

環境調査の整理

～ 目 次 ～

1. 検討の概要	1
2. 出し平ダム湛水池水質	2
3. 宇奈月ダム湛水池水質	3
4. 海域水質	4
5. 出し平ダム湛水池底質	5
6. 宇奈月ダム湛水池底質	6
7. 河川底質	7
8. 海域底質	8
9. 用水路底質	9
10. 水生生物	10

1. 検討の概要

【1】 検討目的

環境調査においては平成7年以降約10年が経過しており、一部のデータについては、過去の調査結果から排砂による環境影響が概ね予測でき得る地点や、分析項目の中には項目間で相関のある項目も見受けられるようになった。

近年の評価委員会においても「連携排砂・通砂により一時的な環境の変化はあるものの、洪水時と比較しても大きな影響を及ぼしたとは考えられない」との評価がなされていると共に、下記に示す環境調査の見直しに関する留意点についても示されていることから、過去の環境調査結果を再度精査することで、重点的、効果的かつ合理的な調査の実施を図るべく、環境調査における調査項目と場所の見直しを検討するに至ったものである。

第26回ダム排砂評価委員会における評価（抜粋）

今後の連携排砂および連携通砂については、以下の点に留意しつつ、実施すべきである。
① 環境調査については、調査の種類や項目を取捨選択するなど、十分に吟味し、重点的、効果的かつ効率的な調査の実施を図ること。

第28回ダム排砂評価委員会における評価（抜粋）

今後の連携排砂および連携通砂については、以下の点に留意しつつ、実施すべきである。
① 環境調査については、引き続き調査項目・場所・頻度などを検討の上、重点的、効果的かつ効率的な調査の実施を図ること。

【3】 検討方法

環境調査の見直しにあたり、主に以下の観点から検討を実施した。

(1) 観測値の変動幅や推移の類似性分析

主に調査地点の見直しについては、分析値の変動幅や推移を最大値、最小値および平均値などから比較し、変動幅の少ない場合あるいは推移の類似性を確認。

(2) 分析値の相関分析

主に分析項目の見直しについては、分析項目間で相関分析を実施し、一定の相関性を確認。

なお、以下の項目についても考慮した。

(a) 調査地点の地理的な条件

湛水池上下流、河川の上流、黒部川河口からの距離等、調査地点の地理的条件

(b) 分析項目の独立性

有機物指標、酸化還元指標、富栄養化指標など各分析指標の独立性(分析項目間に相関性がある場合でも、監視する上で個々に重要な指標である)

(3) 分析値の多変量解析(DCA)

生物相の検討については、多変量解析(DCA)の利用により、様々な要因における分析項目の変化を把握。

【4】 検討結果

検討の結果を表1-2に示す。

【2】 検討対象

平成7年度以降実施している環境調査項目(表1-1)。なお、調査時期については変更しない。

表1-1 本調査で検討の対象とする環境調査

区分	調査地点			分析項目	
	エリア	数	地点	数	項目
水質調査	ダム	3	1 出し平ダムNo.1[表層、中層、低層]	6	水温、pH、BOD、COD、DO、SS
			2 宇奈月ダム 20.8k、22.4k[表層、中層、低層]		
	河川	6	1 出し平ダム直下	10	水温、pH、BOD、COD、DO、SS、濁度、T-N、T-P、SS粒度
			3 山彦橋、愛本、下黒部橋		
1 黒蘆川					
海域	29	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖	7	水温、pH、COD、DO、SS、塩分、SS粒度	
		25 石田沖、P-2、荒俣漁礁、P-4、P-6、P-9、C点、P-12、P-15、P-16、P-10、P-17、P-18、P-19、吉原15、P-20、横山20、M-8、横山21、M-10、赤川沖、泊沖、M-12、宮崎沖、境沖			
底質調査	ダム	11	5 出し平ダム No.1、3、5、6、7	12	外観、臭気、粒度組成、pH、ORP、COD、T-N、T-P、硫化物、強熱減量、TOC、二価鉄
			6 宇奈月ダム 20.8k、21.0k、21.8k、22.4k、22.8k、23.8k		
	河川	3	山彦橋、愛本、下黒部橋	12	外観、臭気、粒度組成、pH、ORP、COD、T-N、T-P、硫化物、強熱減量、TOC、二価鉄
	海域	20	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖		
	用水路	5	右岸×3、左岸×2	2	粒度組成、堆積厚
水生生物調査	河川	5	2 山彦橋、愛本、下黒部橋	4	魚類、底生動物、付着藻類、クロフィラ
			3 愛本橋、新川黒部橋、四十八ヶ瀬大橋	1	魚類
	海域	8	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖	4	マクロベントス、動物プランクトン
4 上記以外			1	マクロベントス	

表1-2 水質・底質・水生生物調査の調査地点及び分析項目の見直し結果

区分	調査地点			分析項目	
	エリア	数	地点	数	項目
水質調査	ダム	2	1 出し平ダムNo.1[表層、中層、低層]	5	水温、pH、BOD、COD、DO、SS
			1 宇奈月ダム 20.8k、22.4k[表層、中層、低層]		
	河川	6	1 出し平ダム直下	10	水温、pH、BOD、COD、DO、SS、濁度、T-N、T-P、SS粒度
			3 山彦橋、愛本、下黒部橋		
1 黒蘆川					
海域	25	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖	7	水温、pH、COD、DO、SS、塩分、SS粒度	
		21 石田沖、P-2、荒俣漁礁、P-4、P-6、P-9、C点、P-12、P-15、P-16、P-10、P-17、P-18、P-19、吉原15、P-20、横山20、M-8、横山21、M-10、赤川沖、泊沖、M-12、宮崎沖、境沖			
底質調査	ダム	7	3 出し平ダム No.1、3、5、6、7	10	外観、臭気、粒度組成、pH、ORP、COD、T-N、T-P、硫化物、強熱減量、TOC、二価鉄
			4 宇奈月ダム 20.8k、21.0k、21.8k、22.4k、22.8k、23.8k		
	河川	3	山彦橋、愛本、下黒部橋	9	外観、臭気、粒度組成、pH、ORP、COD、T-N、T-P、硫化物、強熱減量、TOC、二価鉄
	海域	20	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖		
	用水路	5	右岸×3、左岸×2	1	粒度組成、堆積厚
水生生物調査	河川	3	2 山彦橋、愛本、下黒部橋	4	魚類、底生動物、付着藻類、クロフィラ
			1 愛本橋、新川黒部橋、四十八ヶ瀬大橋	1	魚類
	海域	8	4 C点、A点、河口沖、生地鼻沖	4	マクロベントス、動物プランクトン
4 上記以外			1	マクロベントス	

2. 出し平ダム湛水池水質

【1】既往調査の概要

(1) 調査概要： 排砂による出し平ダム湛水池内の水質（鉛直方向の水質の分布を含む）を把握するために、No.1測線の流心において表層（水深0.5m）、中層（水深×1/2）、底層（湖底面+1.0m）の3層から採水し、SS、BOD、COD、DO、pHおよび水温について分析を実施している。（図2-1）。調査時期は排砂期の前後（5月及び9月）及び排砂直後（1日後）である。

(2) 調査結果： 排砂直後は排砂後の出水に伴い濁り等の指標が高い場合がある。また、鉛直方向の分布について各層での観測値に顕著な差異はみられない。

【2】調査項目の検討

(1) 分析項目： 【相関分析】

分析項目間の相関分析の結果、BODおよびCODについては一定の相関がある※1（相関係数約0.5）ことが分かった（表2-1、図2-2）。

(2) 調査地点： 【相関分析】

図2-3のとおり、中層-底層では各分析項目とも相関係数が概ね0.8以上であり強い相関がある。なお、H16通砂後にみられるように浮泥層が形成され底層の指標が高くなった例など、濁質の沈降過程においては底層の観測値が高くなる場合がある。

(3) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

相関分析	分析項目	<p>○有機物指標をCODで代表させる</p> <p>[・ CODは植物体腐食性の有機物を対象とする指標である。 ・ 一方、BODは人為的活動に由来する汚濁を定量的に表現する指標であるが、黒部川流域においてこのような汚濁はほとんど考えられない。 ・ 黒部川流域のような人為的汚濁のない河川においては、絶対値および変動幅が小さい。 ・ 上記の通り、BODとCODには一定の相関がある※1。 以上より、有機物指標をCODにより代表させることとする]</p>
相関分析	調査地点	<p>○中層を底層に統合する</p> <p>[従来より1地点のみであり、湛水池の水質を把握する上で地点数は削減できないものの、表層・中層・底層3層のうち底層と中層では、一定の相関があるとともに、底層の水質については、底質への影響を評価する上で重要であると考え、中層を底層に統合する]</p>

表2-1 各層におけるBOD-CODの相関係数（有意水準5%※2）

項目	項目	表層	中層	底層
BOD	COD	0.458	0.473	0.482

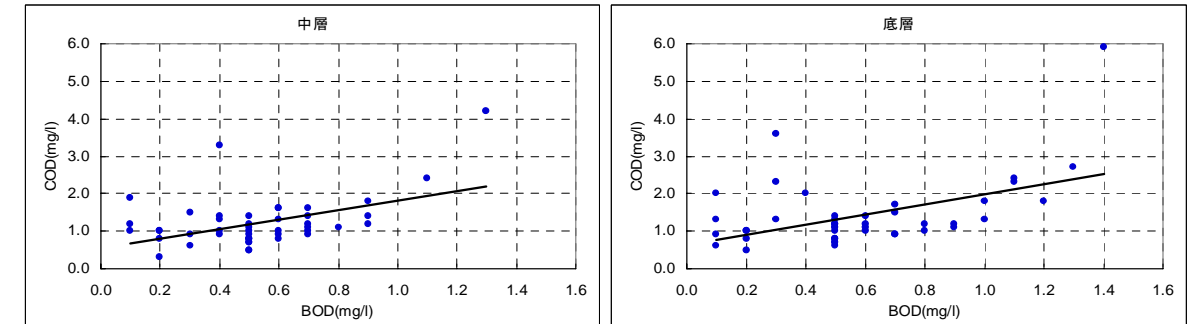
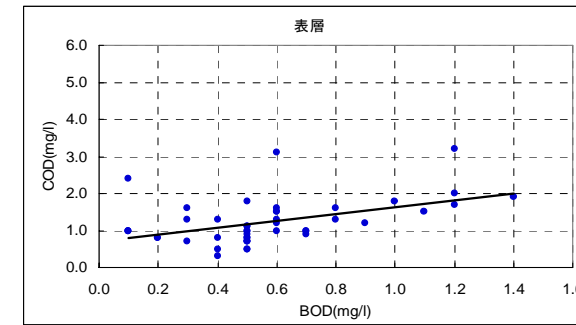


図2-2 BOD-COD相関図（表層、中層、底層）

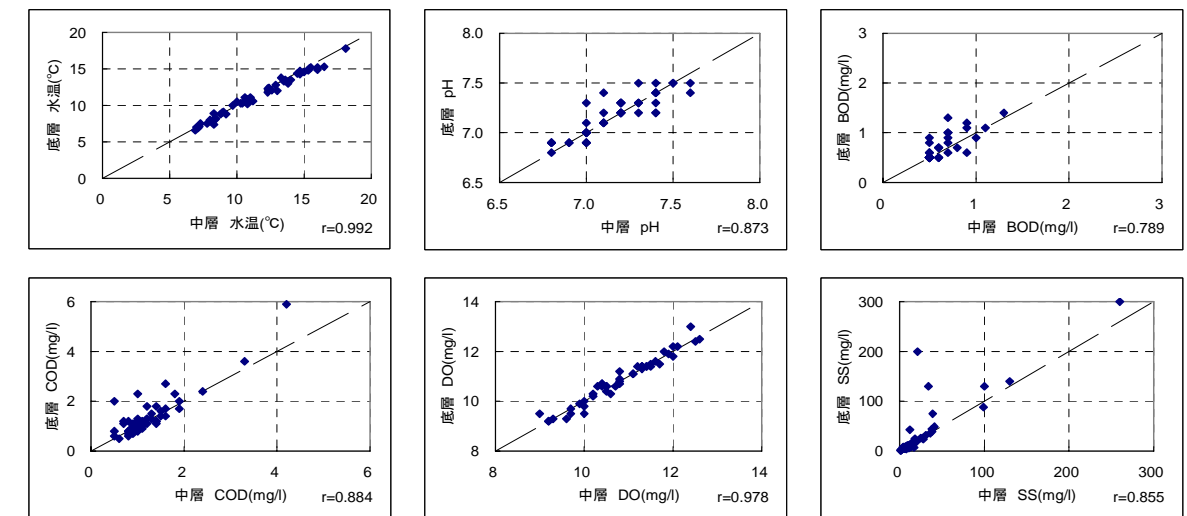


図2-3 中層と底層の分析項目別の関係（有意水準5%）

※1：図2-3のrは相関係数を示す。

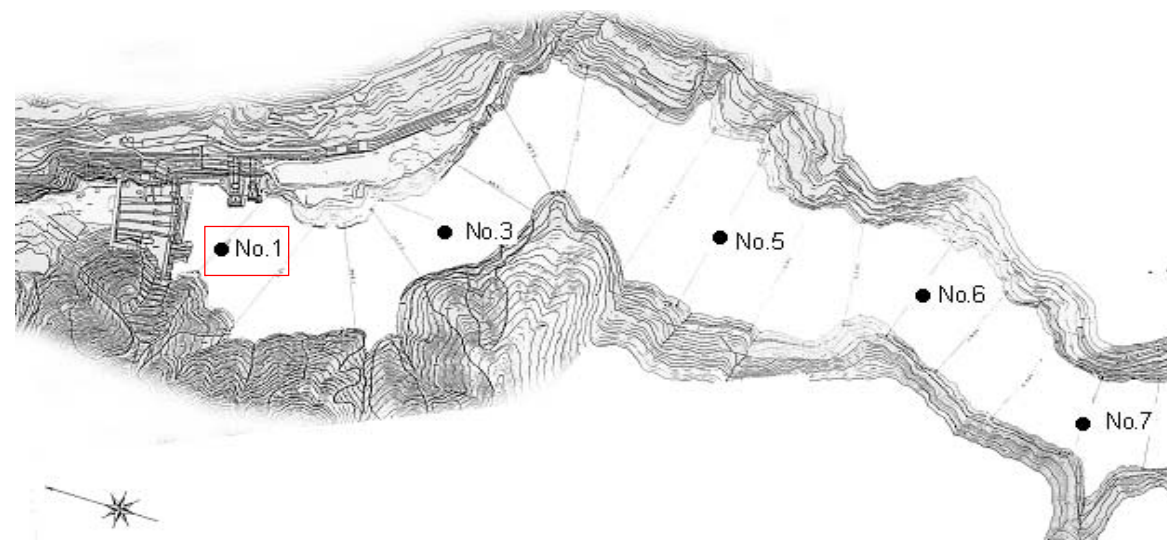


図2-1 出し平ダム水質調査地点
（赤枠地点のみ一地点）

※1 参考：相関係数rの評価について
 $0 \leq |r| < 0.2$ ほとんど相関がない
 $0.2 \leq |r| < 0.4$ やや相関がある
 $0.4 \leq |r| < 0.7$ かなり相関がある
 $0.7 \leq |r| \leq 1$ 強い相関がある

（参考文献：すぐわかる統計解析（東京図書 石村貞夫 著））

※2 参考：有意水準とは
 統計学では、検定を用いて判断をするとき（中略）95%の確からしきで判断しようとする。逆から見ると、間違える危険率が5%あるということです。これを有意水準といい、統計学では5%水準で検定するのが慣例です。

（参考文献：実務入門 図解 アンケート調査と統計解析がわかる本（日本能率協会マネジメントセンター 酒井隆 著））

3. 宇奈月ダム湛水池水質

【1】既往調査の概要

- (1) 調査概要： 20.8kと22.4kの測線の流心において表層(水深0.5m)、中層(水深×1/2)、底層(湖底面+1.0m)の3層から採水し、SS、BOD、COD、DO、pHおよび水温について分析を実施している(図3-1)。調査時期は排砂期の前後(5月及び9月)及び排砂直後(1日後)である。
- (2) 調査結果： 排砂直後は排砂後の出水に伴い濁り等の指標が高い場合がある。特に平成16年は排砂直後にSS、BOD、CODの高い値となったが浮泥層によるためであり排砂期間終了後の9月には排砂期間前の値となっている。また、各層での顕著な差異は見られない。

【2】調査項目の検討

- (1) 分析項目： **【相関分析】**
分析項目間の相関分析の結果、BODおよびCODについては一定の相関があることが分かった。(表3-1, 図3-2)
- (2) 調査地点： **【相関分析】**
各層の20.8kと22.4kではpHを除き3層とも相関係数が概ね0.7以上であり相関が高い(図3-3)。経年的に両地点とも水質は良好である。また、20.8kの中層と底層は、COD以外の相関係数は0.8以上であり相関が高い(図3-4)。
- (3) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

相関分析	分析項目	<p>○有機物指標をCODで代表させる</p> <p>[・CODは植物体腐食性の有機物を対象とする指標である。</p> <p>・一方、BODは人為的活動に由来する汚濁を定量的に表現する指標であるが、黒部川流域においてこのような汚濁はほとんど考えられない。</p> <p>・黒部川流域のような人為的汚濁のない河川においては、絶対値および変動幅が小さい。</p> <p>・上記の通り、BODとCODには一定の相関がある。</p> <p>以上より、有機物指標をCODにより代表させることとする。]</p>
相関分析	調査地点	<p>○22.4kを20.8kに統合し20.8kの観測を継続する</p> <p>○20.8kは中層を底層に統合する</p> <p>[20.8kと22.4kは相関が高く類似していること、ダム湛水池の水質については、下流河川への影響を評価するうえで、最も河川に近いダム湛水池下流端において把握することが重要であると考え22.4kを20.8kに統合する。また、表層・中層・底層3層のうち底層と中層では、一定の相関があるとともに、底層の水質については、底質への影響を評価する上で重要であると考え中層を底層に統合する。]</p>

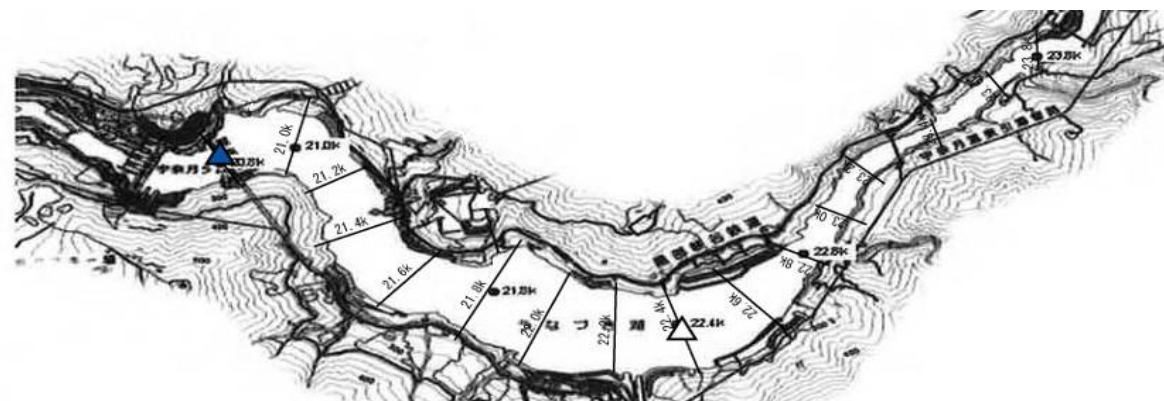


図3-1 宇奈月ダム水質調査地点(白抜きは見直しの結果、削減する地点)

表3-1 20.8kと22.4kのBODとCODの相関係数

	20.8k	22.4k
BOD-COD	0.629	0.463

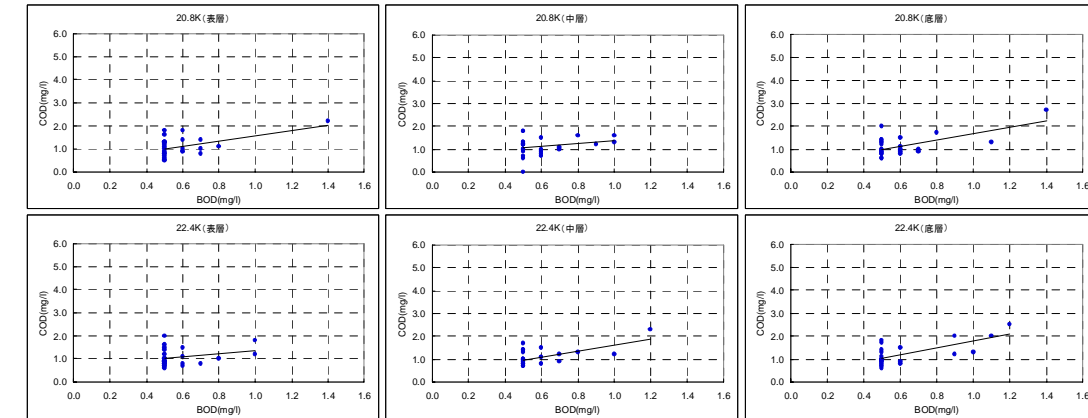


図3-2 20.8kと22.4kにおけるBOD-COD相関図(表層、中層、底層)

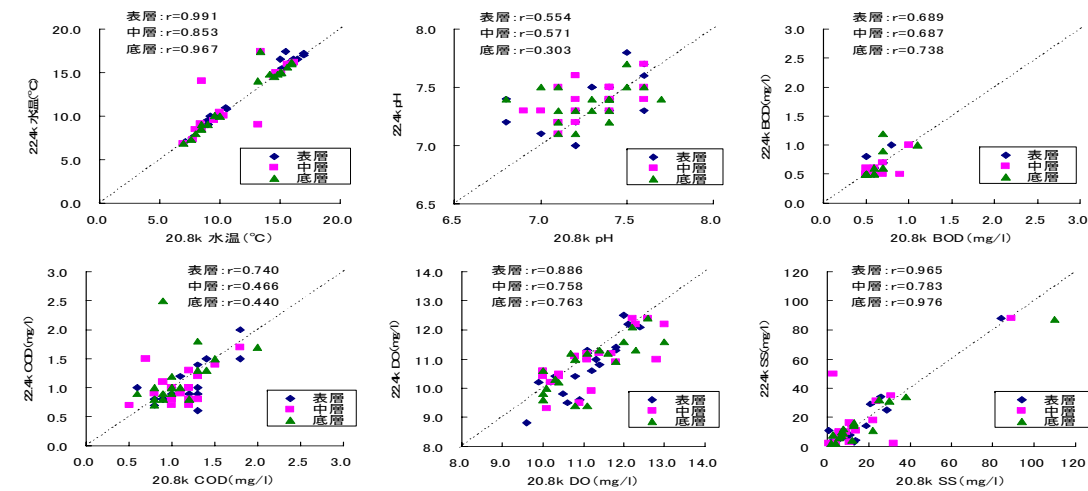


図3-3 20.8kと22.4kの各層の分析項目別の関係

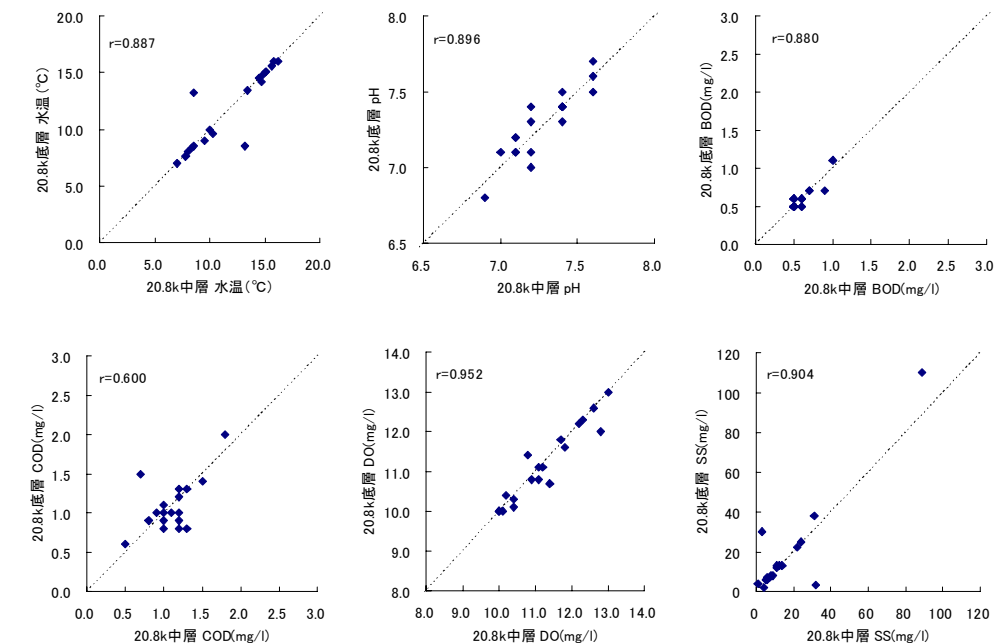


図3-4 20.8kの中層と底層の分析項目別の関係

※1：図3-3及び図3-4のrは相関係数を示す。

※2：図3-3及び図3-4ではH16の排砂直後のBOD、COD、SSは特異な値として相関分析では除外した。

4. 海域水質

【1】 既往調査の概要

- (1) 調査概要： 排砂による海域の水質に及ぼす影響を面的に把握するために、黒部市石田沖から朝日町境沖までの範囲（29地点）で水温、SS及びCODの調査を行っている（図4-1）。なお、代表4地点でのみDO、塩分、pHの調査も行っている。調査時期は排砂期間中及び排砂直後（1日後）、並びに代表4地点のみ排砂期の前後（5月及び9月）である。
- (2) 調査結果： 排砂時では河口付近の海域において、河川からの濁水に伴い濁り等の指標が高くなるが、河口から離れた地点ほど、SSおよびCODの観測最大値およびばらつき等は小さくなる傾向がある。

【2】 調査項目の検討

- (1) 調査地点： **【変動幅の類似性分析】**（H8以降の観測データによる）
調査海域を5つに区分し、それぞれ調査地点ごと代表的な分析項目ごとに既往観測値の最大値、最小値、平均値、平均値±標準偏差を整理した（表4-1）。

●**海域①**（黒部市沖 [6地点]）観測値の変動の状況から、荒俣魚礁地点と生地鼻沖地点（代表4地点のうちの1地点）の観測値の最大値、最小値およびばらつき等は、排砂時、通砂時共に概ね同等である。

●**海域③**（河口沖合 [4地点]）P-10、P-17およびP-18の3地点では観測値の最大値、最小値およびばらつき等は、排砂時、通砂時共にいずれも概ね同等である。

●**海域④**（入善町沖 [7地点]）横山20と横山21地点の観測値の最大値、最小値およびばらつき等は、排砂時、通砂時共に概ね同等である。

●**海域⑤**（朝日町沖 [4地点]）M-12と宮崎沖地点の観測値の最大値、最小値およびばらつき等は、排砂時、通砂時共に概ね同等である。

- (2) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

変動幅の類似性分析	調査地点
	○荒俣魚礁 P-18 横山21 M-12の4地点は観測結果が類似している隣接地点にそれぞれ統合し、隣接地点でそれぞれ観測を継続する。
	・海域①：荒俣魚礁[荒俣魚礁地点と生地鼻沖地点（代表4地点のうちの1地点）の観測値が類似しているため、荒俣魚礁地点を生地鼻沖地点に統合し、生地鼻沖地点の観測を継続する]
	・海域③：P-18[P-10、P-17およびP-18地点の観測値が類似しており、黒部川河口より最も遠方であるP-18地点をP-10およびP-17地点に統合し、P-10およびP-17地点の観測を継続する]
	・海域④：横山21[横山20と横山21地点の観測値が類似しており、黒部川河口より遠方である横山21地点を横山20地点に統合し、横山20の観測を継続する]
	・海域⑤：M-12[M-12と宮崎沖地点の観測値が類似しており、かつ調査地点の沿岸方向の連続性から、M-12地点を宮崎沖地点に統合し、宮崎沖地点の観測を継続する]

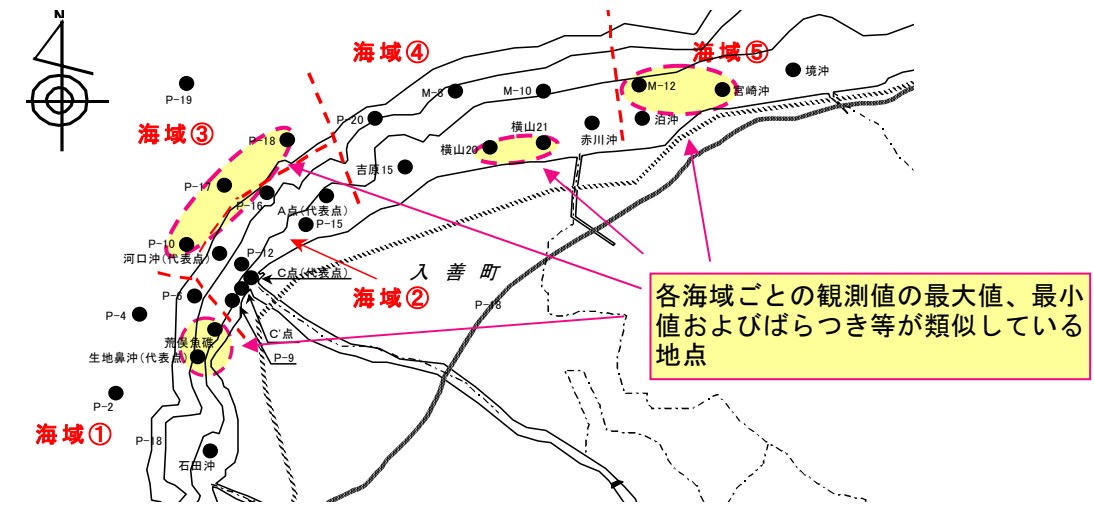


図4-1 海域水質調査地点

表4-1 海域水質・地点別既往観測値の範囲（赤字：統合地点）

		SS (mg/l)								
		生地鼻沖	荒俣魚礁	P-10	P-17	P-18	横山20	横山21	M-12	宮崎沖
排砂時	観測最大値	30	36	94	100	180	16	18	8	8
	観測最小値	2	1	1	2	2	1	2	1	1
	平均値	8	9	21	24	19	6	6	4	3
	平均値+標準偏差	13	17	47	52	51	9	10	5	5
	平均値-標準偏差	3	2	0	0	0	3	3	2	2
通砂時	観測最大値	30	24	100	53	87	22	27	14	10
	観測最小値	2	2	1	1	3	1	1	1	2
	平均値	10	8	23	19	20	8	8	6	6
	平均値+標準偏差	16	13	49	37	39	12	14	10	8
	平均値-標準偏差	4	4	0	1	1	3	2	2	3

		COD (mg/l)								
		生地鼻沖	荒俣魚礁	P-10	P-17	P-18	横山20	横山21	M-12	宮崎沖
排砂時	観測最大値	5.5	3.9	4.2	4.8	4.0	3.8	4.2	2.8	3.3
	観測最小値	1.1	0.5	0.9	1.3	1.5	1.1	0.8	1.0	1.0
	平均値	2.6	2.3	2.2	2.4	2.5	2.1	2.0	1.9	1.9
	平均値+標準偏差	3.5	2.9	2.9	3.1	3.1	2.6	2.6	2.3	2.4
	平均値-標準偏差	1.8	1.6	1.5	1.7	1.8	1.6	1.3	1.4	1.5
通砂時	観測最大値	4.9	4.6	4.1	5.1	4.1	3.7	3.8	3.9	4.2
	観測最小値	1.6	1.3	1.3	0.9	1.1	0.5	0.5	0.7	0.9
	平均値	3.2	3.0	2.5	2.7	2.9	2.4	2.4	2.3	2.2
	平均値+標準偏差	4.2	3.8	3.3	3.7	3.6	3.2	3.3	3.2	2.9
	平均値-標準偏差	2.1	2.1	1.7	1.7	2.1	1.6	1.5	1.5	1.4

桃枠内の地点は、観測値の最大値、最小値およびばらつき等が類似しており、調査地点の統合対象となり得る地点を示す。

5. 出し平ダム湛水池底質

【1】 既往調査の概要

(1) 調査概要： 排砂による出し平ダム湛水池内の底質の変化を把握するために、No. 1からNo. 7測線の5地点において有機物、栄養塩及び還元性の各指標並びに粒度組成を調査している(図5-1)。

(2) 調査結果： 出し平ダム湛水池内では下流地点ほど各分析項目の変動は大きく、上流地点ほど小さい。また、排砂期前(5月)に比較し排砂直後は濁りや栄養塩の指標が小さくなるとともに酸化傾向となるが、その後の排砂期後(9月)には排砂期前と同程度の値に戻る変動がみられている。

【2】 調査項目の検討

(1) 分析項目： **【相関分析】**(表5-1, 図5-2, 図5-3)
分析項目間の相関分析の結果、COD-TOC、強熱減量-TOCの組合せではNo. 1, No. 3, No. 6の3地点において相関係数0.7以上であり、一定の相関がある。また、ORP-二価鉄の組合せでは、相関係数0.5以上であり、一定の相関がある。また、過去のデータではORPと二価鉄は同様の酸化還元傾向を示している。

(2) 調査地点： **【変動幅の類似性分析】**(表5-2)
分析項目ごとに既往観測値の観測最大値、最小値、平均値、平均値±標準偏差を整理した。

●No. 3, No. 5： 各項目の観測最大値、最小値およびばらつき等は、両地点とも概ね同程度であり、No. 5よりNo. 3地点の方が大きい。また、各分析値ともNo. 1とNo. 6, No. 7の中間値をとっている。

●No. 6, No. 7： 各項目の観測最大値、最小値およびばらつき等は、両地点とも概ね同程度であり、No. 7よりNo. 6地点の方が大きい。また、各分析値とも5地点の中で概ね最小(ORPは最大)値をとっている。

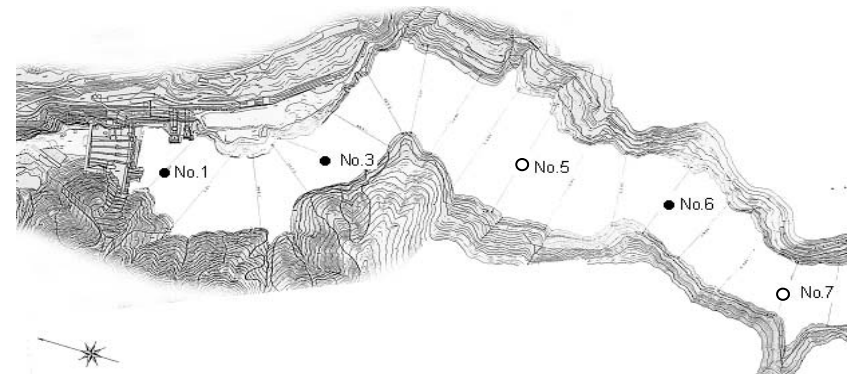


図5-1 出し平ダム底質調査地点(白抜きは見直しの結果、統合する地点)

表5-1 分析項目間の相関係数(有意水準5%)

分析項目	No.1	No.3	No.6
COD-強熱減量	0.927	0.925	0.796
COD-TOC	0.927	0.901	0.761
強熱減量-TOC	0.950	0.943	0.868
ORP-二価鉄	-0.593	-0.672	-0.844

※No. 3, 6地点はH12年以降の観測データによる。

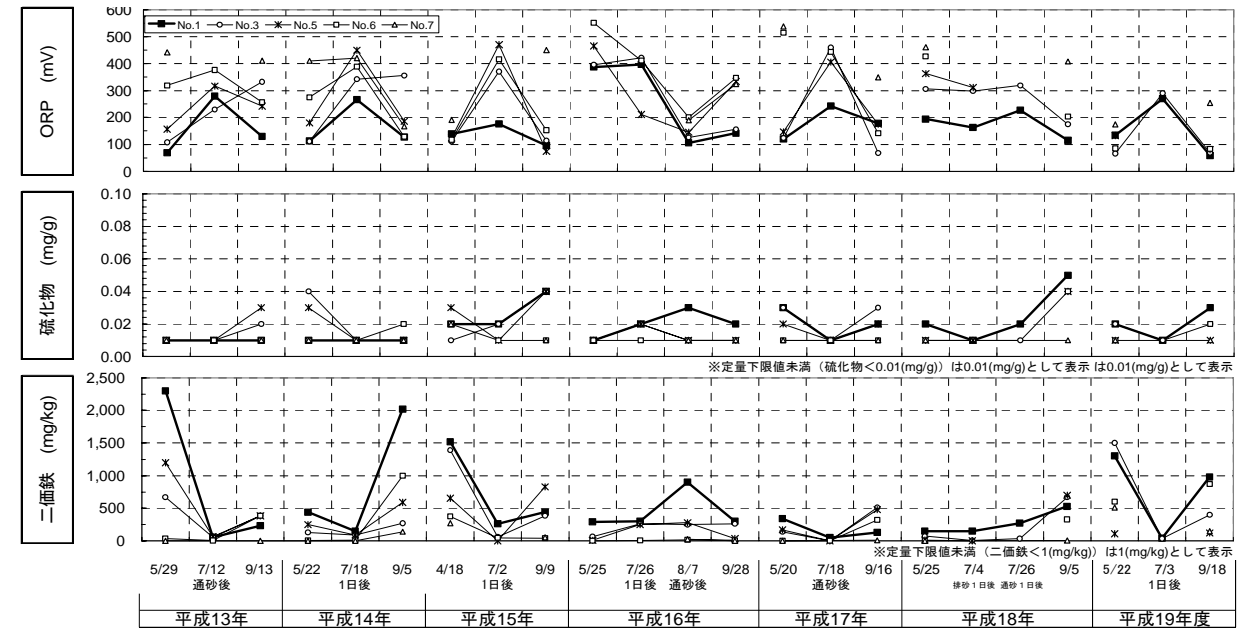


図5-2 出し平ダム湛水池 底質分析値の推移

表5-2 出し平ダム湛水池・地点別既往観測値の範囲

		No. 1	No. 3	No. 5	No. 6	No. 7
COD (mg/g)	観測最大値	43	25	25	29	20
	観測最小値	1	1	1	1	1
	平均値	13.6	11	9	6.5	4.6
	平均値+標準偏差	24.3	18.3	16.7	13.7	10.4
T-N (mg/g)	観測最大値	1.61	1.3	0.88	0.89	0.77
	観測最小値	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
	平均値	0.49	0.37	0.3	0.2	0.12
	平均値+標準偏差	0.92	0.67	0.55	0.42	0.31
ORP (mV)	観測最大値	397	459	470	551	538
	観測最小値	59	66	74	83	156
	平均値	172	223	228	289	337
	平均値+標準偏差	262	348	358	431	456
強熱減量 (%)	観測最大値	11	6.9	6.7	4.7	2.7
	観測最小値	0.4	0.3	0.1	0.1	0.5
	平均値	3.9	2.8	2.4	1.8	1.1
	平均値+標準偏差	6.6	4.5	4.3	3	1.7
T-P (mg/g)	観測最大値	1.53	1.5	1.1	1.22	0.88
	観測最小値	0.39	0.26	0.18	0.03	0.01
	平均値	0.91	0.82	0.64	0.58	0.48
	平均値+標準偏差	1.24	1.14	0.88	0.85	0.66
硫化物 (mg/g)	観測最大値	0.05	0.04	0.04	0.04	0.02
	観測最小値	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	平均値	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	平均値+標準偏差	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01

※ No. 3~7地点はH12年以降の観測データによる。

桃枠内の地点は、観測値の変動幅(最大値~最小値)がそれぞれ類似しており、調査地点の統合対象となり得る地点を示す。

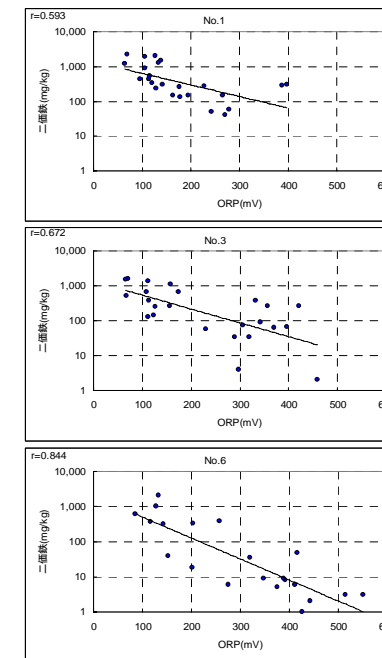


図5-3 ORP-二価鉄相関図 (No. 1, No. 3, No. 6)

※ No. 3, 6地点はH12年以降の観測データによる。

(3) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

相関分析	分析項目	<p>○有機物指標であるTOCは、CODや強熱減量により代表させる [ダムにおいては、CODと強熱減量、TOCの相関が高いことから、強熱減量及びTOCはCODにより代表させることができる。ただし、「強熱減量については、ダムや湖沼においては過去より多くのデータが蓄積されており、それらとの比較が可能のため、継続していくこととする]</p> <p>○酸化還元指標である二価鉄については、ORPや硫化物により代表させる [ORPと二価鉄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微生物学的還元過程は、初期においてORPが減少し、続いて二価鉄が増加し、最後に硫化物が増加していくと一般的に考えられている※。 ・よって二価鉄はORPと硫化物の中間的指標であるため、酸化還元状態はORPと硫化物により把握できるものと考えられる。また、ORPと二価鉄には一定の相関がある。 ・過去のデータでは、ORPと二価鉄は、同様の酸化還元傾向を示している。 <p>硫化物と二価鉄</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上記、還元過程のとおり、二価鉄はORPと硫化物の中間的指標であるため、酸化還元状態はORPと硫化物により把握できるものと考えられる。 ・過去のデータでは、硫化物と二価鉄は、同様の酸化還元傾向を示している。 <p>以上より、今後は、硫化物と現場測定が可能なORPにより、酸化還元状態を把握していく]</p>
変動幅の類似性分析	調査地点	<p>○No. 5・No. 7の2地点をそれぞれ隣接地点に統合し、No. 3・No. 6で観測を継続する [No. 3-No. 5及びNo. 6-No. 7地点でそれぞれ観測値の平均値及び変動幅(最大値~最小値)が類似している。また、No. 5およびNo. 7の観測値の最大値が、それぞれNo. 3およびNo. 6と比較して小さいため、No. 5およびNo. 7をそれぞれNo. 3及びNo. 6に統合する。No. 1は変更無し]</p>

※ 参考文献 生物地球科学 環境科学への基礎と応用(東海大出版社 小山忠四郎 著)

6. 宇奈月ダム湛水池底質

【1】既往調査の概要

- (1) 調査概要： 排砂によるダム湛水池内の底質の変化を把握するために、20.8kから23.8k測線の6地点において有機物及び栄養塩、還元性の各指標及び粒度組成を調査している(図6-1)。
- (2) 調査結果： 湛水池内では、各項目について地点ごとの顕著な差は見られない。また、排砂1日後は各項目とも観測値が高い傾向があるが、9月の調査では排砂前と同程度に戻っていることから、一時的な変化である。

【2】調査項目の検討

- (1) 分析項目： **【相関分析】**
分析項目間の相関分析の結果、有機物指標ではCOD-強熱減量、COD-TOC、強熱減量-TOCの組み合わせでは3地点とも5%有意水準で相関があり、相関係数も0.8以上である(表6-1)。還元性指標では二価鉄-ORPの組み合わせでは、相関係数がおおむね0.5以上であり、一定の相関が見られる(図6-3)。また、過去のデータではORPと二価鉄は同様の酸化還元傾向を示している(図6-2)。
- (2) 調査地点： **【変動幅の類似性分析】(表6-2)**
分析項目ごとに既往観測値の観測最大値、最小値、平均値、平均値±標準偏差を整理した。
 - 20.8k, 21.0k：各項目の観測最大値、最小値およびばらつき等は、両地点とも概ね同程度であり、各項目の平均値は21.0k地点より20.8k地点の方が大きい。
 - 21.8k, 22.4k：各項目の観測最大値、最小値およびばらつき等は、両地点とも概ね同程度であり、各項目の平均値は22.4k地点より21.8k地点の方が大きい。また、各分析値とも20.8k, 21.0kと22.8kの間値をとっている。

- (3) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

相関分析	分析項目	○有機物指標であるTOCは、CODや強熱減量により代表させる [ダムにおいては、CODと強熱減量、TOCの相関が高いことから、強熱減量及びTOCはCODにより代表させることができる。 ただし、「強熱減量については、ダムや湖沼においては過去より多くのデータが蓄積されており、それらとの比較が可能のため、継続していくこととする] ○酸化還元指標である二価鉄については、ORPや硫化物により代表させる [ORPと二価鉄 ・微生物的還元過程は、初期においてORPが減少し、続いて二価鉄が増加し、最後に硫化物が増加していくと一般的に考えられている。よって二価鉄はORPと硫化物の中間的指標であるため、酸化還元状態はORPと硫化物により把握できるものと考えられる。また、二価鉄とORPには一定の相関がある。 ・過去のデータでは、ORPと二価鉄は、同様の酸化還元傾向を示している。 硫化物と二価鉄 ・上記、還元過程のとおり、二価鉄はORPと硫化物の中間的指標であるため、酸化還元状態はORPと硫化物により把握できるものと考えられる。 ・過去のデータでは、硫化物と二価鉄は、同様の酸化還元傾向を示している。 以上より、今後は、硫化物と現場測定が可能でORPにより、酸化還元状態を把握していく。]
		○21.0k・22.4の2地点をそれぞれ隣接地点に統合し、20.8k・21.8k・22.8k・23.8kで観測を継続する [20.8-21.0k及び21.8k-22.4k地点でそれぞれ観測値の平均値及び変動幅(最大値～最小値)が類似している。また、21.0kおよび22.4kの観測値の最大値が、それぞれ20.8kおよび21.8kと比較して小さいため、21.0kおよび22.4kをそれぞれ20.8kおよび21.8kに統合する。]
変動幅の類似性分析	調査地点	

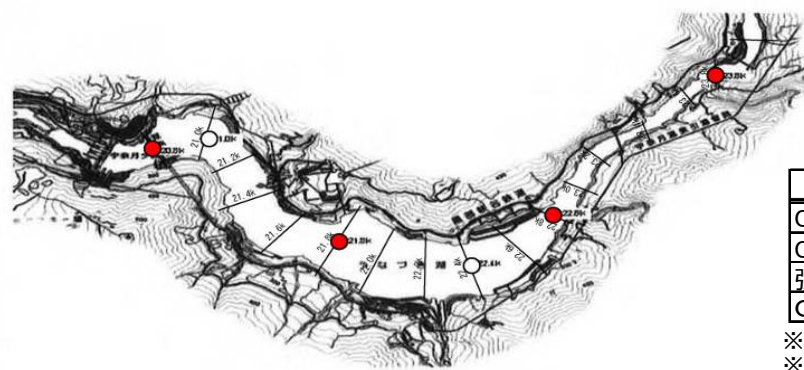


表6-1 分析項目間の相関係数

分析項目	20.8k	21.8k	22.8k	23.8k(参考)
COD-強熱減量	0.810	0.832	0.931	0.880
COD-TOC	0.908	0.845	0.843	0.509
強熱減量-TOC	0.815	0.823	0.896	0.701
ORP-二価鉄	0.674	0.751	0.760	0.796

※23.8kは調査時の水位が高く調査未実施が多くデータが不十分のため参考扱いとした。
※23.8kの硫化物はすべて定量下限値(0.01mg/g)以下であった。
※赤字は5%有意水準で相関があり値が0.5以上のものを示す。

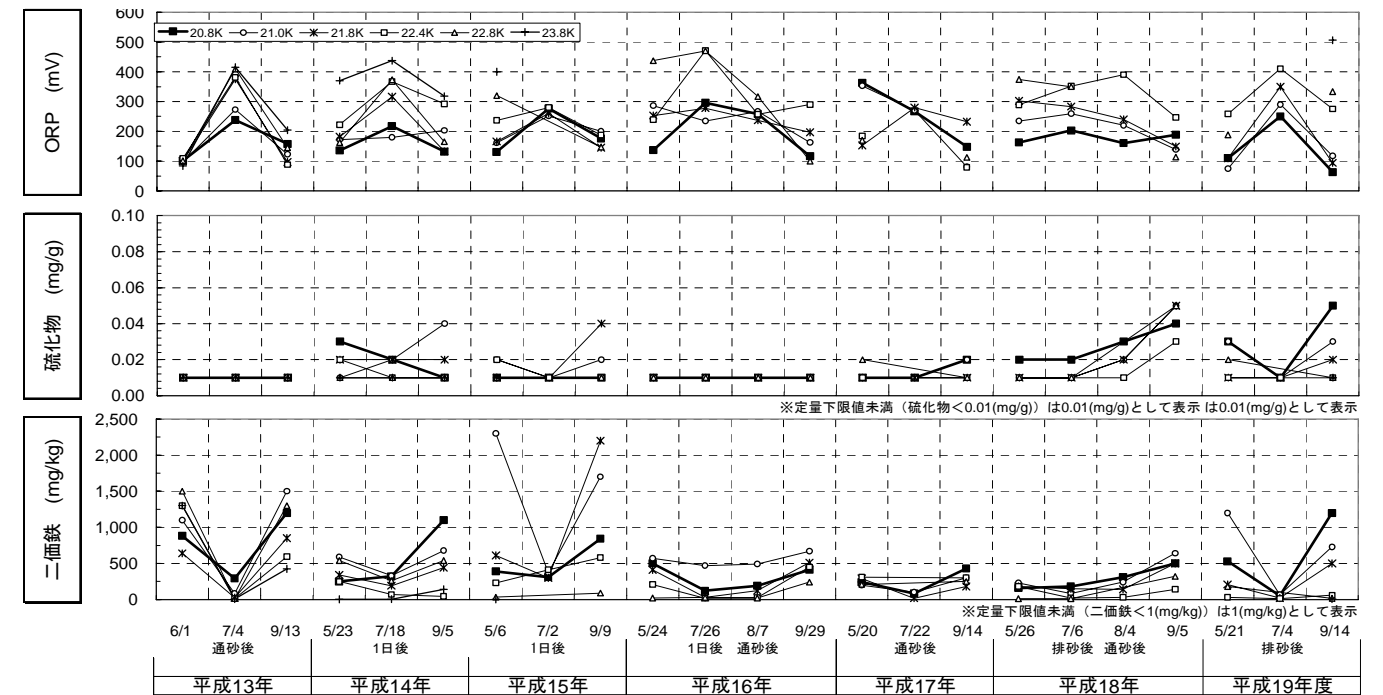


図6-2 宇奈月ダム湛水池 底質分析値の推移

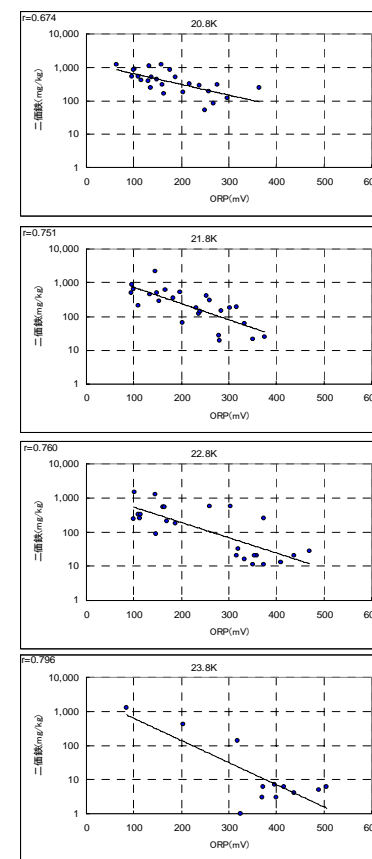


図6-3 ORP-二価鉄相関図 (20.8k, 21.8k, 22.8k, 23.8k)

表6-2 宇奈月ダム湛水池・地点別既往観測値の範囲

	20.8k	21.0k	21.8k	22.4k	22.8k	23.8k	
COD (mg/g)	最大	21.0	20.0	23.0	19.0	31.0	16.0
	最小	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	平均値	11.6	11.3	9.4	6.7	7.0	3.3
	平均値+標準偏差	16.5	15.7	15.9	12.8	14.1	8.0
T-N (mg/g)	最大	1.54	1.04	1.01	0.86	1.00	0.39
	最小	0.08	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
	平均値	0.46	0.42	0.38	0.24	0.23	0.06
	平均値+標準偏差	0.77	0.67	0.67	0.50	0.45	0.16
ORP (mV)	最大	363	353	375	471	470	506
	最小	63	75	94	79	100	84
	平均値	179	194	219	264	257	360
	平均値+標準偏差	252	270	301	365	376	473
強熱減量 (%)	最大	7.4	7.8	8.0	5.9	5.0	3.9
	最小	0.3	0.5	0.7	0.4	1.0	0.8
	平均値	3.2	3.3	3.1	2.4	2.7	1.5
	平均値+標準偏差	4.7	4.8	5.0	4.0	4.1	2.3
T-P (mg/g)	最大	1.74	1.60	1.60	1.38	1.29	1.02
	最小	0.47	0.46	0.39	0.15	0.05	0.07
	平均値	0.92	0.86	0.80	0.67	0.59	0.41
	平均値+標準偏差	1.22	1.09	1.07	0.96	0.84	0.66
硫化物 (mg/g)	最大	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.01
	最小	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	平均値	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	平均値+標準偏差	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01

桃枠内の地点は、観測値の変動幅(最大値～最小値)がそれぞれ類似しており、調査地点の統合対象となり得る地点を示す。

図6-1 宇奈月ダム底質調査地点(白抜きは見直しの結果、統合する地点)

7. 河川底質

【1】既往調査の概要

- (1) 調査概要：排砂によるダム下流の河川の底質の変化を把握するために、ダム下流の3地点において有機物及び栄養塩、還元性の各指標及び粒度組成を調査している(図7-1)。
- (2) 調査結果：泥温は3地点とも調査時期で違いが見られるが、調査時期の水温の違いによるものであり、地点ごとの違いは下流ほど水温が高くなる河川一般の現象である。なお、各地点とも、経年的に顕著な変化が見られた項目はない。

【2】調査項目の検討

- (1) 分析項目：[-]
各地点について、CODは、ほとんどが定量下限値以下であり、定量下限値を超えた場合でもその値は小さい(表7-1、図7-2)。また、ORP以外の還元化指標である二価鉄はほとんどが定量下限値以下であり、定量下限値を超えた場合でもその値は小さく、硫化物はすべて定量下限値以下であった(図7-2)。また、強熱減量については、過去のデータより、観測値自体が小さく、かつ変動がない。
- (2) 調査地点：[-]
調査年によっては、地点ごとに違いが見られるほか、ダムから河口における河川底質を把握する上で必要最低限の調査地点である。
- (3) 検討結果：検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

—	分析項目	<ul style="list-style-type: none"> ○有機物指標である強熱減量、TOCは、CODにより代表させる [・既往調査結果より、COD、強熱減量の観測値は非常に小さく、変動がない ・一般的には有機物指標の代表指標はCODであることから、有機物指標である強熱減量やTOCは、CODにより代表させることとする] ○酸化還元指標である二価鉄は、ORPや硫化物により代表させる [・既往調査結果より、CODは概ね定量下限値を下回り、硫化物はすべて定量下限値を下回る等、観測値は非常に小さい。 ・還元過程はダム湛水池底質と同様と考えられ、二価鉄は還元過程の中間的指標である。 ・ダム湛水池～河川までの調査・分析項目の連続性。 以上より、有機物指標である強熱減量やTOCは、CODにより代表させる。また、酸化還元指標である二価鉄については、ORPや硫化物により代表させる。]
—	調査地点	○変更なし [ダムから河口までの河川底質を把握する上で必要最低限の調査地点であるため現行のままとする。]

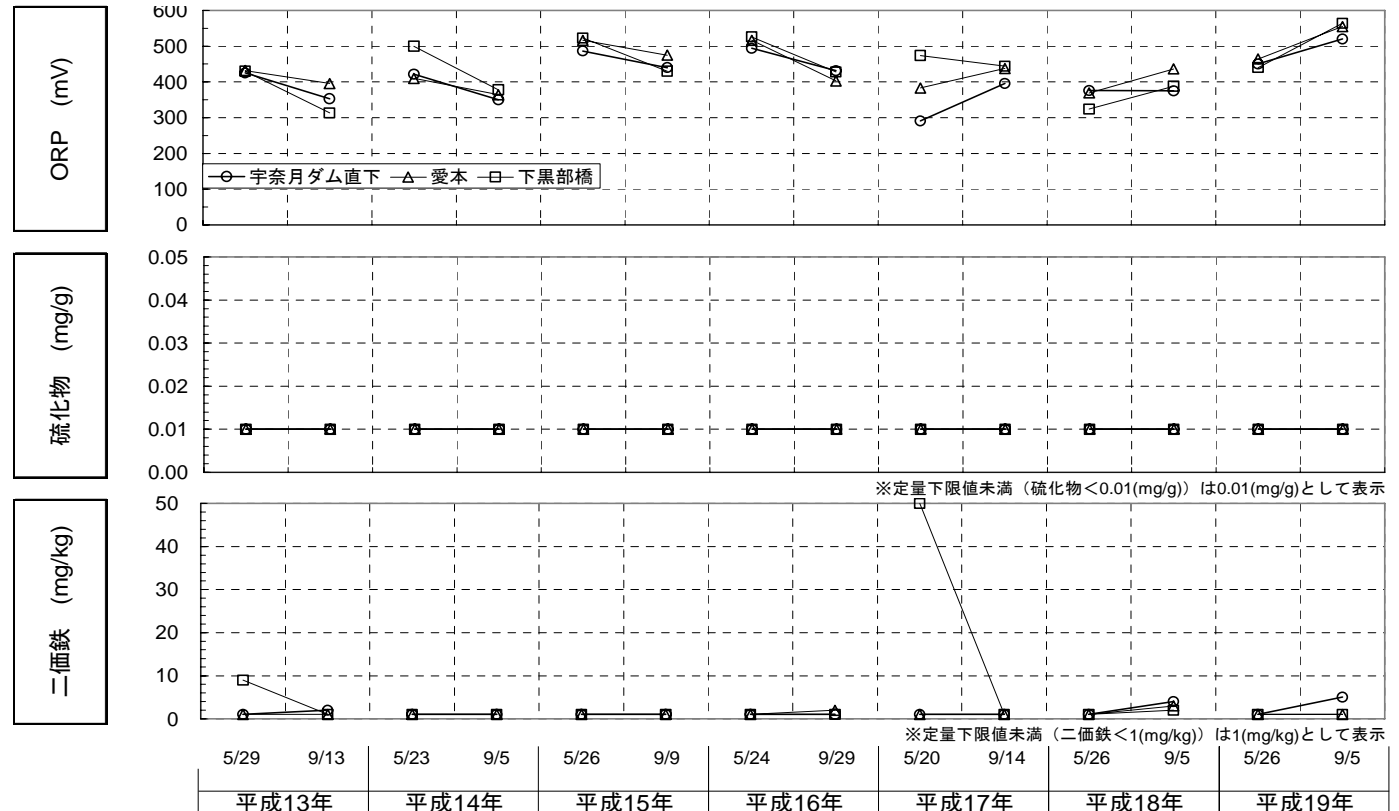


図7-2 河川底質分析値の推移

表7-1 各地点における主な指標の定量下限値以上の回数

有機物又は還元化指標	宇奈月ダム直下	愛本	下黒部橋
COD	24調査中0回	14調査中2回	24調査中3回
二価鉄	12調査中2回	12調査中2回	12調査中3回
硫化物	24調査中0回	12調査中0回	20調査中0回

表7-2 各地点における二価鉄とORPの相関係数

分析項目	宇奈月ダム直下	愛本	下黒部橋
ORP-二価鉄	0.067	0.434	0.205

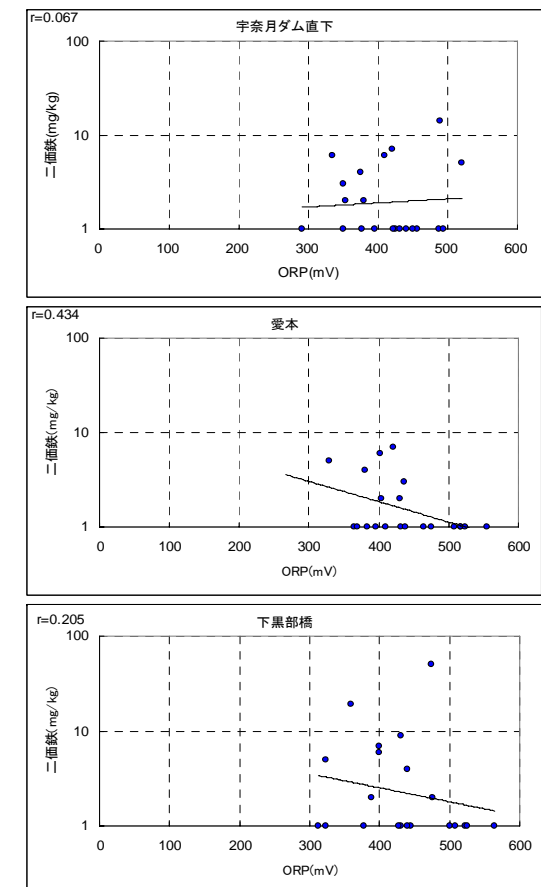


図7-3 ORP-二価鉄相関図(宇奈月ダム直下, 愛本, 下黒部橋)

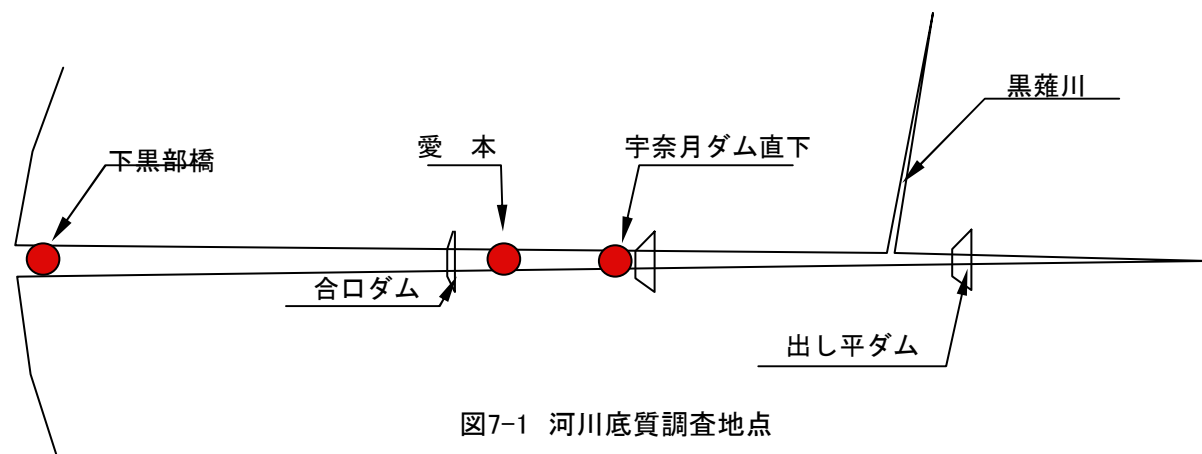


図7-1 河川底質調査地点

8. 海域底質

【1】既往調査の概要

- (1) 調査概要： 排砂による海域の底質に及ぼす影響を把握するために、黒部市黒部漁港沖から朝日町境沖までの範囲において有機物、栄養塩及び還元性の各指標並びに粒度組成を調査している(図8-1)。
- (2) 調査結果： 河口付近の海域においては有機物指標の変動が大きく、河口から離れた地点では、概して変動は小さい。

【2】調査項目の検討

(1) 分析項目：【相関分析】

表8-1のとおり、分析項目間の相関分析の結果、相関係数が高い組合せはCOD-強熱減量であり、特に代表4地点中3地点で相関係数0.7以上と一定の相関をみせた。また、COD-TOCについても、ほぼ同様の相関をみせている。
また、表8-1、図8-2のとおり、ORP-二価鉄の相関係数も0.5以上と一定の相関がある。

(2) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

相関分析	分析項目	<p>○有機物指標である強熱減量、TOCについては、CODにより代表させる。 [・CODと強熱減量、TOCの相関が高いことから、有機物指標である強熱減量やTOCは、CODにより代表させることとする]</p> <p>○酸化還元指標である二価鉄については、ORPや硫化物により代表させる。 [・還元過程はダム湛水池底質と同様と考えられ、二価鉄は還元過程の中間的指標である。 ・ORPと二価鉄には一定の相関がある。 ・ダム湛水池～海域までの調査・分析項目の連続性。 以上より、今後は、硫化物と現場測定が可能なORPにより酸化還元状態を把握していく。]</p>
------	------	--

表8-1 分析項目間の相関の状況(有意水準5%)

	COD 強熱減量	COD TOC
C点	0.989	0.984
A点	0.485	0.430
河口沖	0.907	0.652
生地鼻沖	0.786	0.561
飯野定置4	0.843	0.619
ワカメ養殖場	0.946	0.970
荒俣沖漁場内	0.600	0.741
小型底曳網2	0.932	0.746
小型底曳網3	0.661	0.634
横山沖	0.477	0.775
泊沖	0.752	0.751

	ORP 二価鉄
C点	-0.499
河口沖	-0.672
飯野定置4	-0.867
ワカメ養殖場	-0.861
黒部漁港沖	-0.736
小型底曳網2	-0.785

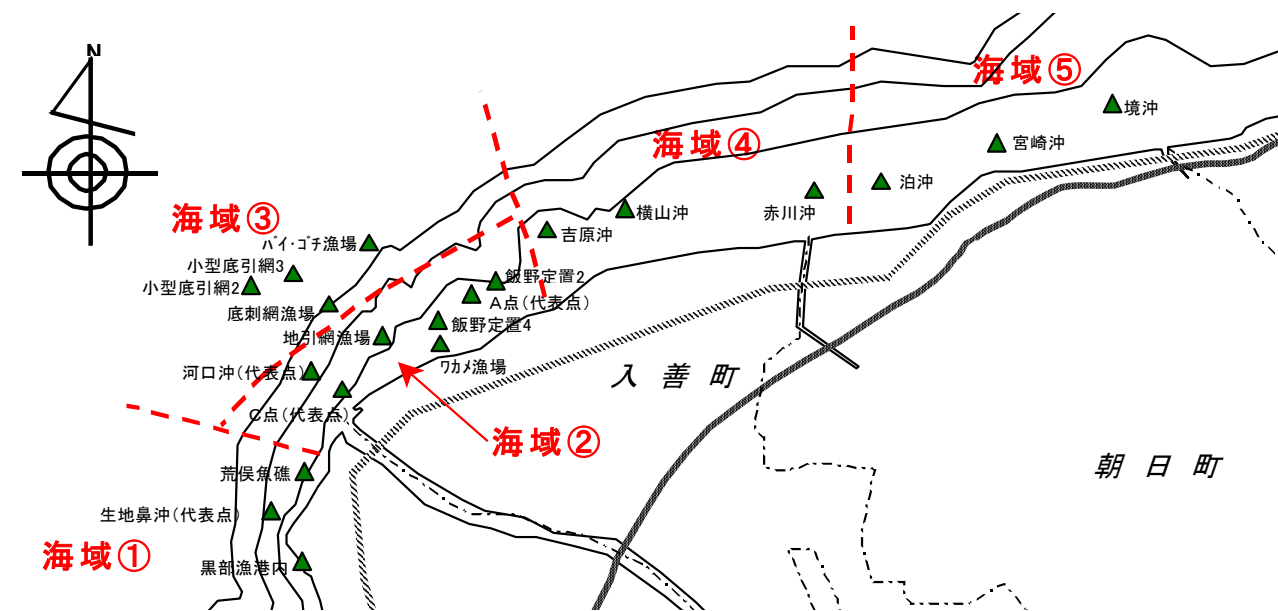


図8-1 海域底質調査地点

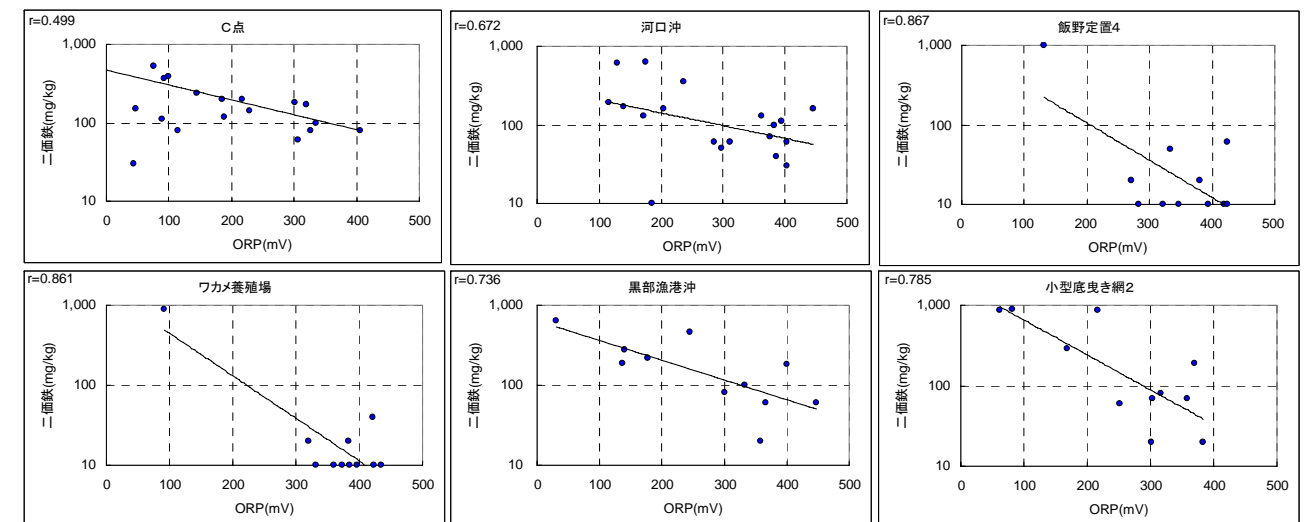


図8-2 ORP-二価鉄相関図(C点、河口沖、飯野定置4、ワカメ養殖場、黒部漁港内、小型底曳網2)

9. 用水路底質

【1】既往調査の概要

- (1) 調査概要： 排砂による各用水路の底質の変化を把握するために、図9-1に示す5地点において、粒度組成及び堆積厚を調査している。
- (2) 調査結果： 下山用水、上原用水、飯野用水、黒西副用水の4地点については、排砂・通砂前後および経年的な変化はみられない。
 なお、荻若用水については、平均粒径2mm以上の礫が観測されている。これは排砂による影響ではなく、側部の礫が用水路へ落下する等、地形的な要因によるものと推測される。

【2】調査項目の検討

- (1) 分析項目： **【変動幅の推移】**(図9-2)
 各地点ごとに粒度組成の経年変化を整理した。観測値に経年変化はみられない。

- (2) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

変動幅の推移	分析項目	○粒度組成をとりやめる[観測値に経年変化がみられないため、各用水路の粒度組成をとりやめる]
--------	------	---

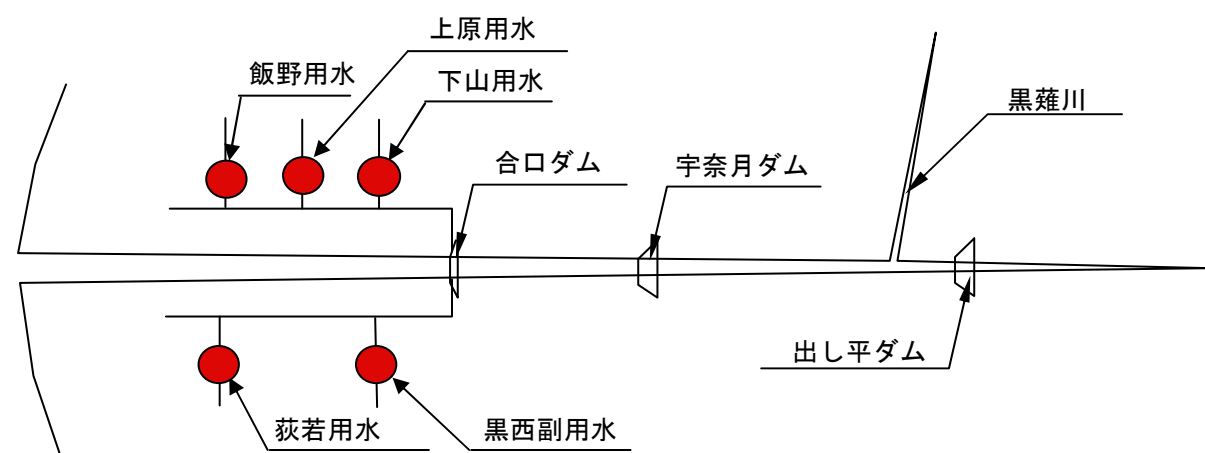


図9-1 用水路底質調査地点

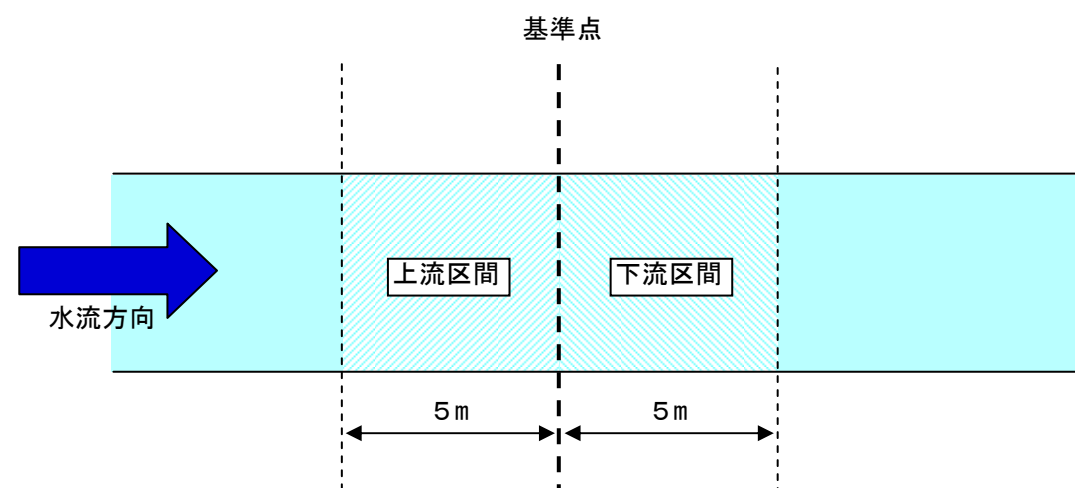
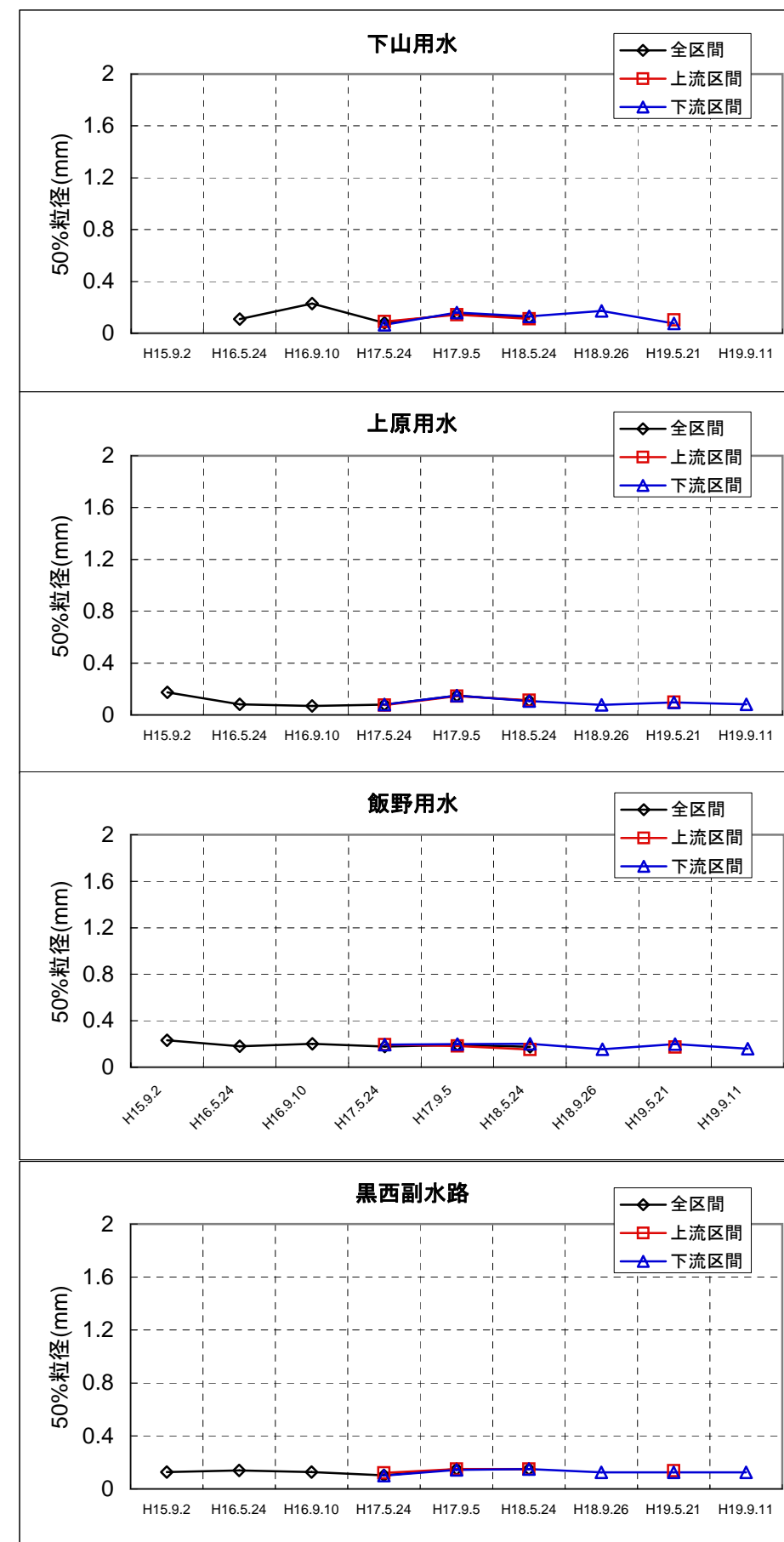


図9-2 用水路底質調査イメージ図



※平成15年以降の観測データによる

図9-2 用水路地点別50%粒径(mm)

10. 水生生物

【1】 既往調査の概要

- (1) 調査概要： 排砂による水生生物の影響を把握するために、ダム下流においてに付着藻類、底生動物、魚類を調査している。調査時期は、排砂期の前後（5月及び9月）、排砂期が終了して時間が経過した11月である。
- (2) 調査結果： 付着藻類、魚類は経年的に大きな変化は見られず、下黒部橋では季節による違いが見られ、山彦橋では明確な傾向は見られなかった。一方、底生動物は、H12年以前は遊泳型が優占する傾向であったが、H12年以降は掘潜型が優占し現在も同様の傾向である。

【2】 調査項目の検討

- (1) 分析項目： [-]
付着藻類、底生動物、魚類調査は河川における生物の生息環境を把握する上で重要な指標となることから、継続した調査が必要と考えられる。
- (2) 調査地点： **【多変量解析】**
過去からのデータを解析した結果、河川域の状況を把握する上で重要な上流域にある宇奈月ダム直下の山彦橋、下流域にある河口部の下黒部橋の2地点については、魚類相に明確な特徴が見られる。しかしながら、魚類調査のみを実施している四十八ヶ瀬大橋、愛本橋、新川黒部橋においては、四十八ヶ瀬大橋のみ季節を反映した魚類相が見られるが、愛本橋、新川黒部橋は他の地点に比べ魚類相に明確な特徴が見られない。
- (3) 検討結果： 検討結果を踏まえた調査項目の変更案は次のとおり

-	分析項目	○変更なし [付着藻類、魚類は経年的に大きな変化は見られないものの、底生動物はH12を境に、生活型分類での優占種が、遊泳型から掘潜型に変化し、現在までのこの傾向が続いている。こういった状況を鑑み、現行行っている調査項目は、河川域の生物環境を把握する上で、重要な指標であると考え、これまでどおりの調査項目を継続する。]
多変量解析	調査地点	○愛本橋、新川黒部橋の調査を終了し、山彦橋、四十八ヶ瀬大橋、下黒部橋において調査を継続する [魚類相に明確な特徴が見られる山彦橋、下黒部橋及び季節を反映した魚類相が見られる四十八ヶ瀬大橋においては、調査を継続するが、魚類相に明確な特徴が見られない愛本橋、新川黒部橋については、調査を終了する。]

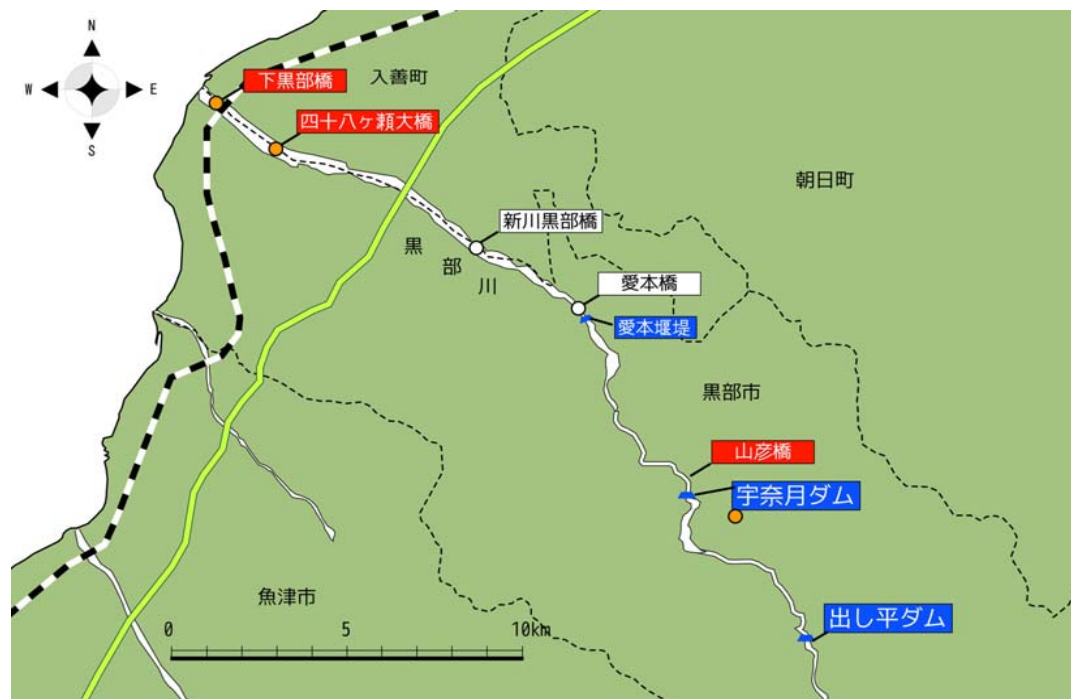
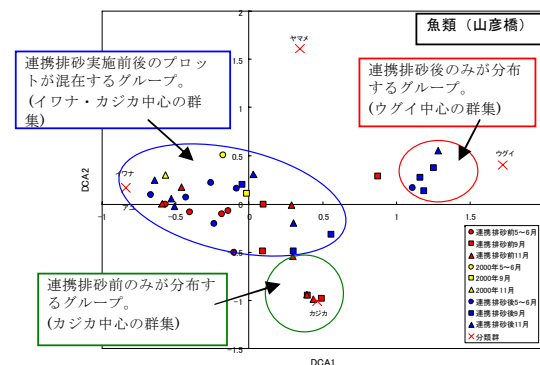
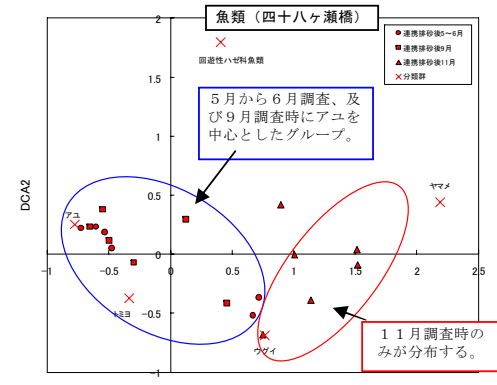


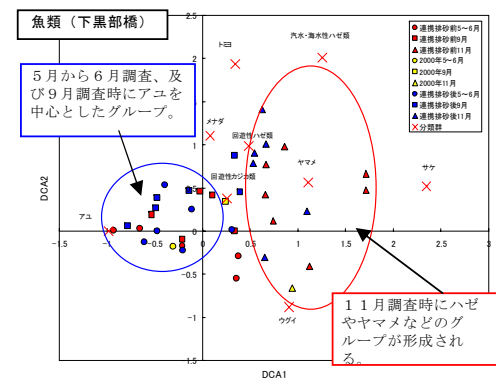
図10-1 水生生物調査地点図（白抜きは見直しの結果、削減する地点）



調査時期ではなく、連携排砂の実施前後でプロットが混在しているため、連携排砂前後の魚類相に類似性が見られる。



連携排砂の実施前後ではなく、調査時期でプロットが混在しているため、季節ごとの魚類相に類似性が見られる。

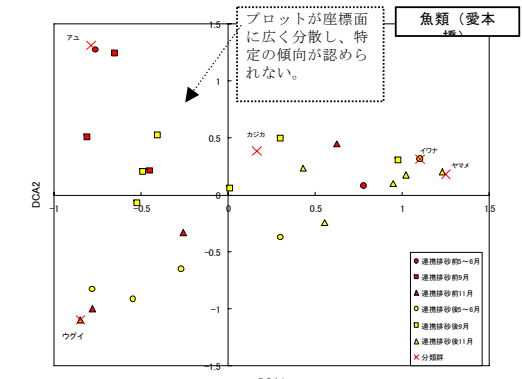


連携排砂の実施前後ではなく、調査時期でプロットが混在しているため、季節ごとの魚類相に類似性が見られる。

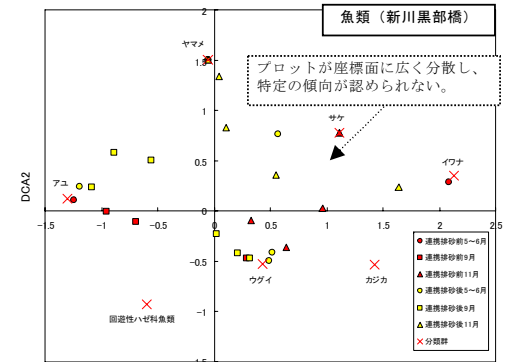
図10-2 水生生物（魚類）の多変量解析【除歪対応分析（DCA）】結果

多変量解析【除歪対応分析（DCA）について】

DCAは生物相の分布の類似性を視覚的に見やすくする解析手法であり、各調査地点の確認種数と各種の個体数をデータ（種は軸、個体数は各軸の座標値）として使用している。一般に種類同士での相関を考えた場合、種数に対応した次元の空間が必要となる（10種確認の場合は10次元の空間）が、視覚的に表現できない。DCA解析では、視覚的に2次元で表示できるように合成軸（DCA1、DCA2）を設定する。DCA1はプロットが最も分散するように設定し、DCA2はDCA1に直交し、かつDCA1の次に分散が大きくなるように設定される。このDCA1とDCA2は、魚類相の類似性（連携排砂実施前後（平成7年から平成11年と平成13年から平成18年）の類似性、季節（5月、9月、11月）による類似性）を示すものであり、類似性が強いほどプロットが混在し、類似性が弱いほど分散するようになる。



連携排砂前後及び季節によってもプロットが広く分散しているため、連携排砂前後及び季節による魚類相に類似性は見られない。



連携排砂前後及び季節によってもプロットが広く分散しているため、連携排砂前後及び季節による魚類相に類似性は見られない。

※: 図中の凡例の“連携排砂前”は連携排砂実施前の平成7年から平成11年のプロットを示し、“連携排砂後”は連携排砂実施後の平成13年から平成18年のプロットを示す。