

既往環境調査に対する分析について (マクロベントス解析)

1. 分析の概要

【1】分析目的

第33回(H22.3.26開催)における総括の中で、過去の環境調査結果の分析を行うよう留意点が示された。昨年度に続き、既往環境調査を分析し、その結果を今後の評価に資するものである。

第33回黒部川ダム排砂評価委員会における評価(抜粋)

・既往環境調査結果に対する分析については、今後の分析のスタートラインとするとともに、評価委員会として評価をする際の資料として有効利用する。

第34回黒部川ダム排砂評価委員会における評価(抜粋)

・海域の生物状況について、富山湾全体と比較する必要がある。

【2】分析対象

既往環境調査において定期的にデータが取得されている以下の項目について整理した。

表1-1-1 平成23年度分析項目

項目	調査地点			数	分析項目	年次	調査時期		
	エリア	地点数	地点				月		
							5月	9月	11月
底質	海域	4	C点、A点、河口沖、生地鼻沖(代表4地点)	9	外観、臭気、粒度組成、pH、ORP、COD、T-N、T-P、硫化物	平成7~22年			-
		16	黒部漁港沖、荒俣魚礁、地引網漁場、底刺網漁場、小型底引網2、小型底引網3、ワカメ漁場、飯野定置2、飯野定置4、バイゴチ漁場、吉原沖、横山沖、赤川沖、泊沖、宮崎沖、境沖	9		平成7~22年			-
水生生物	海域	4	C点、A点、河口沖、生地鼻沖(代表4地点)	1	マクロベントス	平成7~22年			*
		4	荒俣魚礁、地引網漁場、横山沖、赤川沖	1	マクロベントス	平成13~22年			*

*: マクロベントスの調査は11月にも実施しているが、今回は分析に対象にしなかった

【3】分析方法

定期調査項目である海域底質及びマクロベントスについて、次の通り分析を行った。

1. 海域底質データ分析

- ・海域底質の粒度組成(シルト・粘土分の割合)、COD、硫化物から調査地点のクラスター分析を行ない、第33回黒部川ダム排砂評価委員会で報告したグルーピング結果との比較を行った。
- ・調査地点の水深と粒度組成(シルト・粘土分の割合)及びCODとの関係を検討した。
- ・粒度組成データからシルト・粘土分の割合を求め、シルト・粘土分の周年変化について検討した(春季~秋季、秋季から翌年の春季)。

2. マクロベントスデータ分析

- ・マクロベントスの類似度(C)からデンドログラムを作成し、調査地点をグルーピングし

た。

- ・春季から秋季にかけての“下黒部橋の流砂量”と、“マクロベントス多様性指数の差(秋季春季)”との相関を検討し、排砂を含む自然出水がマクロベントスに及ぼす影響の有無を検討した。

【4】まとめ

1. 海域底質データ分析

(1) 底質性状

- ・シルト・粘土分、COD、硫化物で底質をグルーピングした結果、黒部川河口周辺海域は、春季、秋季のいずれも沖合グループ及び沿岸グループに大別でき、第33回黒部川ダム排砂評価委員会で報告したグルーピング(中央粒径値、COD、硫化物)とほぼ同じ結果であった。

(2) 水深とシルト・粘土分、CODとの関連

- ・黒部川河口周辺海域、富山湾のいずれにおいても、水深とシルト・粘土分、水深とCODの間には、それぞれ正の相関がみられた。

(3) シルト・粘土分の周年変動の傾向

- ・底質の粒度組成には周年的な変動傾向があると推察された。

2. マクロベントスデータ分析

(1) マクロベントスの類似度(C)によるデンドログラム

- ・春季、秋季のいずれも類似度が低く、明瞭なグルーピングはできなかった。しかし、黒部川河口周辺海域の調査地点は、富山湾のいずれかの調査地点と類似する傾向がみられた。

(2) マクロベントスの出現傾向

- ・いずれの地点においても環形動物門の占める割合が高い結果となった。
- ・富山湾内の調査地点では、春季に節足動物門が多く出現する傾向がみられた。

(3) 季節によるマクロベントスの変動傾向

- ・個体数、湿重量、種類数、多様性指数のいずれにおいても、C点及び河口沖では、他の調査地点に比べて変動係数が大きく、春季より秋季で変動係数が大きくなる傾向がみられた。

(4) 流砂量とマクロベントスの多様性指数との関係

- ・下黒部橋における6月から8月にかけての流砂量と、春季(5月)から秋季(9月)にかけてのマクロベントスの多様性指数との差の相関をみた結果、C点及び河口沖の2地点のみ流砂量が増加するにつれて、多様性指数が減少した。

3. 総括

- ・底質性状について、黒部川河口周辺海域の沖合グループと富山湾は同じグループに分けられた。
- ・マクロベントスについては黒部川河口周辺海域と富山湾とで明瞭にグルーピングできなかった。

2. 海域底質データ分析

2-1. 底質性状

【1】分析データ

(1) 分析項目：粒度組成（シルト・粘土分）、COD、硫化物

(2) 調査時期：定期調査データ（春季（5月）、秋季（9月））

生物モニタリング調査*（春季（4月）、秋季（10月））

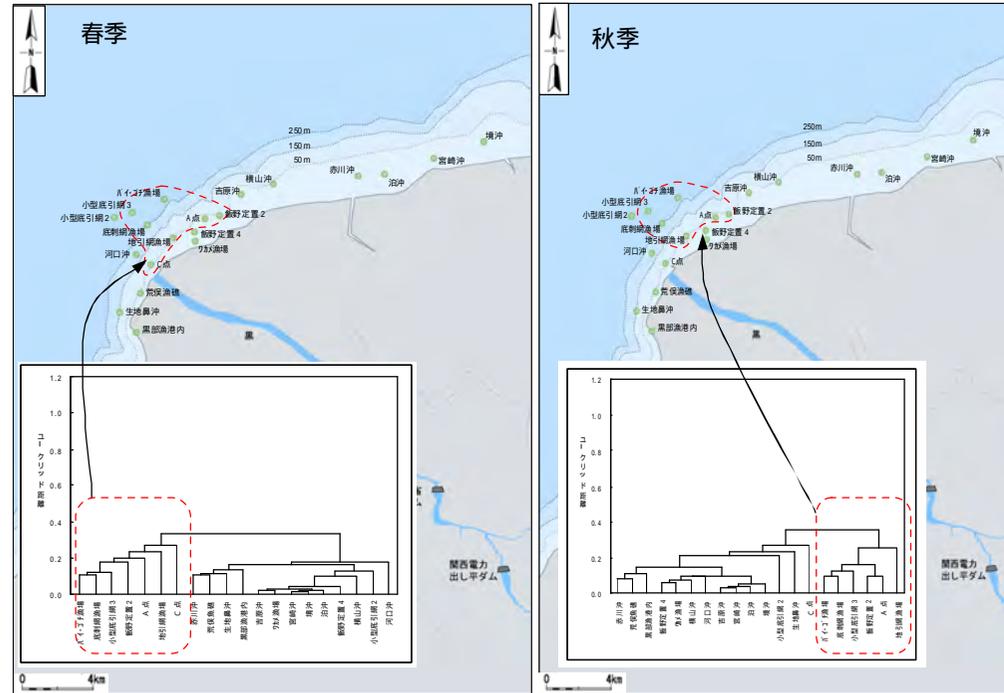
*；富山県農林水産総合技術センター水産研究所

(3) データ年次：平成7年～平成22年（ただし、生物モニタリング調査は平成21年まで）

(4) 対象地点：黒部川河口周辺海域20地点、富山湾8地点

【2】分析方法

平成7年から平成22年までのシルト・粘土分の割合、COD、硫化物について、季別にユークリッド距離を算出した。



注1:COD、硫化物、底質の中央粒径をもとに各地点のユークリッド距離を算出した。

注1:COD、硫化物、底質の中央粒径をもとに各地点のユークリッド距離を算出した。

出典：第33回黒部川ダム排砂評価委員会

図2-1-1 黒部川河口周辺海域の底質グルーピング結果
（中央粒径値、COD、硫化物）

【3】まとめ

(1) シルト・粘土分、COD、硫化物による底質グルーピング

- ・黒部川河口周辺海域は、春季、秋季のいずれも、沖合グループ6地点（ ）及び沿岸グループ14地点（ ）に区分できた。
- ・富山湾の各調査地点は、秋季の定点4を除いて、黒部川河口周辺海域の沖合グループにグルーピングされた。

(2) 中央粒径値、COD、硫化物による底質グルーピングとの比較

- ・第33回黒部川ダム排砂評価委員会では報告した中央粒径値、COD、硫化物によるグルーピングと比較すると、C点の挙動が異なることを除けば、同じ結果となった。

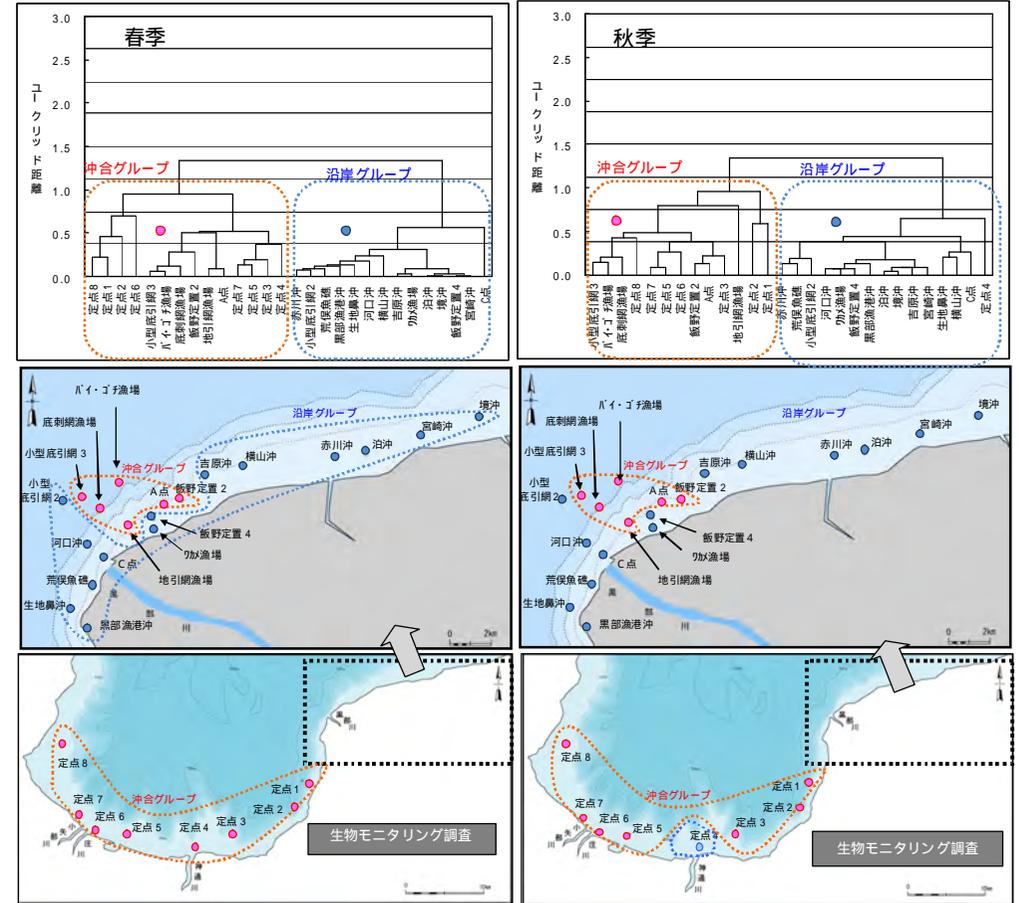


図2-1-2 黒部川河口周辺海域及び富山湾の底質グルーピング結果
（シルト・粘土分、COD、硫化物）

2. 海域底質データ分析

2-2. 水深とシルト・粘土分、CODとの関連

【1】分析データ

- (1) 分析項目：粒度組成、COD
- (2) 調査時期：定期調査（春季（5月）、秋季（9月））
生物モニタリング調査*（春季（4月）、秋季（10月））
*；富山県農林水産総合技術センター水産研究所
- (3) データ年次：平成13年～平成22年（ただし、生物モニタリング調査は平成21年まで）
- (4) 対象地点：黒部川河口周辺海域20地点
富山湾8地点

【2】分析方法

- (1) 水深とシルト・粘土分との関係
底質の粒度組成データから、調査回次毎に各調査地点のシルト・粘土分の占める割合を求め、季別（春季、秋季）に平均した。各調査地点の水深と、季別に平均したシルト・粘土分の割合との関係をみた(図2-2-3)。
- (2) 水深とCODとの関係
底質の粒度組成データから、調査回次毎に各調査地点の季別（春季、秋季）のCODの平均値を求めた。各調査地点の水深と、季別のCODの平均値との関係をみた(図2-2-4)。
- (3) シルト・粘土分とCODとの関係
上記の結果に基づき、シルト・粘土分とCODとの関係をみた(図2-2-5)。

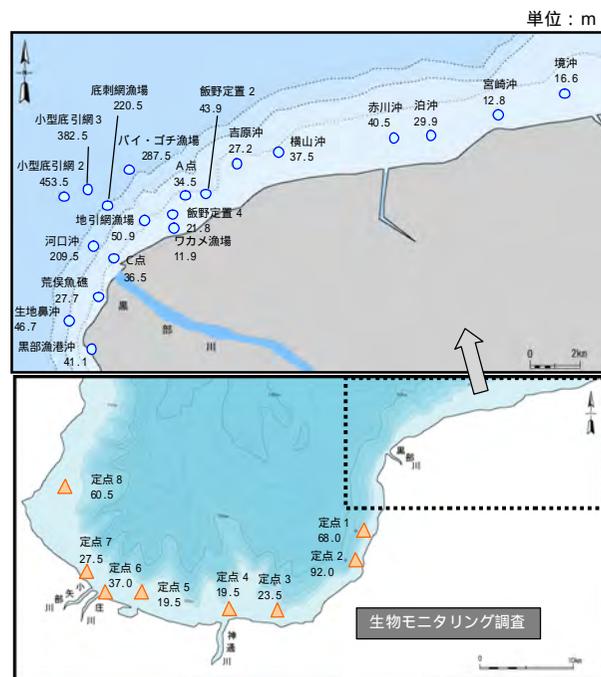


図2-2-1 調査地点の水深



図2-2-2 黒部川河口周辺海域の底質グルーピング結果

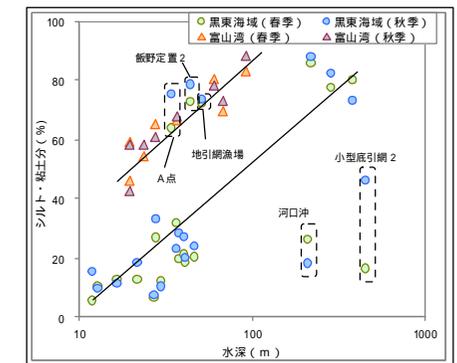


図2-2-3 水深とシルト・粘土分との関係

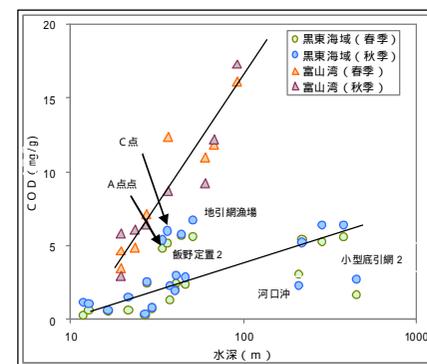


図2-2-4 水深と底質のCODとの関係

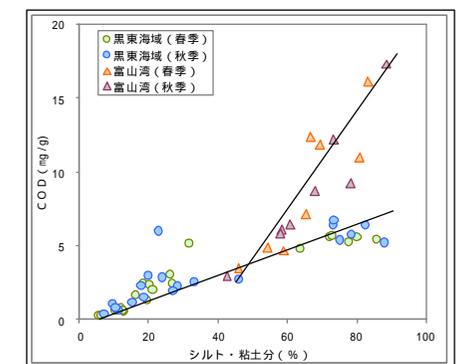


図2-2-5 底質のシルト・粘土分とCODとの関係

【3】まとめ

- (1) 水深とシルト・粘土分との関係
 - ・黒部川河口周辺海域、富山湾とも、水深が増加するにつれてシルト・粘土分が増加した。
 - ・同一水深であれば、黒部川河口周辺海域より富山湾でシルト・粘土分が高い傾向がみられた。
- (2) 水深とCODとの関係
 - ・黒部川河口周辺海域、富山湾とも、水深が増加するにつれてCODが増加した。
 - ・同一水深であれば、黒部川河口周辺海域より富山湾でCODが高い傾向がみられた。
- (3) シルト・粘土分とCODとの関係
 - ・黒部川河口周辺海域、富山湾とも、シルト・粘土分が増加するにつれてCODが増加した。
 - ・シルト・粘土分の割合が同じであれば、黒部川河口周辺海域より富山湾でCODが高い傾向がみられた。

上記の結果から河口沖、小型底引網2は水深に対するシルト・粘土分、CODが低く、A点、地引網漁場、飯野定置2は水深に対するシルト・粘土分、CODが高い傾向がみられた。

3. マクロベントスデータ分析

3-1. マクロベントスの類似度(C)によるデンドログラム

【1】分析データ

(1) 分析項目：マクロベントスの類似度(C)

(2) 調査時期：定期データ(春季(5月)、秋季(9月))

生物モニタリング調査*(春季(4月)、秋季(10月))

*; 富山県農林水産総合技術センター水産研究所

(3) データ年次：平成13年~平成22年(ただし、生物モニタリング調査は平成14年から)

(4) 対象地点：黒部川河口周辺海域8地点

富山湾8地点

【2】分析方法

季節別にマクロベントスの類似度(C)を求め、デンドログラムを作成し、マクロベントスのグルーピングを試みた。

*; 木元の重複度指数(C)【 $2 \frac{(n_{1i} \cdot n_{2i})}{(n_1^2 + n_2^2) \cdot N_1 \cdot N_2}$ 】

0~1の範囲の値が得られ、1に近いほど群集の類似性が高いことを示す。

($n_1^2 = (n_{1i}^2 / N_1^2)$ 、 $n_2^2 = (n_{2i}^2 / N_2^2)$ 、 N_1 、 N_2 、第1組、第2組の個体数、 n_{1i} 、 n_{2i} ：各組の第i番目の個体数)

【3】まとめ

マクロベントスでは、春季、秋季のいずれも類似度が低く、底質のように明瞭なグルーピングはできなかった。しかし、黒部川河口周辺海域の調査地点は、富山湾のいずれかの調査地点と類似する傾向がみられた(表3-1-1、図3-1-1、図3-1-2)。

表3-1-1 類似度(C)によるマクロベントスのグルーピング結果

区分	黒部川河口周辺海域	富山湾内
春季	赤川沖	定点6
	A点 荒俣魚礁	定点3 定点4 定点5 定点7
	横山沖	定点8
		定点1 定点2
	C点 生地鼻沖	
	地引網漁場	
秋季	赤川沖 荒俣魚礁 生地鼻沖	定点3 定点4 定点5 定点7
	A点 地引網漁場 河口沖	定点2
	横山沖	定点8
	C点	
		定点1
		定点6

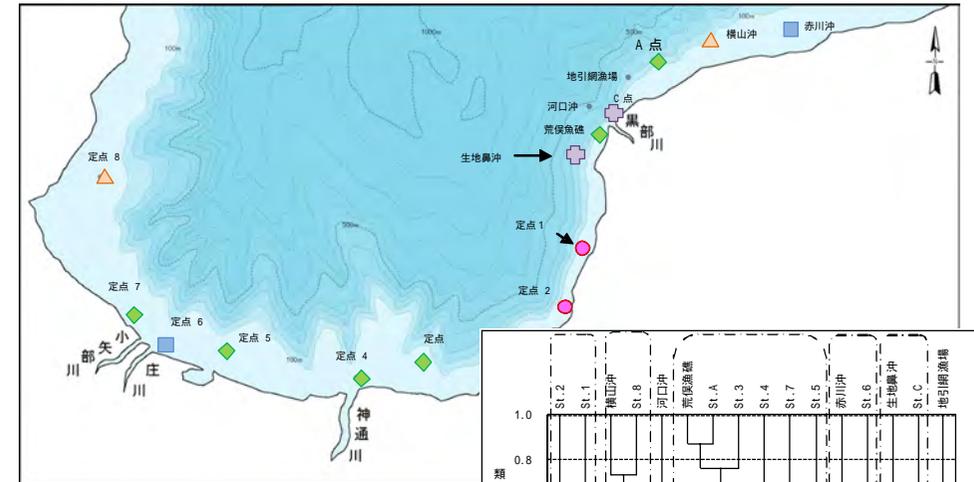


図3-1-1 マクロベントスの類似度(C)によるデンドログラム(春季)

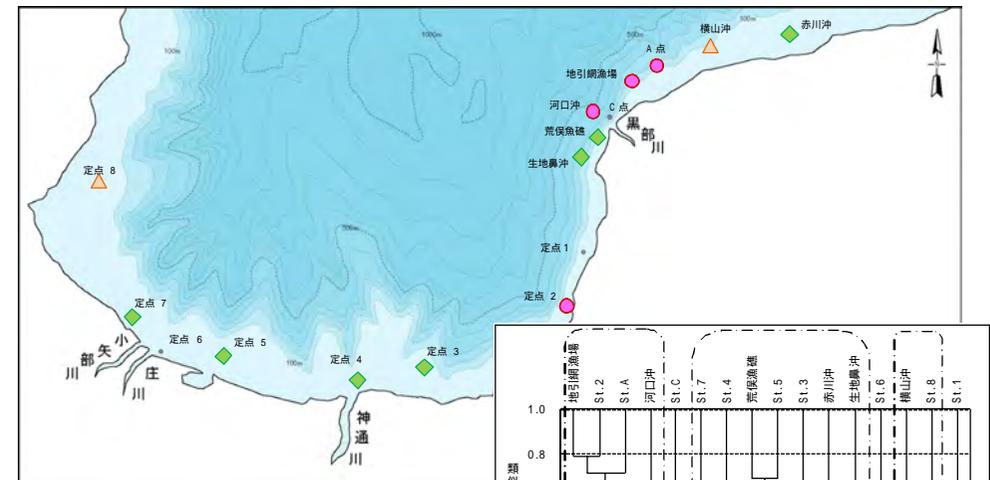


図3-1-2 マクロベントスの類似度(C)によるデンドログラム(秋季)

3. マクロベントスデータ分析

3-2. マクロベントスの出現傾向

【1】分析データ

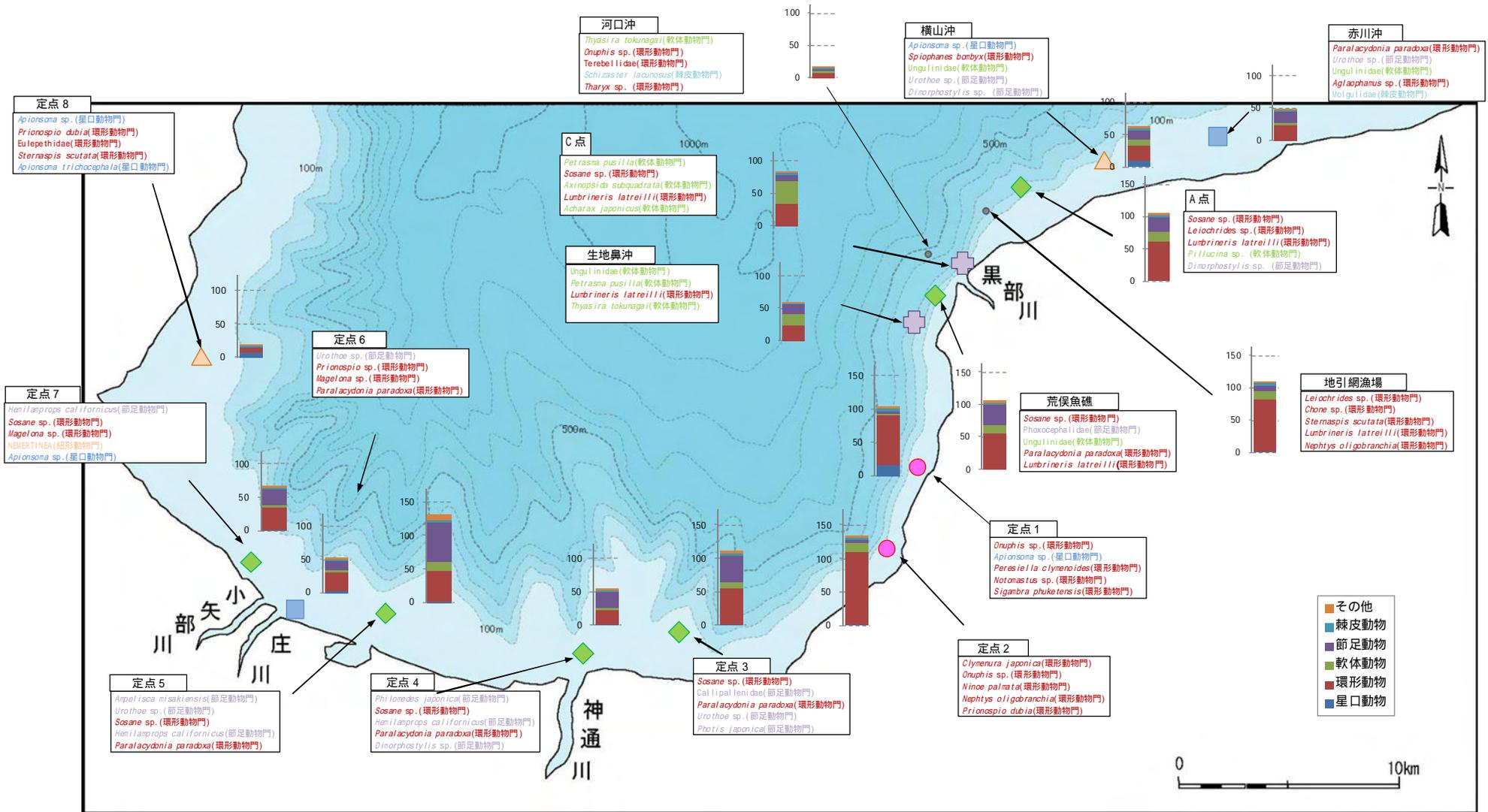
- (1) 分析項目：主要分類群組成、優占種
- (2) 調査時期：定期データ（春季（5月）、秋季（9月））
生物モニタリング調査*（春季（4月）、秋季（10月））
*；富山県農林水産総合技術センター水産研究所
- (3) データ年次：平成13年～平成22年（ただし、生物モニタリング調査は平成14年から）
- (4) 対象地点：黒部川河口周辺海域8地点
富山湾8地点

【2】分析方法

- ・平成13年から平成22年までの調査で出現したマクロベントスを調査地点毎に季別に合計し、調査1回あたりの出現個体数に換算して主要分類群組成を求め、検討を行った。また、各調査地点で出現個体数の多い5種をその地点の優占種とし、比較を行なった。
- ・各調査地点の主要分類群組成、優占種を整理し、特徴的なマクロベントスの出現傾向を季別に検討した。

【3】まとめ

- (1) 全般
 - ・主要分類群組成をみると、いずれの調査地点においても環形動物門の占める割合が高い地点が多い傾向がみられた。
 - ・河口沖、定点8では、調査時期に係らず、出現個体数が少ない傾向がみられた。
 - ・横山沖と定点8は、春季、秋季のいずれも主要分類群組成が似ており、*Apionsoma* 属が優占していた。
- (2) 春季
 - ・富山湾内の調査地点では節足動物門が、黒部川河口付近（河口沖、C点、生地鼻沖）では、軟体動物門が多く出現する傾向がみられた。
- (3) 秋季
 - ・春季に比べ、節足動物門の出現個体数が減少する傾向がみられた。
 - ・春季に比べ、A点、地引網漁場、横山沖、定点2では出現個体数が増加しており、富山湾内の調査地点（定点1、定点3～定点7）では、出現個体数が減少している傾向がみられた。
 - ・底質のシルト・粘土分の多いA点、地引網漁場及び定点2では、春季に比べて軟体動物門の出現個体数が増加した。



注1: 値は平均個体数組成 (個体/0.1 m²) を示す。
 注2: 種名は個体数の上位5種を示す。

図3 - 2 - 1 主要分類群別の個体数組成 (連携排砂: 春季)

3. マクロベントスデータ分析

3-3. 季節によるマクロベントスの変動傾向

【1】分析データ

(1) 分析項目：マクロベントスの個体数、湿重量、種類数、多様性指数

(2) 調査時期：定期データ（春季（5月）、秋季（9月））

生物モニタリング調査*（春季（4月）、秋季（10月））

*；富山県農林水産総合技術センター水産研究所

(3) データ年次：平成13年～平成22年（ただし、生物モニタリング調査は平成14年から）

(4) 対象地点：黒部川河口周辺海域8地点

富山湾8地点

【2】分析方法

マクロベントスの個体数、湿重量、種類数、多様性指数(Shannon-Wienerの H')^{*1}について、調査回次、調査地点毎に変動係数^{*2}を求め、同年の春季調査（5月）と秋季調査（9月）との変動係数の関係をみた。

$$*1; \text{Shannon-Wiener の } H' = - \sum_{n=i}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \quad 0 < H'$$

S；種類， n_i ； i 番目の種の個体数、 N ；全個体数

*2；変動係数 = 標準偏差 ÷ 平均値
(相対的なばらつきを示す)

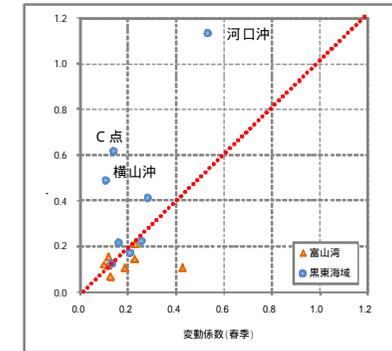
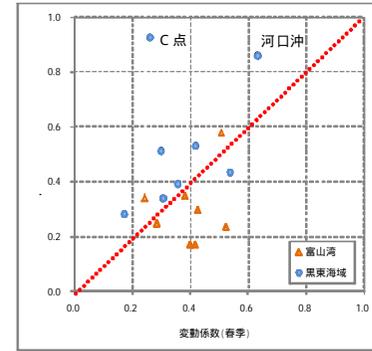


図3-3-3 黒部川河口周辺海域及び富山湾におけるマクロベントスの種類数の変動係数
図3-3-4 黒部川河口周辺海域及び富山湾におけるマクロベントスの多様性指数の変動係数

【3】まとめ

- (1) C点、河口沖では、マクロベントスの個体数、湿重量、種類数、多様性指数のいずれについても、他の調査地点に比べて変動係数が大きい傾向がみられた（図3-3-1～図3-3-4）。
- (2) C点、河口沖では、春季より秋季で変動係数が大きい傾向がみられた（図3-3-1、図3-3-3、図3-3-4）。

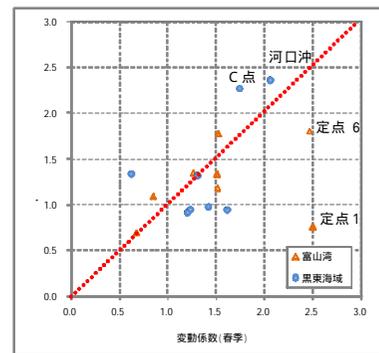
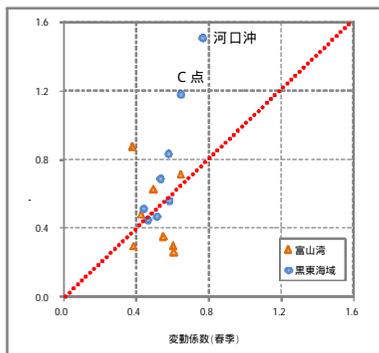


図3-3-1 黒部川河口周辺海域及び富山湾におけるマクロベントスの個体数の変動係数
図3-3-2 黒部川河口周辺海域及び富山湾におけるマクロベントスの湿重量の変動係数

3. マクロベントスデータ分析

3-4. 流砂量とマクロベントスの多様性指数との関係

【1】分析データ

- (1) 分析項目：マクロベントスの多様性指数
- (2) 調査時期：定期データ（春季（5月）、秋季（9月））
- (3) データ年次：平成13年～平成22年
- (4) 対象地点：黒部川河口周辺海域8地点

【2】分析方法

(1) 流砂量の計算

下黒部橋における6月から8月までの排砂時及び排砂時以外（通砂時、自然出水時）の流砂量を計算した。流砂量は以下の条件で算出した。

- 河川流量；愛本水位流量観測所の流量データを元に、6月から8月までの期間において、同地点の流量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上の場合を対象とした
 - S S 濃度；下黒部橋の S S 濃度を引用した（ただし、下黒部橋の S S 濃度は常時測定されているわけではないので、既存データから流量と S S 濃度の相関式を導き出し、S S 濃度を推定した（図3-4-2）
- 計算式；次式で算出した

$$\text{流砂量}(\text{m}^3) = \{ [\text{S S 濃度}(\text{mg/L}) \times \text{流量}(\text{m}^3/\text{s}) \times 10^{-6} / \text{密度}(2.65\text{g}/\text{cm}^3) \times t(\text{s})] \}$$

注) 流砂量は、S S (2mm 以下の流砂) の濃度から算出したものであり、掃流砂等を含んでいない。よって、土砂収支を表したものではない。



図3-4-1 下黒部橋、愛本水位流量観測所の位置

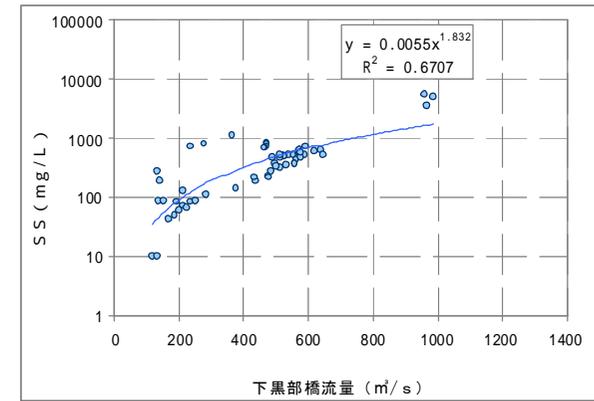


図3-4-2 下黒部橋の流量と S S 濃度との関係（推定）

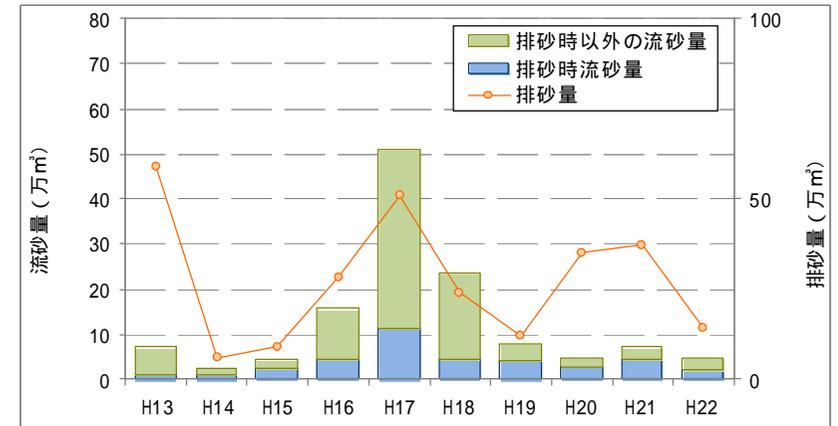


図3-4-3 下黒部橋における6月から8月にかけての流砂量

(2) マクロベントスの多様性指数

黒部川河口周辺海域の各調査地点におけるマクロベントスの 個体数、種類数から季別に多様性指数を求めた(図3-4-4)。

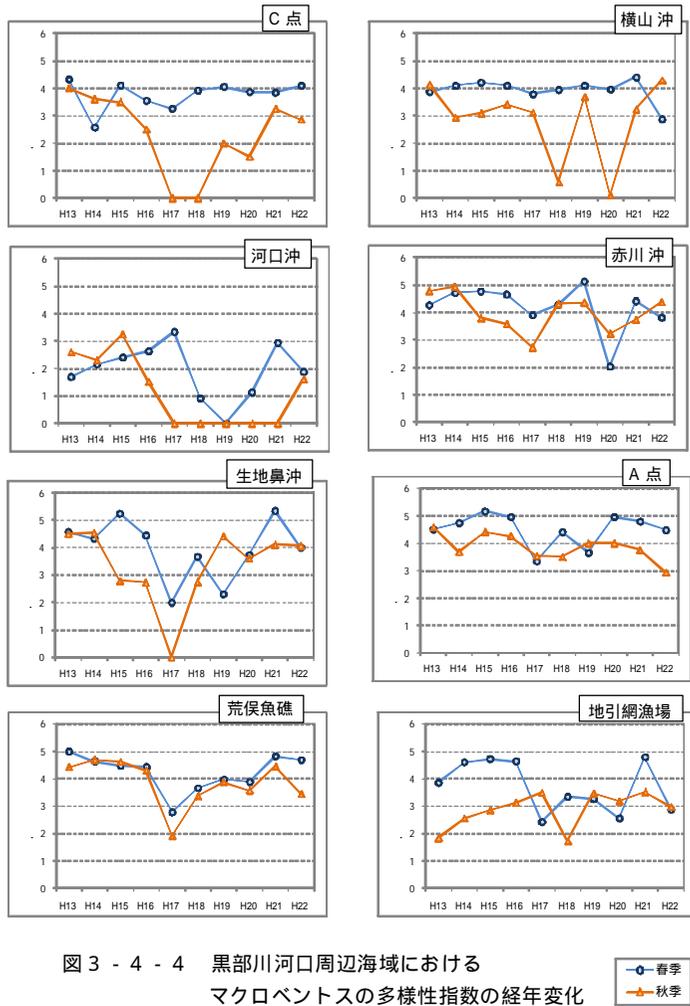
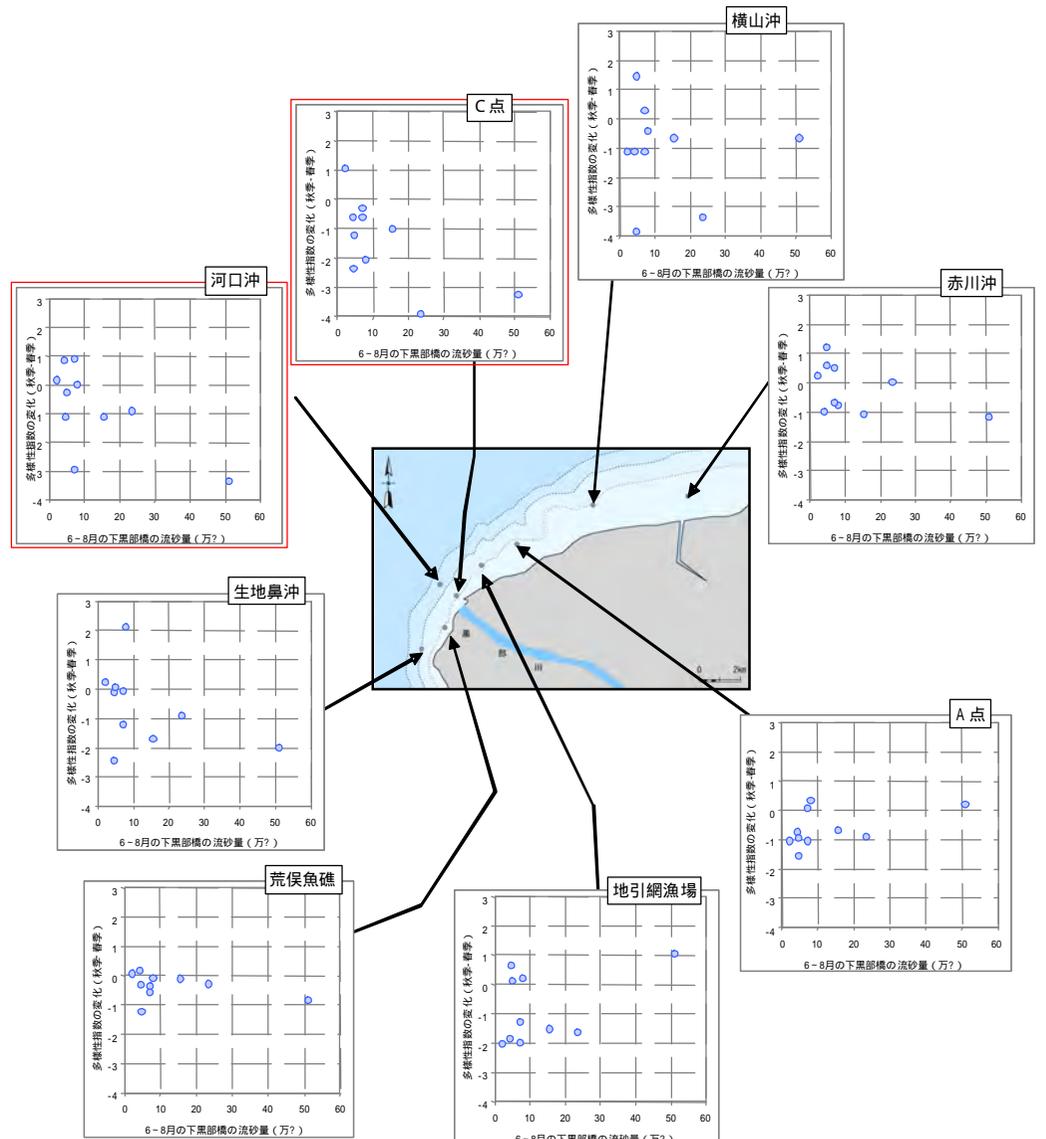


図3-4-4 黒部川河口周辺海域におけるマクロベントスの多様性指数の経年変化

● 春季
▲ 秋季



赤棒は、統計的な優位性がある箇所を示す。

図3-4-5 下黒部橋の流砂量と多様性指数の差との相関

(3) 流砂量とマクロベントスの多様性指数との相関

下黒部橋における6月から8月までの流砂量と、春季(5月)と秋季(9月)のマクロベントスの多様性指数の差との相関を検討した(図3-4-5)。

【3】まとめ

(1) 下黒部橋における6月から8月にかけての流砂量と、春季(5月)から秋季(9月)にかけてのマクロベントスの多様性指数の変化との相関をみた結果、C点及び河口沖の2地点のみ、流砂量が増加するにつれて、多様性指数が減少した(図3-4-5)。