

深海底質調査の実施結果について

1. 調査目的

深海底質調査は、第49回（H31.1.30開催）及び第50回（H31.3.15開催）の黒部川ダム排砂評価委員会にて、深海域（水深800～1200m）における排砂影響の有無を確認するための調査要望が出たことを受け実施するものであり、黒部川河口沖合を含む富山湾海域の4地点（計画水深約840～950m）において柱状採泥器による底質調査を行い、堆積泥各層別の年代推定等の分析を行うことで排砂による深海域への底質影響に関し解析するものである。

2. 調査期間

令和元年11月18日～22日、12月9日～11日（試料採取期間）

3. 調査方法

3-1. 調査地点

深海底質調査の調査地点を図3-1-1に示す。調査地点の選定は、学識経験者や関係機関等との協議の上、調査点位置を決定した。

本調査対象河川流域である黒部川河口沖への流路等を勘案し選定した4地点の根拠を以下に示す。

- ・地点W：黒部市西方海域で、他河川（早月川，上市川，常願寺川の河川延長線交差点）による堆積物との比較。
- ・地点C：黒部川前面海域で、現河川の流路延長線上にある海底扇状地面の必従流路内への排砂影響評価。
- ・地点A：芦崎海底谷源頭部に位置し、顕著な深海海底谷源頭部への堆積物移流の有無評価。
- ・地点E：海底扇状地面で、広く平滑な斜面への懸濁物の堆積の有無評価。

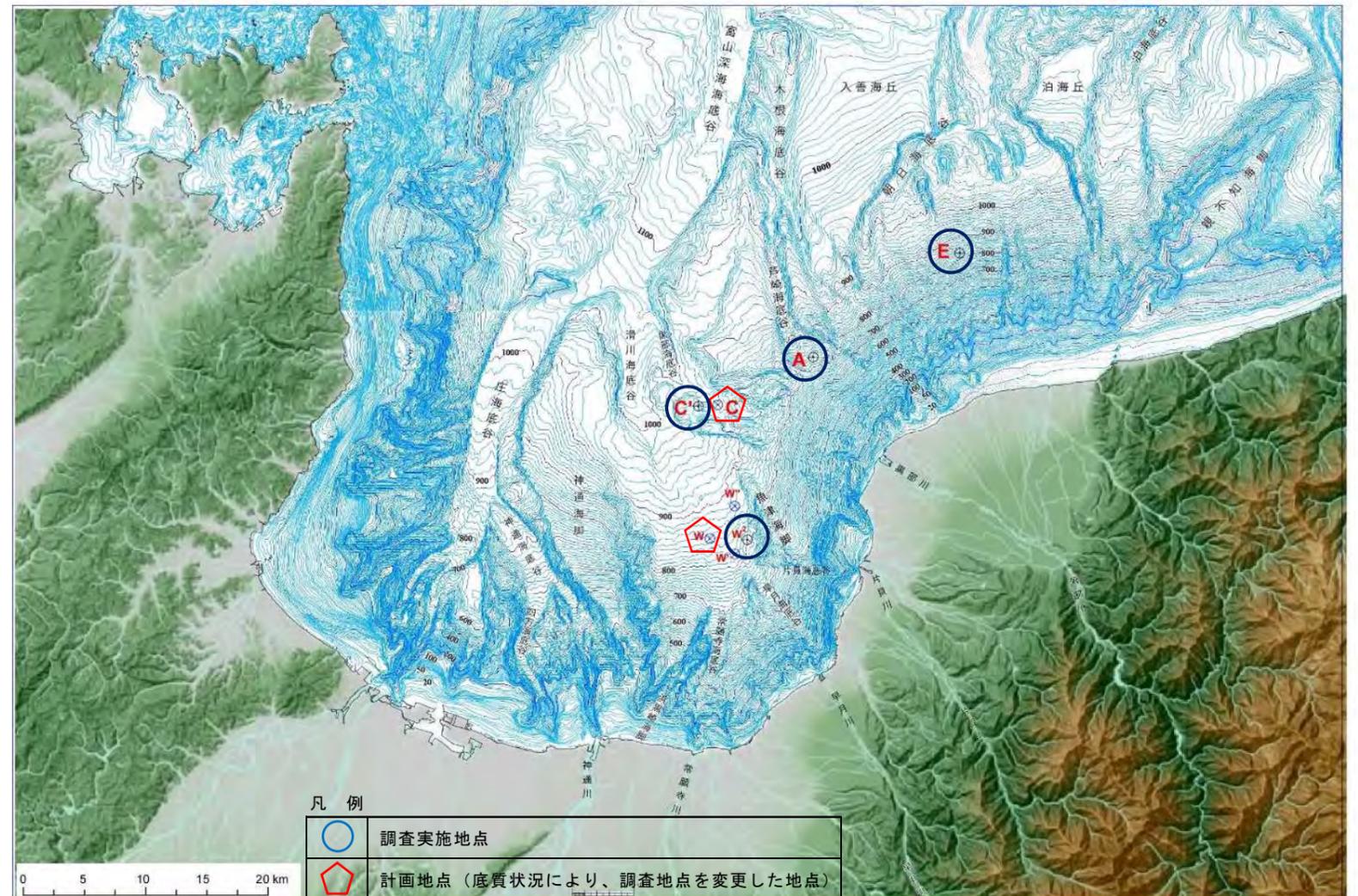


図3-1-1 深海底質調査地点

3-2. 採泥方法

鉛直方向にある程度長さを確保できる柱状コア試料を採取することを目的としており、表 3-2-1、図 3-2-1 に示す長尺アシュラ採泥器および小型ピストン式柱状採泥器（以降、小型ピストンコアラーと称す）の 2 採泥器を底質状況に合わせ選択した。

表 3-2-1 採泥器の概要

項目	長尺アシュラ採泥器	ピストン式柱状採泥器（小型）
重量	約 120kg	約 90~120kg（錘板で調整）
採泥管の内径	Φ68mm	Φ40mm
最大採取長	0.7m	1.0m



図 3-2-1 左図：長尺アシュラ採泥器、右図：小型ピストンコアラー

3-3. コアサンプルの調査

長尺アシュラ採泥器および小型ピストンコアラーで採取したコア試料は、採泥器コアの内径の違いから図 3-3-1 に示すとおり、年代推定を算出するための放射性同位体分析に必要な泥量が確保できるように分取する層厚を調整した。

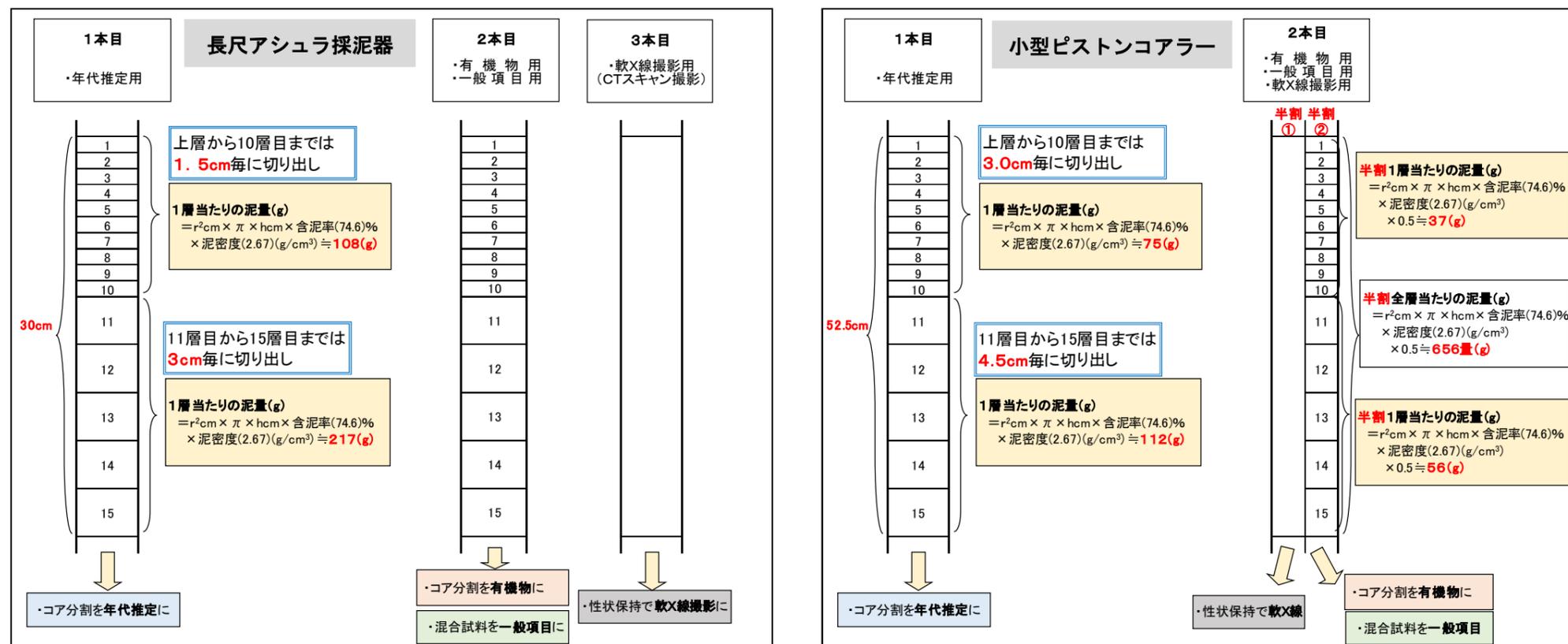


図 3-3-1 コアサンプルの調整方法 左図：長尺アシュラ採泥器、右図：小型ピストンコアラー

3-4. 分析項目と分析方法

採取した各地点の底質試料は、表 3-4-1 に示すとおり、年代推定、有機物分析、一般項目の分析と軟 X 線分析を実施した。
また、各分析項目の測定目的を表 3-4-2 に示す。

表 3-4-1 分析項目と分析方法および必要試料量

区分	分析項目	分析方法	最低必要試料量	合計	
1 本目 (年代推定)	放射性同位体分析 ① 鉛 210 (Pb-210) ② セシウム 137 (Cs-137)	γ線計測 (ゲルマニウム半導体検出器による)	60g (8万秒測定)	70g	
	真比重 (土粒子密度)	JIS Z 8807 固体の密度及び比重の測定方法	50g (放射性同位体分析後の試料を流用)		
	含水率	JIS A 1203 土の含水比試験方法	10g		
	粒度組成	レーザー回折法	乾燥試料 5g (含水率測定後の試料を流用)		
2 本目 (有機物分析、 一般項目および軟 X 線分析)	有機物	TOC (全有機炭素量)	底質調査法 (平成 13 年 3 月) II.4.7	乾燥試料 5g	497g 注 1
		T-C (全炭素量)	CNコードによる	↑	
		T-N (全窒素量)		(TOC,T-C,T-Nで)	
	一般項目	pH	海洋観測指針 8.10.6 ガラス電極法	20 g	
		COD	環水管第 127 号 II.20 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量	10 g~	
		T-N	環水管第 127 号 II.18.2 インドフェノール青吸光光度法	5 g	
		T-P	環水管第 127 号 II.19.1 硝酸-過塩素酸分解法	2 g	
		硫化物	環水管第 127 号 II.17 水蒸気蒸留-滴定法	50g	
		強熱減量	環水管第 127 号 II.4 重量法	乾燥試料 5g	
		粒度組成	JIS A 1204 土の粒度試験方法		
軟 X 線分析 (堆積構造の撮影)	X線CTスキャン ^{注2}	半割分 (性状保持のまま)			

注 1 : 採泥層厚が 40cm 以下の場合、粒径によっては試料量が不足となる場合がある。

注 2 : 軟 X 線撮影では、採取試料を板状に整形する必要があるが、X 線 CT スキャンは、半割コアの撮影が可能で同様の映像が得られる。

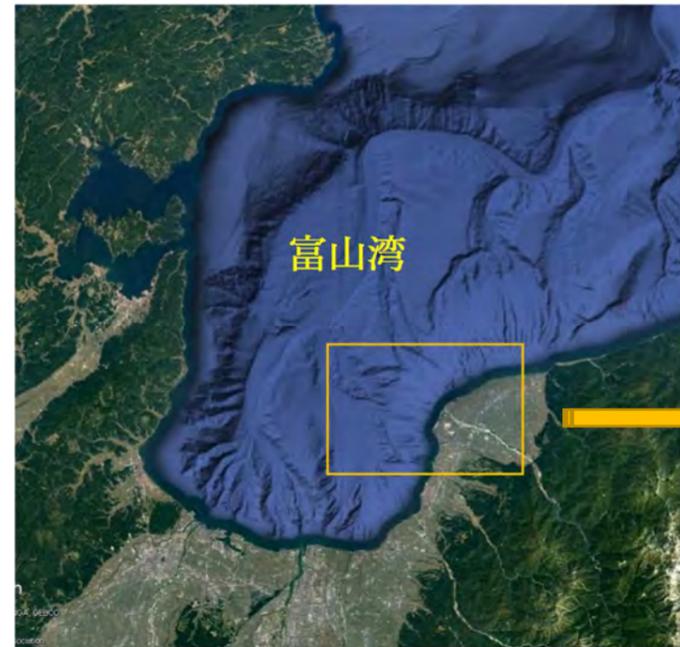
表 3-4-2 分析項目と測定目的

項目	測定目的
一般項目	排砂環境影響調査結果と比較し、深海域と浅海域との性状を把握する。
年代推定	底質試料中の放射性同位体濃度を測定し堆積深度を推定する。また、同じ層別試料から堆積物の圧縮によって変化する堆積年数、堆積速度を補正するために土粒子密度や含水率の測定を行う。
有機物分析	堆積物中の有機物の鉛直方向への濃度分布を把握し、鉛直方向での濃度変化がみられるか否かを検討する。
軟 X 線分析	X 線 CT スキャン装置を使用し、採泥した試料の鉛直方向の堆積構造を確認する。

4. 調査結果

4-1. 調査地点の選定

当初予定していた調査点において砂礫分が多く採泥器が貫入しない調査点については、図 4-1-1 および表 4-1-1 に示す代替地点を設定し採泥を実施した。代替地点として地点C' および地点W2 を設定し採泥を行った。



富山湾全体図



富山湾全体図（赤色立体地図の重ね合せ）

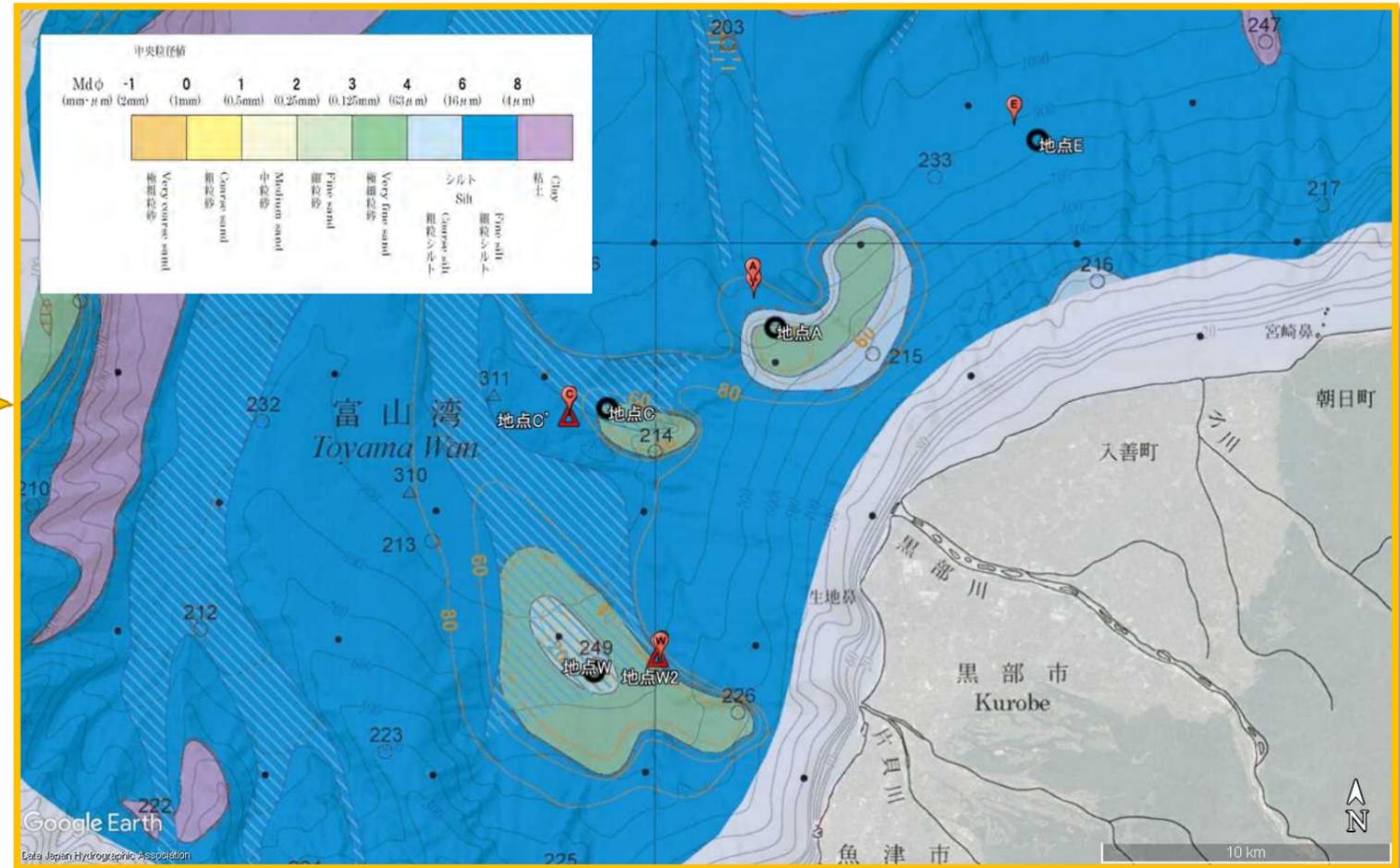


図 4-1-1 採泥地点図（黒○印：予定点、赤△印：代替地点、赤●マーク：採泥実施場所を示す）

（「海底表層堆積図：No. 60 能登半島東方表層堆積図」および Google Earth にて作成）

表 4-1-1 採泥実施地点の緯度経度（着底時）

地点W2	地点C'	地点A	地点E	備考
小型ピストン採泥点#2 36° 52.487N 【水深:815m】 137° 20.026E	長尺アシユラ採泥点#2 36° 57.017N 【水深:951m】 137° 17.873E	小型ピストン採泥点#1 36° 59.408N 【水深:925m】 137° 22.137E	長尺アシユラ採泥点#1 37° 02.414N 【水深:903m】 137° 28.198E	上段：使用採泥器 中段：緯度 下段：【水深 m】 経度
小型ピストン採泥点#3 36° 52.474N 【水深:815m】 137° 20.018E	小型ピストン採泥点#4 36° 57.031N 【水深:954m】 137° 17.882E	小型ピストン採泥点#2 36° 59.197N 【水深:893m】 137° 22.153E	—	—
小型ピストン採泥点#4 36° 52.466N 【水深:817m】 137° 19.966E	—	—	—	—

4-2. コアサンプルの採取結果

採取した各測点底質試料の性状観察の記録を表 4-2-1 に示す。性状観察は採取後に立山丸船内ラボにて実施した。

性状は、いずれも主としてシルト質の底質であり、一部細砂混じりの底質が確認された。

泥色は、オリーブ黒色がほとんどであり、底質コアの鉛直深さ方向に層状あるいはパッチ状の黒色層（還元泥層）が見られた。

泥臭は、ほぼ無臭であったが、E地点の底質のみ微かに磯臭（有機物臭）が感じられた。

表 4-2-1 底質試料の性状観察記録

地点名 採取日	採泥器	採泥器着底時 緯度 経度 (世界測地系)	魚探 水深 (m)	採泥長 (cm)	分析項目	泥色	性状	夾雑物	臭気	
W2 12月10日	ピストン #2	36° 52.487 N 137° 20.026 E	815	43	一般分析 有機物	—	—	—	—	
	ピストン #3	36° 52.474 N 137° 20.018 E	815	72	一般分析 有機物 軟X線分析	極表層は灰オリーブ色 (7.5Y4/2)、全体的にオ リーブ黒色(7.5Y3/1)、 所々に黒斑模様(N2/0)あ り	極表層は細砂混じ りシルト	第8層(21 -24cm) に植物片 あり	無臭	
	ピストン #4	36° 52.466 N 137° 19.966 E	817	70	年代推定	—	—	—	—	
C' 11月21日	アシュレ #2	36° 57.017 N 137° 17.873 E	951	24	年代推定	—	—	—	—	
	ピストン #4	36° 57.031 N 137° 17.882 E	954	41	一般分析 有機物 軟X線分析	表層はオリーブ黒色 (5Y3/2)、10cm程度の層に 粒子の粗い黒色層(N2/1) あり、それ以下の層にも オリーブ黒色(10Y3/1)の 縞模様あり	表層：シルト 内部：中細砂混じ りシルト	なし	無臭	
A 11月22日	ピストン #1	36° 59.408 N 137° 22.137 E	925	64	年代推定	表層はオリーブ黒色 (5Y3/2)、内部には緑黒色 (5G2/1)の斑模様あり	全体的にシルト、 黒色斑模様部は細 砂混じり	なし	無臭	
	ピストン #2	36° 59.197 N 137° 22.153 E	839	81	一般分析 有機物 軟X線分析	—	—	—	—	
E 12月9日	アシュレ #1	37° 02.414 N 137° 28.198 E	903	#1コア 33	年代推定	全体的にオリーブ黒色 (7.5Y3/2)だが内部に黒色 (N2/0)や茶色 (2.5Y3/2) 細砂の斑模様 あり	中細砂混じりシル ト	なし	微磯臭 (硫化物 臭は無 し)	
				#2コア 28	軟X線分析	—	—	—	—	—
				#3コア 28	一般分析 有機物	—	—	—	—	—

4-3. 底質性状の確認

各地点で採取した底質試料について性状等観察、表層第1層でのセンサーによるORPおよび泥温計測をおこなった後、有機物分析試料を分割した各層別試料からそれぞれ採取し、残った試料を全層分混合して一般分析項目分析の試料とした。試料は冷蔵保存後、陸上に持ち帰り分析を行った。一般項目の分析結果と現場測定結果を表 4-3-1 に示す。

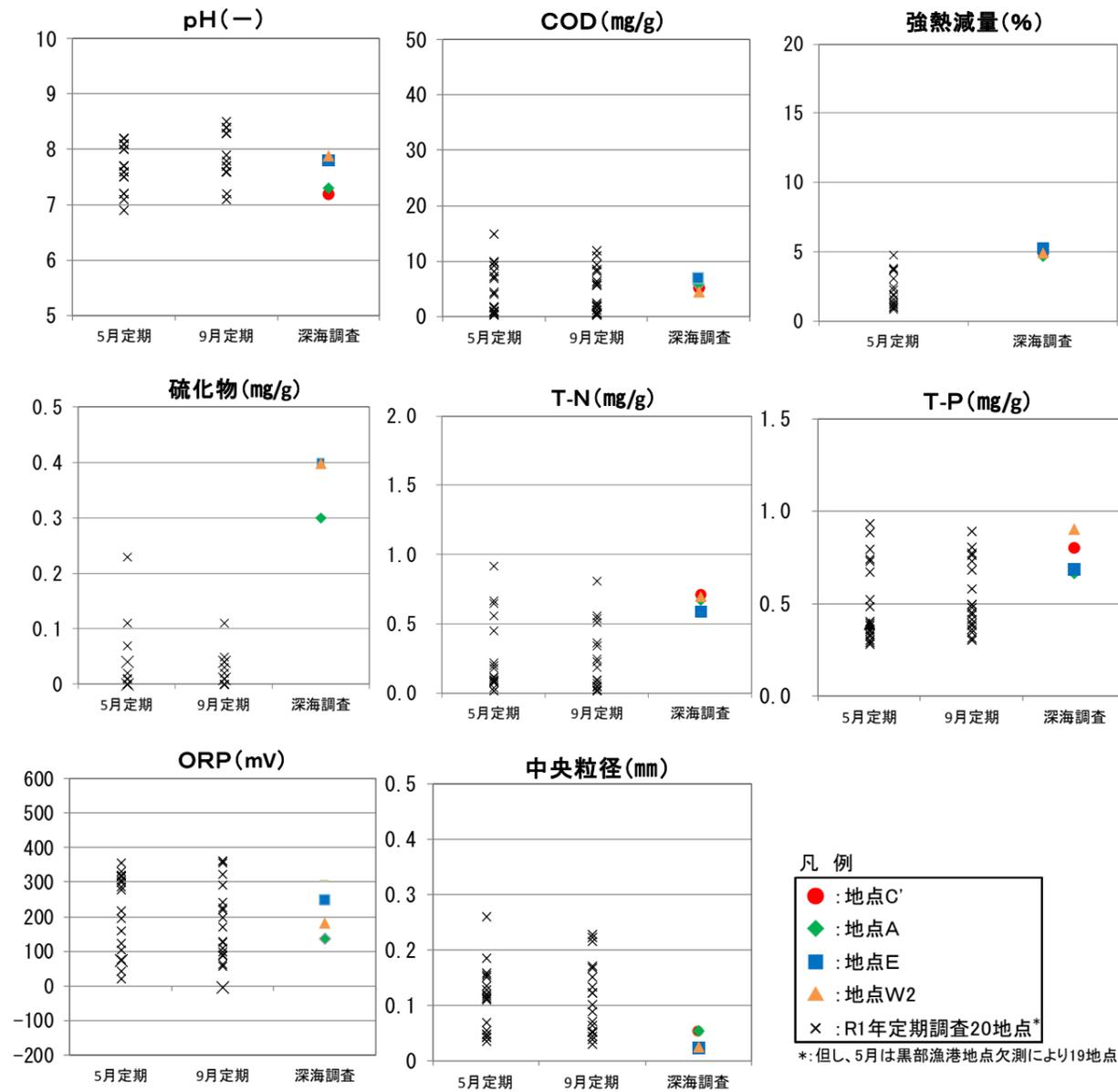
表 4-3-1 一般項目の分析結果と現場測定結果

分析項目	分析方法	地点名			
		地点W2	地点C'	地点A	地点E
pH (-)	海洋観測指針1990 8.10.6 ガラス電極法	7.9	7.2	7.2	7.8
COD (mg/g-dry)	環水大発第120725002号 II.4.4.7 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量	4.6	5.3	5.8	7.0
T-N (mg/g-dry)	環水大発第120725002号 II.4.8.1.2 インドフェノール青吸光度法	0.70	0.71	0.67	0.59
T-P (mg/g-dry)	環水大発第120725002号 II.4.9.1 硝酸-過塩素酸分解法	0.90	0.80	0.66	0.68
含水比 (%)	JIS A 1203 土の含水量試験方法	39.8	45.3	47.7	49.3
強熱減量 (%)	環水大発第120725002号 II.4.2	4.9	4.9	4.6	5.2
硫化物 (mg/g-dry)	環水大発第120725002号 II.4.6 水蒸気蒸留-滴定法	0.4	0.3	0.3	0.4
ORP (mV)	東亜DKK社製ガラス電極式水素イ オン濃度指示計にて現場測定(表層第 1層のみ)	183	305	137	248
泥温 (℃)		10.8	15.2	11.5	7.4
粘土分 (%)	レーザー粒径計測法	7.9	3.3	3.6	5.0
シルト分 (%)		69.1	48.6	48.7	64.0
砂分 (%)		23.0	48.1	47.7	31.0
中央粒径 (mm)		0.027	0.053	0.055	0.025

浅海域での既往調査結果との比較を図 4-3-1 に示す。硫化物を除いては、概ね既往調査結果の範囲内であった。

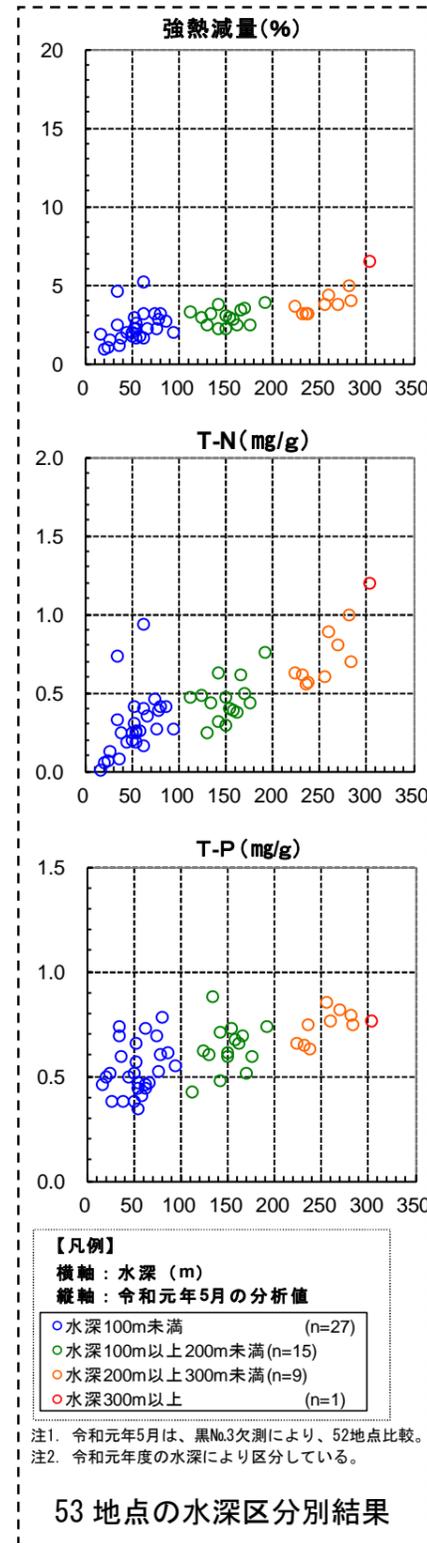
硫化物については、浅海域での既往調査結果を上回った。硫化物の値が高い要因に関しては、浅海域での既往調査はスミスマッキンタイヤー型採泥器による採泥で、採泥厚が 15~20 cm 程度であるのに対し、深海調査では柱状コアサンプルによる採泥で 39.0~52.5 cm の採泥厚の試料を混合して分析したことで、還元状態の底泥が含まれたことにより高くなったと考えられる。

また、強熱減量、T-N 及び T-P が浅海域での既往調査結果と比較してやや高く、中央粒径が低い傾向を示したが、これについては、5 年に 1 度追加実施されている 53 地点の底質調査結果でも同様の傾向であり、採泥水深が深くなるとともに、強熱減量、T-N 及び T-P が高く、中央粒径が低い傾向を示している。



注：5月定期、9月定期は、令和元年度底質調査 20 地点の結果（5月実施の 53 地点は含まず）。

図 4-3-1 既往調査結果との比較（一般項目の分析結果）



53 地点の水深区分別結果

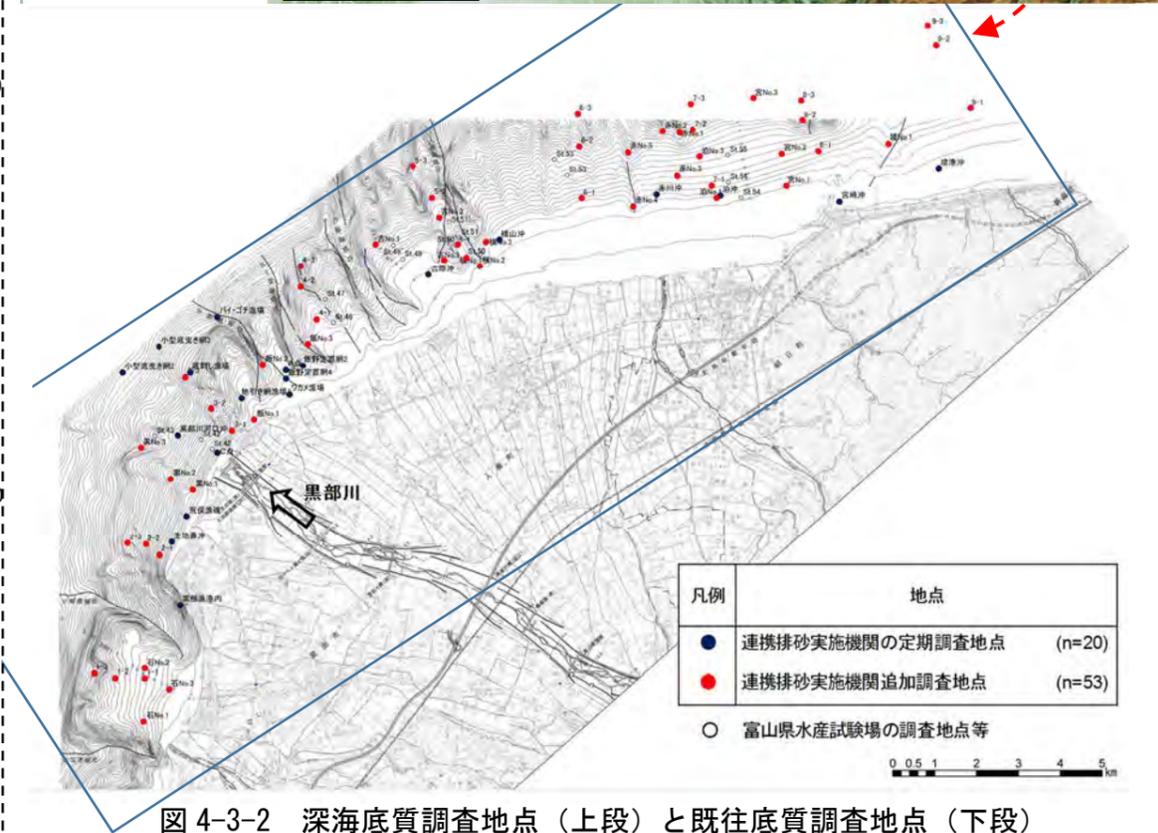
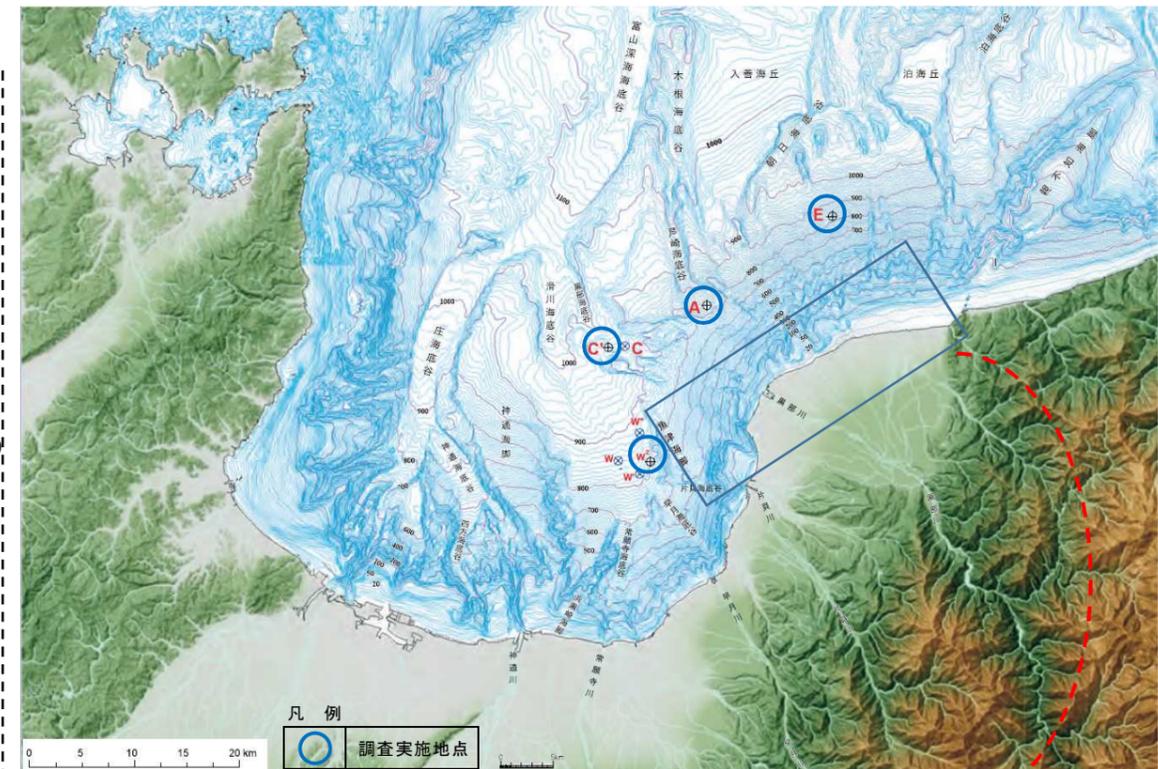


図 4-3-2 深海底質調査地点（上段）と既往底質調査地点（下段）

4-4 コアサンプルの分析

(1) 軟X線撮影

4地点にて採取したコア試料をX線CTスキャナーで撮影した。撮影結果を図4-4-1に示す。X線CT画像における輝度の濃淡は底質試料の密度を表し、白い色ほど高密度であり黒くなるほど密度が低い部分または空洞となる。ただし、これら輝度はコア試料ごとの相対的なコンストラクトであるためコア試料間の輝度比較はできない。図中の赤横線は各地点撮影画像における10cm毎のラインを示す。

- ・地点W2は、10cm層までは右上がりの層を、10cm層以深ではやや右下がりの層を形成していた。また、22cm～27cm程度では層状ではなく鉛直方向に混ざったような模様が確認できた。
- ・地点C'は、特に20cm層までは高密度部分がパッチ状に存在し、きれいに重なった層状の模様は確認できず、生物擾乱等により混合された底質であると推測された。
- ・地点Aは、表層～20cm層で混合された層を、20cm層～35cm層にかけてはやや右下がりの高密度部分を含む層が確認された。それ以降では比較的層状な形状が60cm層程度まで確認できた。
- ・地点Eは、5cm層～15cm層にかけて右下がりの高密度部分が確認され、特に10cm層に高密度の層がみられた。また、15cm層以深では、ほぼ水平方向の層を形成していることが確認できた。

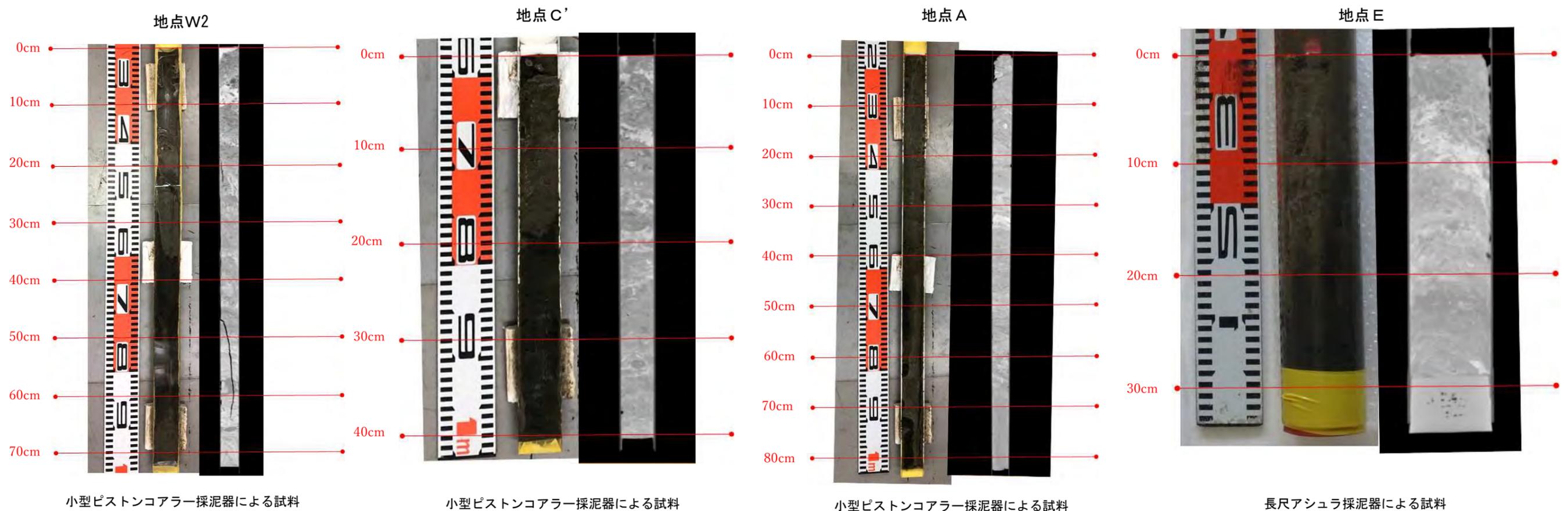


図4-4-1 X線CT撮影画像

(2) 含水率

層別に測定した含水率の結果を図 4-4-2 に示す。

一般に、堆積物コアは堆積物基質に鉛直的な変化が無く堆積速度が一定であり、さらに鉛直混合を受けていなければ、コア上部堆積物の圧縮効果により含水率は深度と共に規則的に次第に減少する。しかし、本調査各地点の含水率は断続的には鉛直方向の減少は見られたが、各地点の複数の層において一様な現象が遮られていることから、鉛直方向での擾乱を受けた可能性があることが考えられる。

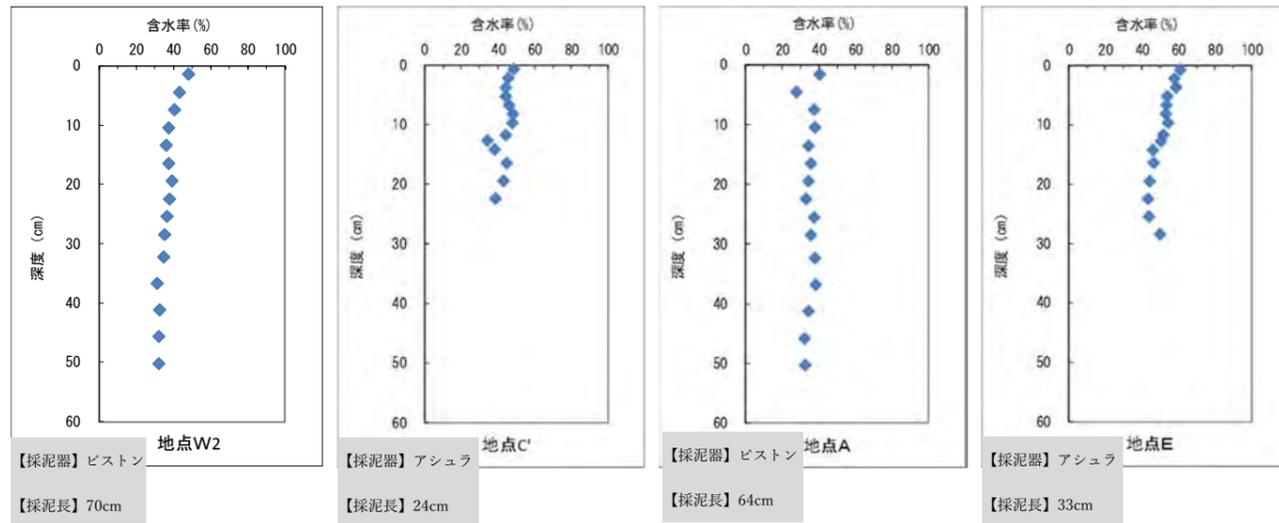


図 4-4-2 含水率の測定結果

(3) 土粒子密度

土粒子密度（真比重）は、乾燥土粒子の質量を個体の体積で除して求められる。各地点について、土粒子密度を測定した結果を図 4-4-3 に示す。

真比重の鉛直分布は各地点において、先の含水率の鉛直分布よりも鉛直方向での変動が確認された。

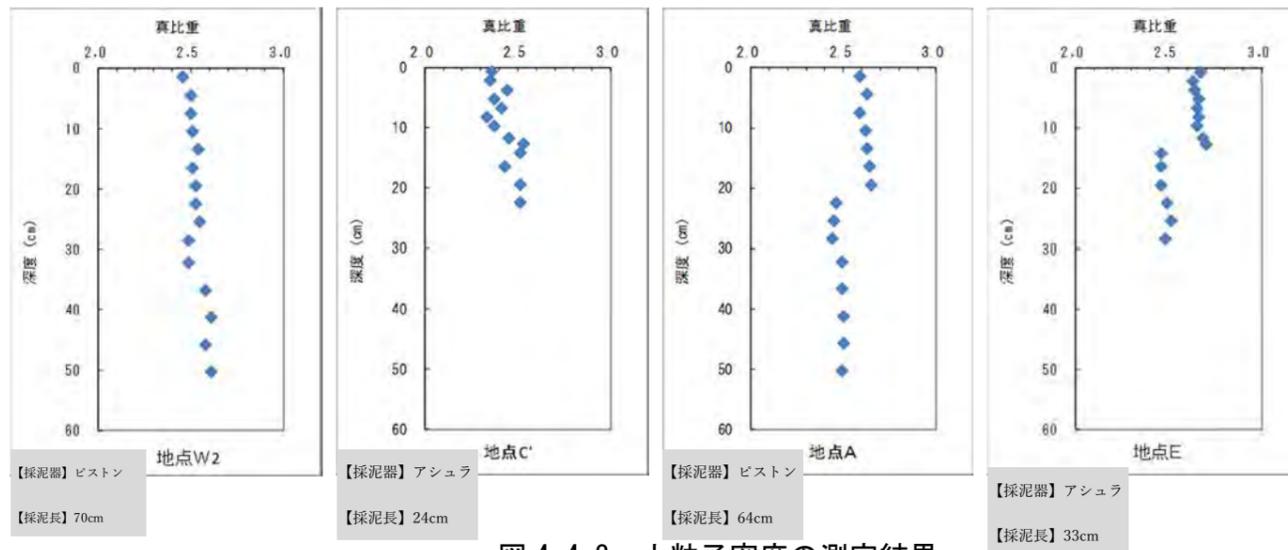


図 4-4-3 土粒子密度の測定結果

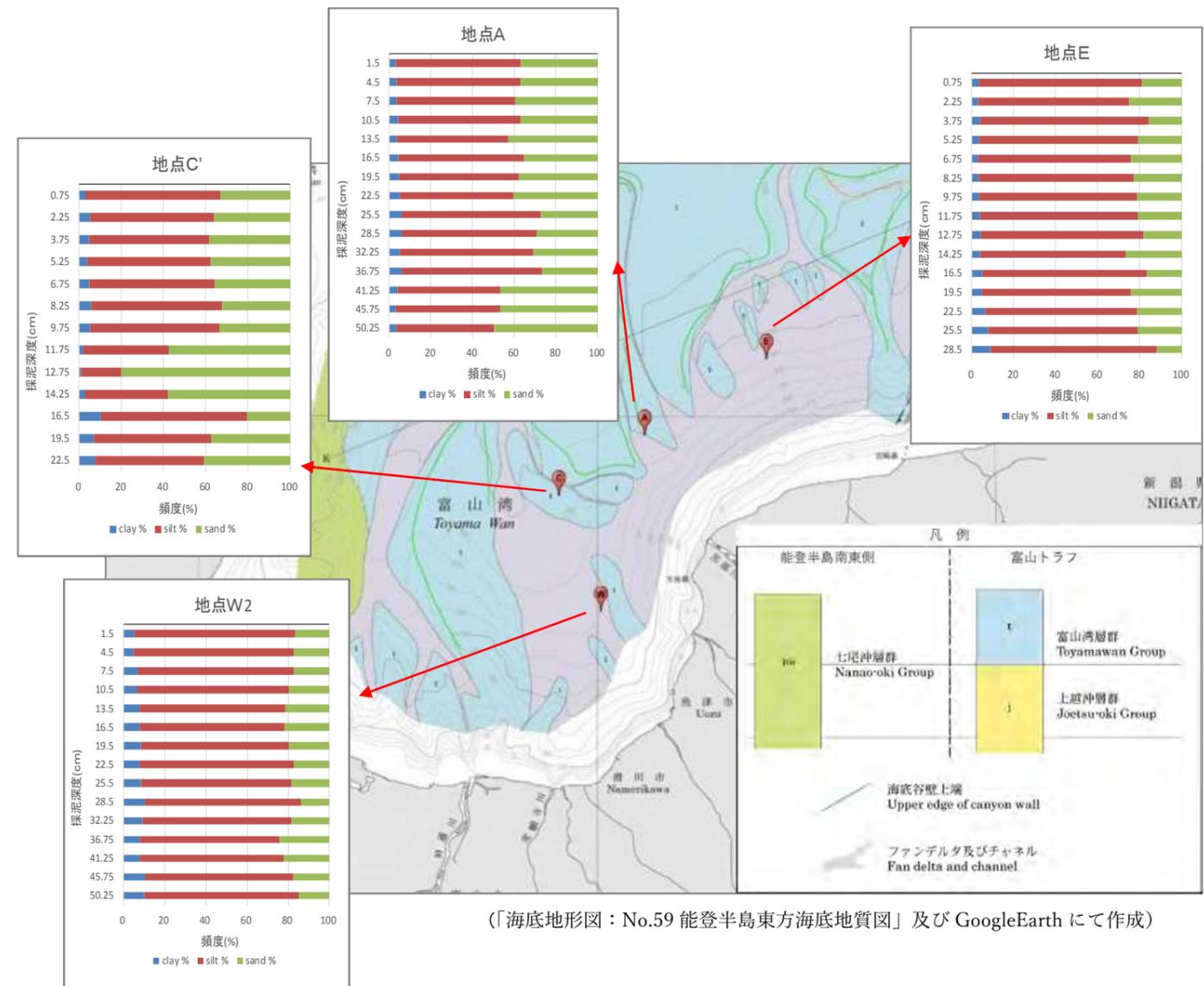
(4) 粒度組成

年代推定用の試料を用い層別に測定した粒度組成の結果を図 4-4-4 に示す。

地点C'と地点Aの底質性状は総じて砂質分の割合が大きく30~50%近い値を示した。特に地点C'の第8層から第10層（11.75~14.25 cm層）では砂質が大きく優占しており最大で80%の割合を示した。また、地点Aでは第9層から第12層（25.5~36.75 cm層）にシルト質比率の高い層が存在することが示された。

一方、地点W2地点Eは、全層にわたってシルト質が優占しており60~80%程度を占め、堆積物深層にかけて全層でほぼ同じ程度の比率を示した。

地点C'と地点Aでは底質性状の比率は底質表層から深層にかけて均質性や一律の増減傾向がみられず、特に地点C'では海底に堆積する土粒子等の均質性に乏しく、隆起海底からの堆積物崩落や土砂移流などによる性状変化が示唆されたと考えられる。



(「海底地形図：No.59 能登半島東方海底地質図」及びGoogleEarthにて作成)

図 4-4-4 各地点の層別粒径頻度分布

(5) 有機堆積物

T-C、TOC及びT-Nの鉛直方向の濃度変化を図 4-4-5 に示す。

一般的に鉛直混合等が無ければ堆積有機物は深度方向に減少するが、T-Cは、地点W2を除いて各地点とも深度方向に規則的に減衰する様子は見られなかった。TOC値およびT-N値の鉛直方向への挙動もT-C値とほぼ同じ傾向を示したことから、これら堆積部中の有機物は主要構成起源が同じであると推測できるが、鉛直分布は各地点とも規則的な減衰を示さなかったことから、土砂流入等の堆積物混合あるいは底生生物による擾乱による影響を受けているのではないかと推測した。

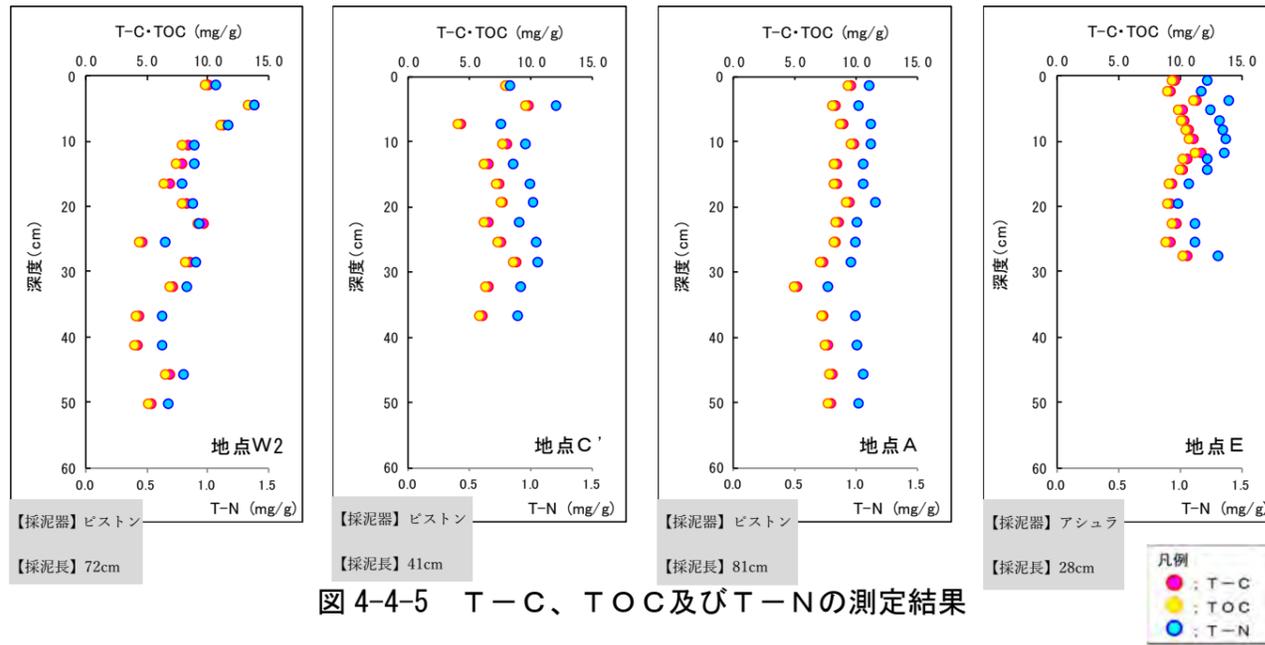


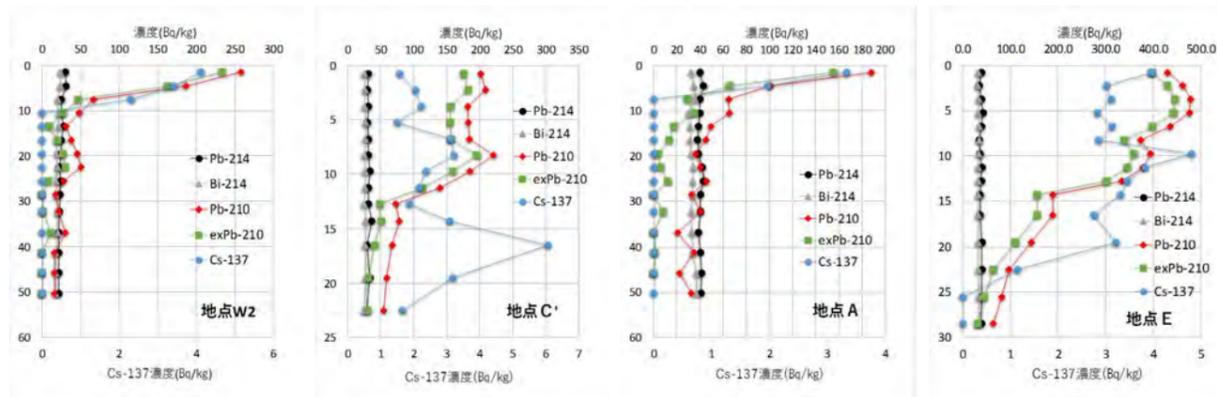
図 4-4-5 T-C、TOC及びT-Nの測定結果

(6) 放射性同位体分析

放射性同位体の鉛直方向の濃度変化を図 4-4-6 に示す。

地点W2と地点Aは、表層直下の2～3層目でPb-210濃度が激減しており、Cs-137濃度も少なくなっていることから、いずれも表層付近において古い堆積層があると考えられる。

地点C'は、1～7層目、地点Eは1～4層目と6～8層目でPb-210濃度が規則的に減少していない事が確認された。これについては底生生物による擾乱による影響を受けていることが推測される。



4-5. 鉛による年代推定

210Pb-CICモデル法(金井, 2000)に則り年代推定を試みた結果を図 4-5-1 に示す。

解析にあたっては、exPb-210値が計数誤差の2倍値(2σ)を下回る値を示した層以深の層をバックグラウンドレベルに到達したものと判定し、解析より除外した。またコア表層付近においてexPb-210値の規則的な減衰がみられない層を生物擾乱等による混合層と考え、第1層目の表層値を除いて解析からは除外した。Cs-137は検出されている層は比較的新しい堆積物がある層として年代推定の確認に用いた。

地点W2と地点Aは、表層6～9cm程度で半世紀前の堆積年代に達しており、数年単位の年代推定は分析精度的には困難であった。地点C'と地点Eでは、表層付近に生物による擾乱層が存在したが、現時点から3, 4年ごとの堆積年代を推定できた。

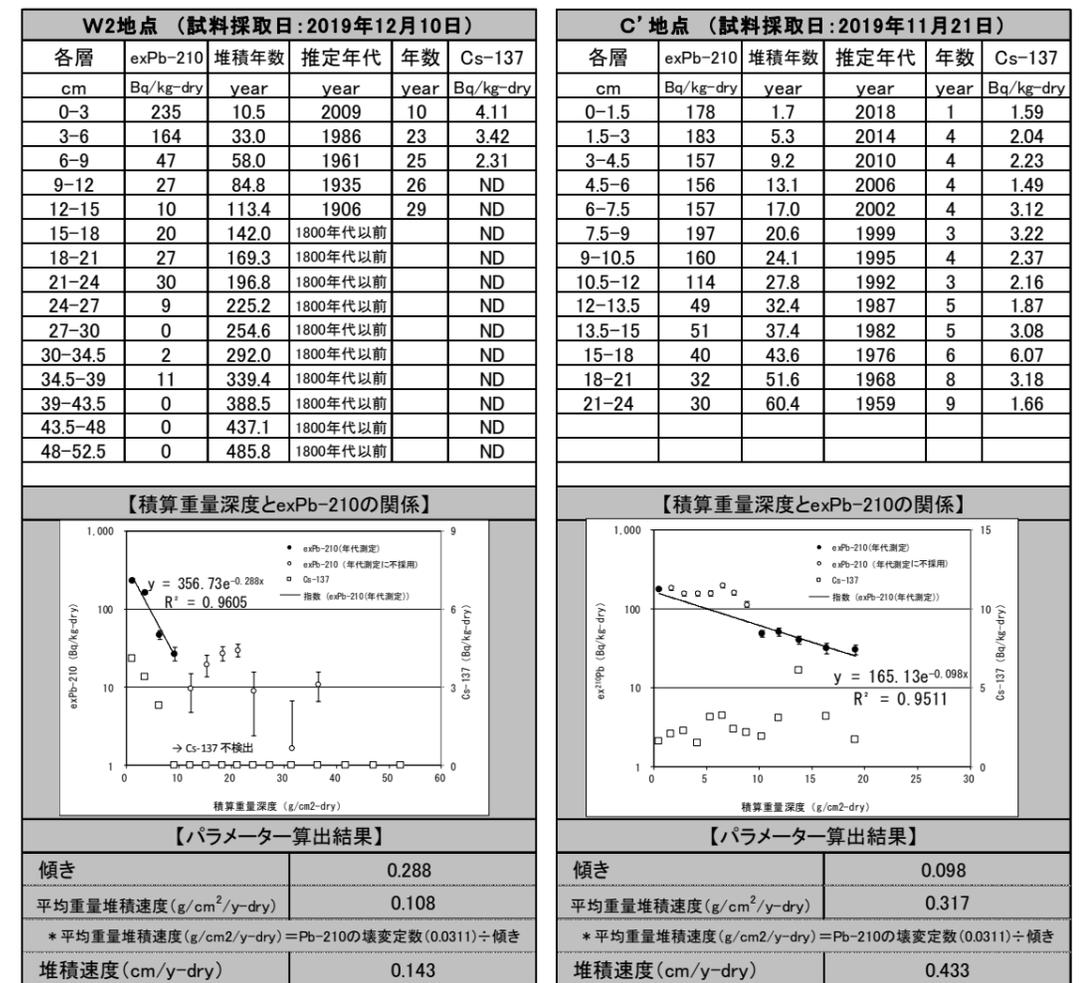


図 4-5-1 (1) 年代推定結果及び積算重量深度と exPb210 の関係 (地点W2、地点C')

【地点W2】

第1層目(3cm)から第4層目(12cm)までのexPb-210濃度から平均重量堆積速度を求め年代推定をおこなった。第2層目(6cm)から第3層目(9cm)の間でexPb-210濃度が急激に減少しており、表層から9cmの深さで約60年前の堆積層となることがわかった。Cs-137も第4層目(12cm)以深において検出下限以下となっており、1年あたりの堆積量が少なく(堆積速度は0.14cm/y-dry)、当該地点が堆積物の溜まりにくい地点であると推測された。

【地点C'】

表層域においてexPb-210濃度に大きな変化は見られず、生物擾乱等による堆積物の混合が考えられるため、第2層目から第8層目(3～12cm)までのexPb-210濃度を除き平均重量堆積速度を求めた。

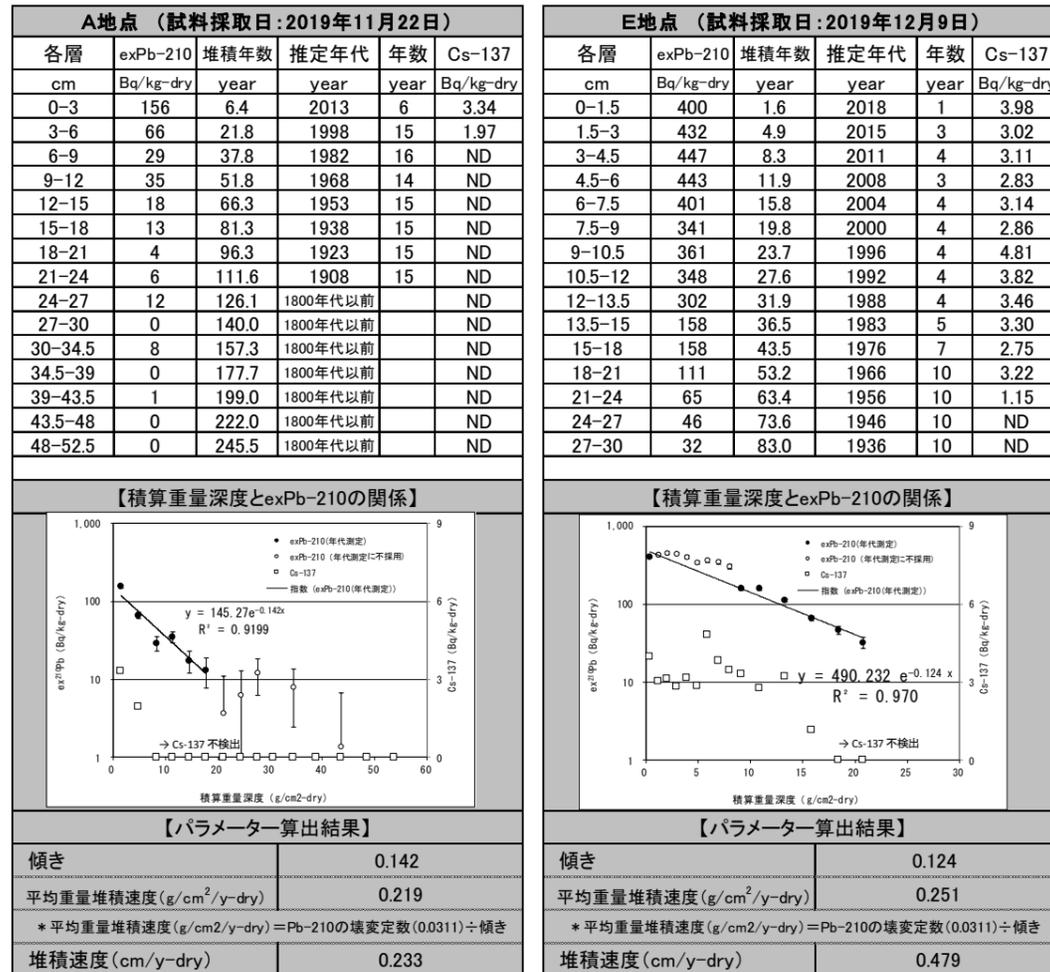


図 4-5-1 (2) 年代推定結果及び積算重量深度と exPb210 の関係 (地点 A、地点 E)

【地点 A】
 第 7 層目 (21cm) で exPb-210 値がバックグラウンド濃度レベルとなっていたため、第 1 層目から 6 層目 (0~18cm) までの exPb-210 値より平均重量堆積速度を求めた。表層での exPb-210 値の減衰が速く 12cm の深さにおいて半世紀以上前の堆積層に至っていることがわかる。Cs-137 値も第 3 層目深において検出下限値以下となっていた。堆積速度は 0.23cm/y-dry と試算した。

【地点 E】
 表層において exPb-210 値に大きな変化は見られず、生物擾乱等による混合が考えられるため、第 2 層目から 9 層目 (1.5~13.5cm) までの exPb-210 濃度を除き平均重量堆積速度を求めた。堆積速度は 4 地点中最も速く 0.48cm/y-dry と試算した。

4-6. 粒度組成データの解析

各地点のコア試料より求めたMdφ値(中央粒径値)を図4-6-1に示す。

シルトが主であった地点W2、地点EのMdφ値は、鉛直方向への変動幅が小さく、砂質分の比率が多かった。また、地点C'、地点AのMdφ値は、鉛直方向への変動が大きいことが確認できた。

特に地点C'のコア深度10cm層から15cm層あたりでMdφ値が小さくなっていることが特徴で、この変化の大きい層における底質性状の変化は通常の沈降物堆積とは異なる移入等があったのではないかと推測できる。一方、地点AのMdφ値でもコア深度25cm層から37cm層でMdφ値の変動がみられた。これらは前述の層別粒度組成にて、地点C'では当該層で砂質分が他の層に比べて大きく増えていることが確認されてこと、地点Aの当該層では逆に他の層に比べて砂質分が少

なくなりシルト分が増えることと同じ傾向を示したと考えられる。

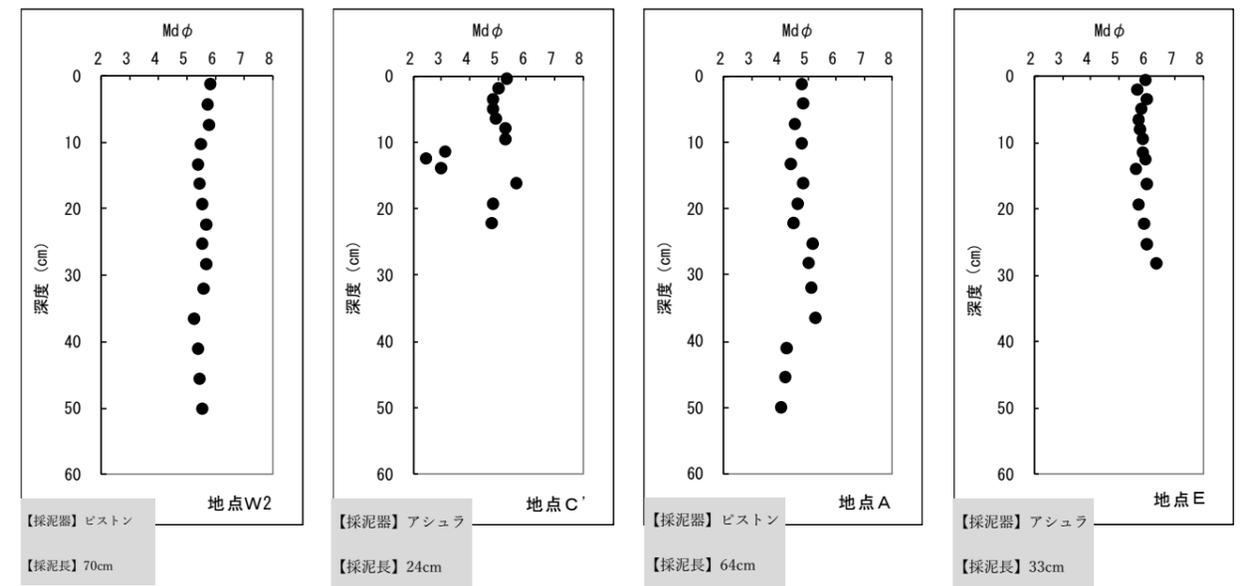


図 4-6-1 中央粒径値 (Mdφ) の鉛直分布

各調査地点における三角ダイアグラムを描写した。その結果を、Folk (1968) が提唱する三角ダイアグラム上の配置に基づく堆積物基質の類別名称と共に、図 4-6-2 に示す。

本調査 4 地点のうち、地点 C' は “silty-sand” に属する層を有しており、地点 W2、地点 A、地点 E の層は “sandy-silt” に属したが “silty-sand” 寄りに位置することがわかった。

深度による変化がみられなかった地点 W2、地点 E とは違い、地点 A は “silty-sand” 寄りから “sandy-silt” 中央まで広く分布することが確認された。

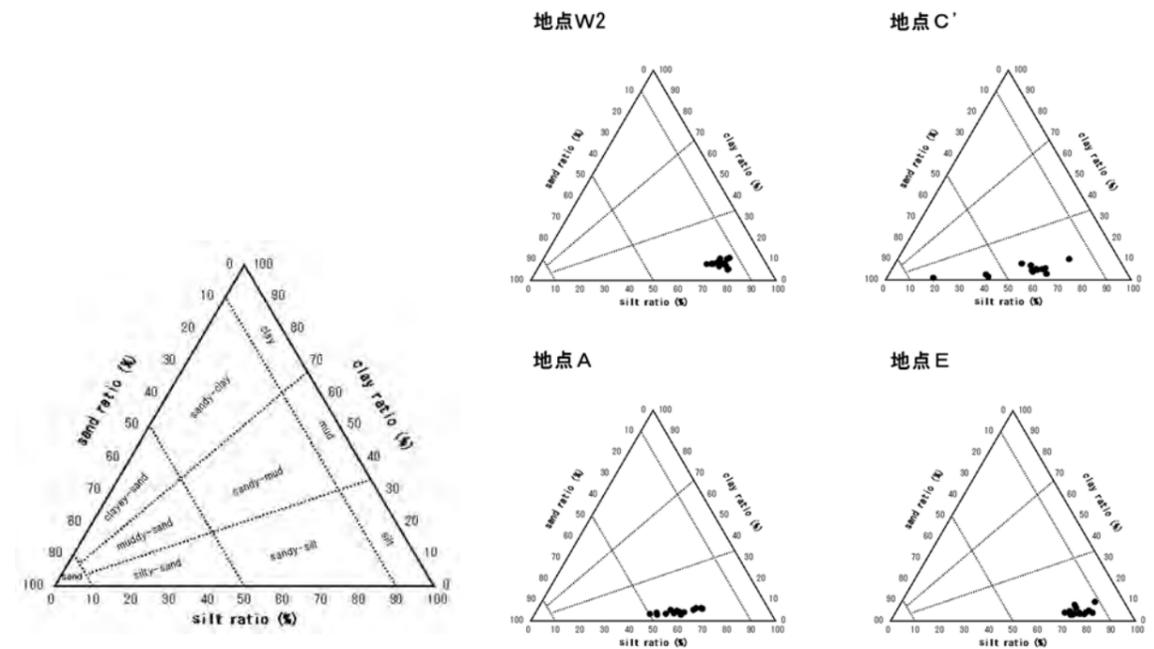


図 4-6-2 堆積物の構成比

4-7. 有機物データの解析

TOCとT-Nのモル比（C/N比）の鉛直分布を図4-7-1に示す。

それらの値はおおよそ8~10程度であることが分かった。

平成23年度に実施した黒部川河口周辺海域（浅海域）の飯野定置2及びA点でのコア試料C/N比は陸上起源物質が含まれることで、その値は15以上を示していたが、本調査の地点C'（C/N比平均：8.5）、地点A（C/N比平均：9.0）、地点E（C/N比平均：9.4）の値は、海洋起源物質の象徴とされる海洋植物プランクトン群のC/N比5~10程度に近い値を示した。一方、地点W2ではC/N比の平均が9.7であり、C/N比が11程度の層も複数確認されており、他の地点に比べて若干高い値を示した。地点W2のコア試料からは植物片（小枝片）が確認されており、河川などから供給される陸上由来の有機物質による影響が他の地点よりも高い可能性が示された。

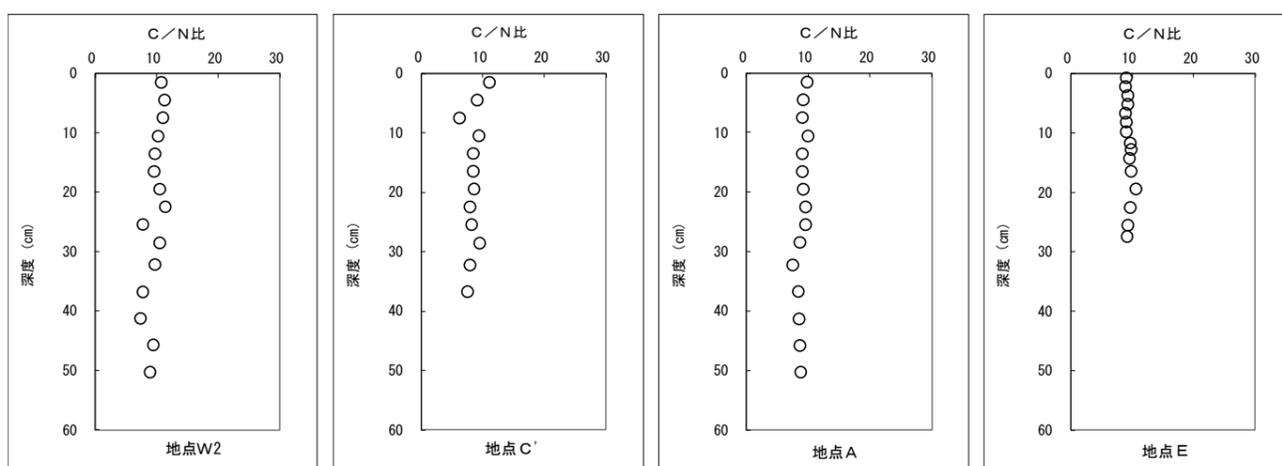
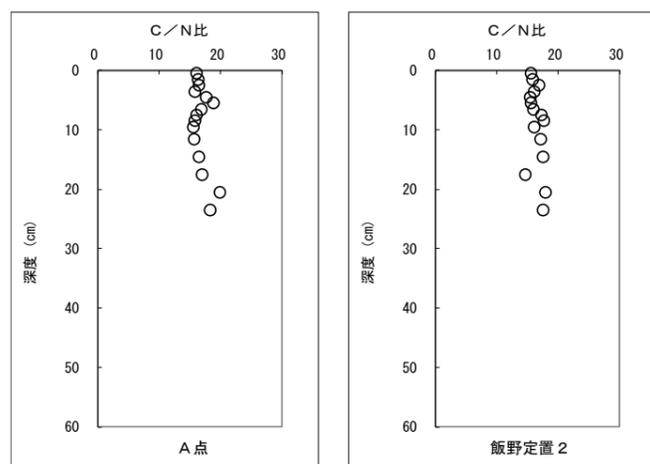


図4-7-1 堆積物のC/N比の鉛直方向への推移



【参考】H23年度に実施した調査における堆積物のC/N比の鉛直方向への推移

5. まとめ

以下に深海底質調査結果について、整理・とりまとめを行った。

項目	地点W2	地点C'	地点A	地点E
一般項目	・深海域では硫化物は、浅海域と比較すると高い値であった。これは採取試料層の取扱いの違いによるものと考えられる（深海域：深層までの混合試料、浅海域：表層泥のみ）。 ・強熱減量、T-N、T-Pも深海域では高い傾向にあり、これは浅海域でも水深が深くなるとともに高くなる傾向と同様であった。			
軟X線撮影	10cm層を境に上下で傾きの違う層を確認。22~27cmで鉛直方向に混ざった層を確認。	表層~20cmの層で成層模様は確認できず、混合された底質と推察。	表層に混合層を確認。20~35cm層は右下がり層を、35~60cm層では成層模様を確認。	5~15cm層で右下がり的高密度層を、15cm層以下で層状模様を確認。
含水率	第5層目から第7層目（12~21cm）に含水率の上昇変化がみられるが、全体的には深度方向に減衰。	第9、第10層目（12~15cm）に含水率の低下を確認した。全体的には深度方向に減衰。	第2層目（6cm）で低い含水率を確認、第9層目から第12層目（24~39cm）にかけて含水率の上昇を確認。	第3層目（4.5cm）、第7層目（10.5cm）と最下層に含水率の上昇を確認。全体的には深度方向に減衰。
土粒子密度	全体的には深度方向に増加する傾向を示したが、第10層目~11層目（27~34cm）で値の減少を確認。	表層から最深層まで値の増減がみられるが、全体的には深度方向に増加傾向を示す。	第7層目（21cm）までは値増加を示したが、第8層目（24cm）で鉛直分布が分割し、それ以降は低密度の層を確認。	第9層目（13.5cm）までは値増加を示したが、第10層目（15cm）以下で低密度の層を確認。
粒度組成	全層にわたってシルト質が60~80%で優占していた。	他の2地点と比較して砂質分の割合が多い。地点C'の第8層目~第10層目（10.5~15cm）で砂質増加。地点Aでは第9層目~第12層目（24~39cm）でシルト質増加の層を確認。	全層にわたってシルト質が60~80%で優占。	
有機堆積物	値の変動はあるものの、深度方向に減衰する傾向を確認。	他地点に比べ表層が低値。7.5~19.5cm層、22.5~28.5cm層で値の上昇を確認。	4.5~10.5cm層、36.75~45.75cm層で値の上昇を確認。	2.25~11.75cm層、19.5~27.5cm層で値の上昇を確認。
放射性同位体	表層~第4層目にかけてPb210濃度が激減し、Cs137濃度も第4層目で検出下限値となることを確認。	Pb210濃度が第1層目から第7層目にかけて規則的に減少していないことを確認。Cs137濃度は第11層目に高い値を示す層あり。	表層~第3層目にかけてPb210濃度が激減し、Cs137濃度も第3層目で検出下限値となることを確認。	Pb210濃度が第1層目から第4層目と第6層目から第8層目にかけて規則的に減少していないことを確認。Cs137濃度は第7層目、第12層目に高い値の層あり。
年代推定	推定された堆積速度は0.14cm/y-dry。表層3層目（9cm）にて半世紀前の堆積層を形成すると推察。	推定された堆積速度は0.43cm/y-dry。表層に混合層を確認。半世紀前の堆積層は20cm層あたりと推測。	推定された堆積速度は0.23cm/y-dry。表層にて半世紀前の堆積層を形成すると推察。	推定された堆積速度は0.48cm/y-dry。表層に混合層を確認。半世紀前の堆積層は20cm層あたりと推測。
粒度組成解析結果	Mdφ値及び三角ダイアグラム解析の結果、鉛直方向に変化の少ない粒度組成が示された。	Mdφ値分布の第8層目~第10層目（10.5~15cm）に値減少を確認。三角ダイアグラム解析でも砂質を確認。	Mdφ値に第8層目~第10層目（10.5~15cm）に値増加を確認。三角ダイアグラム解析での広い分布確認	Mdφ値及び三角ダイアグラム解析の結果、鉛直方向に変化の少ない粒度組成が示された。
有機物データの解析結果	C/N比は鉛直方向に緩やかに減少。C/N比の平均は9.7であった。C/N比11以上を示す層あり。	C/N比は表層から第3層目（4.5cm）にかけて11から6.2まで減少。C/N比の平均は8.5であった。	C/N比は鉛直方向にほぼ同じ値を示す。C/N比の平均は9.0であった。	C/N比は鉛直方向にほぼ同じ値を示す。C/N比の平均は9.4であった。
総括	<ul style="list-style-type: none"> 4つの調査地点について、放射性同位体分析（Pb-210）による年代推定を実施した結果、各地点の堆積速度は1年あたり0.14~0.48cmと見積もられた。地点W2と地点Aについては表層6cm~9cm程度の層で半世紀前の堆積年代に達することが推察された。一方、地点C'と地点Eでは、堆積物表層において生物擾乱等による混合層の存在が推測され、約20cmの層において半世紀前の堆積層が存在すると推察された。 一方で、地点C'、地点Aおよび地点Eにおける有機物指標（C/N比）の鉛直分布は、鉛直方向に大きな変動を持たないことが示された。平成23年に実施した河口域調査ではC/N比が陸上起源物質を含むことで15以上と高い値を示したが、今回の調査では各地点のC/N比が平均で8.5~9.7程度となり、海洋植物プランクトン由来の有機物C/N比（5~10程度¹⁾）に近い値を示したことから、陸上由来の有機物よりも海洋由来有機物の影響が強いことが示唆された。 			

1) 佐藤専寿、杉本 亮、富永 修（2013年）安定同位体比およびC/N比から評価した小浜湾における堆積有機物の起源 水産海洋研究 77(1) 1-9

深海底質調査における調査項目と数値のもつ意味について

★年代推定項目

項目	定義	数値の表す意味 小 ← 数値 → 大
放射性同位体 鉛 210 (Pb-210) セシウム 137 (Cs-137)	<p>例：鉛 210</p> <p>第1回富岩運河等ダイオキシン類対策小委員会 参考資料4「富岩運河等におけるダイオキシン類堆積年代測定結果について」(富山県環境生活文化部環境政策課)より引用</p>	<p>Pb-210 の濃度が低いと Pb-210 の濃度が高いと</p> <p>← 堆積年代が古い → 堆積年代が新しい</p> <p>鉛-210 は、地殻に存在するラジウム-226 が壊変して発生するラドンガスから常に生まれ続けている。鉛-210 は、微小粒子の形で風に乗って空気中を循環しているが、その一部は塵や降水に取り込まれ、水中に移動するとともに、懸濁粒子に付着して沈降し、毎年ほぼ一定量が底泥に移行する。そして、① 底泥に取り込まれた後は、大気からの新たな鉛-210 の供給がないこと ② 鉛-210 は放射壊変により一定の速さ(半減期 22.2 年)で減少することから、底泥に含まれている鉛-210 の濃度を調べることで、その層がいつ頃堆積したのかを把握することができる。</p>
土粒子密度	乾燥させた泥の試料を構成する鉱物および有機物の単位堆積当たりの質量である。土の鉱物組成、有機物の混入する程度によってその値は異なり、また、堆積泥の圧縮効果により、深度とともに高くなる。	有機物が多く含まれると低い 密度の高い鉱物が多く含まれると高い
含水率	泥の試料に含まれる水分の割合を重量%で表したもので、粘土やシルト分は水分を多く含み、砂質になると少なくなる。また、堆積泥の圧縮効果により、深度とともに減少する。	砂質 粘土・シルト (圧縮効果により、減少する)
粒度組成	底質を構成する土粒子径の分布状態を全体に対する百分率で表したものです。土粒子径により、礫、粗砂、細砂、シルト、粘土などにクラス分けして表示します。	

★有機物項目

項目	定義	数値の表す意味 小 ← 数値 → 大
T O C	(全有機炭素量) 底質中の有機物質を構成する炭素原子の量をmg/gで表し、CODとともに有機物の濃度の大きさを示す。	有機物が少ない (貧栄養) 有機物が多い (富栄養)
T-C	(全炭素) 底質中の無機炭素(炭酸塩、炭酸水素塩など)と有機物と存在する有機炭素を合計である。	有機物が少ない (貧栄養) 有機物が多い (富栄養)
T-N	(全窒素) 亜硝酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン及び有機態窒素含有率の合計であり、富栄養化が進んでいると大きな値を示す。 土壌中総窒素列：1~6 mg/g	貧栄養 富栄養
C/N比	全炭素を全窒素で除した時の比で、海洋プランクトン群のC/N比は5~10程度とされており、底泥に堆積した有機物が陸上起源有機物が海洋起源有機物が判断することができる。	5~10 程度 20 以上 海洋起源の有機物 陸上起源の有機物

★一般項目

項目	定義	数値の表す意味 小 ← 数値 → 大
pH	(水素イオン濃度) 酸性またはアルカリ性の程度を示す。	酸性 中性 アルカリ性 ← 7.0 →
C O D	(化学的酸素要求量) 有機物などを酸化剤で酸化するときに消費される酸素の量であり、有機物等の濃度の大きさを示す。	有機物が少ない (貧栄養) 有機物が多い (富栄養)
T-N	(全窒素) 亜硝酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムイオン及び有機態窒素含有率の合計であり、富栄養化が進んでいると大きな値を示す。 土壌中総窒素列：1~6 mg/g	貧栄養 富栄養
T-P	(全りん) リン酸イオン及び有機態リン等の含有率の合計であり、富栄養化が進んでいると大きな値を示す。 土壌中総窒素列：1~4 mg/g	貧栄養 富栄養
硫化物 (T-S)	硫黄と水素、カルシウム又はナトリウム等の化合物で還元性(腐敗性)環境下では大きな値を示す。	酸化性 還元性 (腐敗しやすい度合)
強熱減量 (I L)	試料を強熱する際に生じる質量の減少率であり、底泥の有機性汚濁の程度を示す指標として最も簡便な方法である。有機物含有量が多いと大きな値を示す。	有機物が少ない (貧栄養) 有機物が多い (富栄養)
粒度組成	底質を構成する土粒子径の分布状態を全体に対する百分率で表したものです。土粒子径により、礫、粗砂、細砂、シルト、粘土などにクラス分けして表示します。	
O R P	(酸化還元電位) 土壌中(液)の持つ酸化力(+)又は還元力(-)を示す。還元性を示す程、土壌変質の環境が大きい。	還元性 (-) 0 酸化性 (+)

★軟X線撮影

項目	定義	画像が表す意味 黒色 ← 輝度 → 白色
堆積構造の撮影	X線CTスキャナー画像における輝度の濃淡は底質試料の密度を表し、白い色ほど高密度であり黒くなるほど密度が低い部分または空洞となる。撮影した画像の解析により、生物活動による攪乱を受けた層や移流土砂の影響を受けた層をみわけ、鉛直方向の堆積構造を把握。	低密度 高密度