1	1	0.00	0.00
バカガイ		1		1	1	1	1	1.00	1.00
イチョウシラトリ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
セキモリガイ							1		
アラムシロガイ							1		
ゴマフダマ							1		
アカフジツボ									
カニ									

表 1.2.6-28

B-6

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
マガキ	22		17		22	17	22	0.00	0.77
ソトオリガイ		9		6	9	6	9	1.00	0.67
テリザクラガイ	5		3		5	3	5	0.00	0.60
シズクガイ	1	1	3		2	3	3	0.20	0.67
アリアケケボリ			1		0	1	1	0.00	0.00
アゲマキ		1		1	1	1	1	1.00	1.00
シマナミマガシワガイモドキ			1		0	1	1	0.00	0.00
ゴマフダマ							3		
アラムシロガイ							1		
アカフジツボ									
カニ									

表 1.2.6-29

C-1

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シオフキ	89	78	105	77	167	182	182	0.44	0.92
アサリ	46	24	33	30	70	63	70	0.41	0.90
マテガイ	1	9		6	10	6	10	0.94	0.60
サルボウ	6	3	4	5	9	9	9	0.44	1.00
コケガラス	1	6		3	7	3	7	0.90	0.43
マガキ	2		5		2	5	5	0.00	0.40
シズクガイ		1			1	0	1	1.00	0.00
シマナミマガシワガイモドキ	1				1	0	1	0.00	0.00
ヒラタヌマコダキガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
マシジミ			1		0	1	1	0.00	0.00
マルテンマツムシ							9		
アラムシロガイ							8		
ハイイロムシロガイ							4		
ゴマフダマ							4		
ハナムシロガイ							3		
セキモリガイ							3		
アカフジツボ									

アサリ							31		
シオフキ							22		
コケガラスガイ							1		
アラムシロガイ							5		
ムギガイ							2		
ウネハナムシロガイ							1		

表 1.2.6-30

C-2

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
アサリ	20	83	24	70	103	94	103	0.78	0.91
シオフキ	15	53	18	64	68	82	82	0.78	0.83
マテガイ		13		21	13	21	21	1.00	0.62
マガキ	9		8		9	8	9	0.00	0.89
サルボウ	1	5	1	1	6	2	6	0.75	0.33
ウミタケ				1	0	1	1	1.00	0.00
ウズザクラガイ		1			1	0	1	1.00	0.00
マシジミ				1	0	1	1	1.00	0.00
マルテンマツムシ							5		
ゴマフダマ							4		
アラムシロガイ							3		
ハナムシロガイ							2		
オリイレボラ							2		
シマメノウフネガイ							1		
アカフジツボ									
ミドリシャミセンガイ									

表 1.2.6-31

C-3

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
アサリ	24	47	23	48	71	71	71	0.67	1.00
マテガイ		27	1	14	27	15	27	0.98	0.56
シオフキ	1	6	2	9	7	11	11	0.83	0.64
マガキ	5		2		5	2	5	0.00	0.40
サルボウ	2	2		2	4	2	4	0.67	0.50
ツルマルケボリ	2			1	2	1	2	0.33	0.50
コケガラス		1			1	0	1	1.00	0.00
マンゲツシオガマガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
ヒメカノコアサリ	1				1	0	1	0.00	0.00
ウミタケ		1			1	0	1	1.00	0.00
アリアケケボリ	1				1	0	1	0.00	0.00
シズクガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
ゴマフダマ							6		
マルテンマツムシ							3		
オリイレボラ							3		
ホソヤツメタガイ							1		
アカフジツボ									
ミドリシャミセンガイ									

表 1.2.6-32

C-4

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
アサリ	2	7	10	11	9	21	21	0.60	0.43
マガキ	13		4		13	4	13	0.00	0.31
マテガイ		7		10	7	10	10	1.00	0.70
アリアケケボリ			4		0	4	4	0.00	0.00
ツルマルケボリ	3	1	1	1	4	2	4	0.33	0.50
サルボウ	1	1	1	1	2	2	2	0.50	1.00
コケガラス				2	0	2	2	1.00	0.00
ウミタケ		2			2	0	2	1.00	0.00
シオフキ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ヒメカノコアサリ	1				1	0	1	0.00	0.00
シマナミナガシワガイモドキ	0	1	0	0	1	0	1	1.00	0.00
ゴマフダマ							6		
オリイレボラ							3		
マルテンマツムシ							2		
ハイイロムシロガイ							1		
セキモリガイ							1		
アカフジツボ									
ミドリシャミセンガイ									

表 1.2.6-33

C-5

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
コケガラス		5		5	5	5	5	1.00	1.00
アサリ	2	2	3	1	4	4	4	0.38	1.00
ツルマルケボリ	4			1	4	1	4	0.20	0.25
マガキ	3		3		3	3	3	0.00	1.00
シオフキ	1		1	1	1	2	2	0.33	0.50
サルボウ	1	1		2	2	2	2	0.75	1.00
カガミガイ		2			2	0	2	1.00	0.00
マンゲツシオガマガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
ヒメカノコアサリ				1	0	1	1	1.00	0.00
ウミタケ				1	0	1	1	1.00	0.00
アリアケケボリ			1		0	1	1	0.00	0.00
マテガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
シズクガイ				1	0	1	1	1.00	0.00
クサビザラガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
オトメガサガイ							1		
アカフジツボ									
ミドリシャミセンガイ									
カニ									

表 1.2.6-34

D

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シオフキ	96	121	108	133	217	241	241	0.55	0.90
アサリ	34	50	32	48	84	80	84	0.60	0.95
サルボウ	9	4	12	12	13	24	24	0.43	0.54
マガキ	11		9		11	9	11	0.00	0.82
マテガイ		6		9	6	9	9	1.00	0.67
コケガラス	4		2		4	2	4	0.00	0.50
ヒラタヌマコダキガイ	2		1	1	2	2	2	0.25	1.00
ウズザクラ	1				1	0	1	0.00	0.00
シマナミマガシワガイモドキ	1				1	0	1	0.00	0.00
アオサギ			1		0	1	1	0.00	0.00
マルテンマツムシ							9		
アラムシロガイ							8		
ハナムシロガイ							2		
セキモリガイ							1		
ゴマフダマ							1		
サキグロタマツメタガイ							1		
アカフジツボ									

アサリ							8		
シオフキ							13		
サルボウ							2		
コケガラスガイ							1		
オサガニ							1		

表 1.2.6-35

E

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シオフキ	136	176	149	188	312	337	337	0.56	0.93
アサリ	40	81	39	71	121	110	121	0.66	0.91
サルボウ	24	12	18	22	36	40	40	0.45	0.90
マガキ	10		16		10	16	16	0.00	0.63
マテガイ		12		11	12	11	12	1.00	0.92
コケガラス		2		3	2	3	3	1.00	0.67
ヒラタヌマコダキ	2		2		2	2	2	0.00	1.00
シマナミマガシワガイモドキ	2				2	0	2	0.00	0.00
カガミガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
マンゲツシオガマガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
ヒメカノコアサリ	1		1		1	1	1	0.00	1.00
ウミタケ		1			1	0	1	1.00	0.00
シズクガイ	1			1	1	1	1	0.50	1.00
イオウハマグリ	1				1	0	1	0.00	0.00
ハマグリ				1	0	1	1	1.00	0.00
ハイガイ	1				1	0	1	0.00	0.00
マルテンマツムシ							22		
アラムシロガイ							12		
ハナムシロガイ							4		
セキモリガイ							2		
ゴマフダマ							1		
ウネナシイトカケ							1		
アカフジツボ									

アサリ							7		
シオフキ							12		
アラムシロガイ							1		

表 1.2.6-36

F

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シオフキ	108	101	117	91	209	208	209	0.46	1.00
アサリ	34	49	35	33	83	68	83	0.54	0.82
マテガイ		11		20	11	20	20	1.00	0.55
サルボウ	8	4	9	4	12	13	13	0.32	0.92
マガキ	6		9		6	9	9	0.00	0.67
コケガラス		2		4	2	4	4	1.00	0.50
ヒラタヌマコダキガイ	4		1		4	1	4	0.00	0.25
シマナミマガシワガイモドキ	1				1	0	1	0.00	0.00
マルテンマツムシ							10		
アラムシロガイ							10		
ハナムシロガイ							4		
セキモリガイ							3		
ゴマフダマ							1		
アカフジツボ									
エイのは									

アサリ							5		
シオフキ							24		
ミドリシャミセンガイ							1		
アラムシロガイ							1		
コメツキガニ									

表 1.2.6-37

G

種名	CL	DL	CR	DR	L	R	N	Fr	Cv
シオフキ	87	142	88	122	229	210	229	0.60	0.92
アサリ	51	96	75	100	147	175	175	0.61	0.84
サルボウ	15	12	12	9	27	21	27	0.44	0.78
マテガイ		14		15	14	15	15	1.00	0.93
マガキ	8		10		8	10	10	0.00	0.80
コケガラス		5		4	5	4	5	1.00	0.80
シマナミマガシワガイモドキ	3				3	0	3	0.00	0.00
ヒラタヌマコダキガイ	1	1		1	2	1	2	0.67	0.50
ムラサキイガイ		2			2	0	2	1.00	0.00
ウミタケ				1	0	1	1	1.00	0.00
ゴイサギガイ			1		0	1	1	0.00	0.00
オオノガイ		1			1	0	1	1.00	0.00
ハマグリ	1				1	0	1	0.00	0.00
アラムシロガイ							16		
ハイイロムシロガイ							4		
ハナムシロガイ							2		
ゴマフダマ							2		
アカフジツボ									

アサリ							13		
シオフキ							7		
サルボウ							2		
ホトトギスガイ							1		
アラムシロガイ							1		

A，B，C については，層準毎の相対的貝殻遺骸群集変化を調べることができる．それぞれの採取箇所において，一つの層準だけでも 30 個体以上を満たす種を抽出し，それぞれの種ごとの Fr 値，Cv 値の変化を調べる．以下にその対象とした種を挙げる（表 1.2.6-38）．このうち，Cv-Fr 解析を行なうには 30 個体以上のものが複数層準（或は，平面的に複数箇所）存在することが必要である．その条件を満たすもの（A においては，ヒラタヌマコダキガイ，シズクガイ，マガキ，B は該当種無し，C はシオフキ，アサリ）を抽出し，それぞれの種ごとの Cv の最大値，Fr の最小値からの情報距離を求め，その変化を調べた．

表 1.2.6-38　ブロック中 30 個体以上となる種

ヒラタヌマコダキガイ	N	Fr	Cv
A-1	6	0.00	1.00
A-2	65	0.30	0.62
A-3	68	0.13	0.87
A-4	251	0.09	0.62
A-5	65	0.17	0.77
A-6	8	0.00	1.00

シズクガイ	N	Fr	Cv
A-1	6	0.30	0.67
A-2	17	0.31	0.88
A-3	53	0.51	0.89
A-4	42	0.32	0.69
A-5	51	0.54	0.86
A-6	49	0.53	0.96

マガキ	N	Fr	Cv
A-1	—	—	—
A-2	—	—	—
A-3	3	0.67	0.00
A-4	4	0.20	0.25
A-5	75	0.21	0.91
A-6	469	0.27	0.48

シマナミマガシワガイモドキ	N	Fr	Cv
A-1	—	—	—
A-2	—	—	—
A-3	—	—	—
A-4	—	—	—
A-5	5	0.00	0.00
A-6	52	0.00	0.00

ヒラタヌマコダキガイ	N	Fr	Cv
B-1	87	0.03	0.98
B-2	11	0.62	0.18
B-3	1	1.00	0.00
B-4	—	—	—
B-5	—	—	—
B-6	—	—	—

ハイガイ	N	Fr	Cv
B-1	—	—	—
B-2	23	0.10	0.70
B-3	37	0.00	0.62
B-4	6	0.11	0.50
B-5	4	0.00	1.00
B-6	—	—	—

ソトオリガイ	N	Fr	Cv
B-1	—	—	—
B-2	1	1.00	0.00
B-3	1	1.00	0.00
B-4	3	1.00	0.67
B-5	35	1.00	0.86
B-6	9	1.00	0.67

シオフキ	N	Fr	Cv
C-1	204	0.39	0.93
C-2	82	0.78	0.83
C-3	11	0.83	0.64
C-4	1	0.00	1.00
C-5	2	0.33	0.50

アサリ	N	Fr	Cv
C-1	101	0.28	0.93
C-2	103	0.78	0.91
C-3	71	0.67	1.00
C-4	21	0.60	0.43
C-5	4	0.38	1.00

マテガイ	N	Fr	Cv
C-1	10	0.94	0.60
C-2	21	1.00	0.62
C-3	27	0.98	0.56
C-4	10	1.00	0.70
C-5	1	1.00	0.00

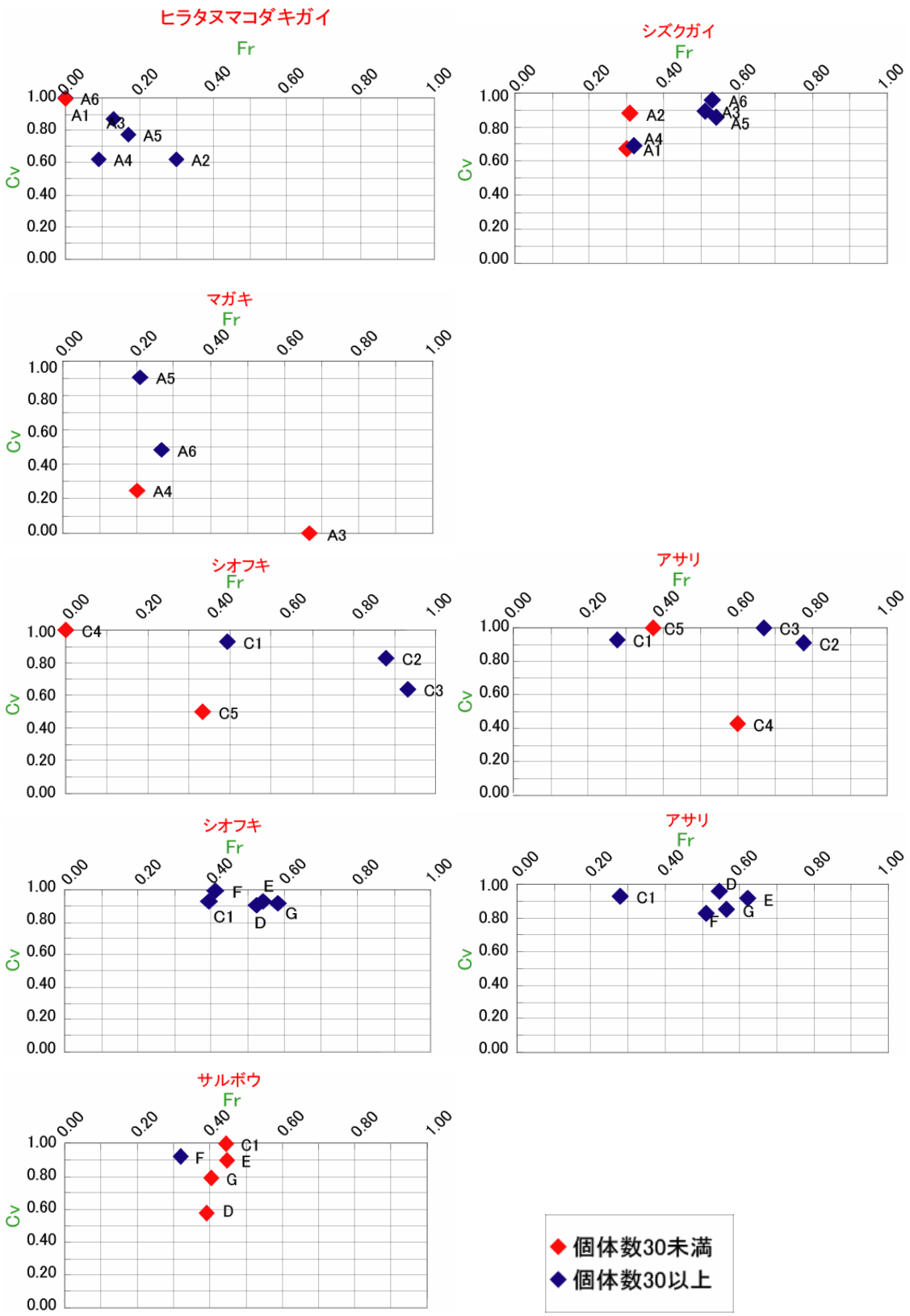


図 1.2.6-7　個体数が 30 以上の種の Cv-Fr 図

図 1.2.6-7 で示した Cv-Fr に基づき，それぞれの個体毎の最大 Cv 値，最小 Fr 値を仮想の遺骸生産スポットとし，そこからの情報距離（ID）を求め，グラフ化した．それぞれの箇所について説明する．

まず，白石（地点 A）における ID の変化を図 1.2.6-8 に示す．ここでは，ヒラタヌマコダキガイ，シズクガイ，マガキの３種類が複数層準で 30 個体以上得られている．軟泥干潟に生息しない固着性のマガキは A6（深度 50ー60cm）で ID が最も低い（現地性程度が高い）．この層準は覆砂の影響であり，覆砂にマガキが多く含まれていたことを意味するものであり，自然の堆積作用とは別の者である．ヒラタヌマコダキガイは 1990 年代以降に有明海で確認されはじめた二枚貝であり，基本的に外来種として扱うべき種である．A5 より上位の層準で産出しており，A3 で ID の最小値をとる．A3 以外の層準でも個体数が多く，ID の大きな差はないため，ヒラタヌマコダキガイの生息に比較的適した環境が継続していたものと思われる．なお，ヒラタヌマコダキガイは爆発的に増加することが知られており，本来この調査箇所はヒラタヌマコダキガイは生息していない場所である．

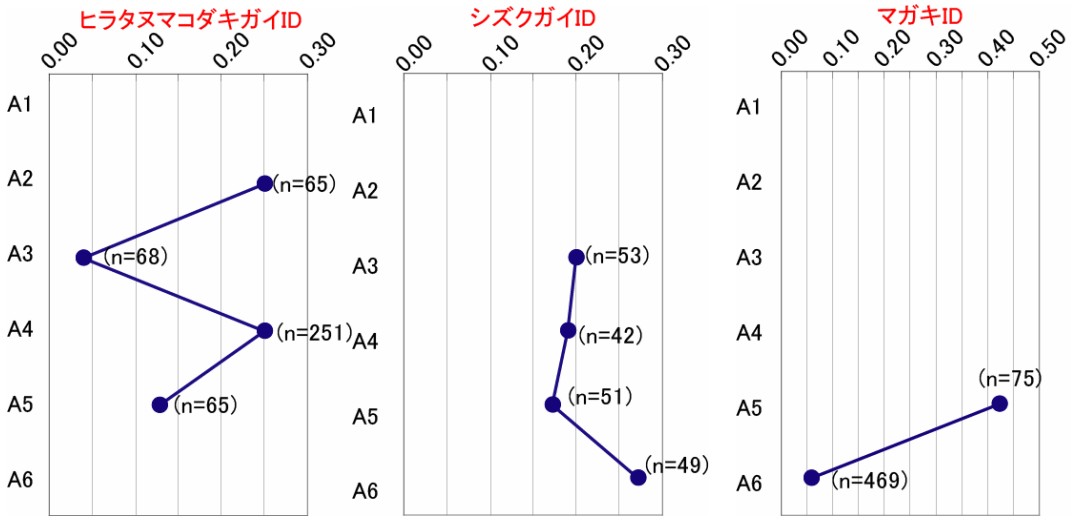


図 1.2.6-8　白石における主要二枚貝類の鉛直方向での Cv-Fr 解析結果．ID が小さいほど現地性程度が高い．

次に，川副(地点 C) における ID の変化を図 1.2.6-9 に示す．C においては，シオフキとアサリの２種類が 30 個体を超す．いずれも，最上部の C1（0ー10cm）の ID が最も小さく，現地性程度が高いが，C4 以深の層準ではシオフキ・アサリ共に産出数が大きく減少している．少なくとも採取地点においては，最上部（長期的に見て現在）が最もアサリ・シオフキの生息に適した環境にあると思われる．

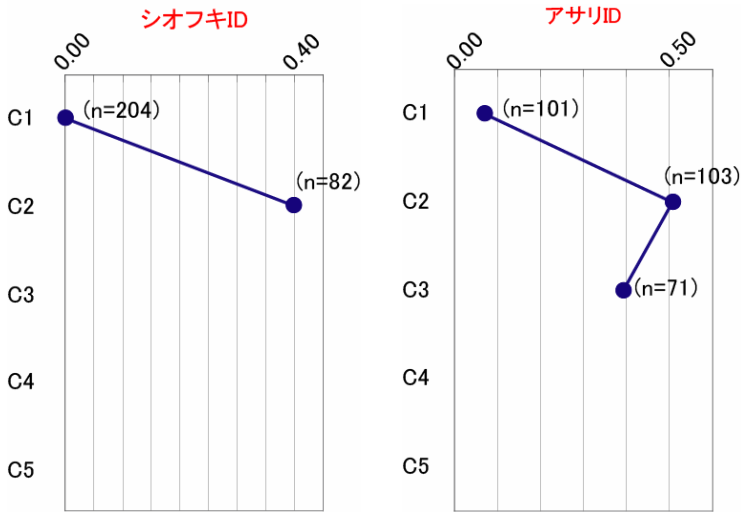


図 1.2.6-9　川副（地点 C）における主要二枚貝類の鉛直方向での Cv-Fr 解析結果.

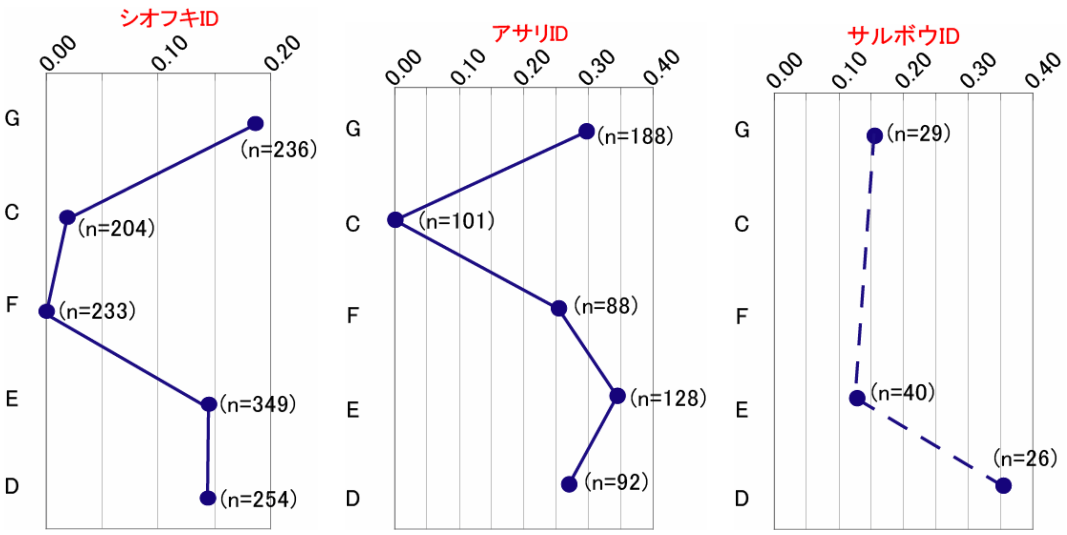


図 1.2.6-10　川副（地点 C, D, E, F, G）における主要二枚貝類の水平方向での Cv-Fr 解析結果. GCFED の順で南→北.

川副沖は表層のバルクサンプリングを測線上に行なったため，その解析結果を図1.2.6-10に示す．図1.2.1-13でも示した通り，この採取地点は砂州上の測線であり，C地点がほぼ砂州の頂部に位置する．図1.2.6-9と図1.2.6-10を見比べると，いずれのアサリとシオフキが主要種であることがわかる．特に水平方向では，砂州の頂部付近に位置するCにおいてアサリのIDが最も小さく現地性程度が高く，シオフキもDおよびCといった砂州頂部付近でIDが小さい．一方，砂州間のややシルト混じりとなる低地に近付くとサルボウの産出が認められ，逆にシオフキやアサリの現地性程度が低下している．

平成20年度

6.3.1　貝殻遺骸分析

貝殻遺骸はジオスライサー試料を10cm深度毎にブロック状に切り出して，その中に含まれる2mm以上の個体を対象とした．

0-35cm深度に相当する部分は，イタヤガイ，マツヤマワスレガイ，ネズミノテガイといった深い古水深を示す二枚貝類が含まれた．また，二枚貝以外でも石灰藻（無節サンゴ藻）やコケムシの遺骸が多く含まれていた．

一方，65-90cmに相当する部分は，深い古水深を示すヒメカノコアサリが多く含まれていたが，石灰藻やコケムシ遺骸は含まれていなかった．

調査地はアサリ漁場であるため，アサリの遺骸は多く含まれていた．またアサリと同様に食用となる主要な二枚貝であるサルボウ，更にこれまでの他地域の調査でも多く産出しているヒメカノコアサリについて個体数変化を調べた．層準ごとの変化を柱状図とともに図1.2.6-11に示す．

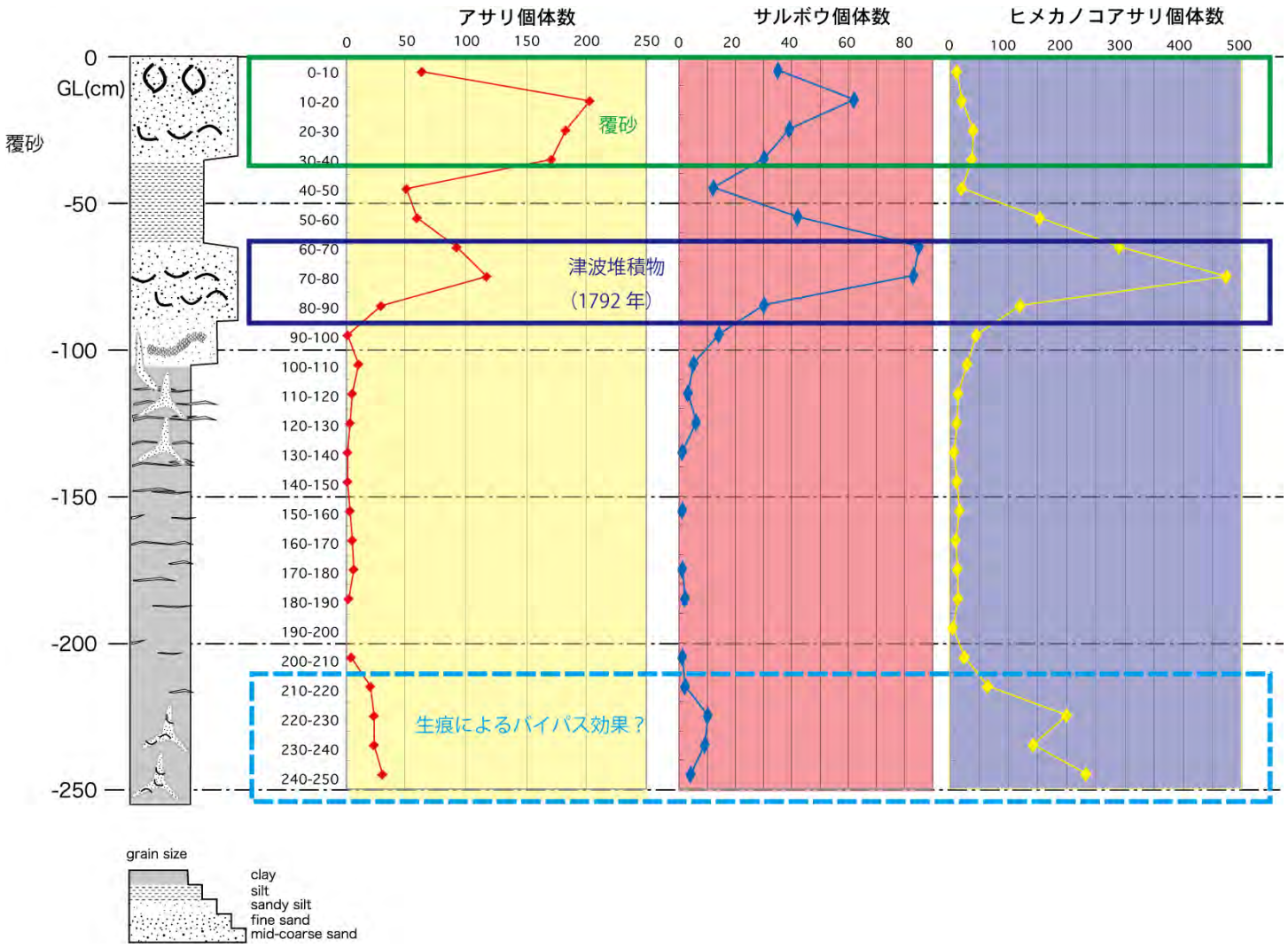


図 1.2.6-11　層準ごとの貝殻遺骸の個体数変化

1.2.7　マクロベントス

分析方法

10 cm の方形枠（10 cm x 10 cm x 5 cm）を用いて各地点 10 サンプル採取し、それらを 1mm のふるいで篩い、ふるいに残った生物をすべて選りだし、種を同定し、種別に個体数を計数し、湿重量を測定した。

平成 17 年度分析結果

分析結果を表 1.2.7-1，1.2.7-2 に示す。

川副沖ではシオフキガイが優占し、鹿島沖ではシズクガイが優占していた。それぞれ、日本における砂底および泥質を代表する二枚貝であり、その他の底生生物を含め、基質の粒度組成を反映した典型的な種組成が見られた。特筆すべき希少種は採集されなかった。

表 1.2.7-1　川副沖のマクロベントス同定結果

個体数　（個体/100 cm2）

科	属　種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE
Mactridae	*Mactra veneriformis*	4	4	7	11	5	3	1	4	6	1	4.60
Arcidae	*Scapharca sativa*	1	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0.70
Glyceridae	*Glycera* sp.	0	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0.70
Veneridae	*Ruditapes philippinarum*	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0.60
Mytilidae	*Modiolus metcalfei*	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.40
Capitellidae	*Partheteromastus* sp.	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0.40
Onuphidae	*Diopatra sugokai*	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0.30
Oedicerotidae	*Synchelidium* sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.20
イソギンチャク	イソギンチャク	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0.20
Solenidae	*Solen strictus*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.20
Dromiidae	*Dromia dehaani*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.10
Nassariidae	Nassariidae sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.10
Oweniidae	*Owenia fusiformis*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.10
Lingulidae	*Lingula anatina*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.10
Aphroditidae	Aphroditidae sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.10
Synaptidae	*Protankyra* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.10

湿重量　（g WW/100 cm2）

科	属　種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE
Mactridae	*Mactra veneriformis*	8.4247	8.0681	11.4625	15.0500	4.2085	2.1951	3.3046	9.8146	9.9393	0.1450	7.26
イソギンチ	イソギンチャク	0.0000	0.0000	7.8808	0.0000	0.0000	0.0000	0.1960	0.0000	0.0000	0.0000	0.81
Synaptidae	*Protankyra* sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.8307	0.0000	0.48
Mytilidae	*Modiolus metcalfei*	0.0000	1.6262	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.16
Arcidae	*Scapharca sativa*	0.0755	0.0451	0.3165	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1222	0.0000	0.0000	0.06
Veneridae	*Ruditapes philippinarum*	0.1514	0.0197	0.0512	0.0000	0.1490	0.0000	0.1131	0.0000	0.0000	0.0000	0.05
Dromiidae	*Dromia dehaani*	0.0000	0.0000	0.3044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.03
Glyceridae	*Glycera* sp.	0.0000	0.0068	0.0061	0.0323	0.0000	0.0726	0.0000	0.0016	0.1312	0.0000	0.03
Solenidae	*Solen strictus*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1666	0.02
Nassariidae	Nassariidae sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0888	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.01
Onuphidae	*Diopatra sugokai*	0.0171	0.0000	0.0088	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0080	0.0000	0.0000	0.00
Lingulidae	*Lingula anatina*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0309	0.0000	0.0000	0.00
Oweniidae	*Owenia fusiformis*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
Aphroditida	Aphroditidae sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0067	0.0000	0.00
Capitellida	*Partheteromastus* sp.	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0000	0.00
きれはし	多毛類	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.00
Oedicerotid	*Synchelidium* sp.	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.00

表 1.2.7-2　鹿島沖のマクロベントス同定結果

個体数　　（個体/100 cm2）

科	属　種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE
Semelidae	*Theora fragilis*	12	21	33	5	31	3	13	10	20	16	16.40
Arcidae	*Scapharca sativa*	0	3	0	0	0	0	8	6	0	2	1.90
Veneridae	*Paphia undulata*	1	1	1	1	1	1	6	0	1	0	1.30
Spionidae	*Paraprionospio* type B	0	6	1	0	1	2	1	0	0	0	1.10
Veneridae	*Veremolpa micra*	2	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0.80
Pilargidae	*Sigambra phuketensis*	0	0	1	3	0	2	1	0	1	0	0.80
Nephtyidae	*Aglaophamus* sp.	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0.60
Magelonidae	*Magelona* sp.	0	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0.60
Spionidae	*Prionospio pulchra*	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0.40
Nassariidae	Nassariidae sp.	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.40
Sternaspida	*Sternaspis scutata*	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.30
Chaetopteri	*Mesochaetopterus japonicus*	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.30
Glyceridae	*Glycera* sp.	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0.30
Capitellida	*Heteromastus* sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0.30
Columbellid	*Mitrella martensi*	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0.30
Spionidae	*Pseudopolydora kempi*	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0.30
Hesionidae	*Gyptis*　sp.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.20
Leucosiidae	Leucosiidae sp.	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.20
Capitellida	*Capitella* sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0.20
Spionidae	*Scolelepis* sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10
Synaptidae	*Protankyra* sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10
Pectinariid	*Pectinaria* sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.10
Onuphidae	*Diopatra sugokai*	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.10
エビ	エビ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.10
小型巻貝	小型巻貝	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.10
Nereidae	*Nectoneanthes latipoda*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.10
Sigalionida	*Sthenelais* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10
Hesionidae	*Hesione* sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.10

湿重量　　（gWW/100 cm2）

科	属　種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVE
Semelidae	*Theora fragilis*	1.9513	3.3603	4.4091	0.6773	4.5817	0.5335	1.6165	0.8251	2.8823	1.6379	2.2475
Veneridae	*Paphia undulata*	0.3207	0.3346	0.1859	0.3610	0.0076	0.1818	1.9494	0.0000	0.4907	0.0000	0.3832
Arcidae	*Scapharca sativa*	0.0000	1.3246	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9315	1.0087	0.0000	0.0923	0.3357
Synaptidae	*Protankyra* sp.	0.0000	1.5856	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1586
Nassariidae	Nassariidae sp.	0.7919	0.1639	0.0000	0.0000	0.1366	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1092
Leucosiidae	Leucosiidae sp.	0.0000	0.2824	0.0000	0.0000	0.1315	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0414
Columbellida	*Mitrella martensi*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1491	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149
エビ	エビ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0984	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0098
Veneridae	*Veremolpa micra*	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0691	0.0000	0.0000	0.0216	0.0098
Nereidae	*Nectoneanthes latipoda*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0529	0.0000	0.0000	0.0053
Magelonidae	*Magelona* sp.	0.0000	0.0000	0.0252	0.0046	0.0163	0.0000	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050
Sternaspidae	*Sternaspis scutata*	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000	0.0216	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026
Nephtyidae	*Aglaophamus* sp.	0.0013	0.0000	0.0046	0.0000	0.0032	0.0020	0.0000	0.0044	0.0000	0.0054	0.0021
Pectinariida	*Pectinaria* sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0204	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
Onuphidae	*Diopatra sugokai*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018
Spionidae	*Paraprionospio* type B	0.0000	0.0079	0.0009	0.0000	0.0067	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017
Spionidae	*Scolelepis* sp.	0.0117	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012
Chaetopterid	*Mesochaetopterus japonicus*	0.0106	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011
Glyceridae	*Glycera* sp.	0.0000	0.0070	0.0000	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010
Capitellidae	*Heteromastus* sp.	0.0000	0.0098	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0010
Pilargidae	*Sigambra phuketensis*	0.0000	0.0000	0.0008	0.0056	0.0000	0.0009	0.0009	0.0000	0.0001	0.0000	0.0008
Spionidae	*Pseudopolydora kempi*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0014	0.0052	0.0007
きれはし	多毛類	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000	0.0004	0.0000	0.0006
Hesionidae	*Gyptis*　sp.	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005
Sigalionidae	*Sthenelais* sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0051	0.0005
小型巻貝	小型巻貝	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Spionidae	*Prionospio pulchra*	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
Capitellidae	*Capitella* sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0001
Hesionidae	*Hesione* sp.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000

②分析結果

分析結果を表 1.2.7-3、表 1.2.7-4 に示す。

白石沖および東与賀沖の底生生物相は、典型的な泥底の生物で占められている。これに対して、川副沖はシオフキガイおよびアサリの懸濁物食の二枚貝が多く生息し、砂底で海水流動の大きな場所であることを示している。

各地点における底生生物の個体数(indiv./m^2)

			和名		学名	(indiv./m^2)	優占度(%)
白石沖	軟体動物	貝類	ワカウラツボ科	カワグチツボ	*Iravadia elegantula*	596	86.1
	軟体動物	貝類	クチベニガイ科	ヒラタヌマコダキガ	*Potamocorbula* cf. *laev*	28	4.0
	軟体動物	貝類	フネガイ科	ハイガイ	*Tegillarca granosa*	28	4.0
	軟体動物	貝類	ミズゴマツボ科	トライミズゴマツボ	*Stenothyra* sp.	28	4.0
	環形動物	多毛類	スピオ科	イトエラスピオ	*Prionospio pulchra*	4	0.6
	環形動物	多毛類	スピオ科	エーレルスピオ	*Prionospio ehlersi*	4	0.6
	環形動物	多毛類	チロリ科		*Glycera onomichiensis*	4	0.6
					Total	692	100

			和名		学名	(indiv./m^2)	優占度(%)
東与賀沖	軟体動物	貝類	クチベニガイ科	ヒラタヌマコダキガ	*Potamocorbula* cf. *laev*	260	37.8
	軟体動物	貝類	ミズゴマツボ科	トライミズゴマツボ	*Stenothyra* sp.	172	25.0
	軟体動物	貝類	ワカウラツボ科	カワグチツボ	*Iravadia elegantula*	252	36.6
	環形動物	多毛類	スピオ科	エハタテスピオ	*Prionospio membranac*	4	0.6
					Total	688	100.0

			和名		学名	(indiv./m^2)	優占度(%)
川副沖	軟体動物	貝類	バカガイ科	シオフキガイ	*Mactra veneriformis*	48	26.7
	軟体動物	貝類	マルスダレイ科	アサリ	*Ruditapes philippinarun*	32	17.8
	環形動物	多毛類	モロテゴカイ科		*Magelona* sp.	28	15.6
	環形動物	多毛類	ヒメエラゴカイ科		Praonidae sp.	16	8.9
	環形動物	多毛類	チロリ科		*Glycera onomichiensis*	12	6.7
	環形動物	多毛類	カギゴカイ科	クシカギゴカイ	*Sigambra phuketensis*	8	4.4
	紐形動物	ヒモムシ類	ヒモムシ目		Heteronemertini	8	4.4
	軟体動物	貝類	マテガイ科	マテガイ	*Solen strictus*	4	2.2
	環形動物	多毛類	イトゴカイ科		Capitellidae sp.	4	2.2
	環形動物	多毛類	イトゴカイ科		*Mediomastus* sp.	4	2.2
	環形動物	多毛類	スピオ科	ベニスピオ	*Prionospio variegata*	4	2.2
	環形動物	多毛類	スピオ科	エーレルスピオ	*Prionospio ehlersi*	4	2.2
	環形動物	多毛類	ミズヒキゴカイ科		*Cirriformia* sp.	4	2.2
	節足動物	甲殻類	クーマ目		Cumacea spp.	4	2.2
					Total	180	100.0

表 1. 2. 7-3　マクロベントスの同定結果

各地点における底生生物の湿重量(gWW/m^2)

				和名	学名	(gWW/m^2)	優占度(%)
白石沖	軟体動物	貝類	クチベニガイ科	ヒラタヌマコダキガ	*Potamocorbula* cf. *laev*	64.85	50.9
	軟体動物	貝類	フネガイ科	ハイガイ	*Tegillarca granosa*	56.98	44.7
	環形動物	多毛類	スピオ科	イトエラスピオ	*Prionospio pulchra*	0.00	0.0
	環形動物	多毛類	スピオ科	エーレルスピオ	*Prionospio ehlersi*	0.02	0.0
	環形動物	多毛類	チロリ科		*Glycera onomichiensis*	0.01	0.0
	軟体動物	貝類	ミズゴマツボ科	トライミズゴマツボ	*Stenothyra* sp.	0.14	0.1
	軟体動物	貝類	ワカウラツボ科	カワグチツボ	*Iravadia elegantula*	5.42	4.3
					Total	127.42	100.0

				和名	学名	(gWW/m^2)	優占度(%)
東与賀沖	軟体動物	貝類	クチベニガイ科	ヒラタヌマコダキガ	*Potamocorbula* cf. *laev*	158.80	98.8
	軟体動物	貝類	ミズゴマツボ科	トライミズゴマツボ	*Stenothyra* sp.	1.10	0.7
	軟体動物	貝類	ワカウラツボ科	カワグチツボ	*Iravadia elegantula*	0.74	0.5
	環形動物	多毛類	スピオ科	エハタテスピオ	*Prionospio membranac*	0.02	0.0
					Total	160.67	100.0

				和名	学名	(gWW/m^2)	優占度(%)
川副沖	軟体動物	貝類	バカガイ科	シオフキガイ	*Mactra veneriformis*	420.08	94.0
	軟体動物	貝類	マルスダレイ科	アサリ	*Ruditapes philippinarun*	26.23	5.9
	軟体動物	貝類	マテガイ科	マテガイ	*Solen strictus*	0.10	0.0
	環形動物	多毛類	ヒメエラゴカイ科		Praonidae sp.	0.04	0.0
	環形動物	多毛類	チロリ科		*Glycera onomichiensis*	0.33	0.1
	環形動物	多毛類	イトゴカイ科		Capitellidae sp.	0.02	0.0
	環形動物	多毛類	イトゴカイ科		*Mediomastus* sp.	0.01	0.0
	環形動物	多毛類	スピオ科	ベニスピオ	*Prionospio variegata*	0.00	0.0
	環形動物	多毛類	スピオ科	エーレルスピオ	*Prionospio ehlersi*	0.01	0.0
	環形動物	多毛類	モロテゴカイ科		*Magelona* sp.	0.12	0.0
	環形動物	多毛類	カギゴカイ科	クシカギゴカイ	*Sigambra phuketensis*	0.03	0.0
	環形動物	多毛類	ミズヒキゴカイ科		*Cirriformia* sp.	0.08	0.0
	紐形動物	ヒモムシ類	ヒモムシ目		Heteronemertini	0.02	0.0
	節足動物	甲殻類	クーマ目		Cumacea spp.	0.01	0.0
					Total	447.11	100.0

表 1.2.7-4　マクロベントスの同定結果

1.2.8　有機汚濁等に関する項目

全有機炭素（TOC）、全窒素（T-N）、安定同位体炭素（^{13}C）

分析方法

各層の底質サンプルを凍結乾燥し、2N の HCl を用いて無機炭酸塩を除去し、真空乾燥後、元素分析装置（Fisons　NA-1500）を用いて TOC（全有機炭素量）および TN（全窒素量）を分析した。

TOC、T-N・・・元素分析装置（Fisons　NA-1500）

^{13}C・・・・・・安定同位体質量計（サーモクエスト Delta Plus）

平成 17 年度　分析結果

川副沖の分析結果を図 1.2.8-1 に示す。

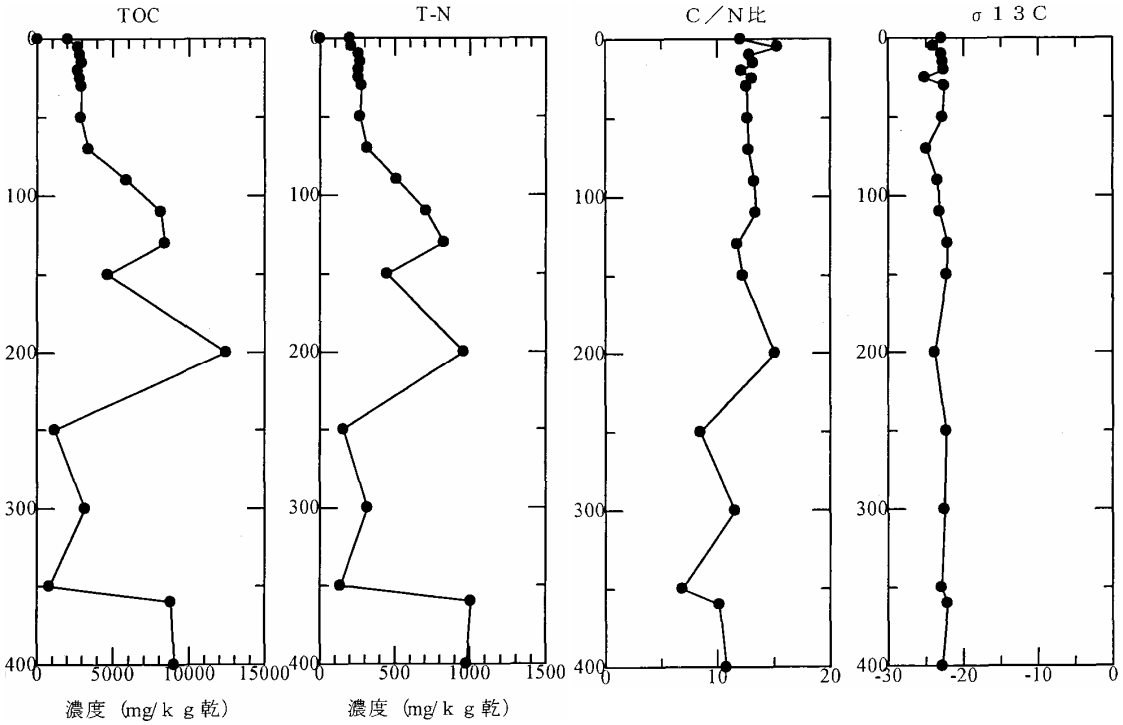


図 1.2.8-1　川副沖の分析結果

川副沖では底質の有機物含量、炭素の安定同位体組成、AVS の値を総合的に判断すると、砂質の基質に見られる典型的なパターンであり、表層で有機物含量が TOC で 2,000～3,000mg/kg に低下する傾向が見られる。

堆積する有機物には鉛直方向に質的な変化は見られず、C/N 比が 12～15、δ^{13}C の値が-23～-22 程度の範囲にある。

鹿島沖での分析結果を図 1.2.8-2 に示す。

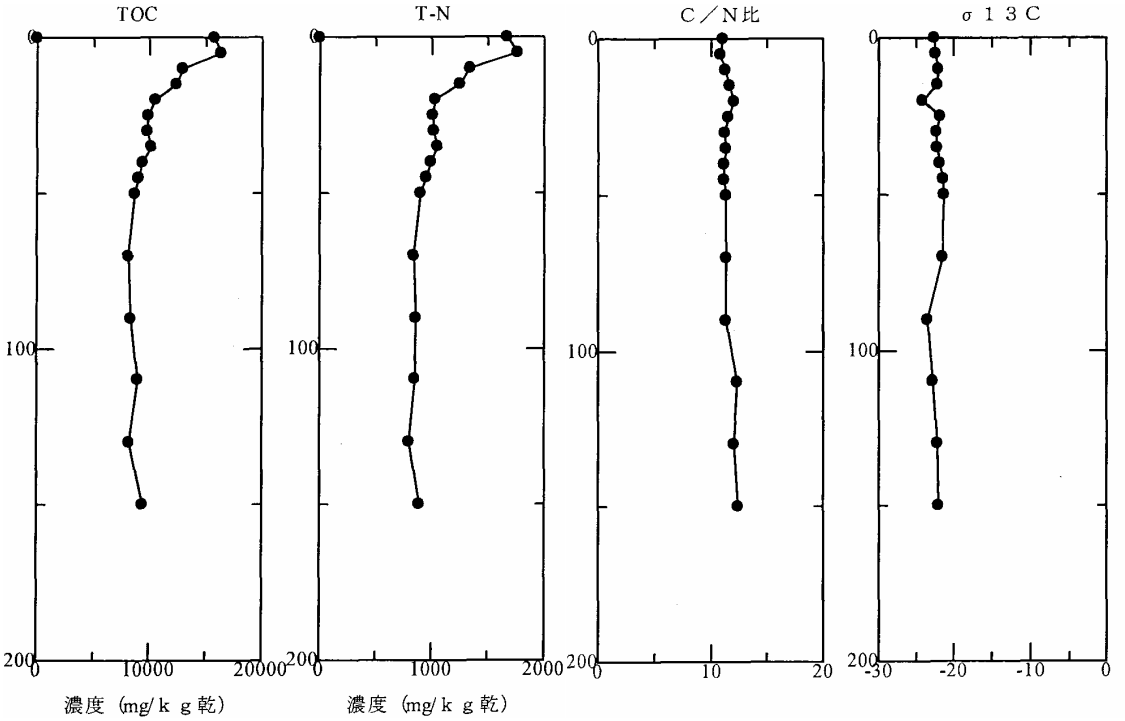


図 1.2.8-2　鹿島沖の分析結果

鹿島沖では有機物含量が表層で増加する傾向が見られ、近年有機物の堆積量が増加している可能性が高い。その有機物の組成には大きな変化が見られない。

川副沖と比較すると C/N 比が若干低く、$\delta^{13}C$ の値も-22～-21 程度で、より植物プランクトンの組成に近い。従って、水中で生産される有機物の堆積量が近年増加していることが推測される。その結果として、AVS の増加が著しく、嫌気化が進行していると考えられる。

平成 18 年度　分析結果

白石沖の分析結果を図 1.2.8-3 に示す。

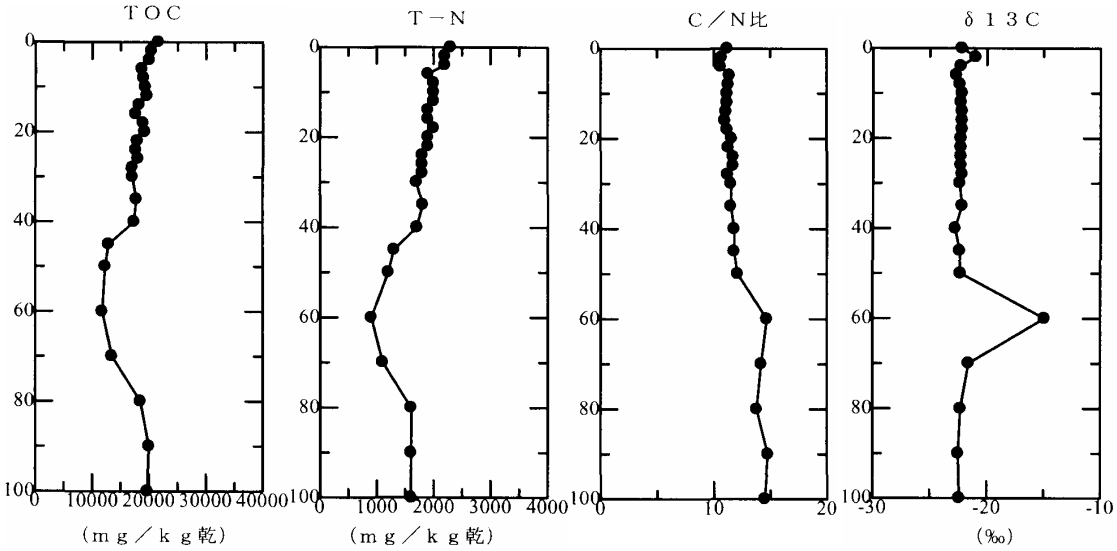


図 1.2.8-3　白石沖の分析結果

東与賀沖の分析結果を図 1.2.8-4　に示す。

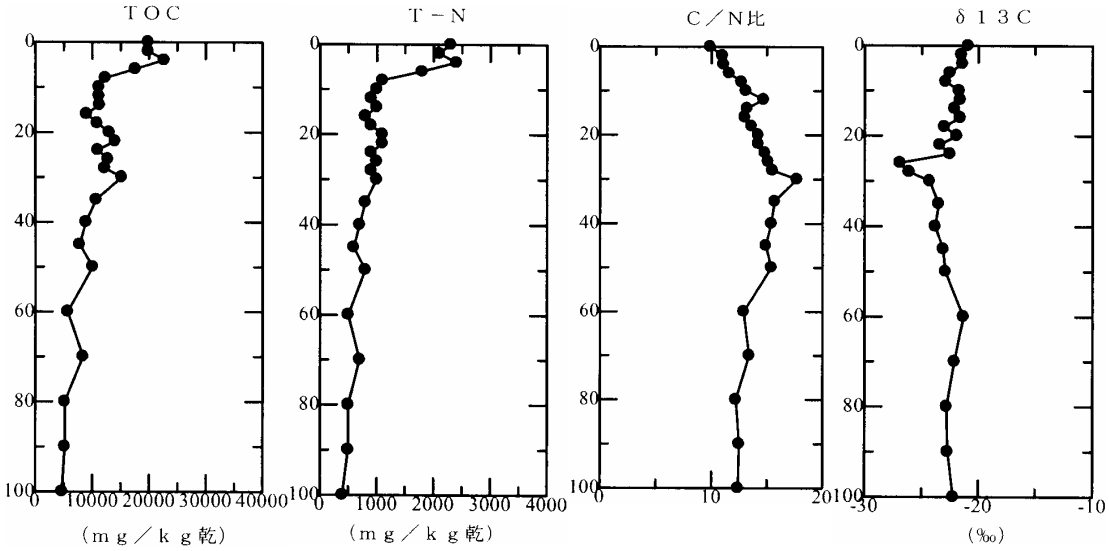


図 1.2.8-4　東与賀沖の分析結果

川副沖の分析結果を図 1.2.8-5 に示す。

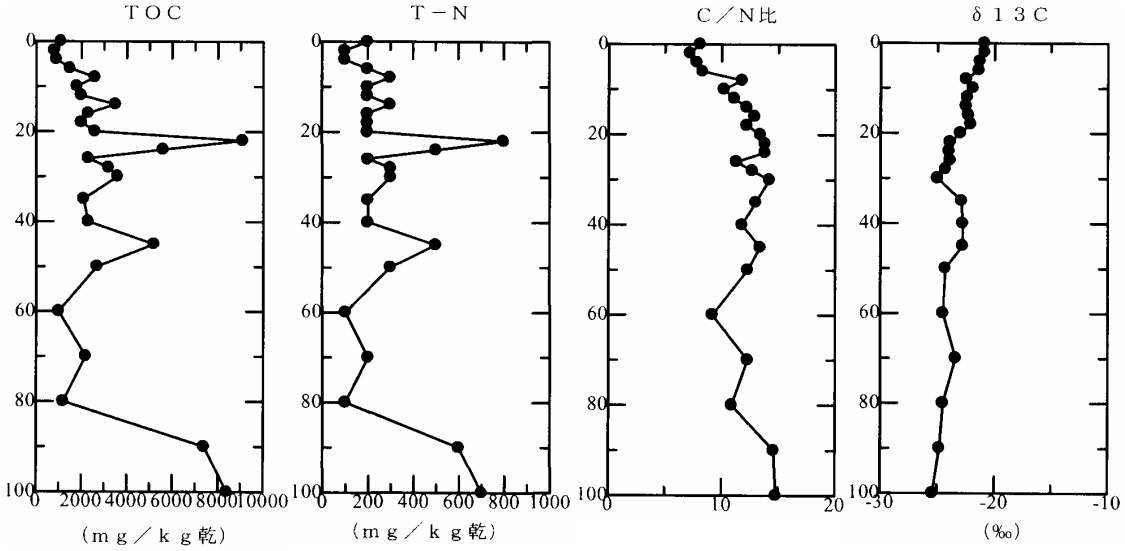


図 1.2.8-5 川副沖の分析結果

白石沖は典型的な泥底の有機物含量を示している。東与賀沖においては、近年の泥化に伴い、表層 6cm までの層では白石沖と同様な泥底で見られる値に有機物含量が増加している。川副沖は TOC が最高でも 9.1 mg/g、表面ではわずか 1.1mg/g で、波に表れている砂底で、有機物の堆積量が極端に少ないことを示している。C/N 比はいずれの地点でも表層で 10 前後の値で、陸上植物の破片などの堆積は少なく、底生微細藻類や植物プランクトンなど、沿岸域で生産される有機物が多く堆積していることを示している。

窒素および炭素の安定同位体比の分析結果からは、白石沖では堆積する有機物のソースが一定していることを示しており、それは炭素の安定同位体比が-22‰程度であることから、水中の植物プランクトン由来の有機物であると考えられる。一方、東与賀沖および川副沖では、表層で窒素および炭素の安定同位体比が増加する傾向が見られ、干潟の基質表面で繁茂する底生微細藻類由来の有機物の影響が大きくなっていることを示している。

平成 20 年度　分析結果

ジオスライサー試料を用いて堆積物中の炭素および窒素含有量を測定した．その結果を表 1.2.8-1 に示す．また，層準ごとの C,N の変化と C/N 比変化を図 1.2.8-6 に示す．

表 1.2.8-1　C,N の分析結果

		サンプル1				サンプル1				平均値		
深さ (cm)	増加率	重量1	修正重量1	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	重量2	修正重量2	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	C/N
0	0.920	54.637	59.388	4.13	0.29	52.582	57.154	4.12	0.28	4.13	0.29	16.9
2	0.881	41.949	47.615	3.33	0.13	49.99	56.742	3.00	0.12	3.17	0.13	29.5
4	0.911	41.345	45.384	4.60	0.27	57.263	62.857	4.63	0.16	4.62	0.22	25.0
6	0.896	42.647	47.597	4.06	0.21	37.318	41.650	3.90	0.15	3.98	0.18	25.8
8	0.867	70.35	81.142	2.38	0.14	61.858	71.347			2.38	0.14	19.8
10	0.909	62.900	69.197	3.47	0.27	39.236	43.164	4.31	0.30	3.89	0.29	15.9
12	0.934	79.843	85.485	4.65	0.37	56.779	60.791	4.81	0.33	4.73	0.35	15.8
14	0.923	46.944	50.860	6.69	0.54	60.065	65.076	6.64	0.57	6.67	0.56	14.0
16	0.913	32.983	36.126	4.77	0.15	30.710	33.636	5.98	0.23	5.38	0.19	33.0
18	0.919	36.001	39.174	7.29	0.48	41.237	44.872	5.66	0.23	6.48	0.36	21.3
20	0.968	31.554	32.597	5.55	0.18	30.730	31.746	5.68	0.16	5.62	0.17	38.5
22	0.962	31.262	32.497	6.76	0.28	32.162	33.432	9.96	1.14	8.36	0.71	13.7
24	0.933	39.107	41.915	6.10	0.27	53.656	57.509	5.70	0.39	5.90	0.33	20.9
26	0.946	39.267	41.508	7.79	0.40	37.742	39.896	10.89	0.40	9.34	0.40	27.2
28	0.934	35.620	38.137	5.03	0.19	33.366	35.724	5.20	0.18	5.12	0.19	32.3
30	0.937	52.013	55.510	3.95	0.21	46.721	49.862	3.86	0.19	3.91	0.20	22.8
35	0.950	41.839	44.041	5.64	0.28	48.483	51.035	5.54	0.32	5.59	0.30	21.7
40	0.935	61.755	66.048	5.16	0.31	60.577	64.788	5.12	0.29	5.14	0.3	20.0
45	0.974	36.290	37.259	10.09	0.74	31.672	32.517	11.51	0.41	10.80	0.58	21.9
50	0.974	45.254	46.462	10.71	0.83	34.373	35.291	10.90	0.77	10.81	0.80	15.8
60	0.944	45.54	48.242	3.13	0.24	54.686	57.930	3.08	0.24	3.11	0.24	15.1
70	0.919	51.072	55.573	2.34	0.14	62.56	68.074	2.26	0.14	2.30	0.14	19.2
80	0.929	50.622	54.491	2.94	0.11	67.295	72.438	2.81	0.10	2.875	0.11	31.9
90	0.938	64.663	68.937	1.96	0.15	48.068	51.245	2.30	0.15	2.13	0.15	16.6
100	0.946	62.445	66.010	1.26	ND	67.943	71.821	1.19	ND	1.225	ND	-
110	0.926	73.026	78.882	3.22	0.06	49.480	53.434	5.95	0.35	4.59	0.21	26.1
120	0.923	66.967	72.554	6.43	0.28	66.102	71.616	4.84	0.28	5.64	0.28	23.5
130	0.972	52.739	54.258	4.20	0.38	69.566	71.570	4.20	0.34	4.20	0.36	13.6
140	0.944	59.648	63.186	5.59	0.34	55.430	58.718	5.46	0.32	5.53	0.33	19.5
150	0.962	35.279	36.673	8.04	0.56	45.899	47.712	7.65	0.53	7.85	0.55	16.8
160	0.948	36.863	38.885	6.55	0.29	35.779	37.742	5.98	0.23	6.27	0.26	28.1
170	0.943	51.032	54.117	5.51	0.30	44.719	47.422	5.39	0.25	5.45	0.28	23.1
180	0.945	32.828	34.739	8.44	0.48	30.503	32.278	8.47	0.46	8.46	0.47	21.0
200	0.958	38.307	39.986	9.78	0.65	39.640	41.378	3.83	0	6.805	0.375	21.2
210	0.965	31.905	33.062	7.60	0.38	29.682	30.759	7.47	0.34	7.54	0.35	25.1
220	0.956	34.691	36.286	8.16	0.31	34.049	35.616	9.00	0.38	8.58	0.35	29.0
230	0.912	36.13	39.616	5.59	0.23	47.88	52.500	5.54	0.30	5.57	0.27	24.5
240	0.903	54.237	60.063	6.08	0.31	38.804	42.972	5.82	0.20	5.95	0.255	27.2
250	0.889	37.368	42.034	6.14	1.80	34.155	38.420	5.77	0.39	5.96	1.10	6.3

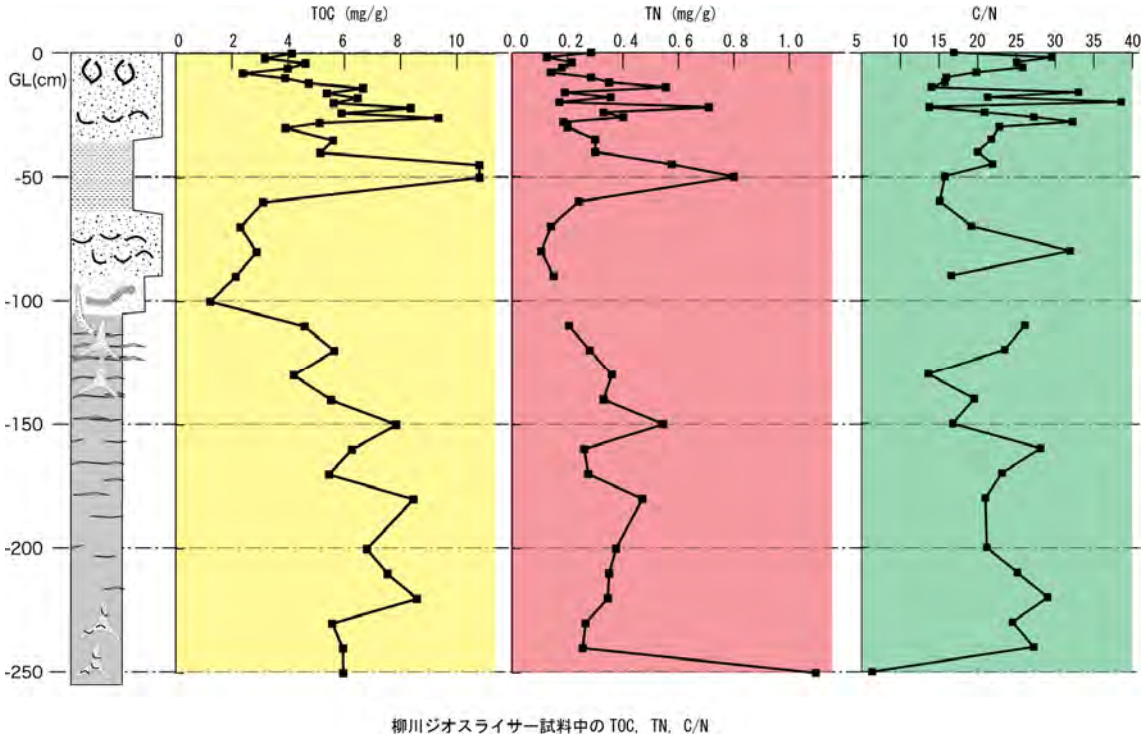


図 1.2.8-6　C，N および C/N 比の層準ごとの変化

堆積物中の全有機炭素（TOC），全窒素（TN），C/N 比について調べた．C/N 比に関しては鉛直方向での顕著な変化傾向等は認められなかった．また，TN についても鉛直方向での変化傾向等は認められなかった．TOC は，表層に近い部分（表層から約 10cm）で低い値を示し，30cm 以浅で比較的低い値を示した．また，深度 60cm から 100cm においても低い値を示した(おおよそ 3mg/g 未満)．これらの TOC が低い層準はそれぞれ，覆砂，津波堆積物の層準に相当する．覆砂や津波堆積物の特徴として TOC が低くなっているという訳ではなく，これらの層準が他と比較して粒度が粗くなっているために，TOC が低くなっていると考えられる．

酸揮発性硫化物（AVS）

分析方法

各層のサンプルについて、検知管法を用いて、酸揮発性硫化物量（AVS）を求めた。

平成 17 年度分析結果

鹿島沖、川副沖の分析結果を図 1.2.8-7 に示す。

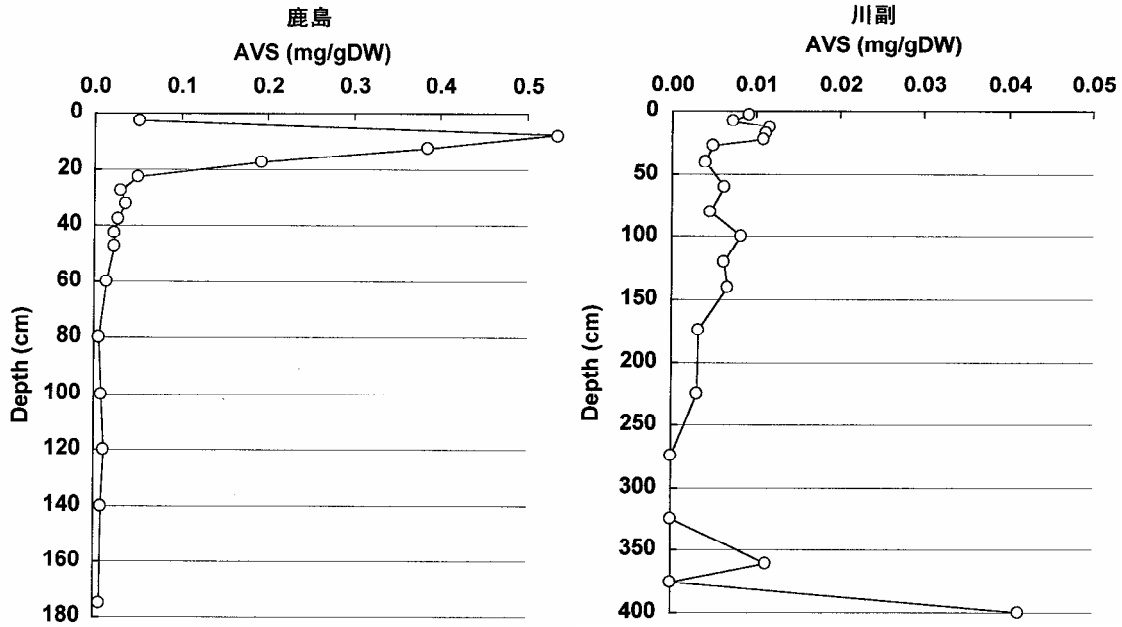


図 1.2.8-7　酸揮発性硫化物量（AVS）

底質の AVS の鉛直プロファイルは、鹿島沖の調査地点の表層で 0.5 mg/g dry sediment を超える値が見られ、有機物量でも表層 10 cm までの層でそれ以深の層と比較して増加傾向が著しくことから、近年、海底に堆積する有機物量が増加し、底質がより嫌気化する方向へ変化する傾向が認められる。川副沖の調査地点では、表層から深層にむけて AVS の値も低く、大きな変化が認められないので、底質環境は安定して推移していると考えられる。

平成 18 年度分析結果

白石沖、東与賀沖、川副沖の分析結果を図 1.2.8-8 に示す。

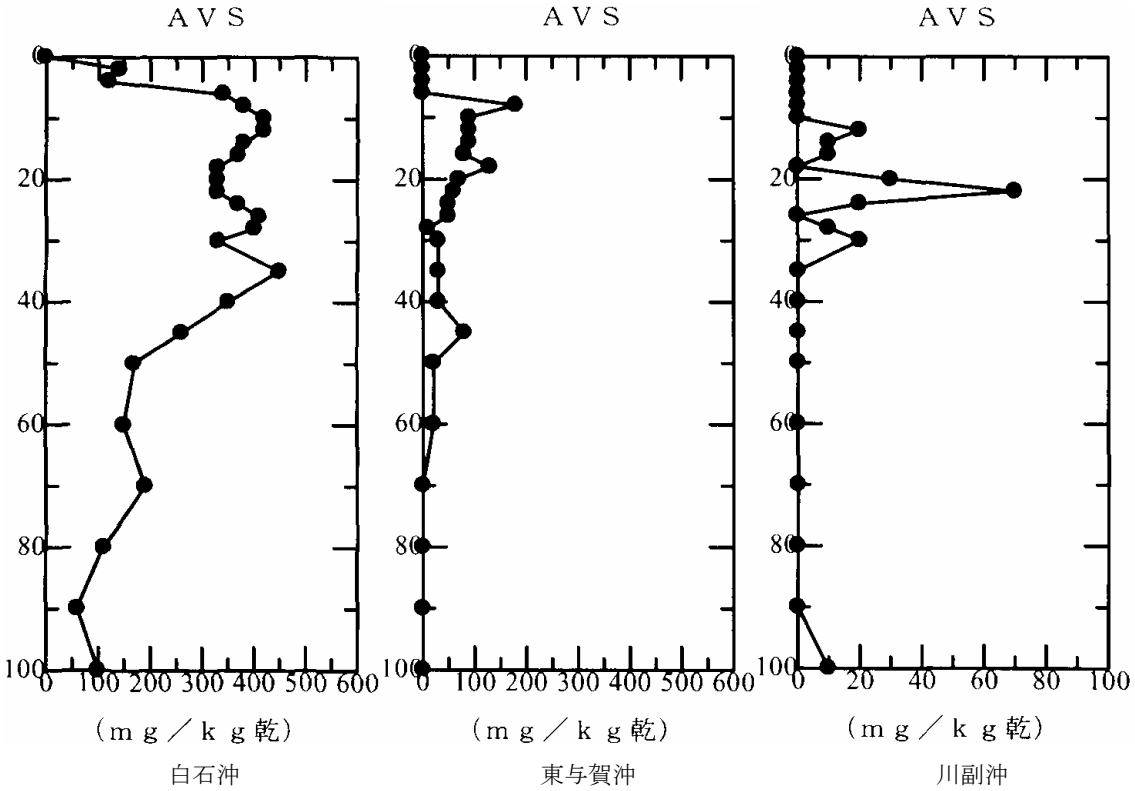


図 1.2.8-8　酸揮発性硫化物量（AVS）

AVS の値はいずれの地点でも低く、底生生物の生息に影響を与えるようなレンジにはない。底質は泥底であっても、砂底であっても酸化的な環境条件が保たれていることを示している。

化学的酸素要求量（ＣＯＤ）

分析方法

底質調査法（昭和６３年環水管第１２７号）

分析結果

分析結果を図 1.2.8-9 に示す。

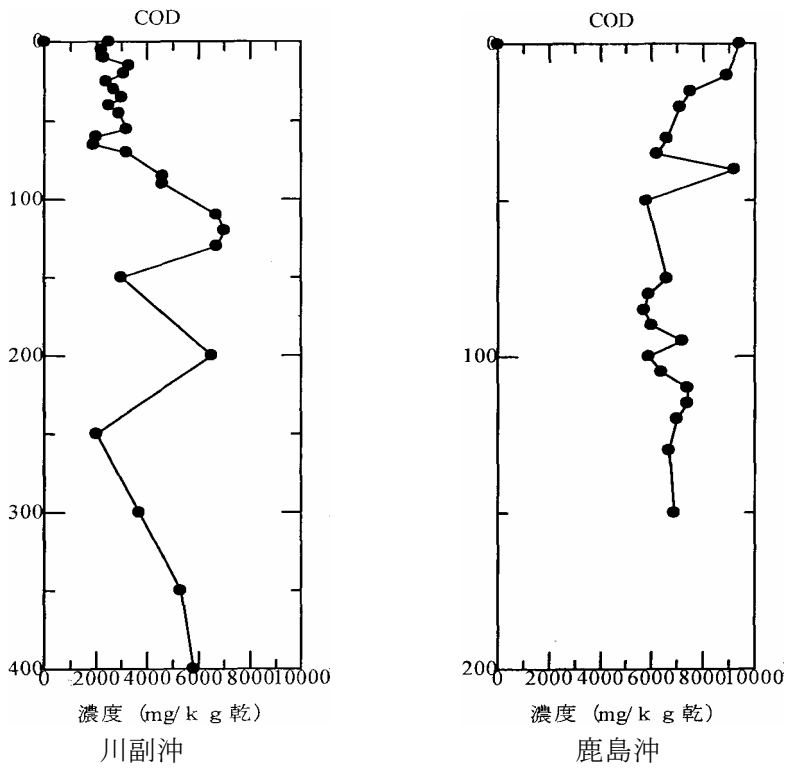


図 1.2.8-9　化学的酸素要求量（COD）

川副沖では下層に向かうに従い、砂質から泥質に変化しているため、ＣＯＤが高くなる傾向にある。

鹿島沖では表層付近でＣＯＤが高い傾向にある。

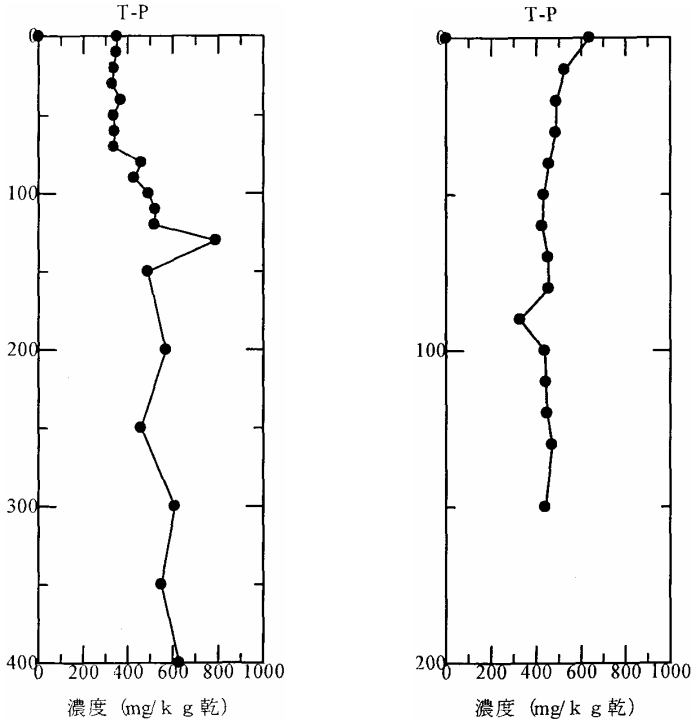
全りん（Ｔ－Ｐ）

分析方法

底質調査法（昭和６３年環水管第１２７号）

分析結果

分析結果を図 1.2.8-10 に示す。



川副沖　　鹿島沖

図 1.2.8-10　全リン

川副沖では下層に向かうに従い、砂質から泥質に変化しているため、Ｔ－Ｐが高くなる傾向にある。

鹿島沖では表層に向かうほど、Ｔ－Ｐがやや高くなる傾向にある。

分析結果

分析結果を参考資料図Ａ－７（白石沖）、Ｂ－７（東与賀沖）、Ｃ－７（川副沖）に示す。

川副沖、東与賀沖、白石沖と泥分率が高くなるにつれ、Ｔ－Ｐは高くなる傾向にあり、また変動幅も大きくなっている。

鉛直濃度分布については、各地点とも明確な傾向は見られなかった。

1.2.9　重金属関係

平成 17 年度

分析方法

2 カ所において採取された試料中に含まれる重金属イオンの分析を、試料の深さ毎に分析した。光周波誘導プラズマ分析法（ＩＣＰ）およびゼーマン分光型フレームレス原子吸光分析法（ＡＡ)、水銀分析器により、重金属イオンを ppm から ppb の範囲で測定した。

測定金属イオン：Cd, Zn, Mn, Pb, Cu, Sn, Sr, Cr, Al, Fe, As, Hg

前処理方法

湿った試料 1 グラム近くをとり、デシケーター中で 3－5 日乾燥させた。水分量を乾燥前後の質量の差より求めた。

2 グラムの湿泥を取り、0.1M HCl 10ml に溶解した。1 時間　190rpm で振盪した。試料を 1000rpm で５分間遠心分離した。上澄み液を取り、メンブランフィルターで濾過した。濾液を分析試料とした。

乾燥した 2 グラムの底泥試料を取り、3ml 濃硝酸、9ml 塩酸を加えた。その溶液を更にマイクロ波加熱装置で 90-95℃、25 分間処理した。溶液に蒸留水を加え希釈し、遠心分離した。上澄み液をメンブランフィルターで濾過し分析試料溶液とした。残った底泥を更に水で処理し、濾過し、分析試料に加えた。試料溶液の全量を 100ml とした。分析方法はＩＣＰ、ＡＡである。

分析結果

分析結果を図 1.2.9-1（川副沖)、図 1.2.9-2（鹿島沖）に示す。

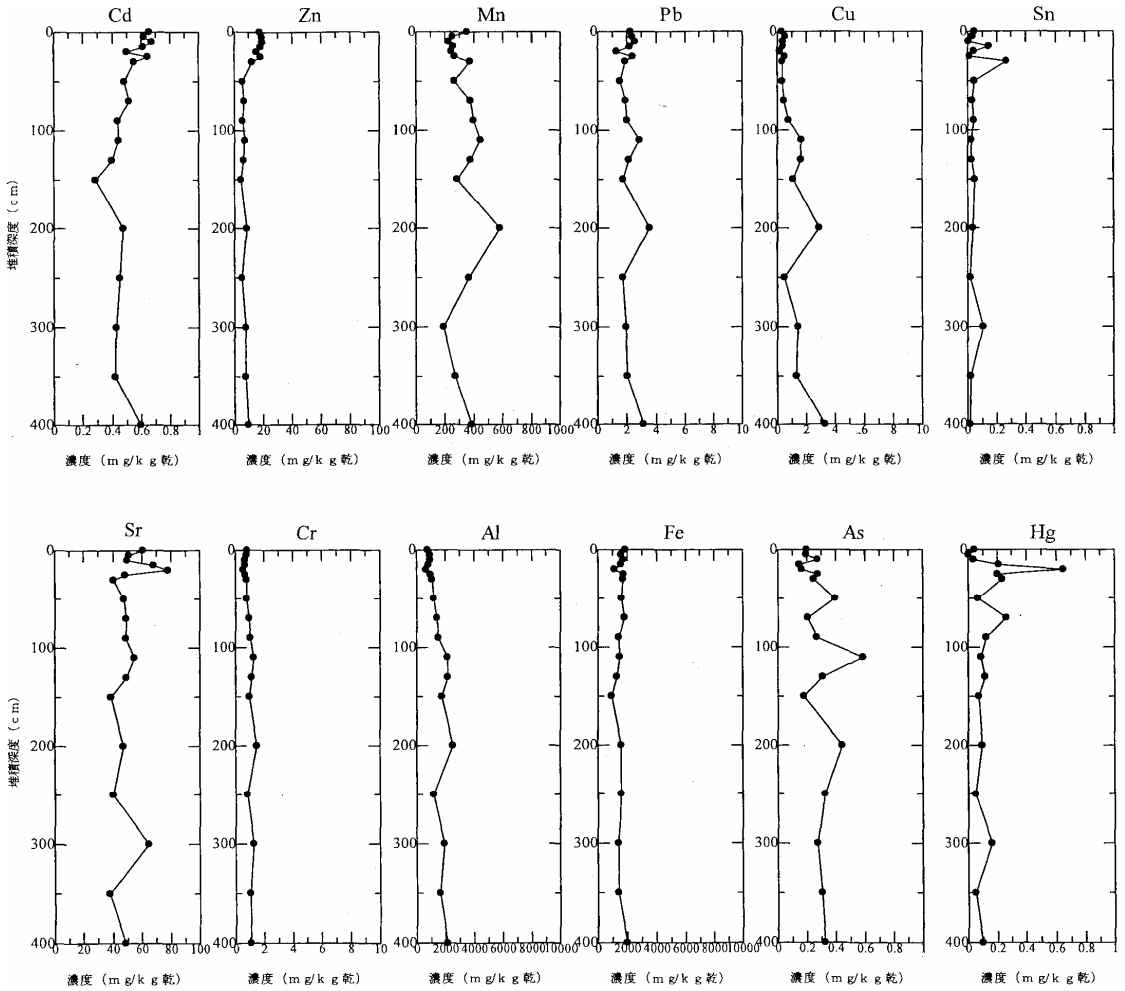


図 1.2.9-1　川副沖　重金属分析結果

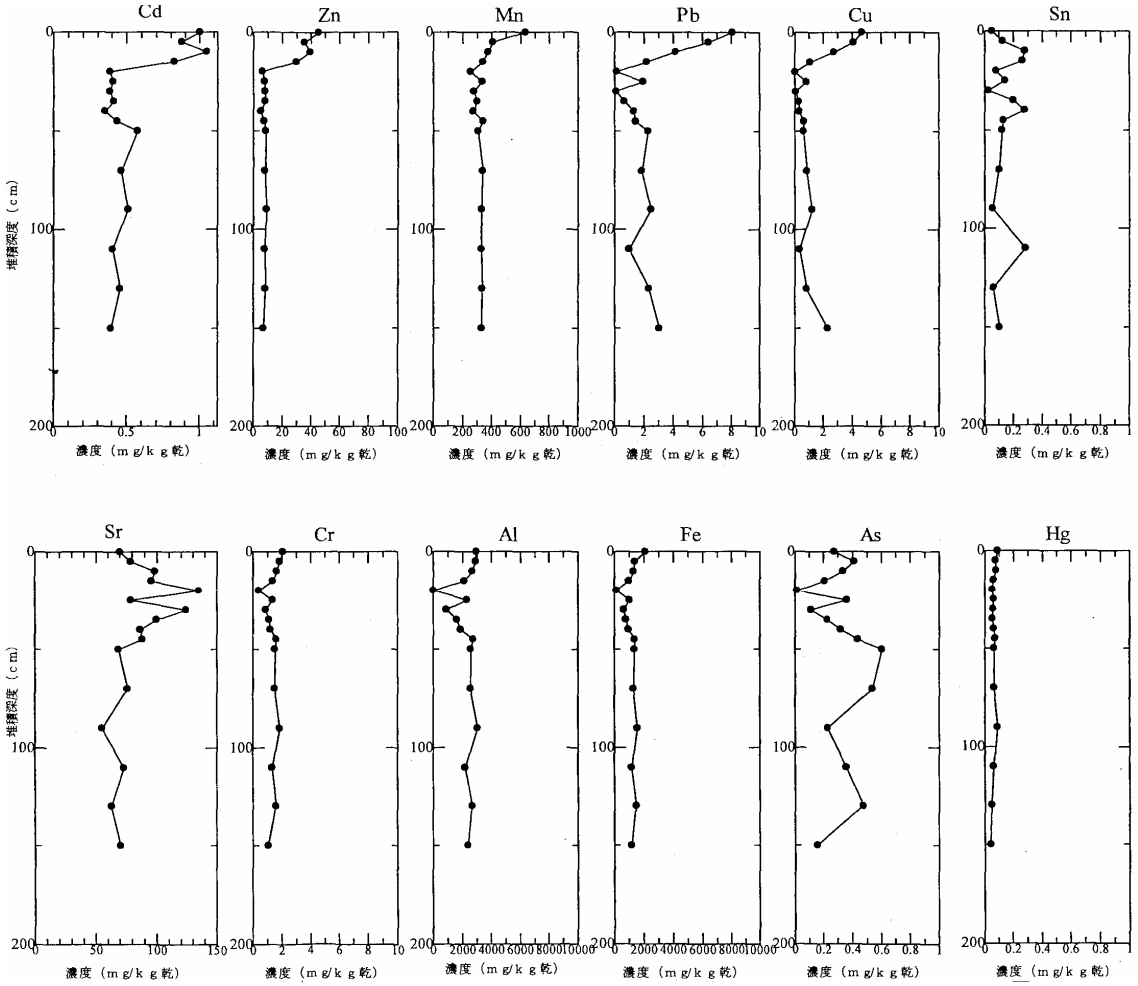


図 1.2.9-2　鹿島沖　重金属分析結果

鹿島沖が金属濃度が高い。

鹿島沖では浅いところで金属濃度が高く２０ｃｍより深いところで急激に減少している（Zn, Cd, Pb, Cu,Mn においてその傾向が顕著である)。

鹿島沖で２０ｃｍのところで減少している元素：Al,Cr, Fe,As, Sn, Hg

川副沖では、 Zn, Cd が浅いところでやや高くなっている。

深くなるほど金属濃度が増大するもの

鹿島沖、なし；　川副沖、Cu, Cr, Al, Mn

深さに関係なく堆積する元素

鹿島沖、Al, Cr, Sr, Fe, As, Sn,Hg（20cm のところで減少している元素を含む)。

川副沖、Pb, Sr, Fe, Sn, As, Hg

金属間の相関関係が見られる元素

鹿島沖、Zn-Cd, Zn-Pb, Zn-Cu,　Al-Fe　；川副沖、Zn-Cd

鹿島沖の元素の堆積は AVS の濃度と類似している。すなわち、重金属イオンは硫化物として堆積する傾向にある。川副沖でも Zn,、Cd についてそのような傾向が見られる。

底泥の粒径を見ると鹿島沖の方が小さいので、粒径が小さいほど金属の堆積が起こりやすい。

【まとめ】

干潟・底泥が細粒化するほど、干潟の酸素が減少し硫化物が増える傾向にある。その結果金属イオンも硫化物として堆積しやすくなる。

干潟環境の悪化が貧酸素状態、硫化物の増大、金属硫化物の増大をもたらす。鹿島沖の２０ｃｍより浅いところから、環境の変化が起こっていないか。

平成 18 年度

分析方法

前処理方法

底泥試料をデシケーターで乾燥

試料20g 1MHCl に溶かす。1時間振等盪

遠心分離する(1500rpm/10 min)

0.45μm メンブランフィルターでろ過

全量を蒸留水で 30ml とする。

分析機器

ICP(Perkin Elemer,Optima 3100 RL)で測定。

水銀は平沼製、水銀測定装置を用いて SnCl2 還元気化法で測定。

As は日立偏光ゼーマン原子吸光光度計を用いてグラファイトファーネス法で測定。

Pd/Mg (1000mg/L)を試料に1:1の割合で加える。

分析結果

分析結果を図 1.2.9-3(白石沖)、1.2.9-4(東与賀沖)、1.2.9-5(川副沖)に示す。

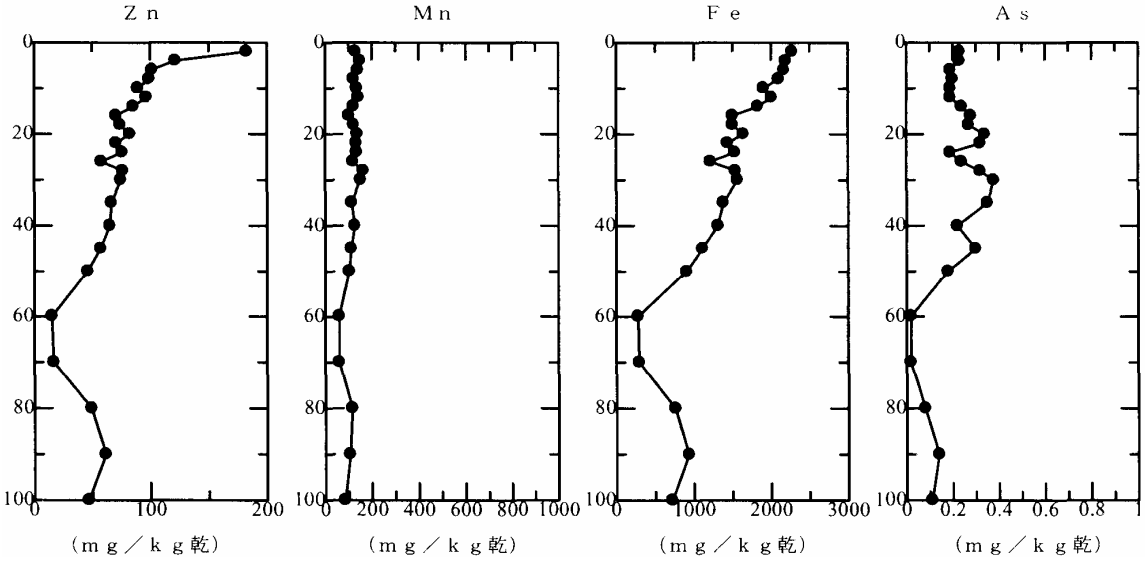


図 1.2.9-3　白石沖　重金属分析結果

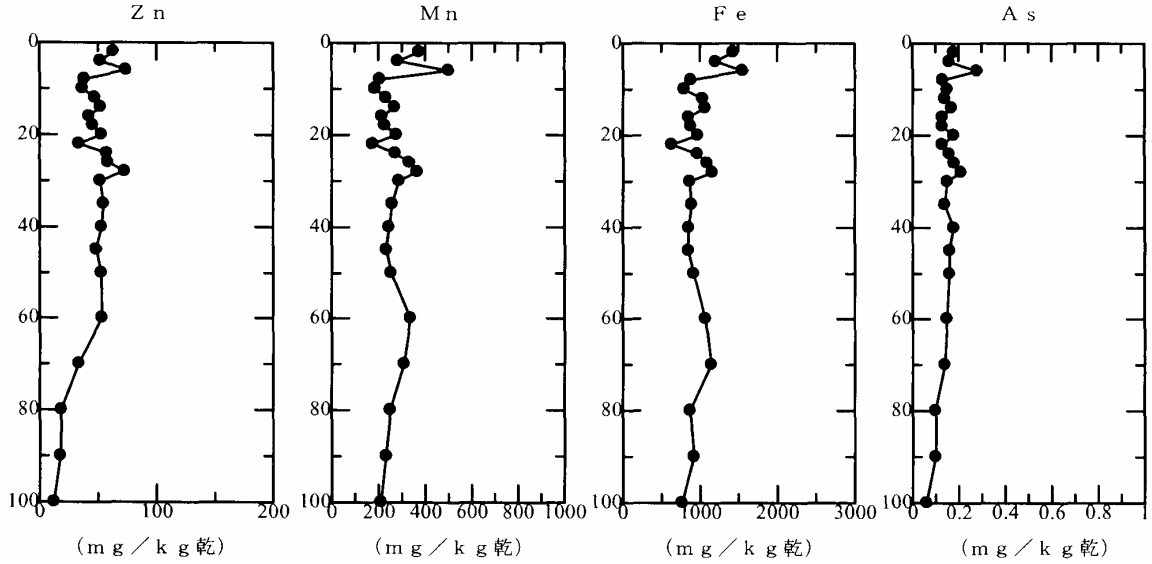


図 1.2.9-4　東与賀沖　重金属分析結果

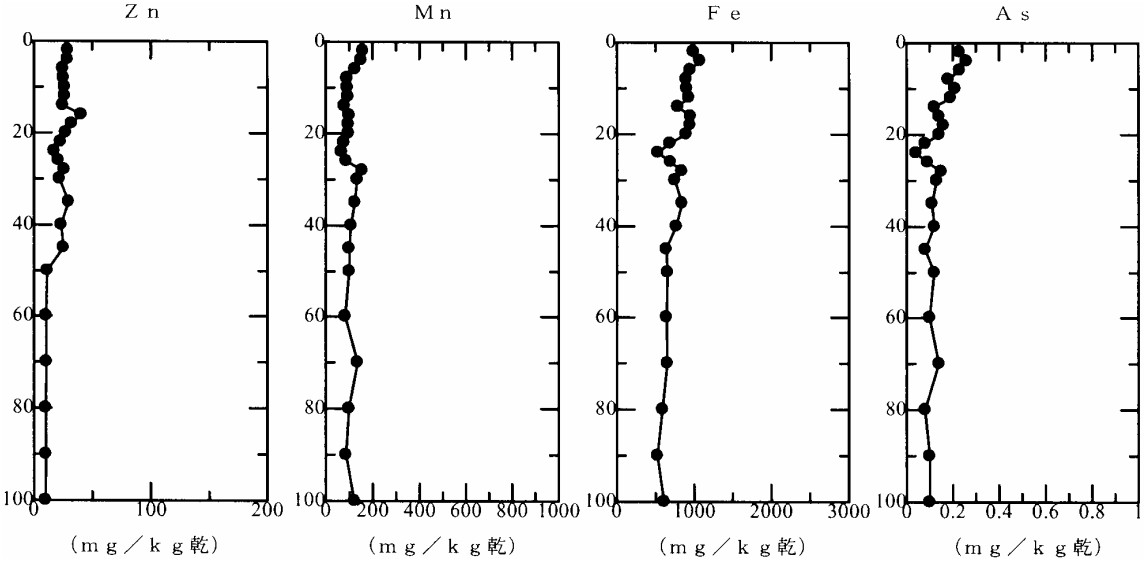


図 1.2.9-5　**川副沖　重金属分析結果**

金属濃度は白石、東与賀、川副の順に高くなっている。これは、底での粒度が大きな要因である。泥化し、粘土化する地域ほど底泥に金属濃縮は起こりやすい。

Zn濃度はCd、Cu, pbと類似の濃縮傾向を示している。HSAB則が成立している。

Mnは白石地域がかえって低い値である。

Feは白石地域が高い。

As は地域における差が少ない。

平成２０年度

①分析方法

１）前処理方法

凍結乾燥機を用いて干泥サンプルを乾燥させた。乾燥した干泥サンプルを 2 g 量り、1 mol dm^{-3} 塩酸を 20 cm^3 加えた。マルチシェイカーを用いて約 200 rpm で 40 ～50 分攪拌し、遠心機を用いて 1500 rpm で 10 分間遠心分離した。シリンジとフィルターを用いてサンプルをアイボーイに移した。またそのサンプルを 1 cm^3 取り 1 $moldm^{-3}$ 塩酸を 10 cm^3 加え 10 倍希釈した。

２）分析機器（装置）

凍結乾燥機　FDU－1100

卓上多本架遠心機　LC－200

マルチシェイカー　FMC－1000

ICP 発光分析装置　Optima3000

偏光ゼーマン原子吸光光度計　Z－2000

グラファイトファーネスト原子化法

②分析結果

図 1.2.9-6 に示したように、亜鉛、ストロンチウム、銅は深さ 100 cm より浅い地点が高濃度である。アルミニウム、バリウム、コバルト、鉄は 100 cm より浅い地点が高濃度である。マンガンは深さによる傾向はみられなかった。

また、底泥主成分であるアルミニウム、鉄が深さ 0 ～35 cm、50 ～100 cm、220 ～250 cm の三区域で濃度が低くなっている。反対に、その三区域でストロンチウムの濃度が高くなっていることが分かる。底泥の主成分アルミニウムと鉄の濃度を比較すると、鉄濃度がアルミニウム濃度より高い。

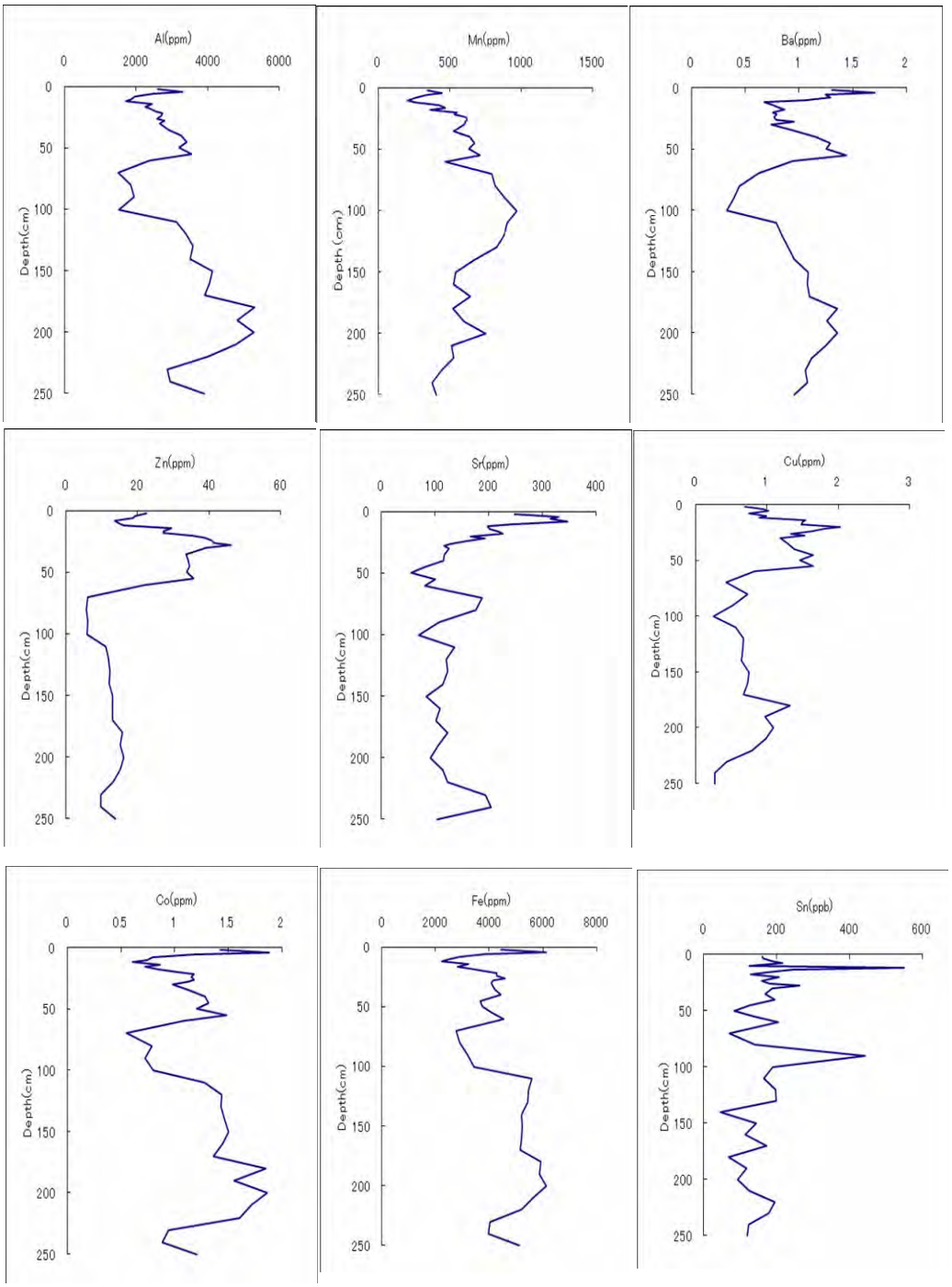


図 1.2.9-6　深さ別による金属濃度（柳川）

比較試料として平成１７年度に調査した鹿島沖の底質では、図 1.2.9-7 に示してあるように、20 cm より浅い地点が高濃度である。底泥主成分のアルミニウム濃度と鉄濃度が深さ 20 cm と 30 cm の地点で低くなっており、反対にその地点でストロンチウム濃度が高くなっている。また底泥主成分のアルミニウム濃度と鉄濃度を比較すると、アルミニウム濃度が鉄濃度より高いのが分かる。

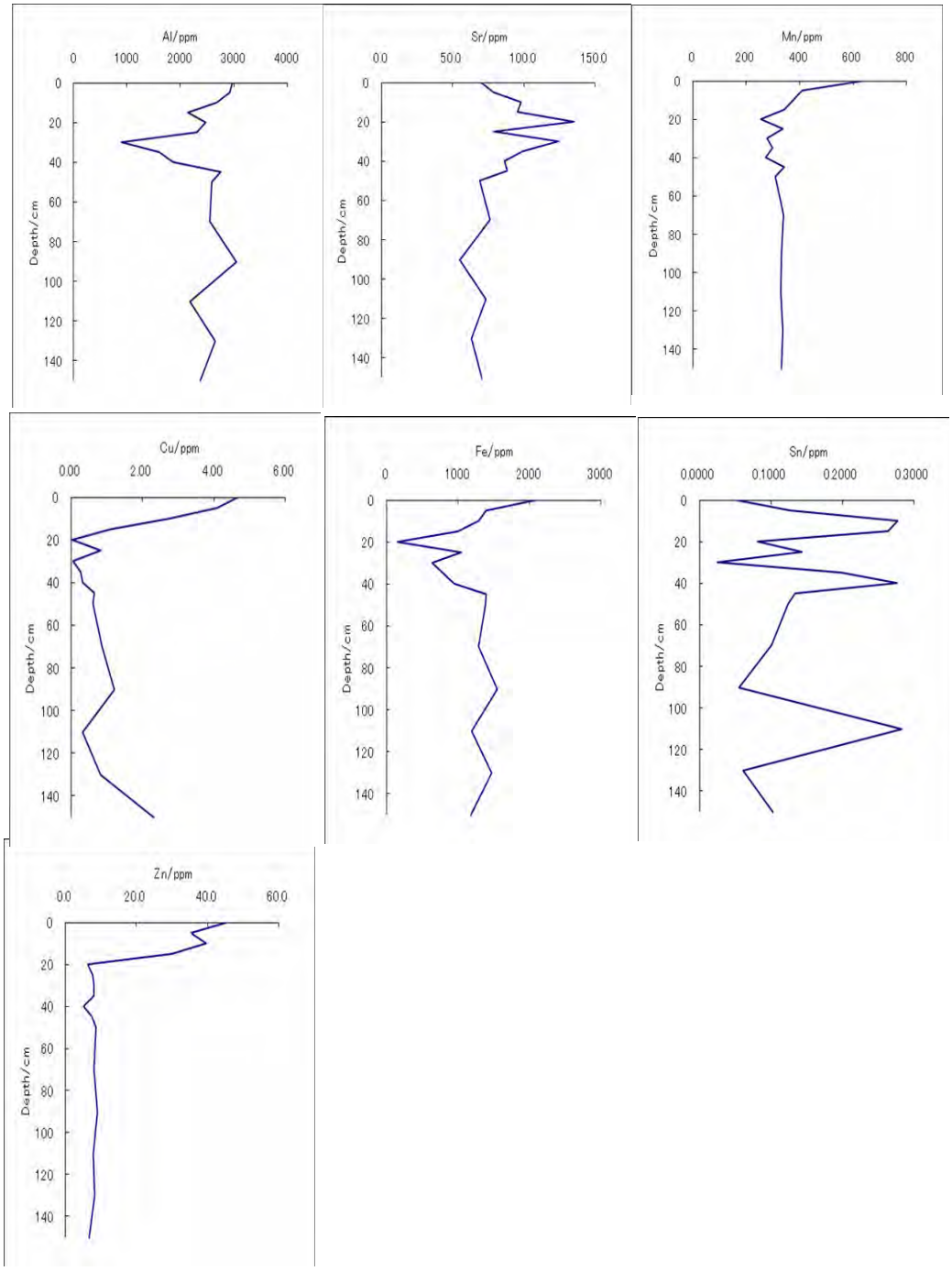


図 1.2.9-7　深さ別による金属濃度（鹿島）

図 1.2.9-8、図 1.2.9-9 より柳川と鹿島の金属相関関係を比較してみた。共通であった金属相関関係はアルミニウムと鉄、亜鉛と鉛、亜鉛と銅、鉛と銅である。

また、鹿島だけにみられた金属相関関係はマンガンと銅、ストロンチウムと鉄である。

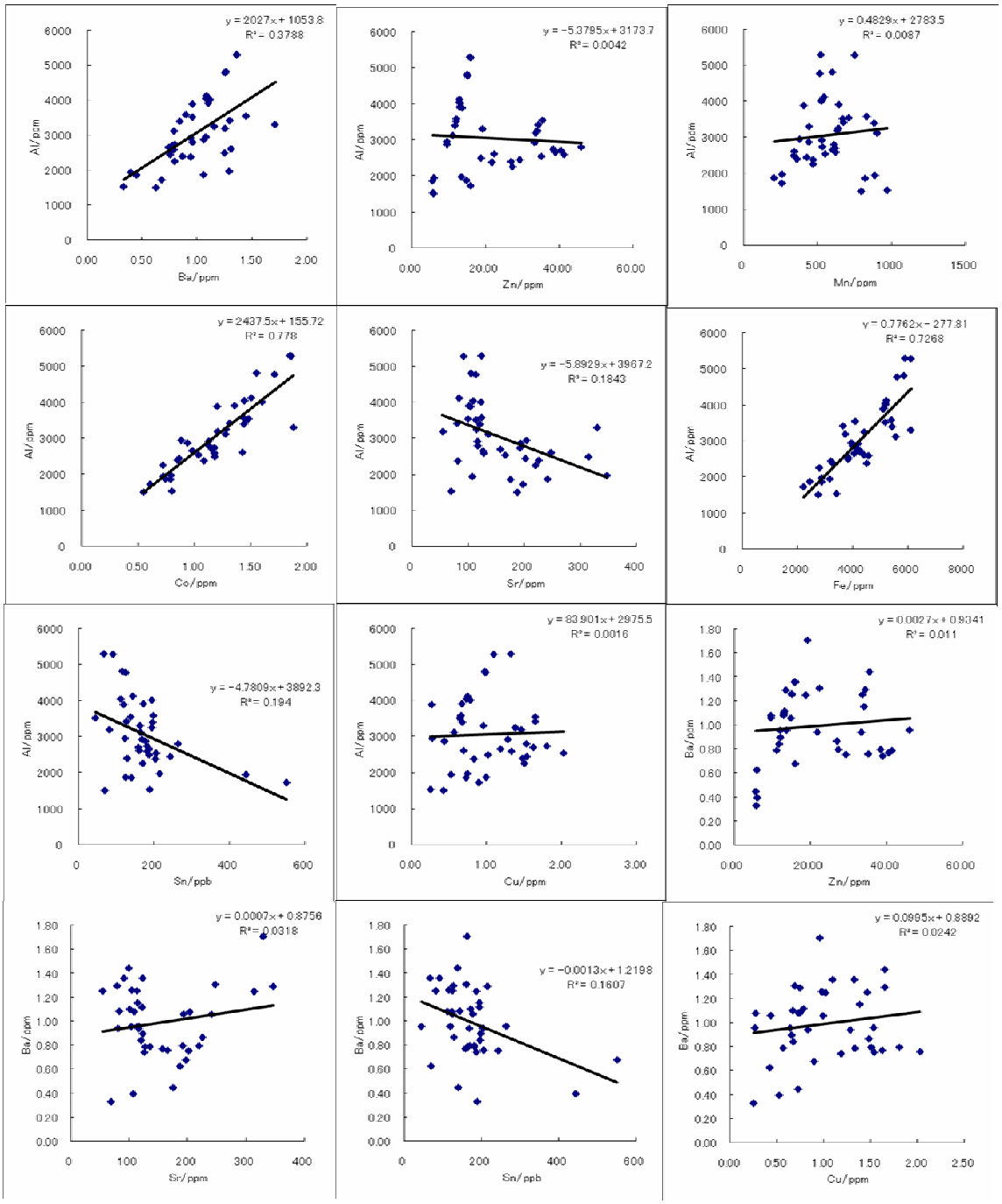


図 1.2.9-8　金属相関関係（柳川） 1

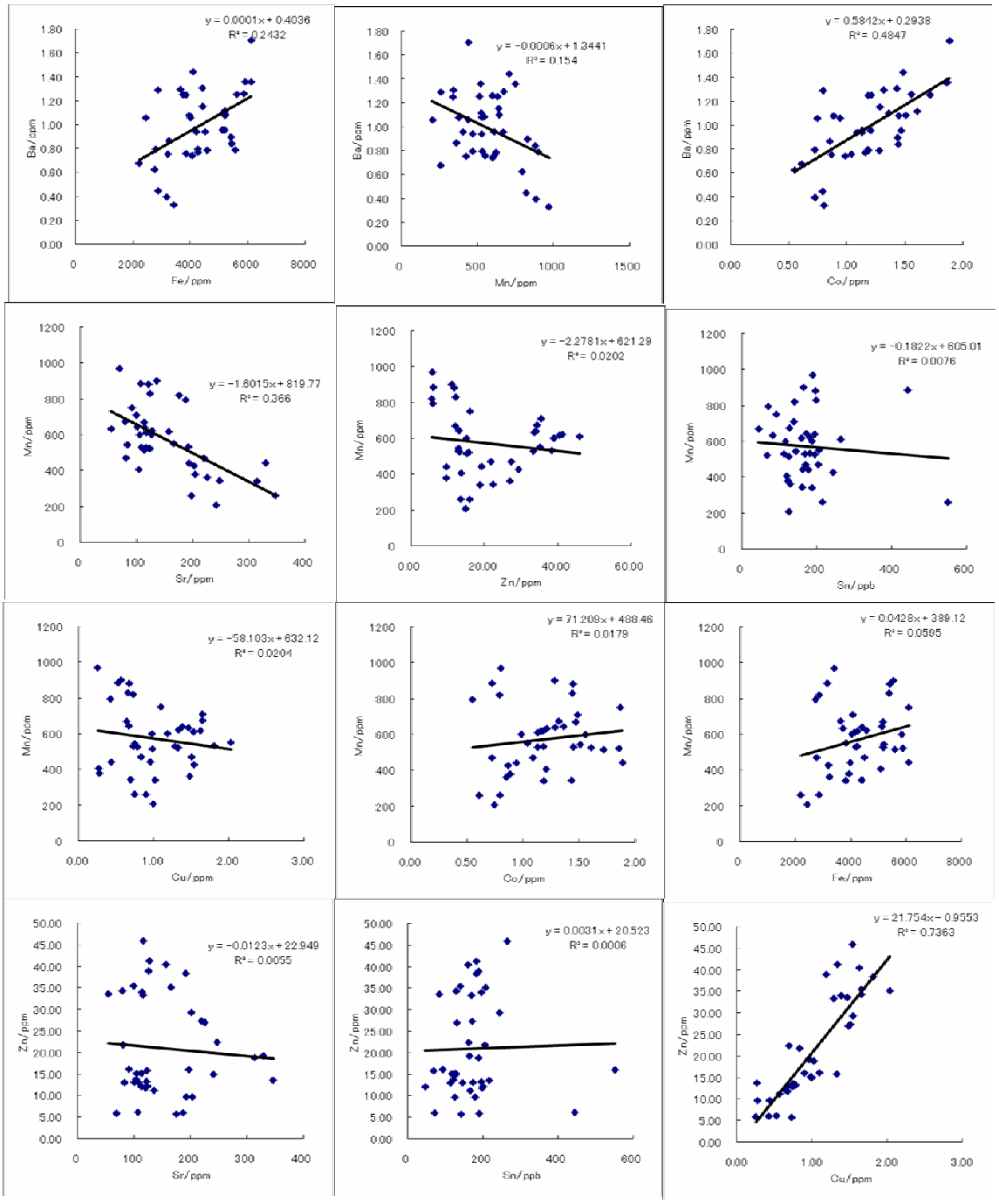


図 1.2.9-8　金属相関関係（柳川） 2

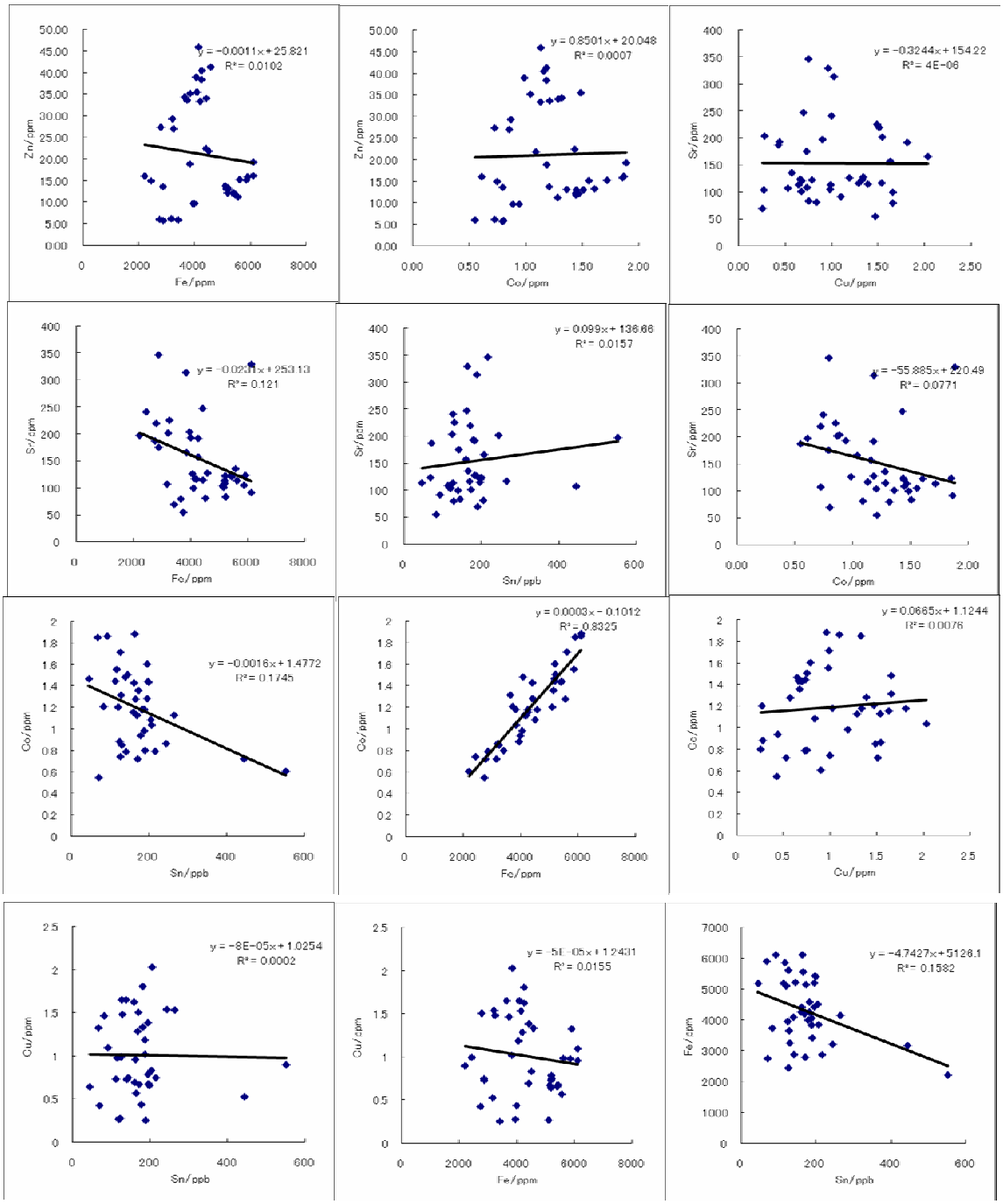


図 1.2.9-8　金属相関関係（柳川） 3

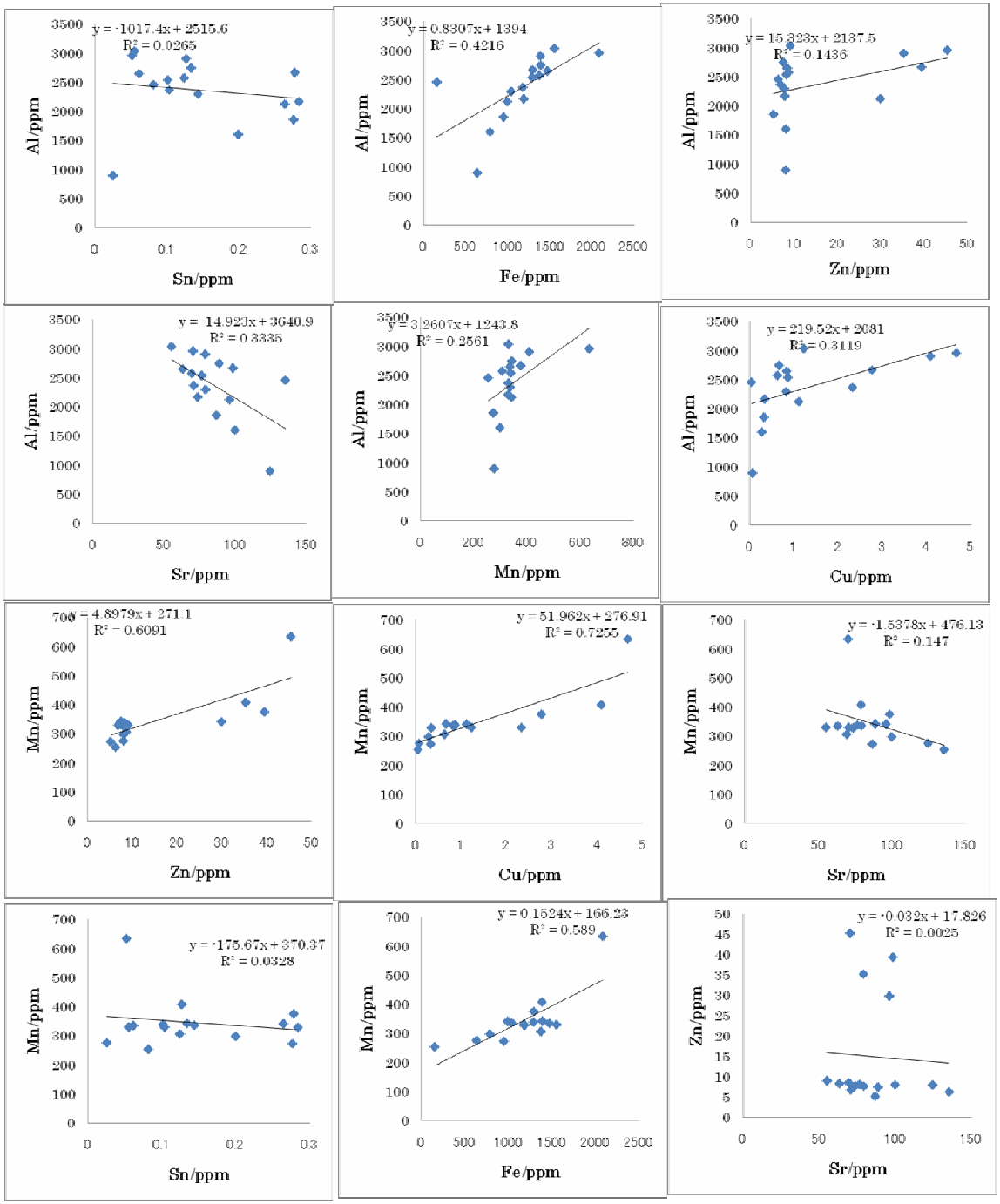


図 1.2.9-9　金属相関関係（鹿島）1

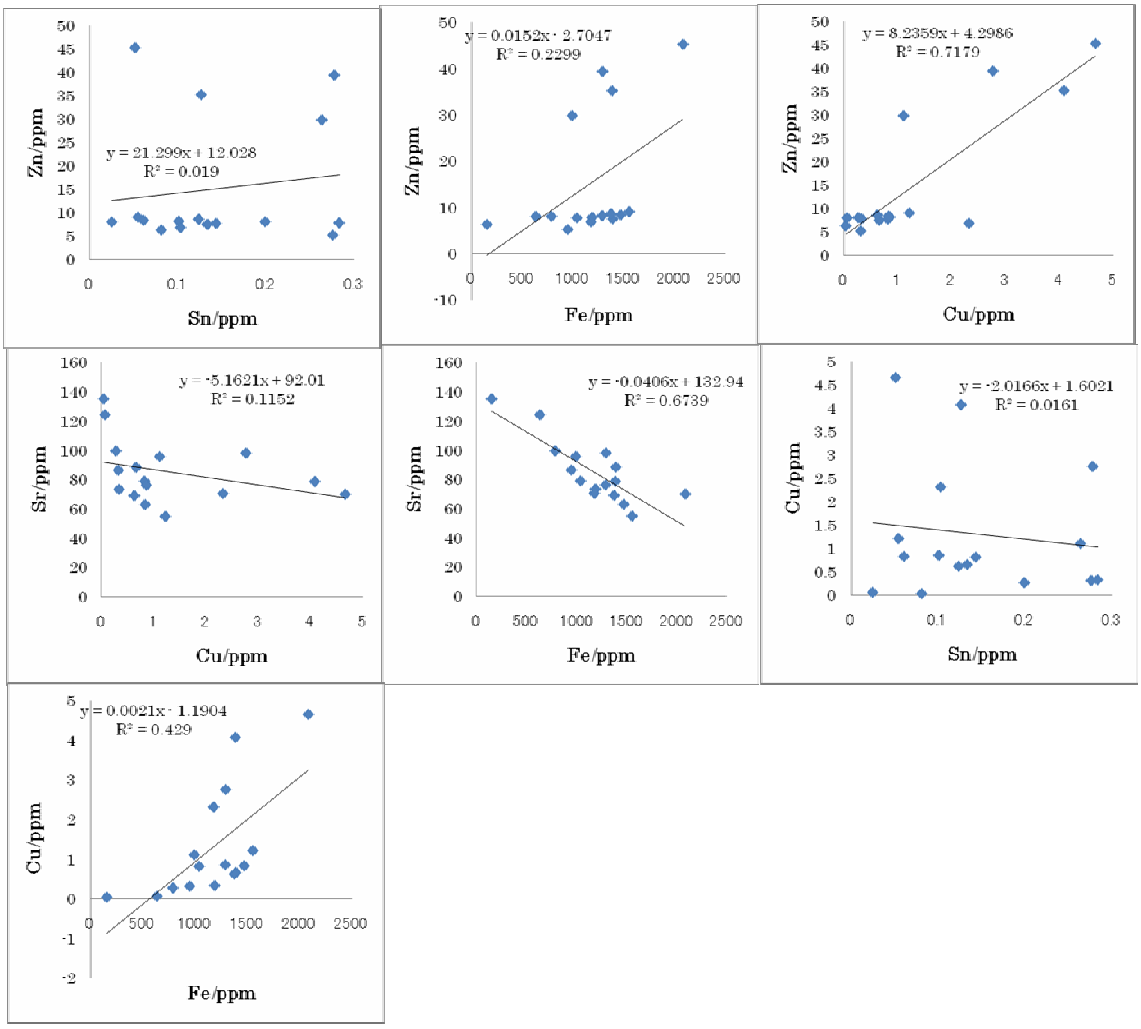


図 1.2.9-9　金属相関関係（鹿島）2

柳川（有明海東海岸）と鹿島（有明海西海岸）を比較してみる。

柳川では深さ 100 cm より浅い地点が高濃度の金属（亜鉛、ストロンチウム、銅）、深さ 100 cm より深い地点が高濃度の金属（アルミニウム、バリウム、コバルト、鉄）、深さによる傾向がない金属（マンガン、すず）の 3 つの傾向が得られた。

これに対し、鹿島では深さ 20 cm より浅い地点が高濃度である金属（マンガン、亜鉛、銅、鉄）と大部分の金属は浅い地点で高濃度であることが分かる。

柳川の底泥主成分（アルミニウム、鉄）濃度が深さ 0 ～35 cm、50 ～100 cm、220 ～250 cm の三区域で低くなっていることは、その三区域でストロンチウムの濃度が高くなっていることから覆砂の影響であることが分かる。

柳川はアルミニウムと鉄の濃度を比較すると、鉄濃度がアルミニウム濃度より高い。

これに対し、鹿島はアルミニウム濃度が鉄濃度より高い。鹿島は柳川よりも泥の割合が高く、泥の主成分である鉄濃度がアルミニウム濃度よりも高くなるはずである。この原因は鹿島が火山灰成分の堆積が多いためであり、火山灰主成分であるアルミニウム濃度が高くなったと考えられる。

柳川と鹿島の金属相関関係を比較すると、共通であった金属相関関係はアルミニウムと鉄、亜鉛と銅である。

また、鹿島だけにみられた金属相関関係は、マンガンと銅、ストロンチウムと鉄である。鹿島は柳川より金属の相関性があることが分かる。このことは、柳川の底泥には複数の層が生成されていることに対し、鹿島の底泥は深さ 0 ～150 cm まで、粘土主体の層になっていることが関係していると考えられる。