

令和2年度 深海底質調査の実施結果（速報）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、R1調査については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、W², C', A, E）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を実施した。その結果については、第52回（R2.4開催）の黒部川ダム排砂評価委員会で「今回の調査結果を見る限り、連携排砂開始前後で深海における環境への影響は見られなかった。」と評価されたものの、各地点で堆積速度に違いが見られたことから、海底地形（谷、尾根）等による影響かを確認するため、令和2年度も深海底質調査を実施したものである。

なお、R2年度も黒部川河口沖合を中心とする富山湾海域の4地点の深海（計画水深約790～945m、U, K, 新N, 新O）においてR1年度と同様な底質調査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。本結果は令和2年8月31日から9月2日に実施した調査ならびにコア試料分析結果についての速報である。

2. 調査期間

令和2年8月31日～9月2日（試料採取期間）

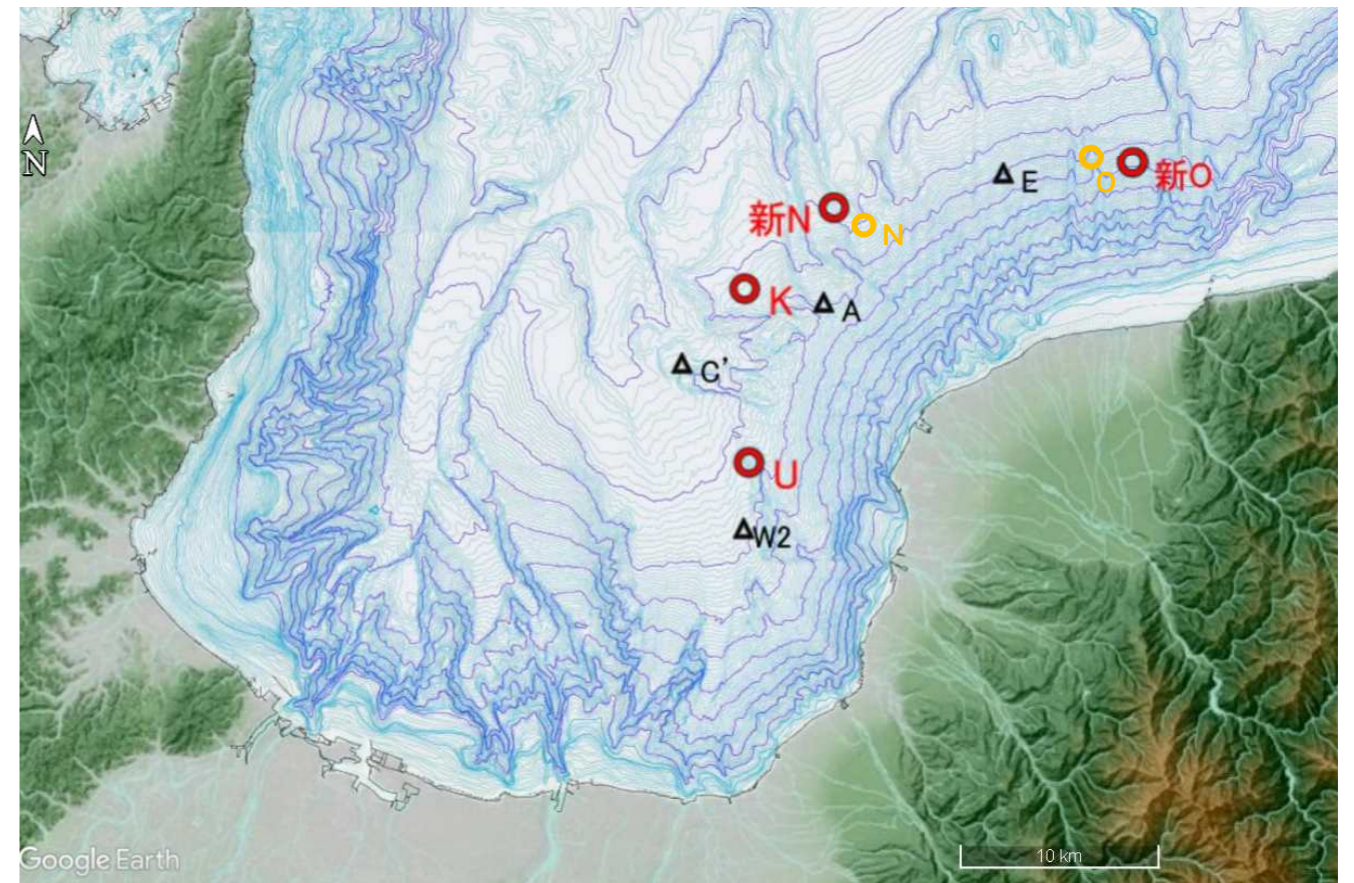
3. 調査方法

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の河口沖への流路等を勘察し、本年度は海底尾根部を中心に4地点を選定し採泥を実施した。

採泥地点は、富山湾奥から時計回りに地点U、地点K、地点新N、地点新Oとした。

- ・地点U（魚津海脚）：北緯36°54'19.00"、東経137°20'08.00"、予定水深801m
【海域特徴】常願寺川・早月川・片貝川の河口沖にある尾根状高まり域
- ・地点K（黒部川河口沖）：北緯36°59'00.00"、東経137°20'00.00"、予定水深875m
【海域特徴】黒部川の河口沖にある海底段丘の平坦面部
- ・地点新N（入善沖）：北緯37°01'10.86"、東経137°23'01.02"、予定水深945m
【海域特徴】黒部川に由来する芦崎海底谷右岸の自然堤防域
- ・地点新O（小川河口沖）：北緯37°02'22.86"、東経137°33'09.00"、予定水深790m
【海域特徴】小川の河口沖の海底にある自然堤防域（右岸側）



注：調査地点は、学識経験者等と決定した地点を漁協者からの要望により変更した地点を[新]としている。

図3-1-1 深海底質調査地点（○：R2年度調査地点（○：変更前地点）、△：R1年度調査地点）

3-2. 採泥方法

本調査では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を使用した。

表 3-2-1 採泥器の概要

項目	長尺アシュラ採泥器
重量	約 120kg
採泥管の内径	Φ68mm
最大採取長	0.7m

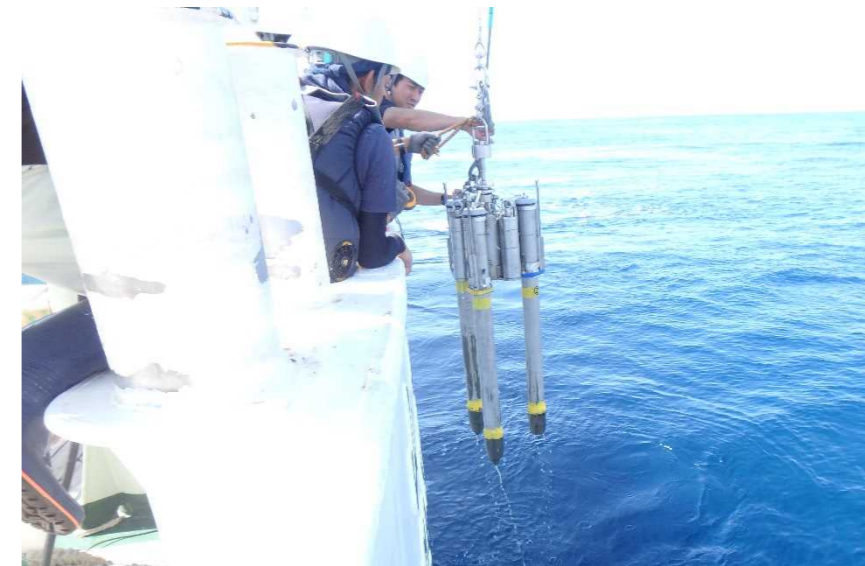


図 3-2-1 長尺アシュラ採泥器

3-3. コアサンプルの調査

長尺アシュラ採泥器で採取したコア試料は、昨年度の年代推定結果をもとに極力薄い層（層厚 1.5 cm）図 3-3-1 のとおり分割した。1層あたりの試料量が少ないため年代推定等、試料分析に必要な泥量を確保するため、各地点では長尺アシュラ採泥 2 キャスト実施し計 6 本のコア試料を採取した。

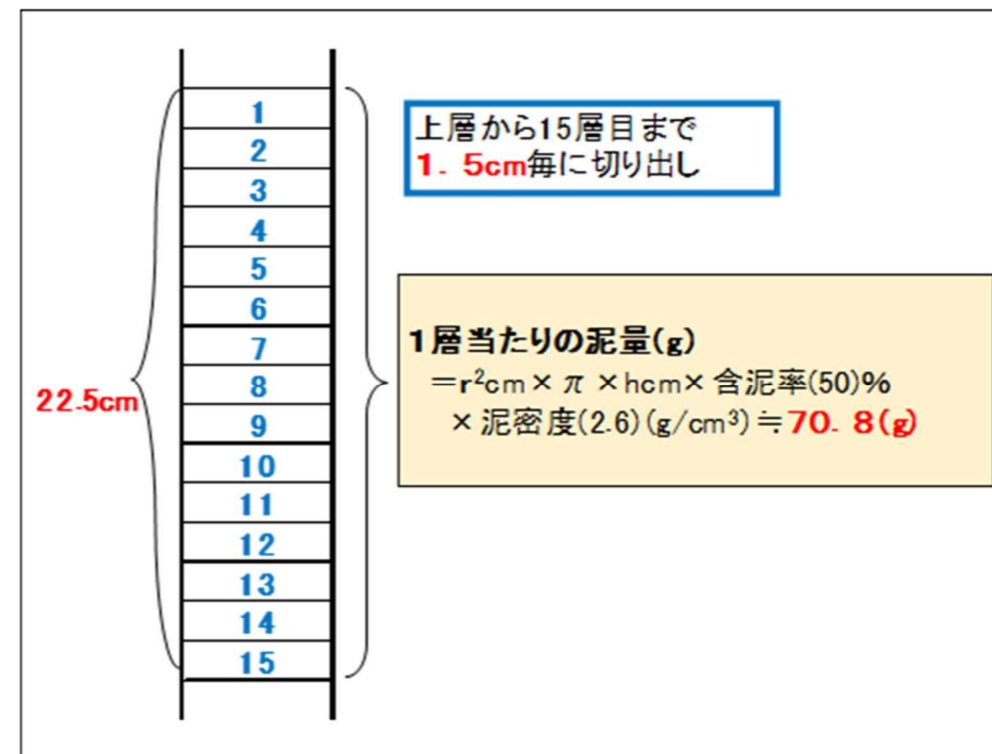


図 3-3-1 長尺アシュラ採泥器コアサンプルの分取層厚

3-4. 分析項目と分析方法

各分析項目の測定目的を表 3-4-1 に示す。

また、採取した各地点の底質試料は、表 3-4-2 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線分析を実施する。なお、年代推定については、現在分析中のため、本速報には掲載していない。

表 3-4-1 分析項目と測定目的

項目	測定目的	備考
一般項目	排砂環境影響調査結果や水産用水基準と比較し、深海域と浅海域との性状を把握する。	
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。	
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、放射性同位体分析によって推定される平成3年（1991年）頃の堆積層の前後で濃度変化がみられるか否かを検討する。	
年代推定	底質試料中の放射性同位体濃度を測定し、排砂が開始された平成3年（1991年）頃の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。	現在、分析中

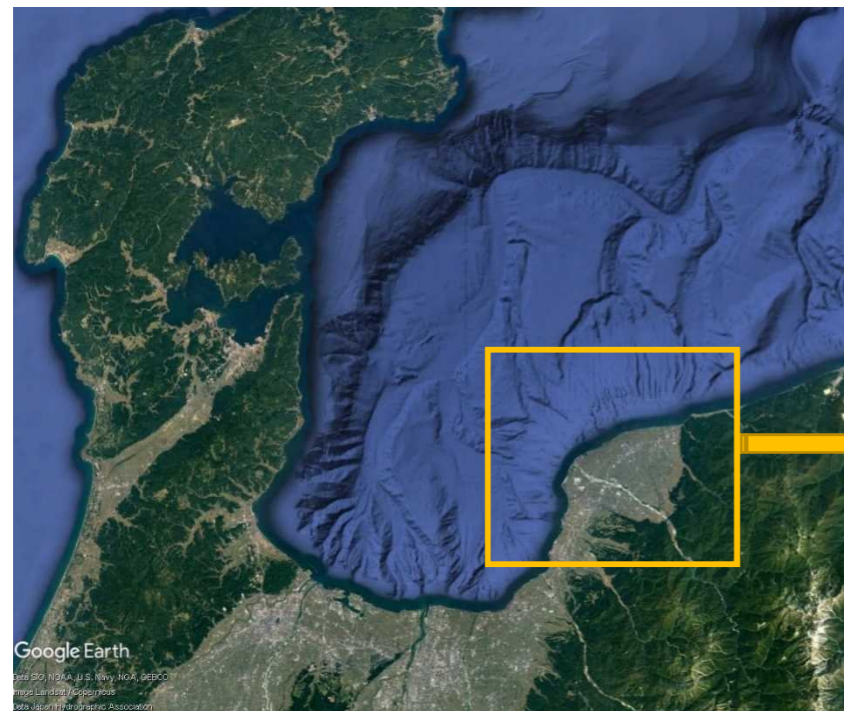
表 3-4-2 分析項目と分析方法

項目	分析項目	分析方法	備考
一般項目	pH	海洋観測指針8.10.6 ガラス電極法	
	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	
	T・N	環水管第127号II.18.2 インドフェノール青吸光度法	
	T・P	環水管第127号II.19.1 酸-過塩素酸分解法	
	硫化物	環水管第127号II.17 水蒸気蒸留-滴定法	
	強熱減量	環水管第127号II.4 重量法	
	粒度組成	JIS A 1204 土の粒度試験方法	
ORP	土壤環境分析法 ORP計による現地測定		
軟X線分析	軟X線分析		
	(堆積構造の撮影)	X線CTスキャン	
有機物	TOC (全有機炭素量)	底質調査法（平成13年3月）II.4.7	
	T-C (全炭素量)	CNコーダによる	
	T-N (全窒素量)		
年代推定	放射性同位体分析	γ線計測（ゲルマニウム半導体検出器による）	現在、分析中
	① 鉛210 (Pb-210)		
	② セシウム137 (Cs-137)		
	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	
	含水率	JIS A 1203 土の含水比試験方法	
粒度組成	レーザー回折法		
保管試料	保管試料（冷蔵保管中）		

4. 調査結果

4-1. 調査地点の選択

本調査で採泥を実施した地点位置を図 4-1-1 および表 4-1-1 に示す。



富山湾全体図



富山湾海底地形赤色地図 (○ : R2 年度採泥地点、△ : R 元年度採泥地点)

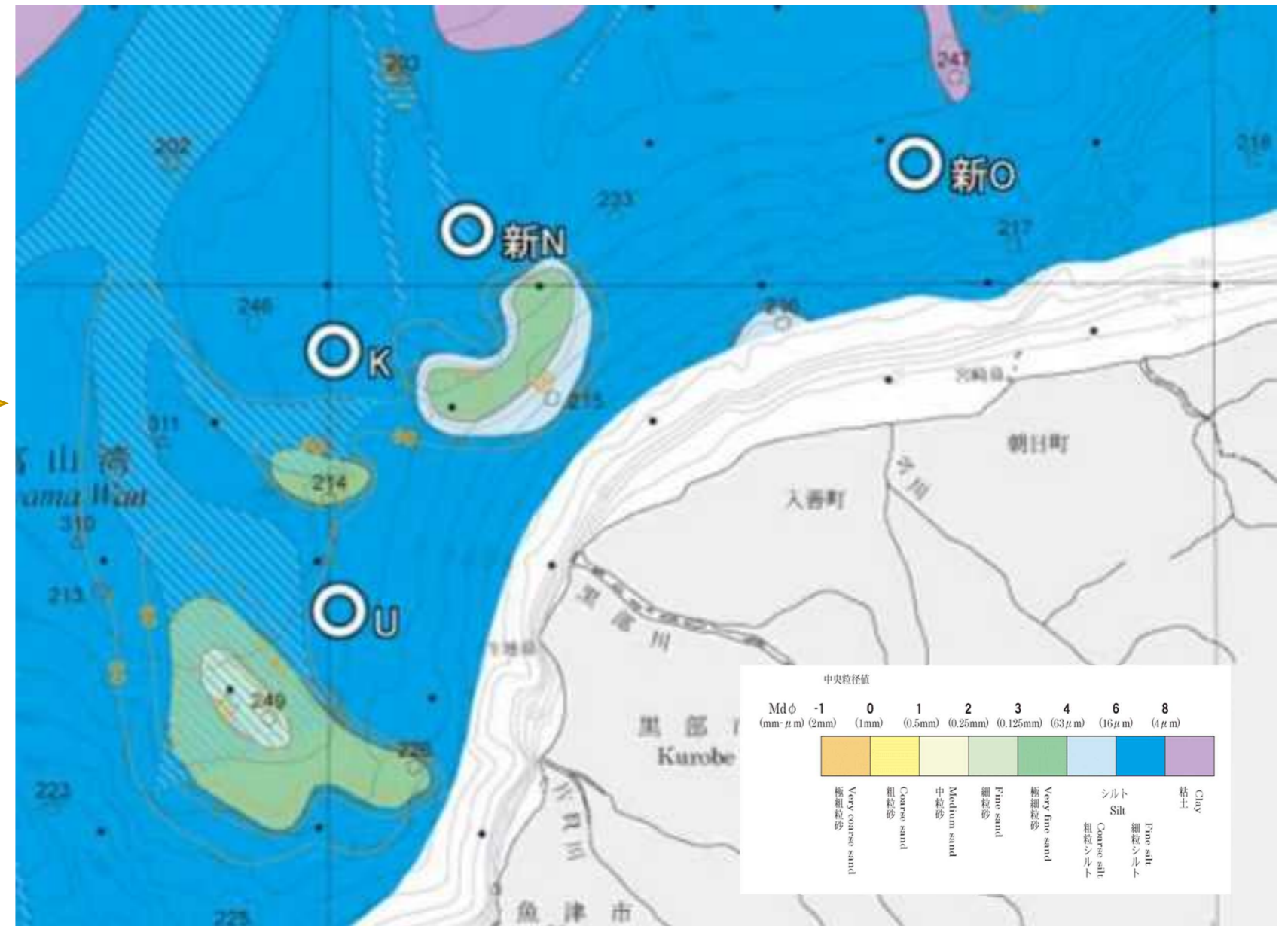


図 4-1-1 採泥地点図 (○印 : 採泥地点)

(「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 採泥実施地点での採泥器の着底時水深と緯度経度情報

地点U	地点K	地点新N	地点新O	備考
長尺アシュラ採泥点#2 36° 54.345N 【水深:808m】 137° 20.094E	長尺アシュラ採泥点#1 36° 58.991N 【水深:890m】 137° 19.972E	長尺アシュラ採泥点#1 37° 01.236N 【水深:946m】 137° 23.023E	長尺アシュラ採泥点#1 37° 02.371N 【水深:793m】 137° 33.067E	上段 : 使用採泥器 中段 : 緯度 (立山丸船位) 下段 : 【水深(着底時)】 経度 (立山丸船位)
長尺アシュラ採泥点#3 36° 54.317N 【水深:809m】 137° 20.111E	長尺アシュラ採泥点#2 36° 58.963N 【水深:891m】 137° 19.917E	長尺アシュラ採泥点#2 37° 01.168N 【水深:946m】 137° 23.049E	長尺アシュラ採泥点#2 37° 02.395N 【水深:798m】 137° 33.060E	—

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。性状観察はコア試料採取後に立山丸船上にて実施した。性状はいずれも主としてシルト質の底質であり、堆積物表面で中細砂から細砂混じりの底質が確認された。泥色は表層では灰オリーブか暗オリーブ色であり、数cm下の層から深さ方向に層状あるいはパッチ状の黒色の還元泥層が見られた。表層から10cm層あたりから泥色はオリーブ黒色がほとんどであり、泥臭は微かな土臭であった。

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
U 9月1日	アシュア #2	36° 54.345 N 137° 20.094 E	808	#1コア 25	年代推定	—	—	—	—
				#2コア 25	年代推定	—	—	—	—
				#3コア 24	軟X線分析	—	—	—	—
	アシュア #3	36° 54.317 N 137° 20.111 E	809	#1コア 23	保管用	—	—	—	—
				#2コア 26	有機物	—	—	—	—
				#3コア 26	一般分析	全体的に灰オリーブ(7.5Y4/2)、7.5cm層よりオリーブ黒(10Y3/1)になり10.5cm層以深に還元層も濃い黒色(N2/0)が混じる。16.5cm層に黄色っぽい細砂混じりシルトが確認できた	表層) 中細砂混じりシルト 下層) シルト	なし	土臭(生臭さなし)
K 9月1日	アシュア #1	36° 58.991 N 137° 19.972 E	890	#1コア 23	年代推定	—	—	—	—
				#2コア 24	年代推定	—	—	—	—
				#3コア 24	軟X線分析	—	—	—	—
	アシュア #2	36° 58.963 N 137° 19.917 E	891	#1コア 28	一般分析	表層)6cm層は灰オリーブ色(7.5Y4/2)、6cm層より深くなるにつれてオリーブ黒(10Y3/1)が混じる	表層) 中細砂混じりシルト 9cm層) シルト	10.5cm層にゴカイ15cm層あたりに木片	土臭(生臭さなし)
				#2コア 29	有機物	—	—	—	—
				#3コア 28	保管用	—	—	—	—
新N 9月2日	アシュア #1	37° 01.236 N 137° 23.023 E	946	#1コア 34	年代推定	—	—	—	—
				#2コア 37	軟X線分析	—	—	—	—
				#3コア 31	年代推定	—	—	—	—
	アシュア #2	37° 01.168 N 137° 23.049 E	946	#1コア 38	有機物	—	—	—	—
				#2コア 24	保管用	—	—	—	—
				#3コア 40	一般分析	表層)暗オリーブ(5Y4/4)表層直下)オリーブ黒(10Y3/2)10cm以深)黒7.5Y2/112~15cm層)オリーブ黒(7.5Y3/2)最下層)緑黒5G2/1	表層) 細砂混じりシルト 6cm層) シルト	なし	土臭(生臭さなし)
新O 8月31日	アシュア #1	37° 02.371 N 137° 33.067 E	793	#1コア 38	年代推定	—	—	—	—
				#2コア 36	年代推定	—	—	—	—
				#3コア 40	軟X線分析	—	—	—	—
	アシュア #2	37° 02.395 N 137° 33.060 E	798	#1コア 31	有機物	—	—	—	—
				#2コア 33	一般分析	全体的にオリーブ黒色(7.5Y3/2)だが内部に黒色(5G2/1)の層が混在する	細砂混じりシルト	小木片(黒色)	土臭(生臭さなし)
				#3コア 33	保管用	—	—	—	—

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一般分析用コア試料を用いて性状等観察、表層第1層(0~1.5cm)でのORPセンサ計測をおこなった後、22.5cm層までを一般分析用試料とした。試料は全て冷蔵他状態で陸上に持ち帰り分析をおこなった。一般項目の分析結果と現場測定結果を表4-3-1に示す。泥試料の粒度分布ではどの地点もシルト分が6~7割を占めており、特に地点Kと地点新Oでは砂質が少ない結果となった。

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U	地点K	地点新N	地点新O
pH (—)	海洋観測指針1990 8.10.6 ガラス電極法	7.2	7.1	7.1	6.9
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	8.4	10.0	8.6	16.0
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	0.94	0.81	0.65	1.40
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	0.82	0.85	0.65	0.69
含水比 (%)	JIS A 1203 土の含水量試験方法	36.2	40.3	36.8	44.5
強熱減量 (%)	環水大発第120725002号 II.4.2	6.3	6.3	6.5	8.9
硫化物 (mg/g-dry)	環水大発第120725002号 II.4.6 水蒸気蒸留-滴定法	0.3	0.3	0.2	0.3
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)	106	107	67	110
泥温 (℃)		10.3	9.2	10.4	10.2
粘土分 0.005mm未満 (%)	ふるい分析、沈降分析	16.2	19.8	19.2	25.0
シルト分 0.005~0.075mm (%)		68.1	71.7	66.3	71.3
砂分 0.075~0.2mm (%)		15.7	8.5	14.5	3.7
中央粒径 (mm)		0.0198	0.0177	0.0202	0.0112

本調査結果と浅海域での既往調査結果および昨年度実施の深海調査結果を図4-3-1に示す。前述のとおり、本年度試料性状はシルト分約70%、粘土分約20%であり、昨年度の4地点（シルト分約50～70%、粘土分約3～8%）に比べ、やや粒径が小さい結果となった。また、昨年度試料性状は採泥長が28～81cmとバラつきがある中での分析であったが、本年度は表層から22.5cmまでを一般分析試料とした。このためCODやT-Nでやや高い値がみられるものの、浅海域の既往調査や昨年度試料の縦断方向の測定値（本資料8頁参照）を見る限り、これら過去の測定値の範囲内であった。硫化物濃度は昨年度同様に、水産用水基準を上回っていた*。

※水産用水基準¹⁾はきわめて一般的に考えられる条件が想定されており、その適用にあたってはそれぞれの水域の特性をよく考慮することが必要である。

1) 公益社団法人日本水産資源保護協会：水産用水基準 第8版(2018年版)

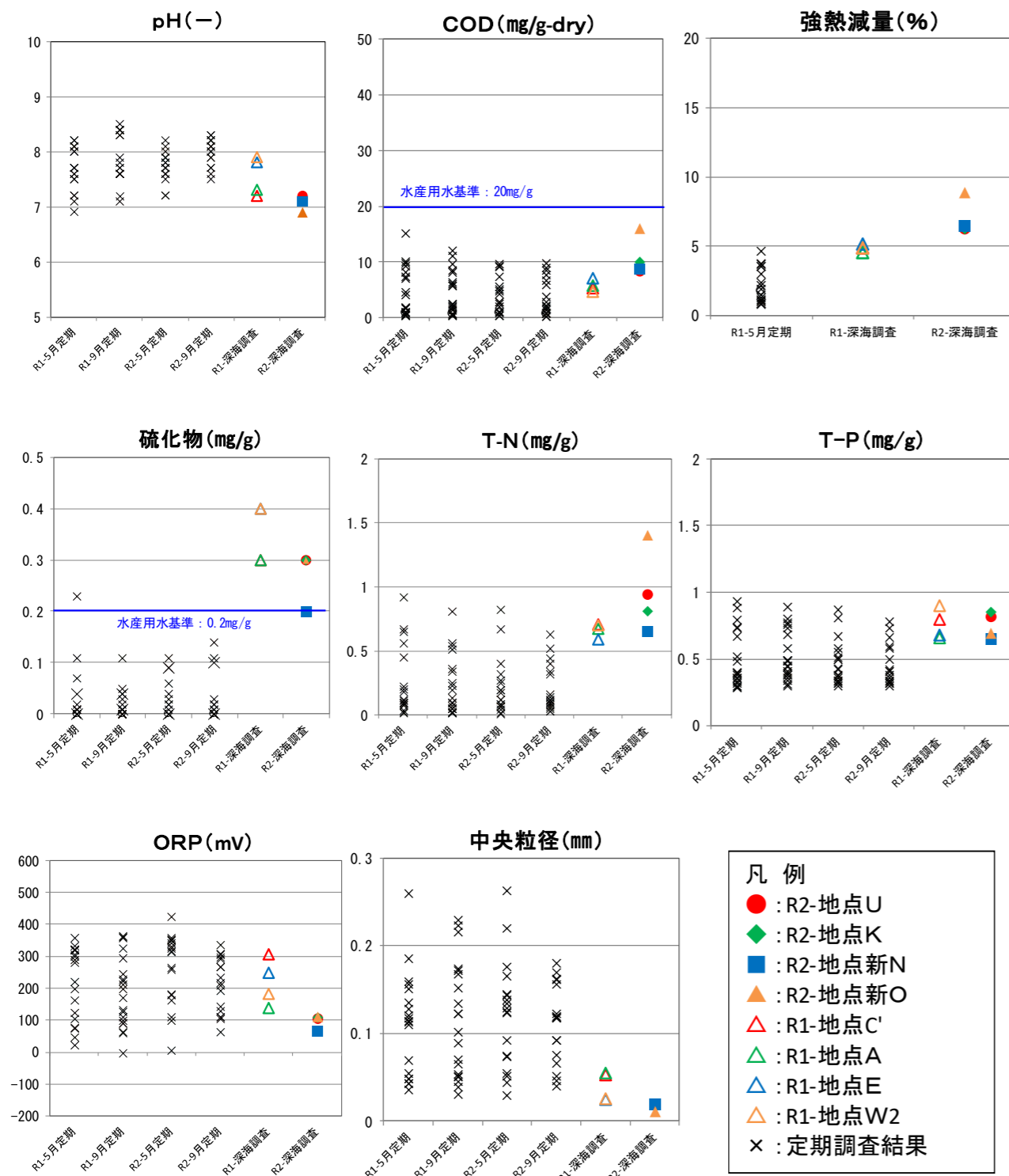


図4-3-1 既往調査結果との比較（一般項目の分析結果）

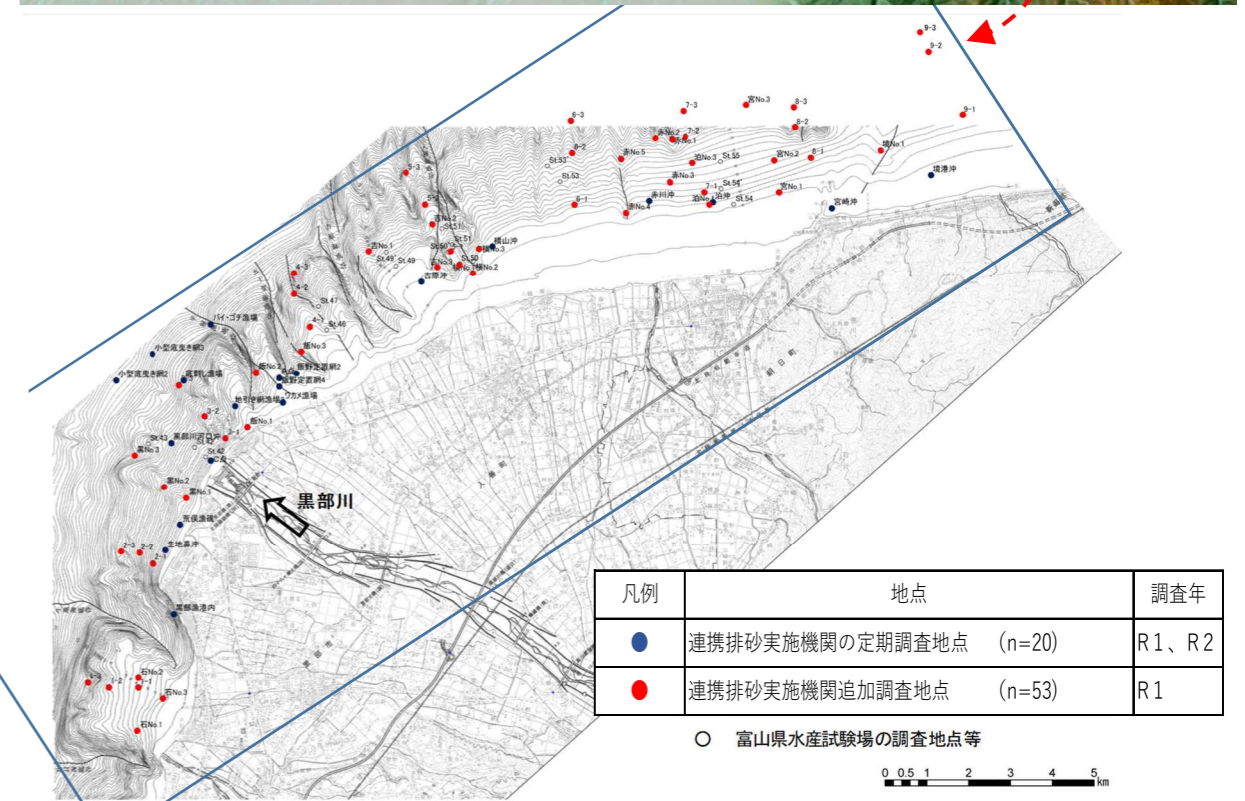
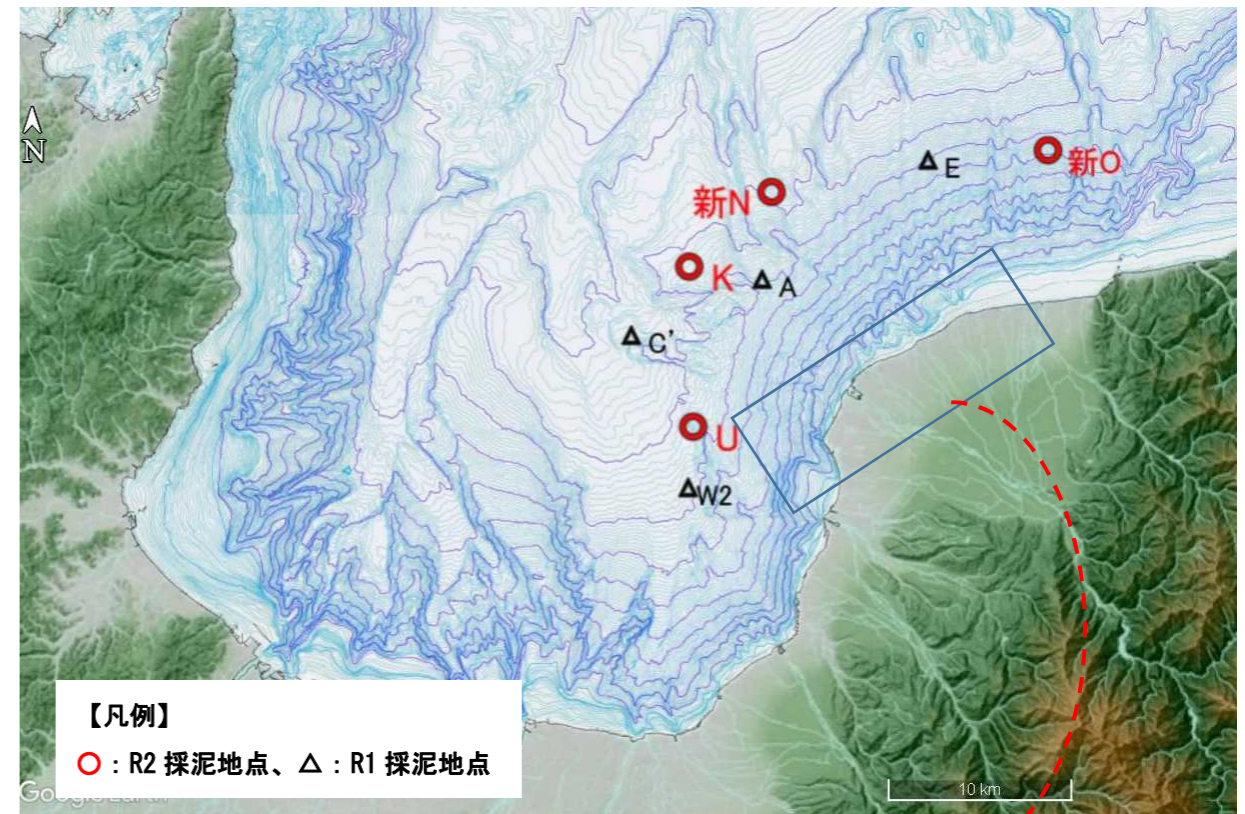
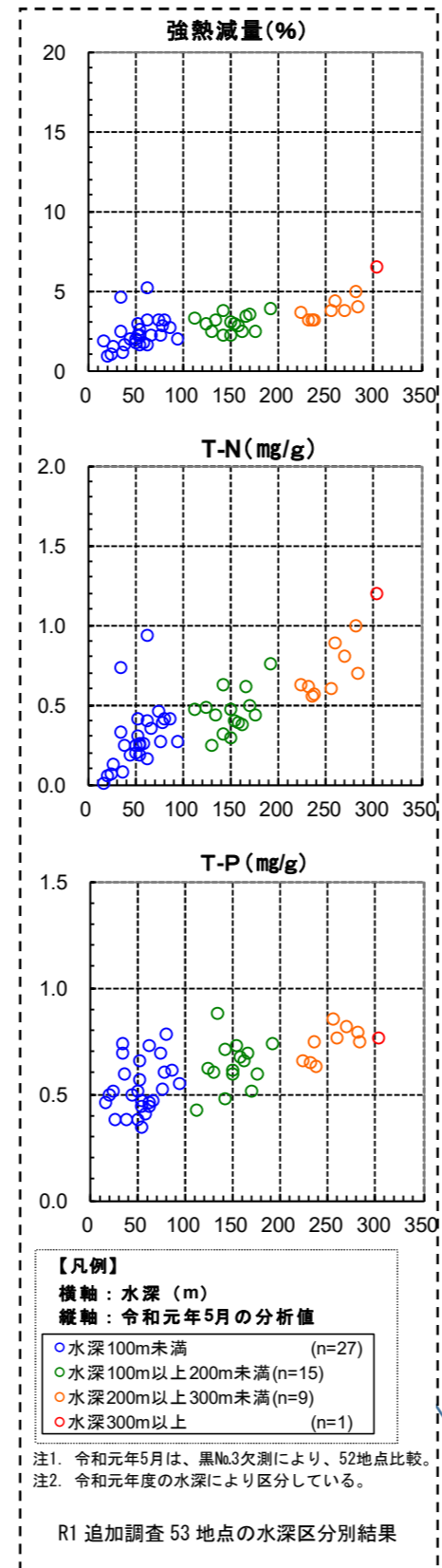


図4-3-2 深海底質調査地点（上段）と既往底質調査地点（下段）

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結果を図4-4-1に示す。図はコア試料表層を上にして鉛直方向に並べてあり、図中の赤線は5cm毎のラインを示す。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硬く高密度な層を、黒くなるほど密度が低い層または空洞を表す。ただし、これらコア試料の輝度濃淡はコア試料ごとに調整した相対的なコントラストであるため、コア試料間の輝度比較はできない。

- ・地点U：表層下4、5cmから約15cmの層に低密度層と高密度層が縦方向に重なっている様子が確認できた。また表層下約18～20cmの下層には鉛直方向に層状模様が確認できた。
- ・地点K：約5cm層毎に輝度の変化がみられ比較的鉛直方向に重なった層状模様を確認できた。
- ・地点新N：表層5cm～10cmの層に縦に低密度層があり混合している様子が確認できる。10cm層以深は比較的鉛直方向に層状模様を確認できる。
- ・地点新O：表層5～7cm層に低密度層が層状に確認できる。30cm層あたりまでは明確な層状模様は確認できないが、30cm層以深では層状模様を確認できた。

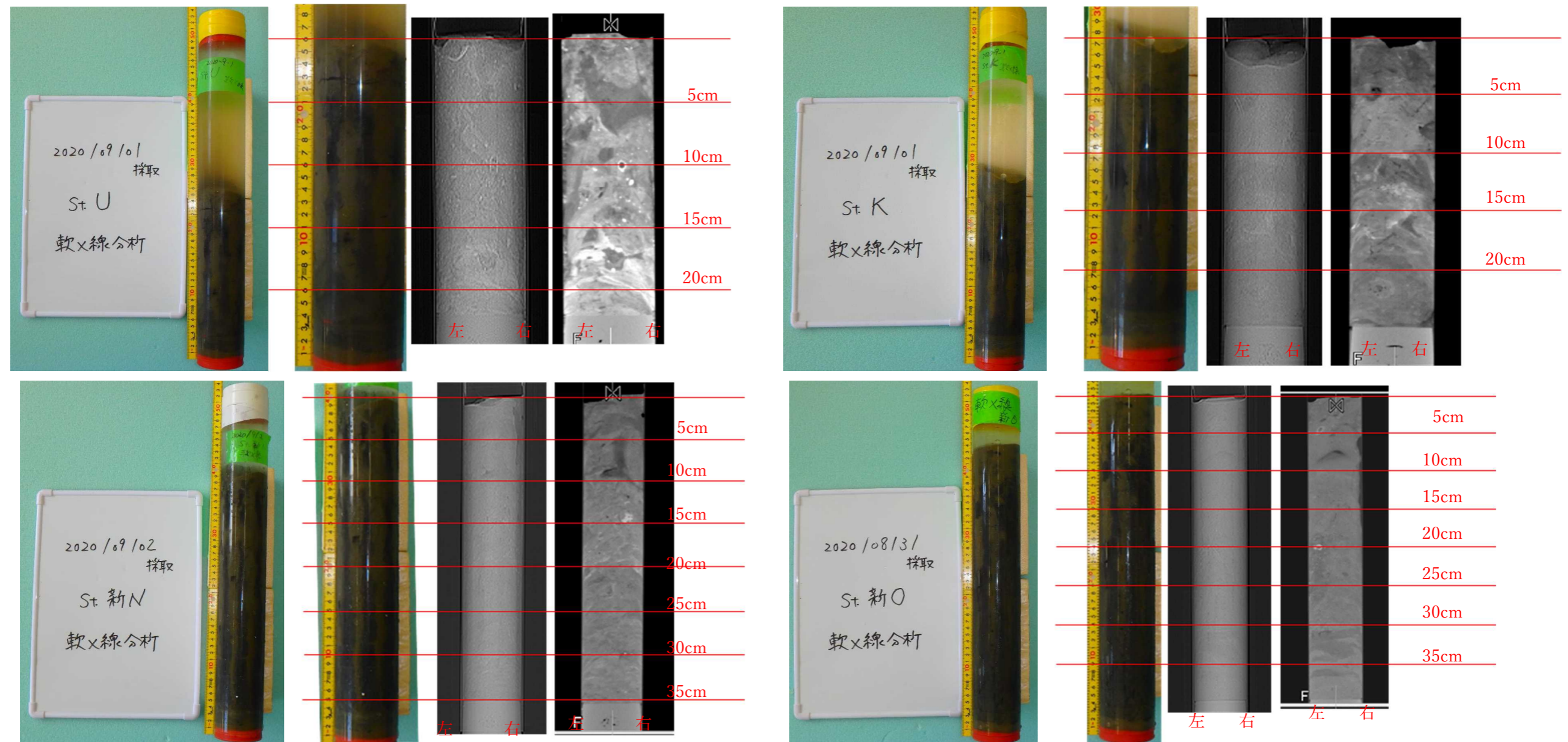


図4-4-1 X線CT撮影画像

(各地点左より試料写真、試料写真拡大、X線スキャナー画像写真、X線スキャナー画像コア垂直断面図)

(2) 有機堆積物

T-C、TOC及びT-Nの鉛直方向の濃度変化を図4-4-2に示す。

一般的に堆積物内での鉛直混合が無ければ堆積有機物は深度方向に減少する傾向があるが、本調査結果では昨年同様、必ずしも鉛直方向に規則的に減衰する動きは見られなかった。T-C値、TOC値およびT-N値の鉛直方向への挙動は、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、規則的な鉛直方向の減衰を示さなかったことから、堆積物混合や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できる。

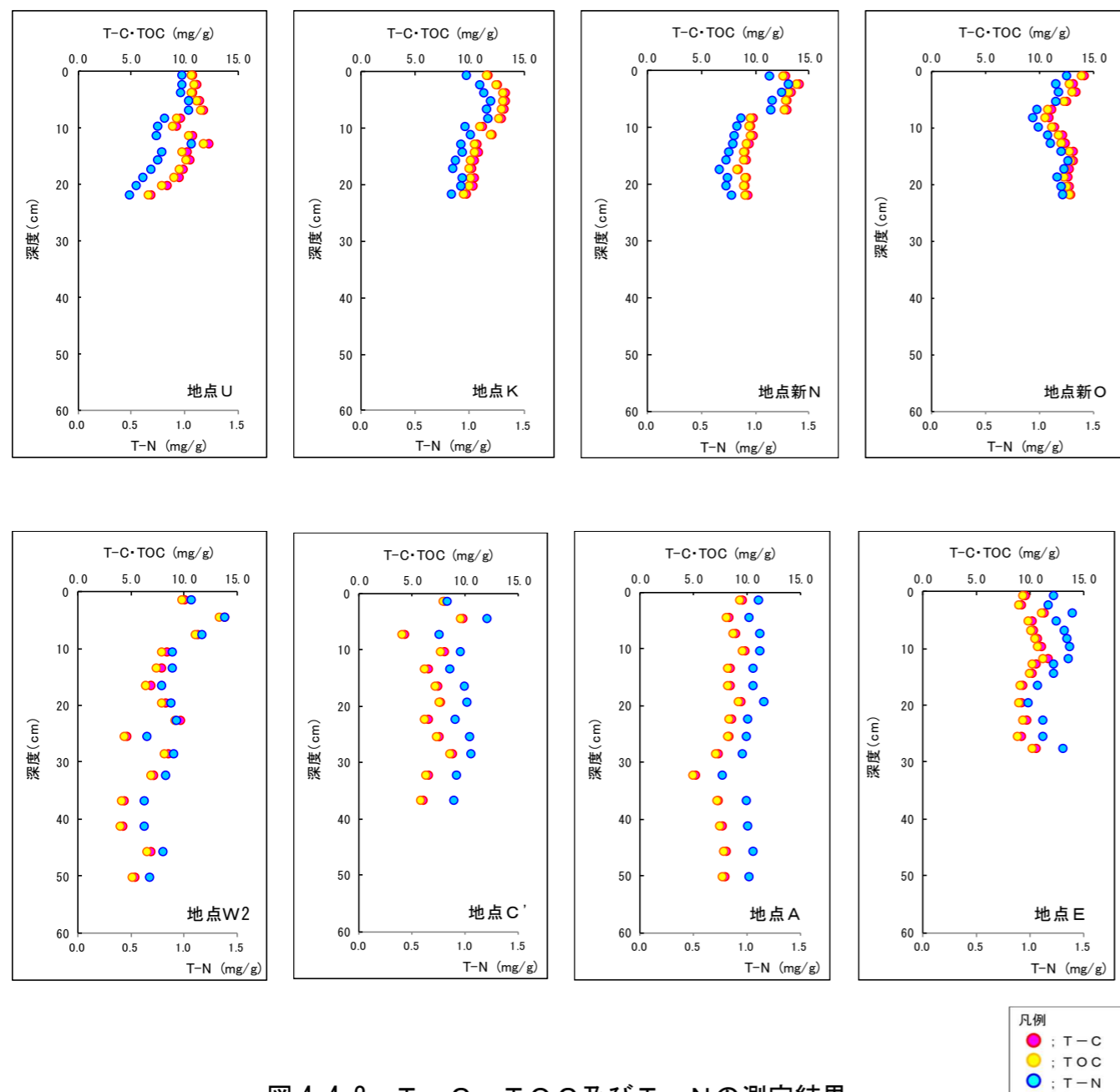


図4-4-2 T-C、TOC及びT-Nの測定結果
(上段：R2年度調査地点結果、下段：【参考】R1年度調査地点結果)

4-5. 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4-5-1に示す。

地点Uや地点新NではC/N比が鉛直方向にも増加の傾向にあった。本年度調査での各地点のC/N比は、全体的に約10~15の範囲であった。平成23年度に浅海域で調査した黒部川河口付近の測定値がC/N比が約15~20、昨年度の深海底質調査地点の結果が約10程度であったことから、本年度調査結果はその中間の値であった。

また本年度調査の各地点のC/N比は昨年度結果に比べていずれも若干高く、C/N比が10未満の海洋起源物質よりもC/N比が20以上の陸上起源物質が当該海底の堆積物として残っている可能性があると考えられる。

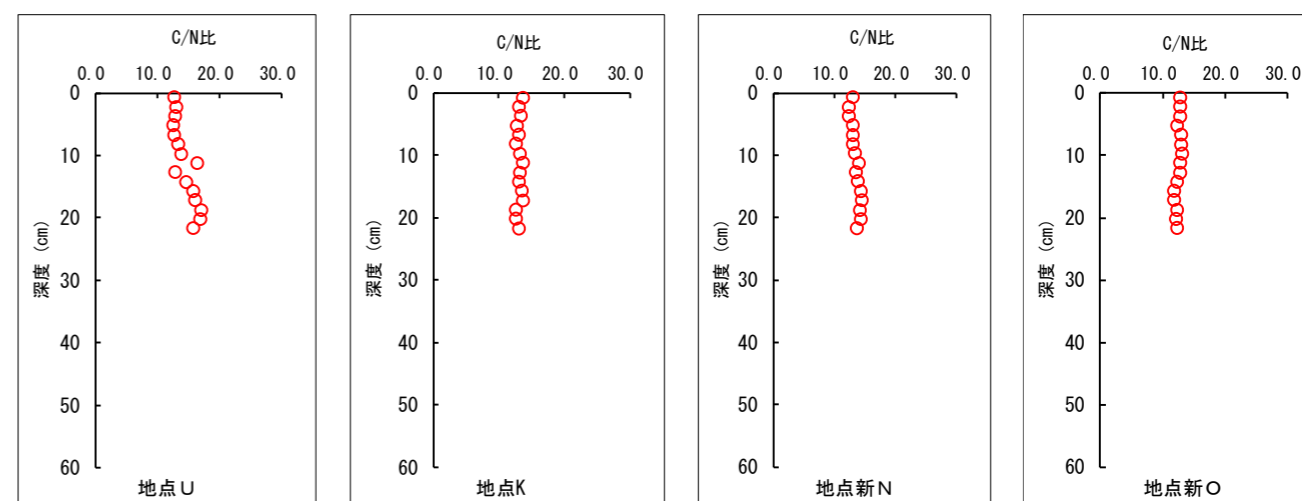
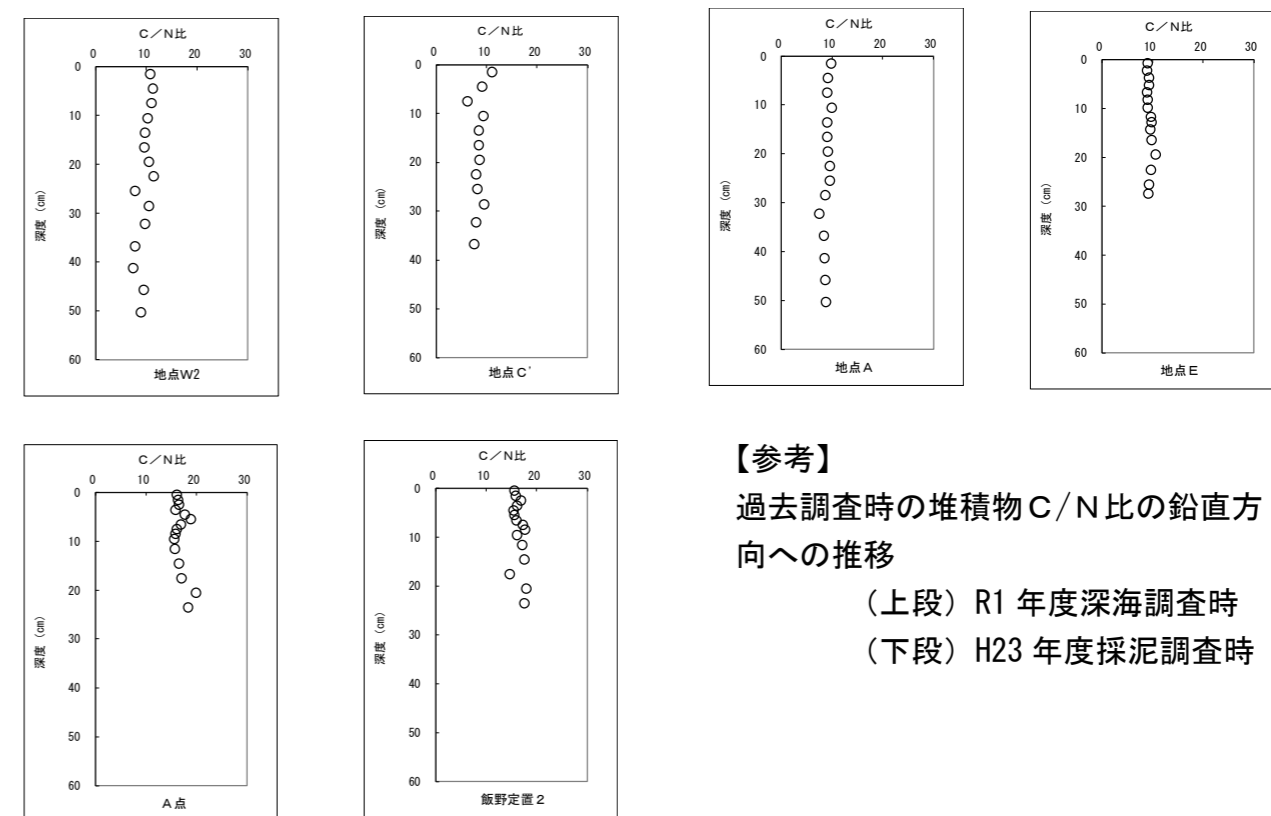


図4-5-1 堆積物のC/N比の鉛直方向への推移



【参考】
過去調査時の堆積物C/N比の鉛直方向への推移
(上段) R1年度深海調査時
(下段) H23年度採泥調査時

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もの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 ← 有機物が多い → (貧栄養) (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 ← 有機物が多い → (貧栄養) (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。	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か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 ← 7.0 → アルカリ性
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 ← 有機物が多い → (貧栄養) (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。	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。	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 ← 有機物が多い → (貧栄養) (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、土壌変質の影響大きい。	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 →