第３３回黒部川土砂管理協議会

資料－３

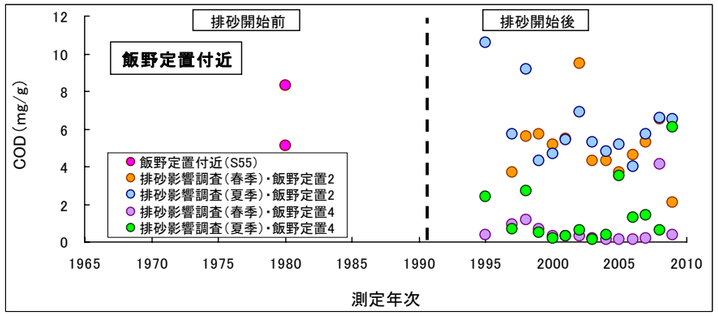
# 既往環境調査に対する分析について
# （海域における底質性状の変遷の推定について）

## １．分析の概要

### 【１】分析目的

第 35 回黒部川ダム排砂評価委員会では、黒部川河口周辺海域における初回排砂（平成３年）以降の底質調査と、それ以前の昭和 44 年及び昭和 55 年の底質調査とを比較した結果、両者の底質性状には大きな差がない可能性が示唆された。しかしながら、現行の調査と過年度のそれとでは、底質試料の採取方法や調査地点に若干の違いがあった。

そこで、あらたに黒部川河口周辺海域において柱状採泥を行い、底質試料の年代推定を行うと共に、鉛直方向における底質性状の変化について解析検討を行った。




注）第 35 回黒部川ダム排砂評価委員会の資料－３より抜粋

図１－１　排砂開始前後での底質のＣＯＤ値

### 【２】調査期間

平成２３年７月２７日～２９日（試料採取期間）

### 【３】分析方法

１．調査地点の選定

・当初の計画（第 35 回黒部川ダム排砂評価委員会提示）では、既往環境調査における底質調査地点のうち、Ａ点、ワカメ漁場、底刺網漁場、横山沖、吉原沖及び河口沖の６地点を調査予定地点とした。

・その後の事前調査の結果から、ワカメ漁場、吉原沖、横山沖及び河口沖の底質はコアサンプルの採取に適していない砂質であることが明らかになったため、調査地点から除外し、あらたに、シルト・粘土質である飯野定置２を調査地点に加え、最終的にＡ点及び飯野定置２を調査地点とした。

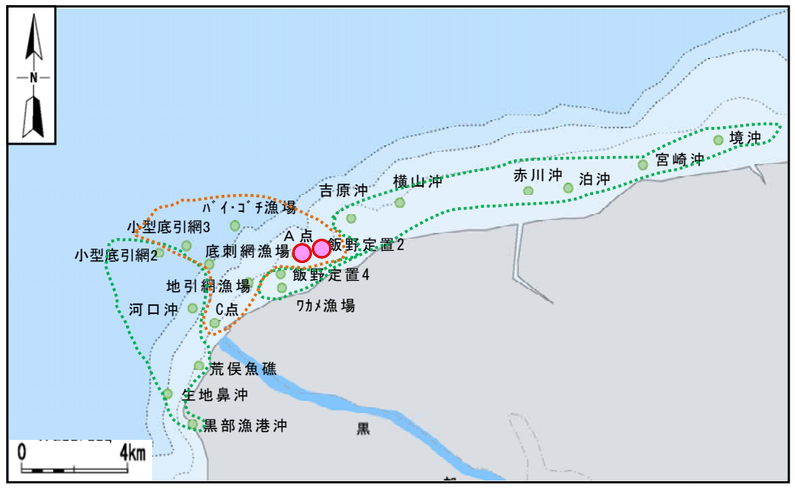



図１－１－１　調査予地点

２．底質試料の採取方法

・コアサンプルの採取にはアシュラ型採泥器を用い、直径８cm のコアサンプルを１調査地点につき３本ずつ採取した。

３．試料の分析

・底質試料は 25cm 以上採取し、各々15 層に分割して分析試料とした（表層から 10 層目までは１cm 毎に、11 層目から 15 層目までは３cm 毎に分割した）。

・表１－３－１に記した項目について分析を行った。

図１－２－１　アシュラ型採泥器

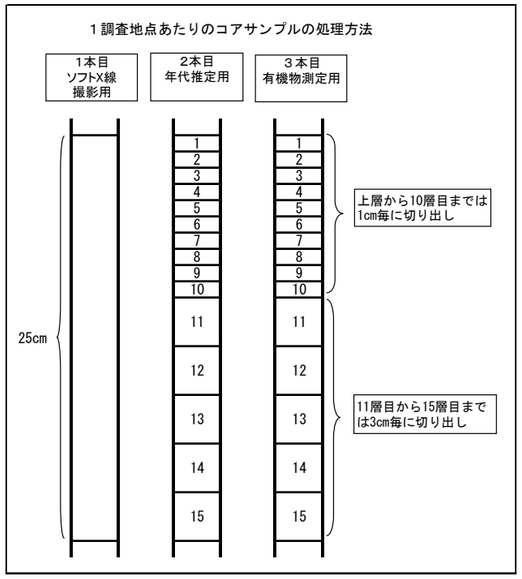



図１－３－１　コアサンプルの調製方法

表１－３－１　分析項目と分析方法

| 区分 | 分析項目 | 分析方法 | 目的 |
|---|---|---|---|
| １本目 | ソフトＸ線撮影 | ソフテックス製 M-150 型による | 採取した底質試料の鉛直方向の堆積状況を確認することが出来る。 |
| ２本目 | 放射性同位体分析<br>①鉛 210（$^{210}$Pb）<br>②セシウム 137（$^{137}$Cs） | γ線計測<br>（ゲルマニウム半導体検出器による） | 底質試料の放射性同位体濃度を測定することで底質試料の年代推定を行う。これにより、排砂が開始された平成 3 年頃の堆積深度を推定する。なお、単位容積密度および含水率の測定は、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実施する。 |
| | 真比重（土粒子密度） | JIS Z 8807 固体比重測定方法 | |
| | 含水率 | JIS A 1203 土の含水比試験方法 | |
| | 粒度組成 | レーザー回析法 | 粒度組成の変化が鉛直方向で生じているか否かを判断する。 |
| ３本目 | ＴＯＣ（全有機炭素量） | 底質調査法（平成 13 年 3 月）Ⅱ.4.7 | 有機物の鉛直方向への濃度分布を測定し、放射性同位体分析によって推定される平成 3 年頃の堆積深度の前後で、濃度変化がみられるか否かを検討する。 |
| | Ｔ－Ｃ（全炭素量）<br>Ｔ－Ｎ（全窒素量） | ＣＮコーダによる | |

### 【４】まとめ

・飯野定置２及びＡ点の２調査地点について、放射性同位体分析（Pb210）による年代推定を実施した結果、排砂が開始された平成３年（1991 年）の堆積物層は、飯野定置２では 12 層目から 13 層目（深度で 14.5～17.5cm）付近に、Ａ点では 10 層目（深度で 9～10cm）付近にあると推察された。

・年代推定の結果に基づき、飯野定置２及びＡ点の堆積層を初回排砂前（1991 年以前の堆積層）とそれ以降（1991 年以降の堆積層）に分類し、堆積層の中央粒径値について２群間の平均値の差を検定した結果、いずれも有意な差はみられないことから（$p>0.05$）、初回排砂前とそれ以降とでは、中央粒径値の平均値には差がないと考えられた。

・飯野定置２及びＡ点のいずれも、質量深度（x）とＴＯＣ含有量（y）との間には高い相関がみられ、初回排砂前の層、初回排砂以降の層も概ね指数関数式に近似することから、有機堆積物については、初回排砂前とそれ以降とで大きく変化していないと推察された。

## ２．海域における底質性状の変遷の推定について

### ２－１．底質試料の採取

・以下の場合を適切な底質試料であると判断した。

・試料採取の結果、飯野定置２及びＡ点で期待した通りのコアサンプルの採取ができた。

① 採取した３本のコアサンプルの長さが均等であり、いずれも 25cm 程度あること

② ソフトＸ線撮影の結果（粘土・シルト質であり、夾雑物がないこと）

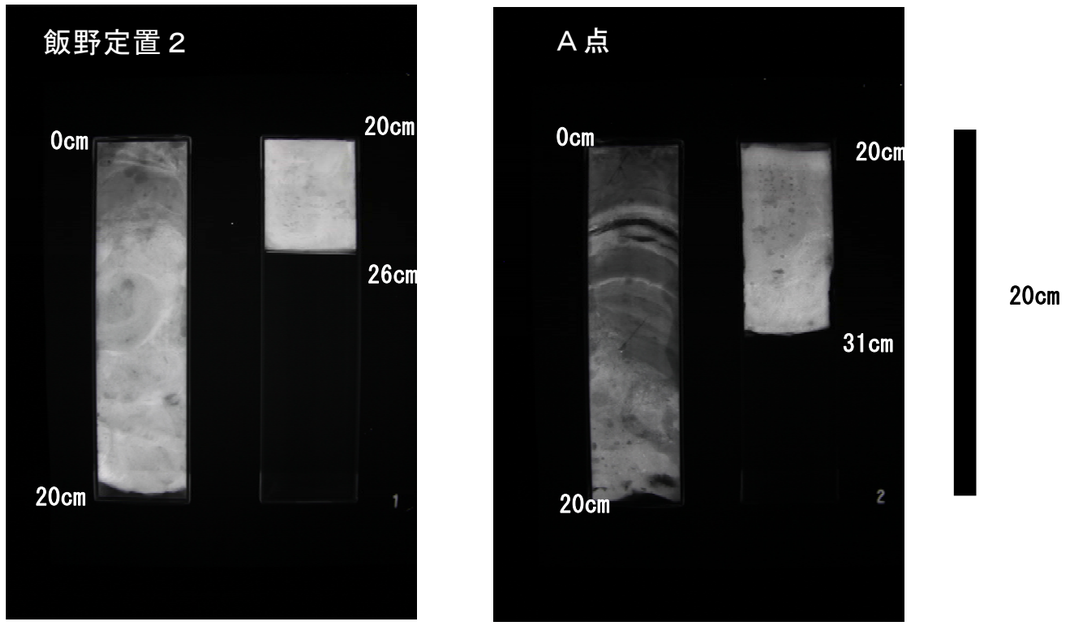
表２－１－１　底質試料の採取結果

| 地点名 | 採泥日 | 水深（m） | 調査位置 | | 底質性状 | 採取したコアサンプルの長さ（cm） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 緯度 | 経度 | | ソフトＸ線撮影用 | 放射性同位体分析 | 有機物測定 |
| 飯野定置２ | 7/27 | 49 | 36° 56′ 20.5″ | 137° 26′ 52.6″ | シルト | 26 | 27 | 26 |
| Ａ点付近 | 7/27 | 36 | 36° 56′ 28.9″ | 137° 26′ 29.2″ | シルト | 31 | 32.5 | 30.5 |

### ２－２．コアサンプルの分析

（１）ソフトＸ線撮影

・飯野定置２及びＡ点の試料は、表層ほど密度が低い傾向が見られたが、シルト等の細粒分であると考えられ、夾雑物や砂質の層は確認できなかったので、年代測定は可能であると判断した。



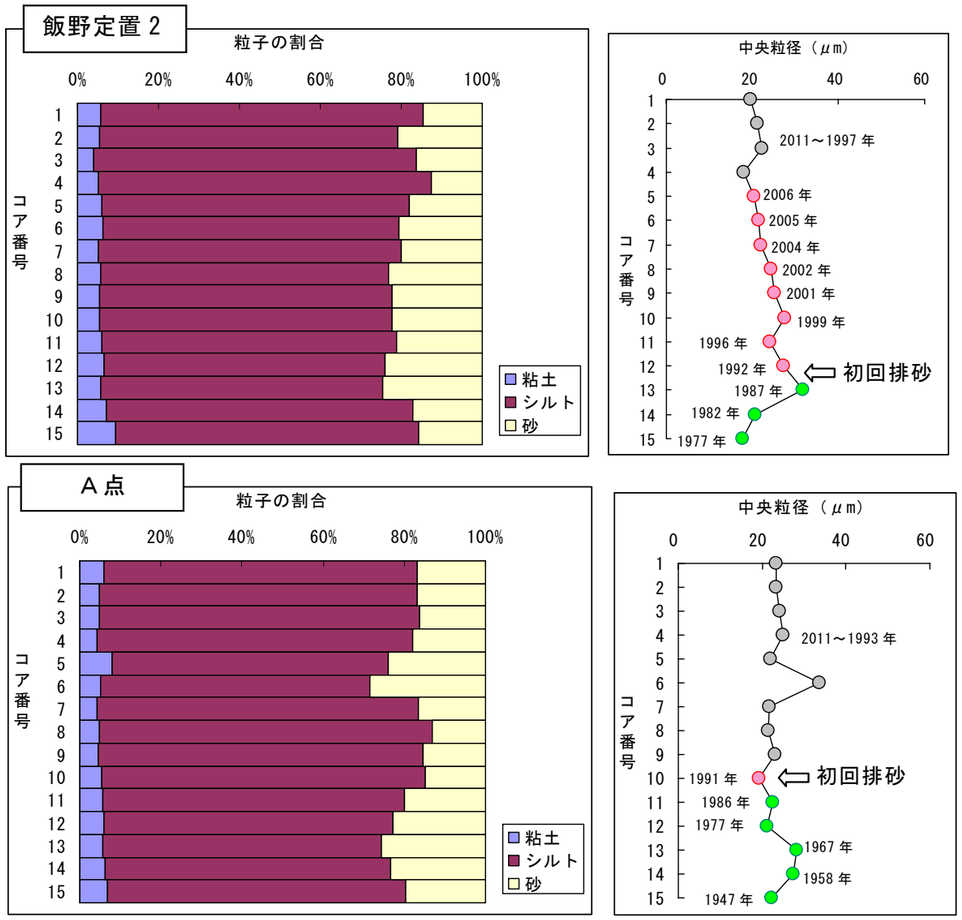

注）数字は表層からの深さを示す。

図２－２－１　底質試料のソフトＸ線撮影結果

（２）粒度組成

・いずれの調査地点においても、底質試料の粒度組成は、シルト分が主体であった。

・飯野定置２及びＡ点の中央粒径は概ね 20μｍで推移している。




注）粘土は＜3.9μｍ、シルトは 3.9～67.5μｍ、砂は 67.5～2000μｍとして区分した。

図２－２－２　底質試料の粒度組成及び中央粒径

（３）有機堆積物

・ＴＯＣは、表層では概ね 10～20mg/g の範囲であり、深度が大きくなるにつれて減少する傾向がみられている（図２－２－３）。

・Ｔ－Ｎは、調査地点によって異なるものの、概ね表層では 1mg/g 程度であり、深度が大きくなるにつれて減少する傾向がみられている。

・ＴＯＣ及びＴ－Ｎの鉛直方向の変動傾向は類似しており、砂分の割合が高い層で低くなる傾向がみられている。

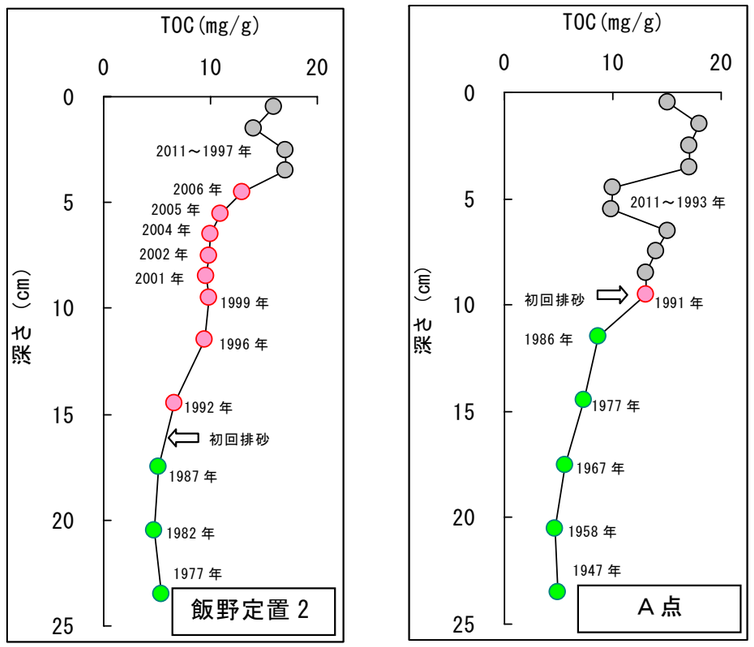



図２－２－３　ＴＯＣの鉛直方向の変動

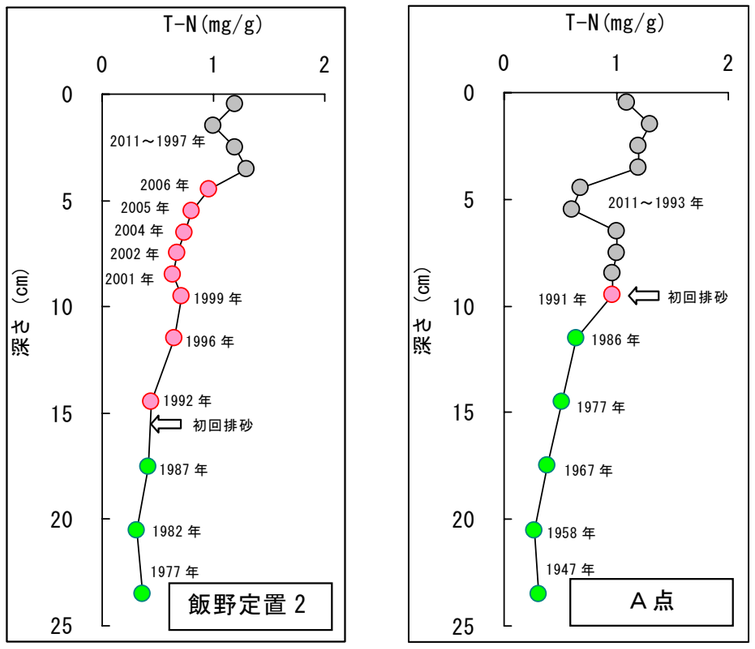



図２－２－４　Ｔ―Ｎの鉛直方向の変動

（４）放射性同位体分析

・飯野定置２及びＡ点で採取したコアサプルについて、放射性同位体分析（Pb210、Cs137）を行なった。

・各調査地点における鉛直方向の放射性物質濃度は、図２－２－５及び図２－２－６に示した通りであり、飯野定置２及びＡ点では、いずれも 10 層（深度 11.5cm 付近）より深い試料では Pb210ex が減少する傾向がみられた。

・いずれの試料からも Cs137 が検出されていることから、底質試料は 1940 年代～1960 年代以降の堆積物であると推察される。

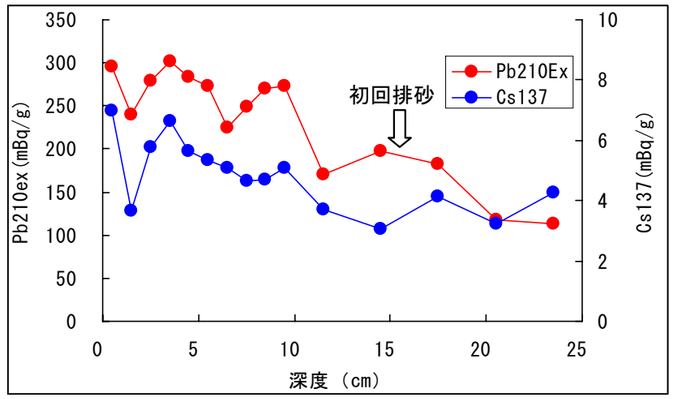



図２－２－５　放射性同位体分析結果
（飯野定置２）

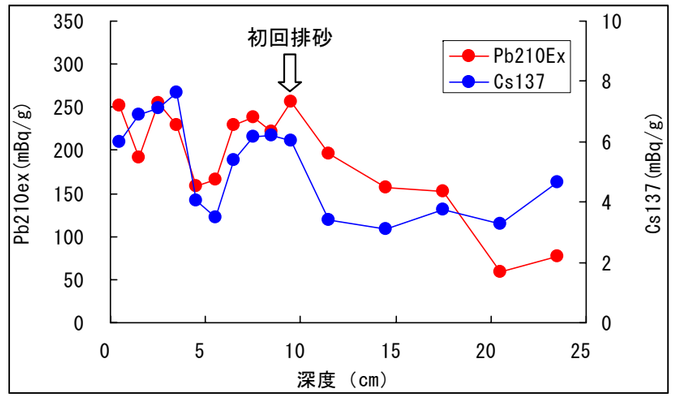



図２－２－６　放射性同位体分析結果
（Ａ点）

## ２－３．鉛による年代推定

・210Pb-CIC モデル法（金井，2000）に則り、年代推定*1 を試みた。

・いずれの試料からも Cs137 が検出されていることから、底質試料は 1940 年代～1960 年代以降の堆積物であると推察される。

（１）飯野定置２

・飯野定置２における質量堆積速度を0.751g/cm$^2$/yr と試算することができた。

・質量深度*2 2.9g/cm$^2$（４層目；深度３～４cm）以浅に、2007 年から 2011 年に積もった堆積物が存在する表層混合層（擾乱層）がある。

・それ以深では1977～2006年にかけて積もった堆積物が堆積年代に沿って配置されている。

・排砂が開始された平成３年頃の堆積物は、12 層目から 13 層目にかけて存在するものと推定された。

・以上のことから、表層から４層目までが表層混合層、５層目から 12 層目までが初回排砂後の堆積層、13 層目から 15 層目までが初回排砂前の堆積層であると推察された。

（２）Ａ点

・Ａ点の質量堆積速度を0.416g/cm$^2$/yr と試算することができた。

・質量深度7.5g/cm$^2$（９層目；８～９cm）以浅に、1993年から2011年に積もった堆積物が存在する表層混合層（擾乱層）がある。

・それ以深では1947～1991年にかけて積もった堆積物が堆積年代に沿って配置されている。

・初回排砂が実施された平成３年頃の堆積物は 10 層目付近に存在するものと推定された。

・以上のことから、表層から９層目までが表層混合層、10 層目が初回排砂後の堆積層、11 層目から 15 層目までが初回排砂前の堆積層であると推察された。

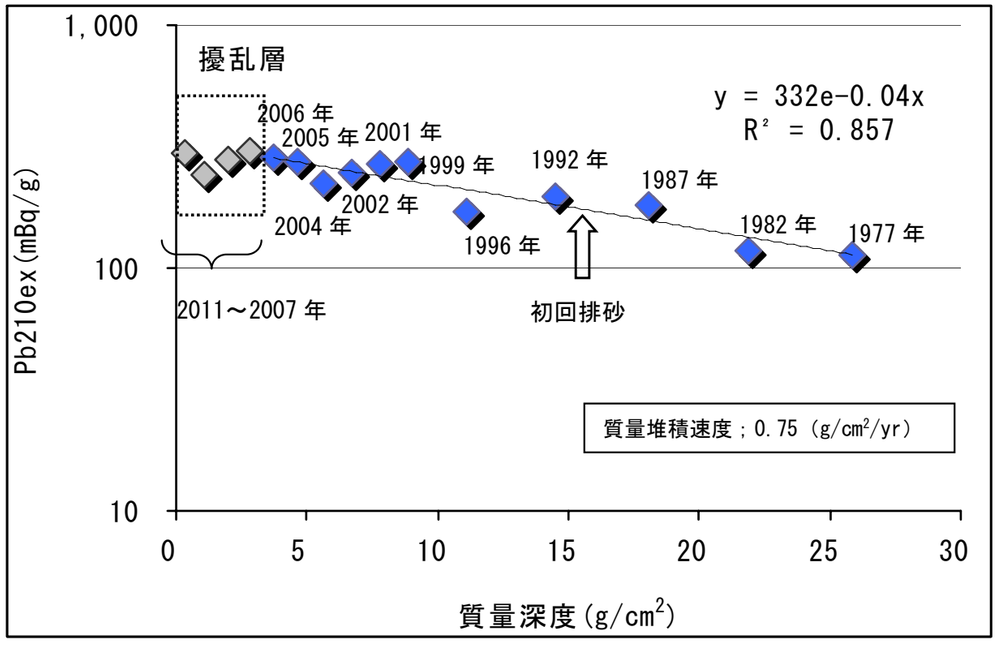
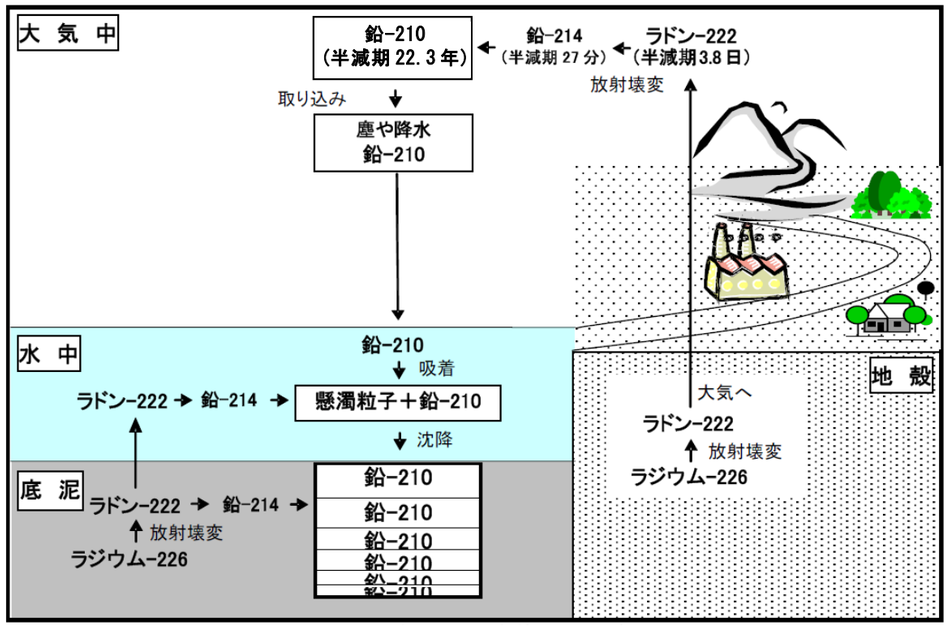



図２－３－１　底質試料の年代推定結果（飯野定置２）

*1




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（一部改変）

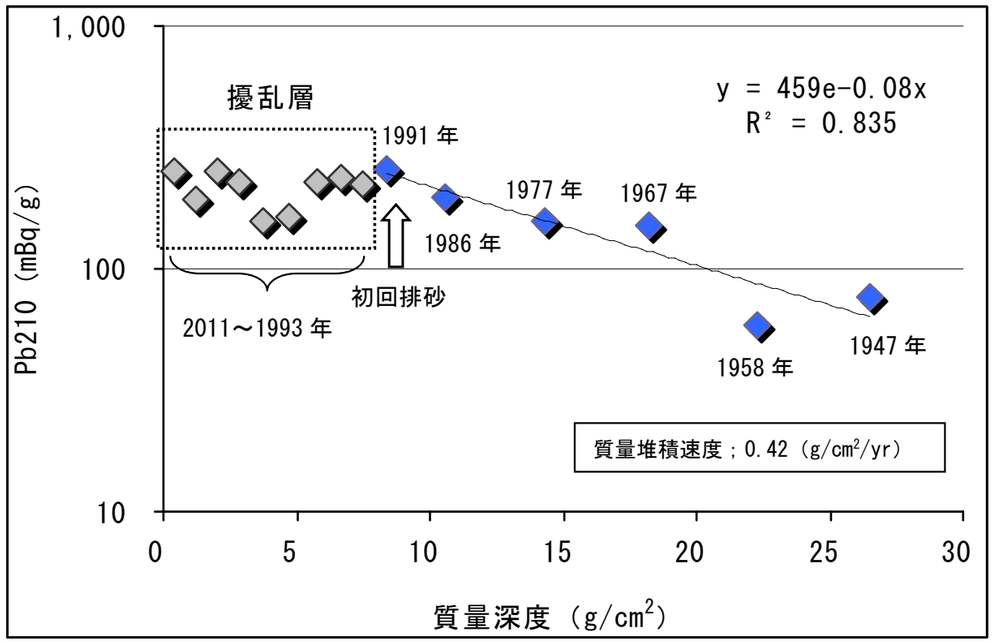


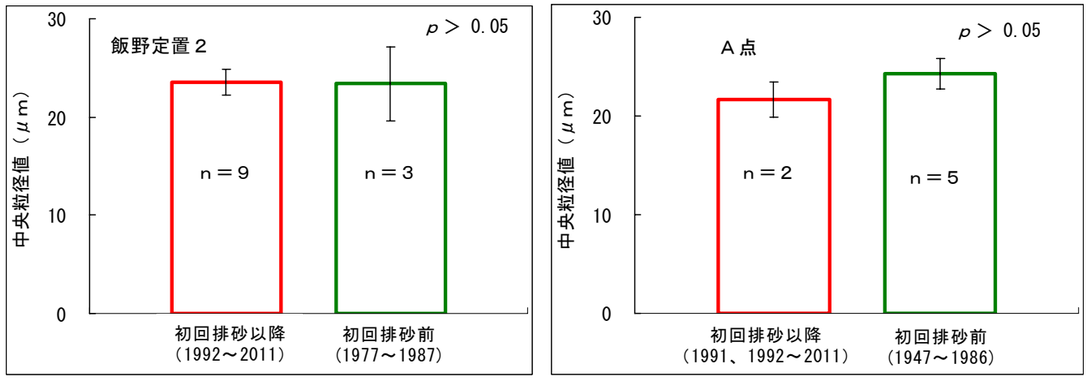

図２－３－２　底質試料の年代推定結果（Ａ点）

*2；圧密の効果を考慮し、堆積物の上にどの程度の量の堆積物粒子が積もっているかを、単位面積当たりの粒子の質量に換算したもの。

## ２－４．粒度組成データの解析

・年代推定の結果に基づき、堆積層を初回排砂前（1991年以前の堆積層）と初回排砂以降（1991年以降の堆積層）に分類し、堆積層の中央粒径値について２群間の平均値の差を検定した（図２－４－１）。

・検定の結果、飯野定置２及びＡ点のいずれにおいても、堆積層の中央粒径値の平均値は、初回排砂前とそれ以降とでは有意な差は認められなかった（$p > 0.05$）。




注）擾乱している層は平均して１サンプルとし、初回排砂以降の試料として扱った。

図２－４－１　初回排砂前後での中央粒径値の比較

## ２－５．有機物データの解析

・黒部川河口周辺海域の飯野定置２及びＡ点における堆積物のＴＯＣとＴ－Ｎとのモル比（Ｃ／Ｎ比）の鉛直方向への分布を図２－５―１に示した。

・Ｃ／Ｎ比は概ね15程度で推移しており、初回排砂の前後で大きく変動することはなかった。

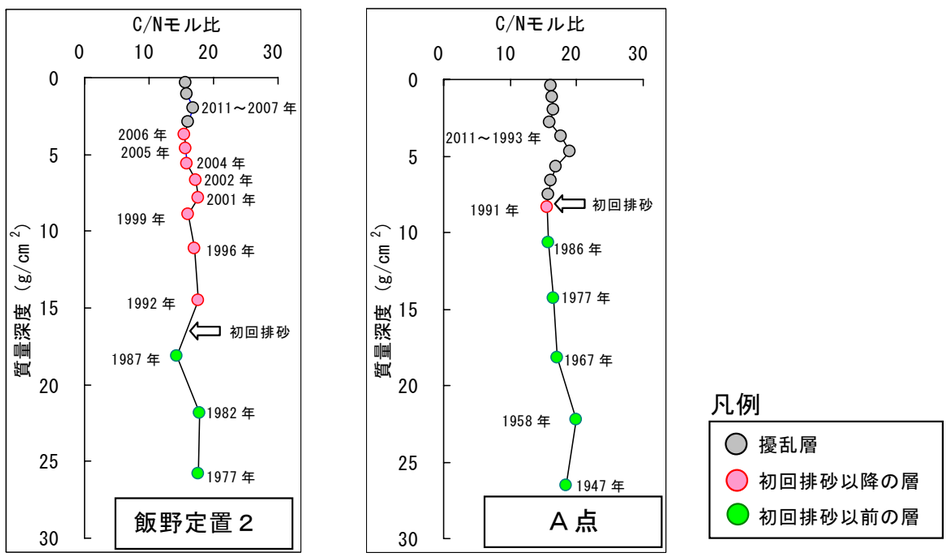



図２－５－１　堆積物のＣ／Ｎ比の鉛直方向への推移

（２）有機堆積物の鉛直方向への分布について

・飯野定置２では初回排砂後の層について、Ａ点では初回排砂前の層について、それぞれ質量深度（x）とＴＯＣ含有量（y）との関係を求めた（図２－５－２）。

| | | |
|---|---|---|
| 飯野定置２ | $y=13.5\exp^{-0.043x}$ | $r=0.91$ |
| Ａ点 | $y=12.7\exp^{-0.040x}$ | $r=0.94$ |

・飯野定置２では、初回排砂後の層で質量深度（x）とＴＯＣ含有量（y）との間に高い相関がみられ、初回排砂前の層も同一の指数関数式に近似することから、有機堆積物については、初回排砂前とそれ以降とでは大きく変化していないと推察された。

・Ａ点では、初回排砂前の層で質量深度（x）とＴＯＣ含有量（y）との間に高い相関がみられ、初回排砂以降の層も概ね同一の指数関数式に近似することから、有機堆積物については、初回排砂前とそれ以降とでは大きく変化していないと推察された。

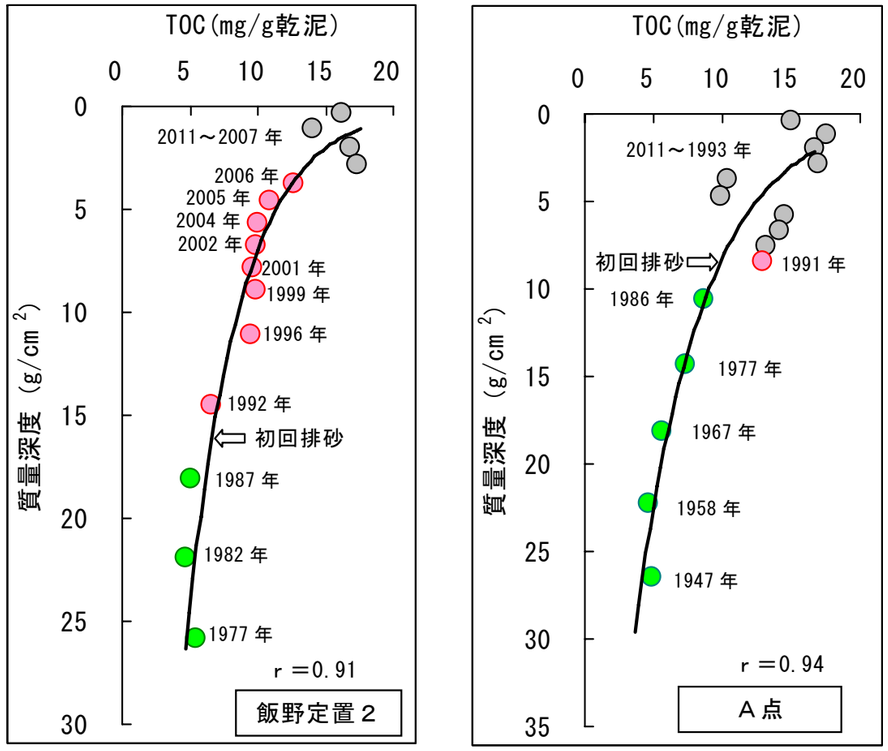
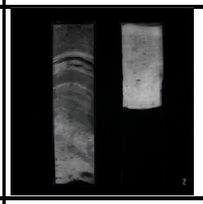
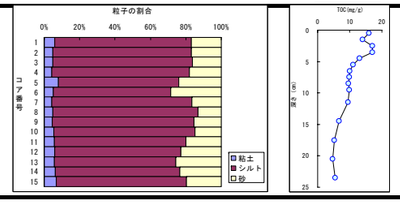
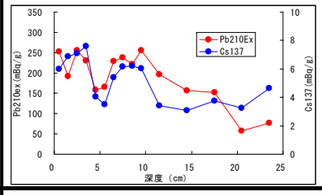
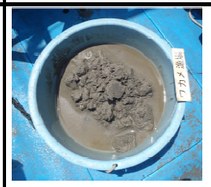
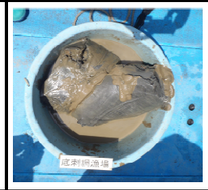
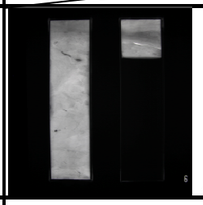
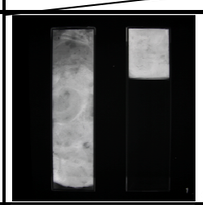
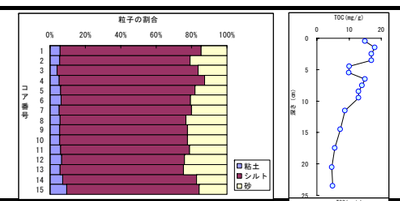
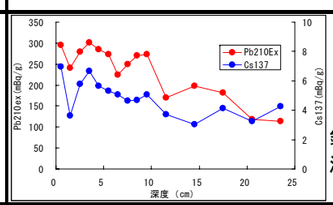
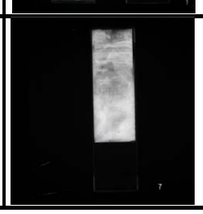
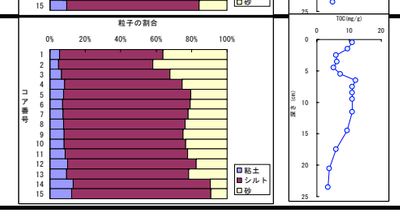
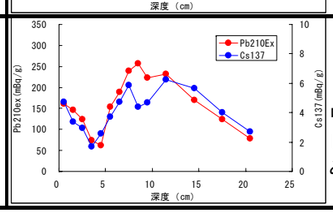



図２－５－２　ＴＯＣ含有量と質量深度の関係式

参考資料

# 調査地点の選定に係るスクリーニング結果

| 調査地点 | 判定項目 | 事前調査 | 判定 | ソフトX線撮影 | 判定 | 柱状採泥の結果 | 判定 | 底質試料の分析結果 | 鉛210・セシウム137の測定 | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 判定基準 | 粘土・シルト質であること | | 夾雑物が確認できないこと | | 25cm程度で均等であること | | 粒度組成　TOC | 深度方向に減少傾向がみられる | |
| A点<br>**年代推定を実施** | | 粘土質<br>シルト質 | ○ |  夾雑物は<br>みあたらない | ○ | ソフトX線用試料；31cm<br>年代測定用試料　；32.5cm<br>有機物測定用試料；30.5cm | ○ |  |  鉛210は<br>減少傾向 | ○ |
| ワカメ漁場 | |  砂質 | × | | | | | | | |
| 底刺網漁場 | |  粘土質<br>シルト質 | ○ |  夾雑物は<br>みあたらない | ○ | ソフトX線用試料；25cm<br>年代測定用試料　；15.5cm<br>有機物測定用試料；16cm | × | | | |
| 横山沖 | | 砂質 | × | | | | | | | |
| 吉原沖 | | 砂質 | × | | | | | | | |
| 河口沖 | | 砂質 | × | | | | | | | |
| 飯野定置２<br>（追加調査地点）<br>**年代推定を実施** | | 粘土質<br>シルト質 | ○ |  夾雑物は<br>みあたらない | ○ | ソフトX線用試料；26cm<br>年代測定用試料　；27cm<br>有機物測定用試料；26cm | ○ |  |  鉛210は<br>減少傾向 | ○ |
| 地引網漁場<br>（追加調査地点） | | 粘土質<br>シルト質 | ○ |  夾雑物は<br>みあたらない | ○ | ソフトX線用試料；14cm<br>年代測定用試料　；25cm<br>有機物測定用試料；21.5cm | △ |  |  中間層で<br>ピークが<br>みられる | × |