

第7回 志津見ダム・尾原ダム モニタリング委員会

「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

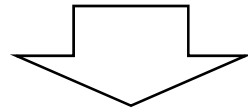
平成25年 9月 17日
国土交通省 中国地方整備局

資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.1)

【１】 黒い付着物の調査の経緯

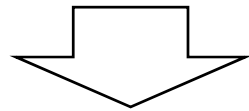
平成23年8月に石に寒天状の黒いコケが付くと神戸川漁協より情報があった。その後、平成24年7、8月に調査を実施したが、寒天状の黒いコケは確認されず、石の表面に「薄く膜状に沈着した黒い付着物」が確認された。



黒い付着物の確認状況→
(平成24年8月撮影)

平成24年7～8月は、黒い付着物および流域での分布状況を把握するため調査を実施した。

- ・ 黒い付着物：マンガンの含有率が高く、マンガンが礫に付着していると考えられた。
- ・ 流域での分布状況：志津見ダムの上流および下流で確認された。



平成24年10月以降は、以下の項目を把握するため調査を実施した。

- ・ 志津見ダム上下流の黒い付着物が付着している石の定点調査および化学分析を行い、付着面積の変化や付着している含有物の量的な変化の傾向を把握する。

資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.2)

【2】平成24年10月以降の調査概要

（１）調査目的

- ・ 志津見ダムの上下流において、黒い付着物が付着している石等の定点調査および化学分析を行い、付着面積の変化、付着している含有物の量的な変化の傾向を把握する。

（２）調査項目等

項目	実施月	方法
定点調査	平成24年10月～12月、平成25年1月～6月、8月の計11回※1	①黒い付着物が付着している石を各地点3個選定し、同じ石の黒い付着物の面積を継続して計測 ②各地点1m×1mの方形枠を4ヶ所設置し、黒い付着物が付着している石の個数を計数
化学分析	平成25年6月	①黒い付着物が付着している石からブラシを用いて黒い付着物を採取し、鉄、マンガン、酸揮発性硫化物（AVS）を分析 ②全体が黒い石を採取し、希塩酸を用いて表層の鉄、マンガンを抽出し分析
		走査型電子顕微鏡を用いた原子の元素マッピング※2

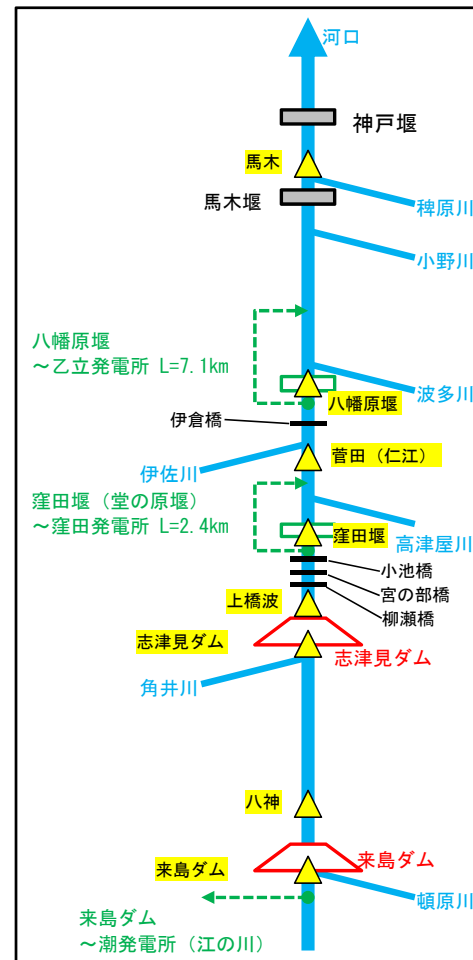
※1 平成25年4月はフラッシュ前後で2回調査を実施した。

※2 黒い付着物を電子顕微鏡で観察し、鉄及びマンガンの原子を指定して、電子顕微鏡画像での各原子の分布と多寡を色分けして示す方法であり、視覚的に理解しやすい。

(3) 調査地点

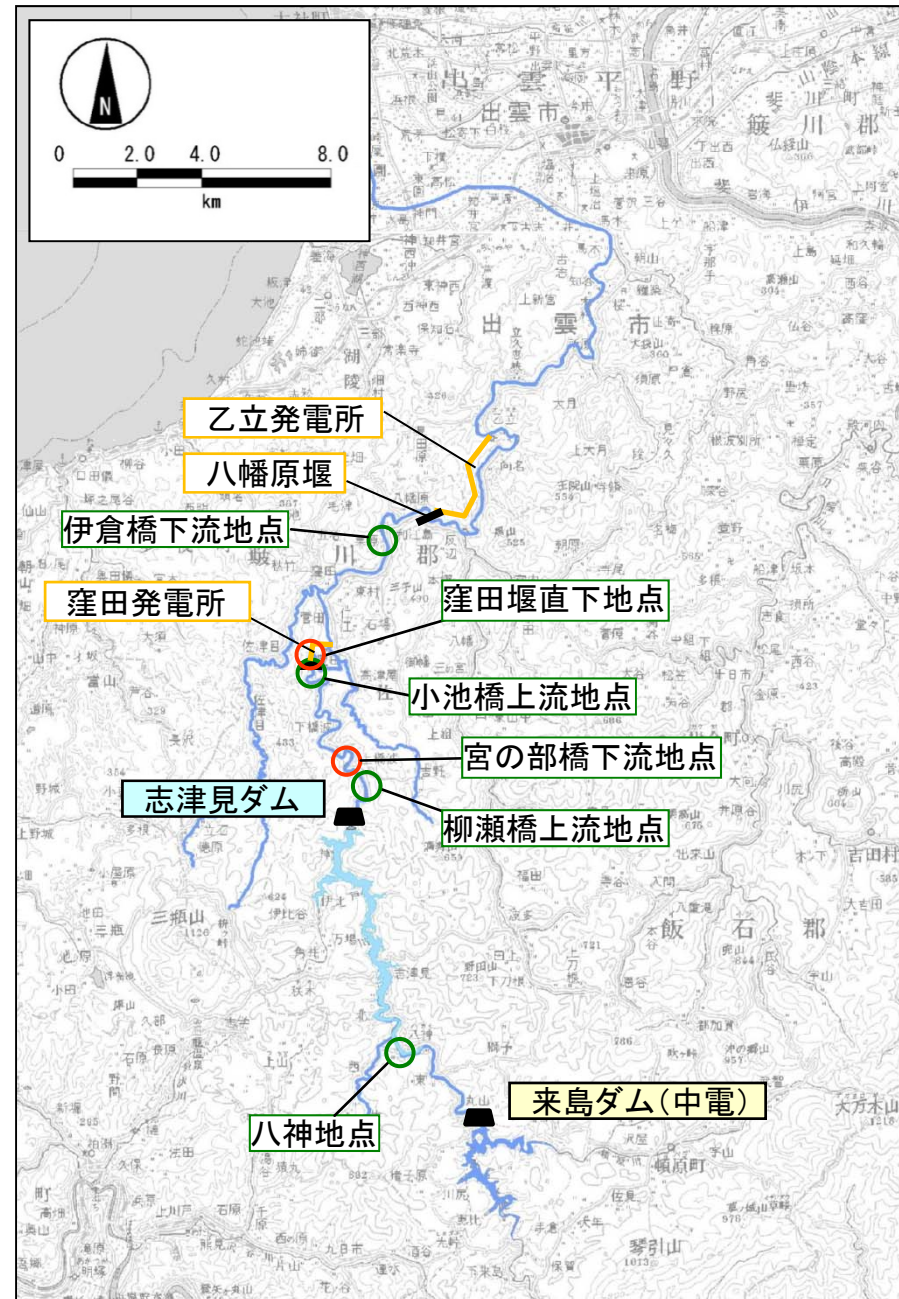
- ダム下流地点
 - 柳瀬橋上流
 - 宮の部橋下流
 - 小池橋上流
 - 窪田堰直下
 - 伊倉橋下流

- ダム上流地点
 - 八神



○：化学分析位置

○：定点調査、化学分析位置



資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.4)

(4) 調査地点および各地点のサンプル状況

※サンプルの採取は全て平成25年6月
全体が黒い石以外は、黒い付着物が着いた石



伊倉橋下流の地点およびサンプル



全体が黒い石のサンプル



宮の部橋下流の地点およびサンプル



窪田堰直下の地点およびサンプル



柳瀬橋上流の地点およびサンプル



小池橋上流の地点およびサンプル



八神の地点およびサンプル



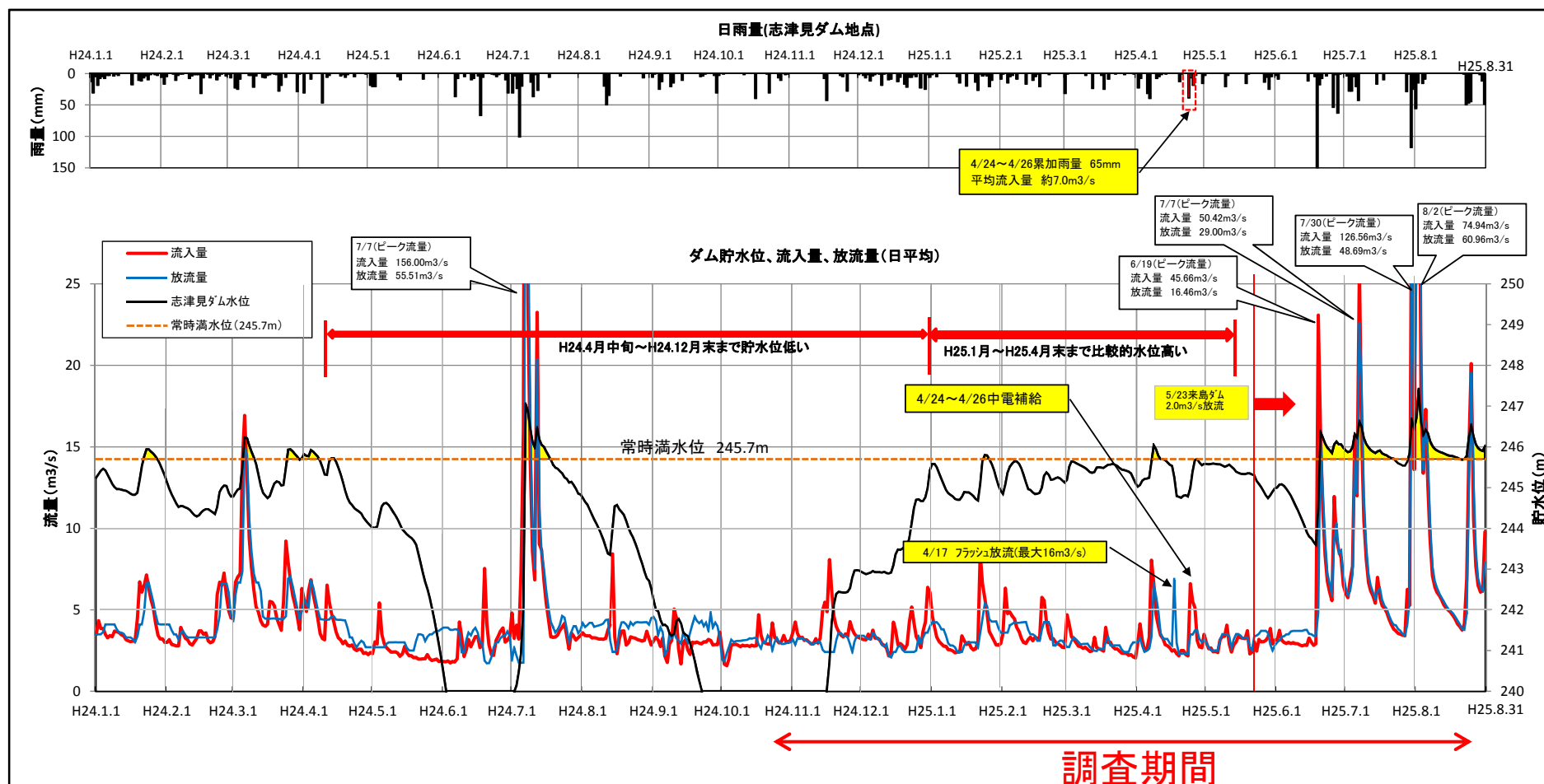
資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.5)

【３】 調査結果

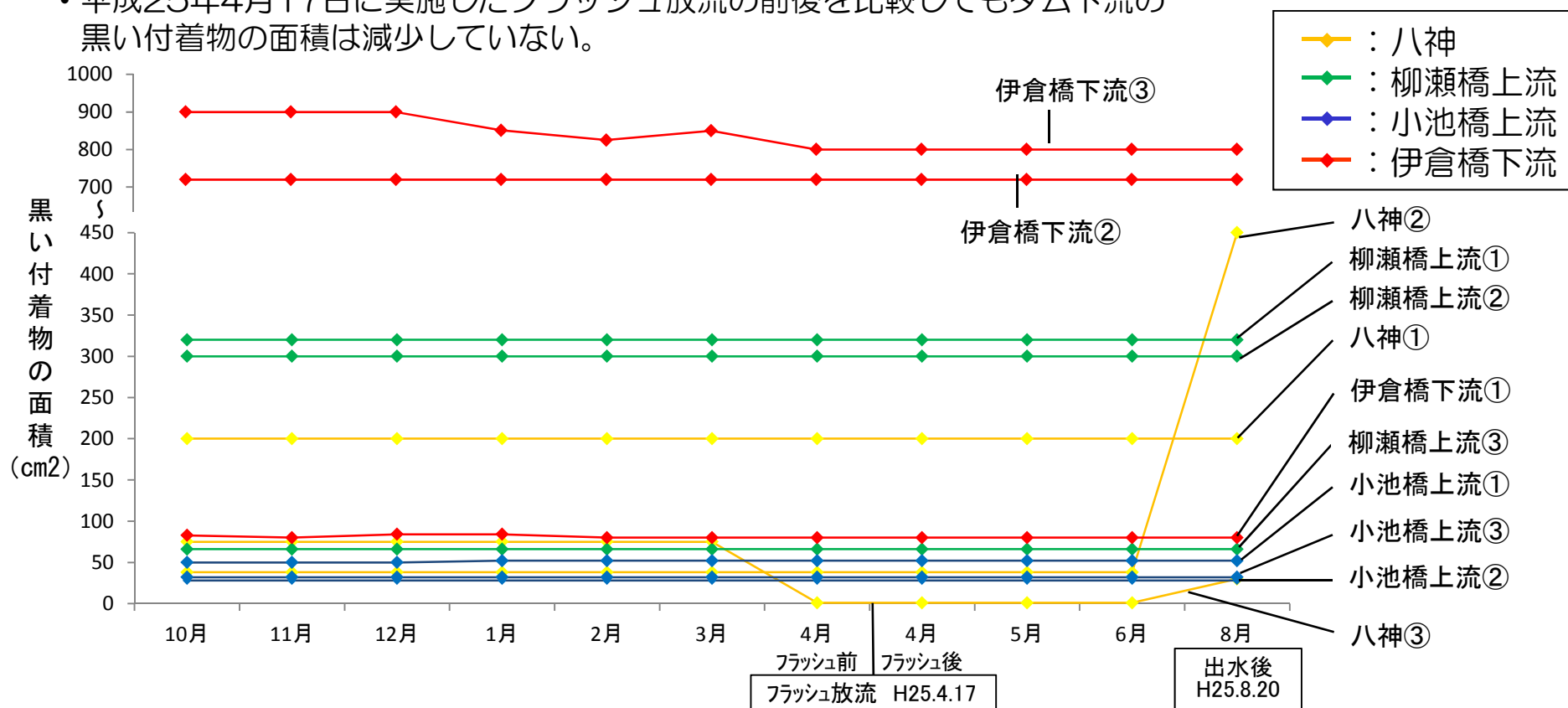
（１） 調査期間の流況

- ・調査期間中（平成24年10月～平成25年8月）には、平成25年6月～平成25年8月に4回出水があり、志津見ダム下流へのピーク放流量が約61m³/sであった。



P.6)

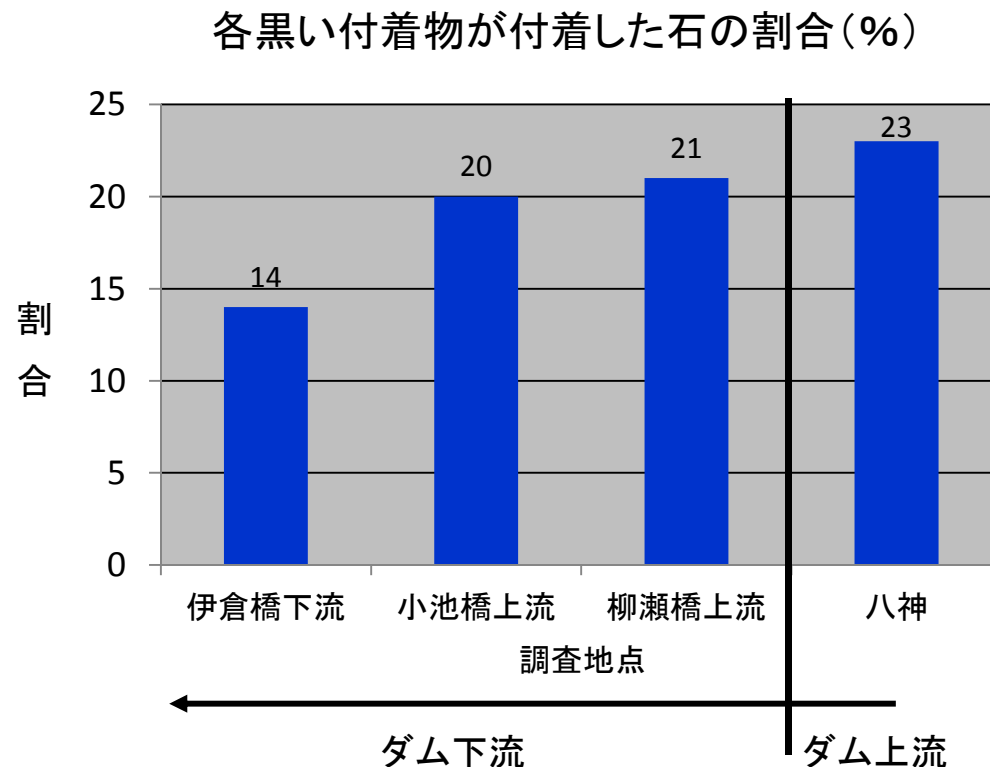
- 平成24年10月から平成25年6月までの毎月および出水後の平成25年8月20日に実施した黒い付着物が着いた同じ石の観察（各地点3ヶ所）では、志津見ダムの上・下流において黒い付着物が継続的に確認された。
- 黒い付着物の面積は、全地点で大きい変化は見られなかった。（下図に示す）
- 八神③と伊倉橋下流③は黒い付着物の面積が減少している。この2ヶ所については、水深が約1～2cmのところであり、水位の変動により黒い付着物が水面より上に出たため、乾燥等により剥がれ面積が減少したと考えられる。
- 八神②は、平成25年8月20日の出水後の調査では黒い付着物の面積が増加しているが、八神①、③に大きな変化はみられていないため、これは異常値と考えられる。
- 平成25年4月17日に実施したフラッシュ放流の前後を比較してもダム下流の黒い付着物の面積は減少していない。



(3) 黒い付着物の石の割合

各地点の黒い付着物が付着した石の割合

- 各定点調査地点において、任意の4ヶ所に設置した1m×1mコドラート内にある長径10cm以上のすべての石のうち、黒い付着物が付着している石の割合は、ダム上流の八神で最も割合が高く、下流に行くに従い割合が少なくなった。



八神地点の川床状況

(4) 黒い付着物の化学分析

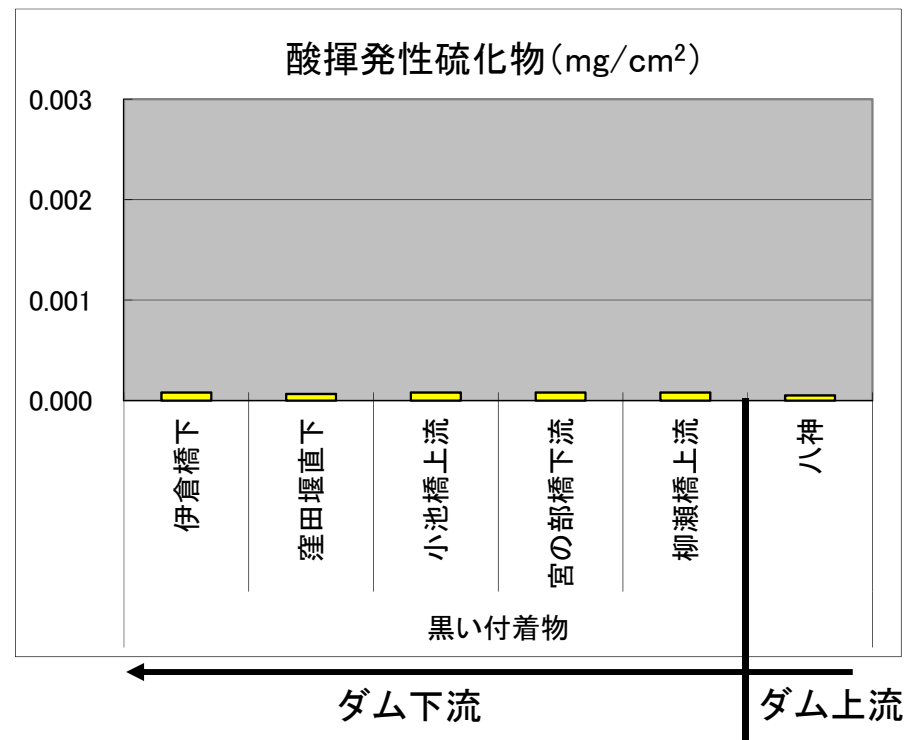
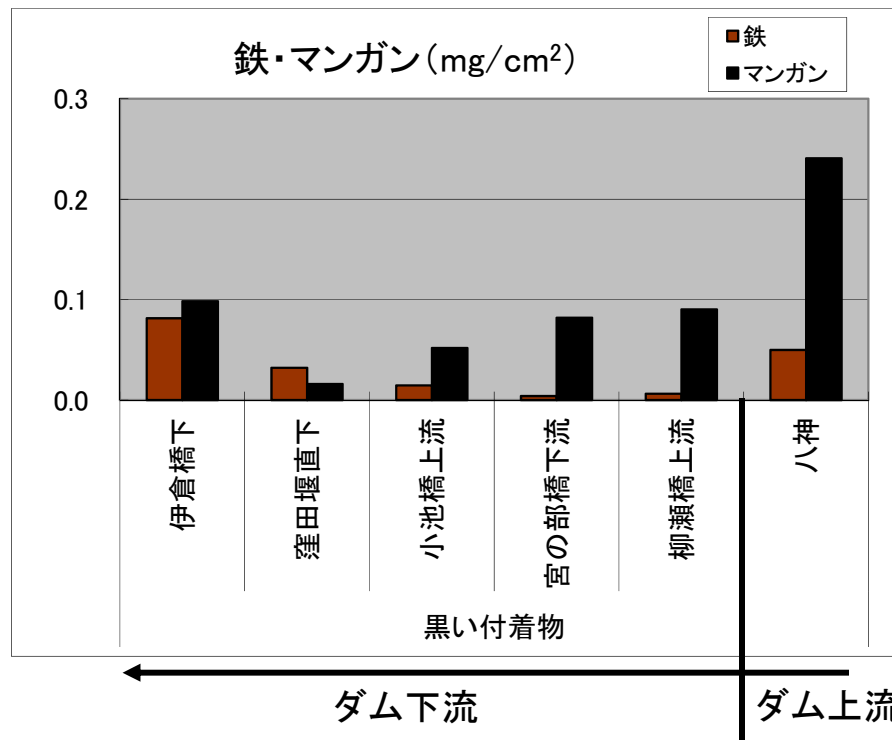
●黒い付着物の分析結果

1) 鉄・マンガン

- ・各地点での比較では、窪田堰直下以外の地点で単位面積あたりの量が鉄よりもマンガンの方が高かった。
- ・単位面積あたりの量の縦断的な比較では、マンガンは志津見ダム上流（八神）で高く、ダム下流にいくにつれて値が低くなる傾向が見られた。

2) 酸揮発性硫化物

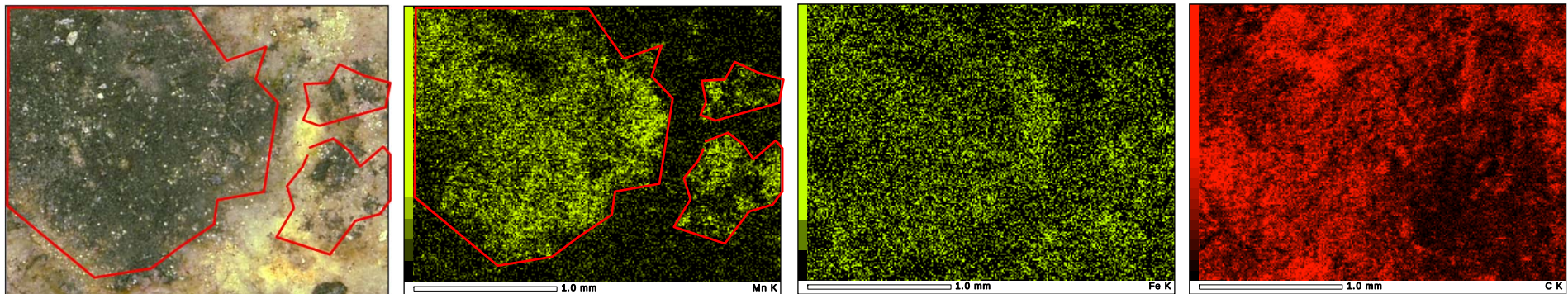
- ・酸揮発性硫化物は全地点で単位面積あたりの量は低かった。



(5) 走査型電子顕微鏡を用いた原子の元素マッピング

- ・ダム上流（八神）およびダム下流（柳瀬橋上流、宮の部橋下流、伊倉橋下流）では、目視で見える黒い付着物の範囲とマンガンの密度が高い範囲がよく符合していた。それ以外のダム下流（小池橋上流、窪田堰直下）ではマンガンの密度が低かった。
- ・鉄はダム上流および下流のいずれの地点でも密度が低かった。
- ・炭素は伊倉橋下流（ダム下流）で目視で見える黒い付着物の範囲と符合していたが、それ以外の地点では相関はみられなかった。

八神（ダム上流）



電子顕微鏡画像（×50）

マンガン

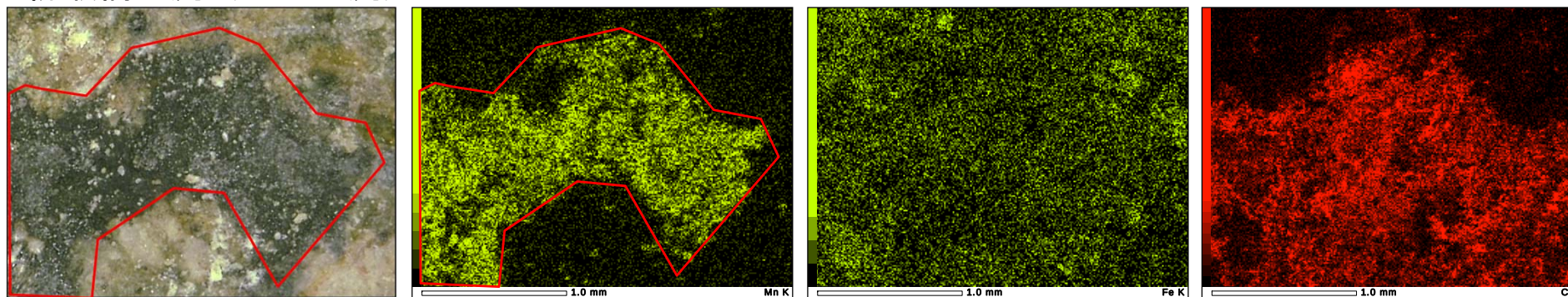
鉄

炭素

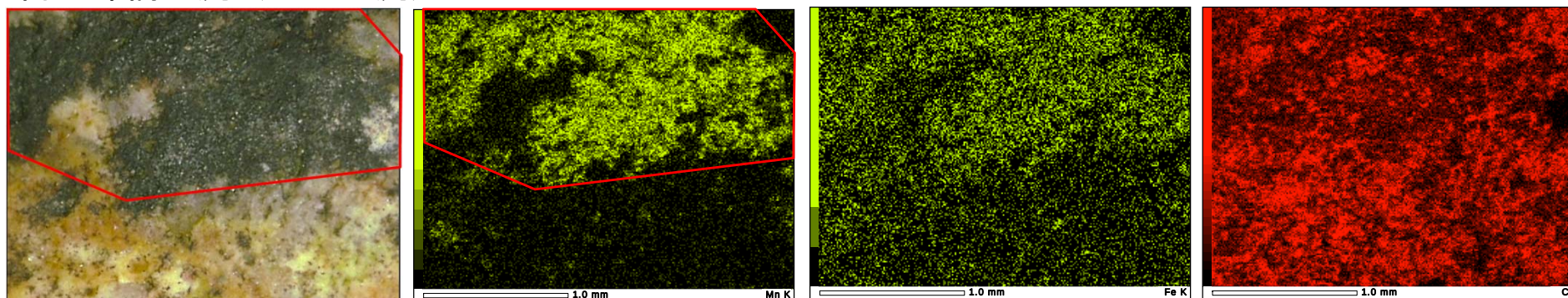
資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.10)

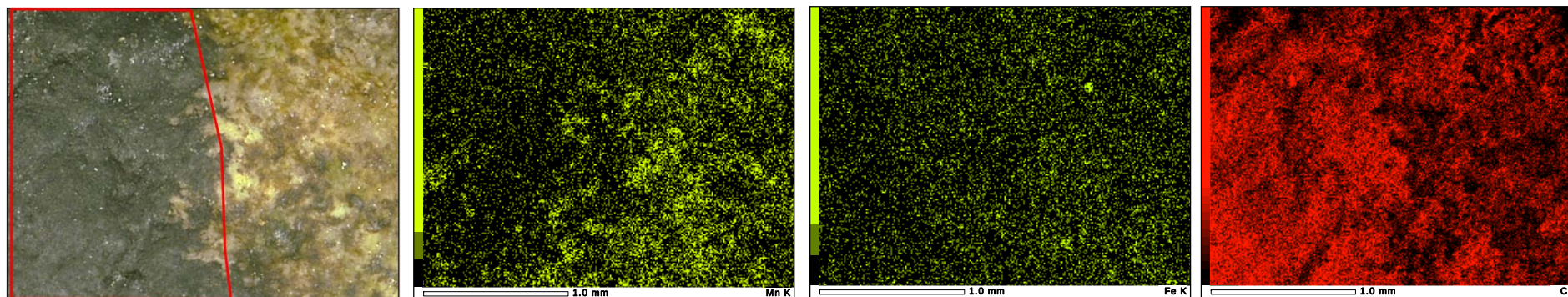
柳瀬橋上流（ダム下流）



宮の部橋下流（ダム下流）



小池橋上流（ダム下流）



電子顕微鏡画像（×50）

マンガン

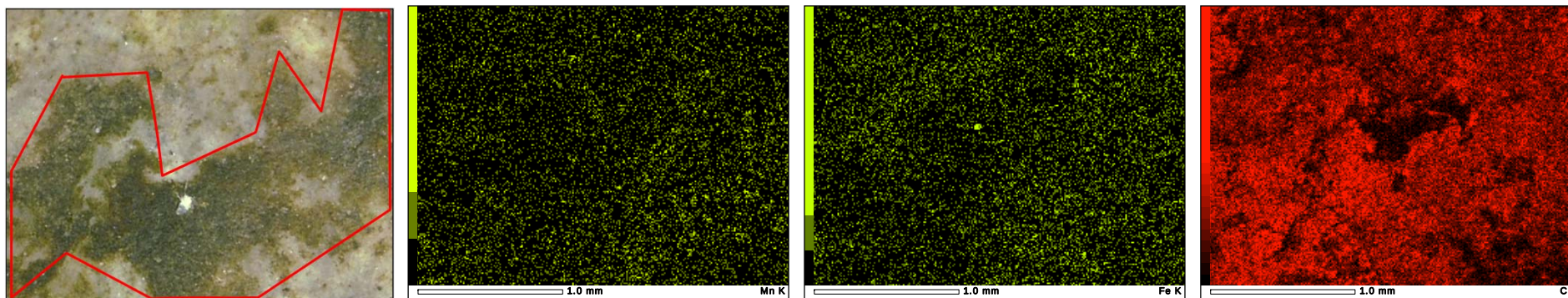
鉄

炭素

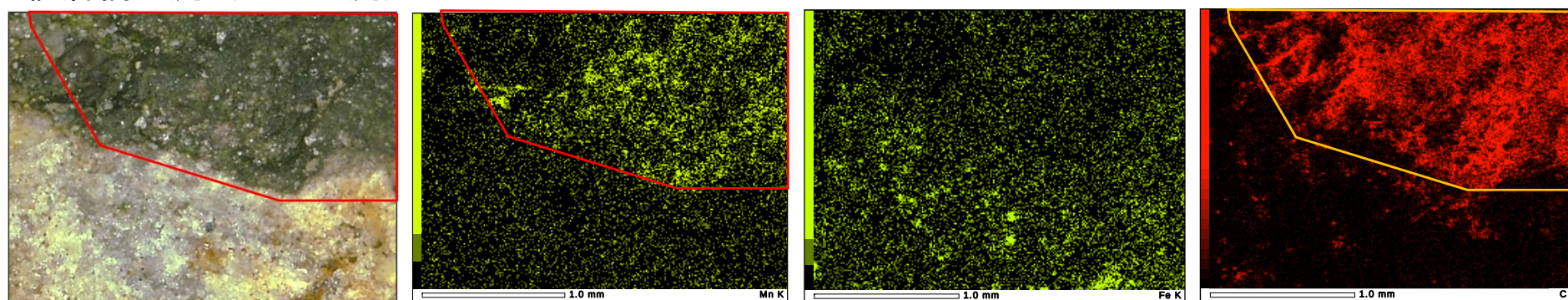
資料－ 6 － 2 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.11)

窪田堰直下（ダム下流）



伊倉橋下流（ダム下流）



電子顕微鏡画像（×50）

マンガン

鉄

炭素

資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

(6) 石の内部まで黒い石の割合と化学分析

P.12)

黒い付着物が着いた石を対象とした現地調査の際に、石の内部まで黒い石が確認されたことから、化学分析を行った。分析方法等は以下に示す。

- ①石の採取場所：窪田堰直下、宮の部橋下流（志津見ダム下流3.5km）の2地点
- ②採取した石の状況
 - ・窪田堰直下の石：黒い付着物が付着している「表面の黒い石(花崗岩)」(約9割推察)と「内部も黒い石(玄武岩)」(約1割と推察)が確認された。
 - ・宮の部橋下流の石：宮の部橋下流で確認された黒い石計2個のうち、2個とも内部が黄土色～橙色であり、種類は花崗岩であった。
- ③分析方法：窪田堰直下および宮の部橋下流の石について、平成15年環境省告示19号「土壌含有量調査に係る測定方法」に準拠し、室温約25℃で1mol/Lの希塩酸に石全体を浸して振とう機を用いて連続振とうした。告示では振とうは2時間であるが、振とう時間ごとの溶出量を把握するため、0.5時間、1時間、2時間の3ケースで実施した。



窪田堰直下
(割ると内部も黒い)



宮の部橋下流
(割ると内部は黄土色～橙色)

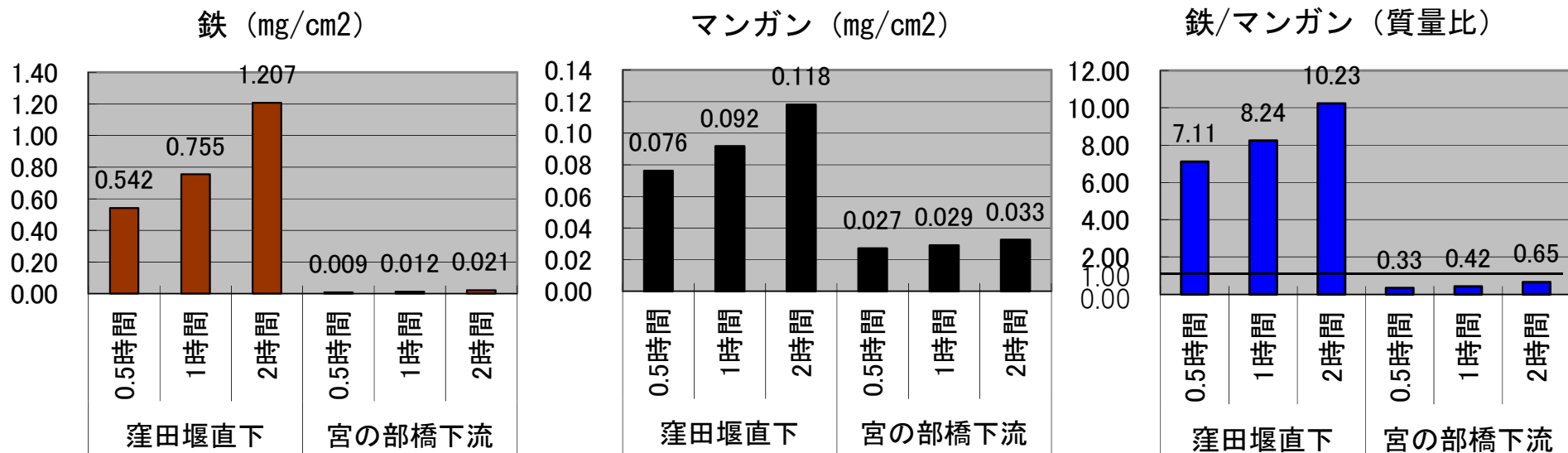
④分析結果（単位面積当たりの抽出量）

1)抽出時間

- 両地点とも抽出時間が長いほど鉄、マンガンともに抽出量が多くなり、特に鉄についてはマンガンよりも時間による抽出量が増える傾向がみられた。

2)抽出量・質量比

- 窪田堰直下では、鉄の抽出量はマンガンに比べて多く、鉄/マンガン比は7.11～10.23（25以下）であった。
- 宮の部橋下流では、鉄よりもマンガンの方が抽出量が多く、鉄/マンガン比は0.33～0.65（25以下）であった。



資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.14)

【４】 志津見ダム、来島ダムでの底質・下層水質のマンガン、鉄等の比較

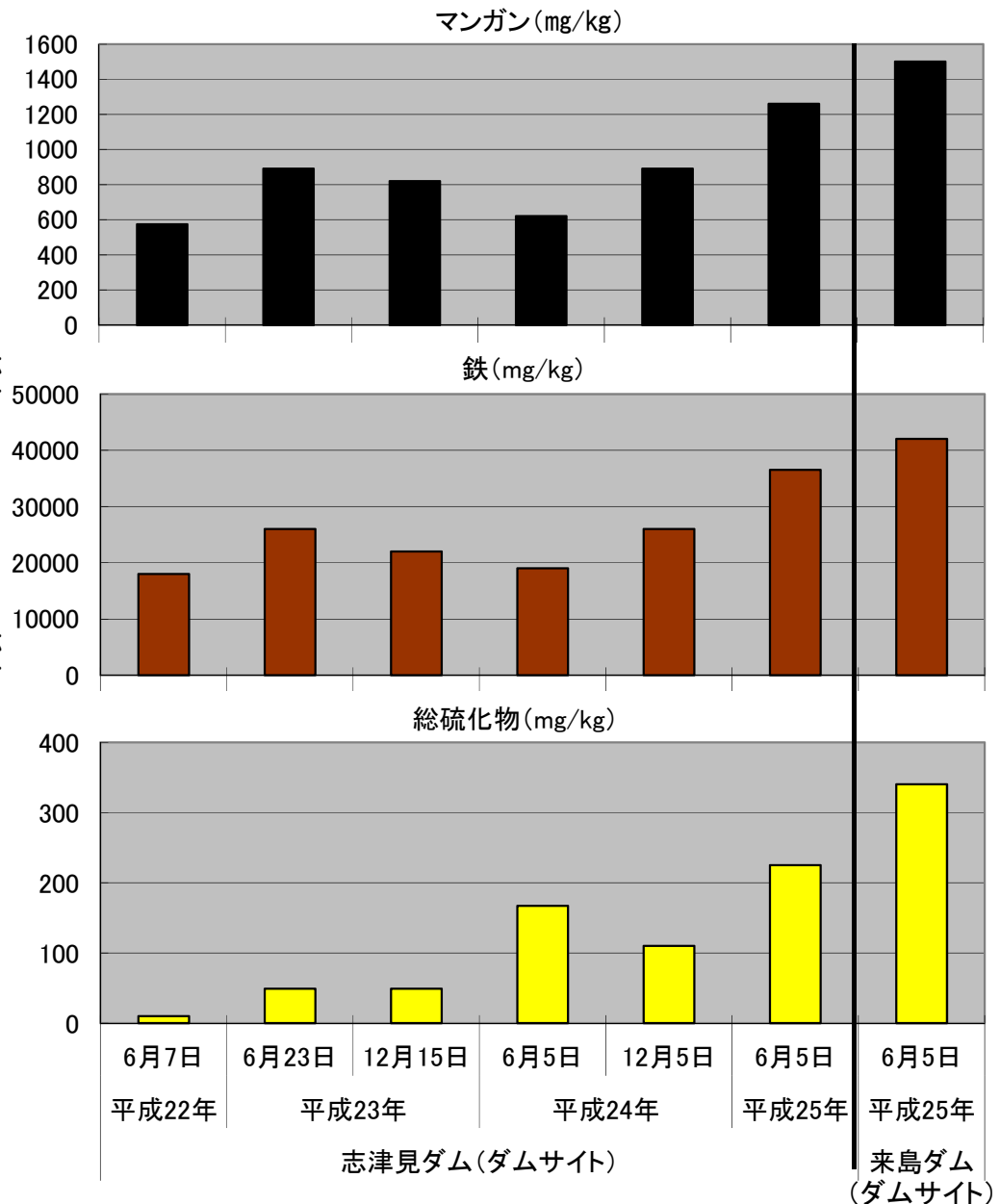
（１）底質の比較結果

1) 底質のマンガンおよび鉄

- ・ 志津見ダムでは平成22年6月から平成24年12月まで概ね横ばいで推移していた。
- ・ 平成25年6月の両ダムの結果を比較すると来島ダムの方が高い値であった。

2) 総硫化物

- ・ 平成25年6月の両ダムの結果を比較すると来島ダムの方が高い値であった。



(2) ダム底質の鉄に占める硫化鉄の割合（モル比）

- 底質中の硫化物がすべて鉄と反応して硫化鉄となった場合、底質中の鉄の全量に対して硫化鉄になる割合は、志津見ダムで1.07%、来島ダムで1.41%となると想定され、非常に低い値であった。

モル比の計算

平成25年6月の志津見ダム、来島ダム底質調査（ダムサイト分析結果）

分析項目	志津見ダム	来島ダム
鉄(mg/kg乾泥)	36,500	42,000
総硫化物(mg/kg乾泥)	225	340

- ◆上記の分析結果を「乾泥単位重量あたりの各物質の物質質量（モル）」に換算した。
（鉄の原子量を55.85、硫黄の原子量を32.06として計算）

平成25年6月の志津見ダム、来島ダム底質調査

分析項目	志津見ダム	来島ダム
鉄(mmol/kg乾泥)	654	752
総硫化物(mmol/kg乾泥)	7.0	10.6

- ◆硫化物が鉄と結びついて硫化鉄となる場合、通常 1:1 で反応し硫化鉄となる。
底質中の硫化物がすべて硫化鉄として存在しているとした場合、鉄と硫化物は1:1で反応するため、鉄に占める硫化鉄の割合（モル比）は以下のとおりとなる。

志津見ダム	7.0mmol/kg	÷	654mmol/kg	≒	1.07%
来島ダム	10.6mmol/kg	÷	752mmol/kg	≒	1.41%

資料－６－２ 「黒い付着物」 神戸川における付着物調査

P.16)

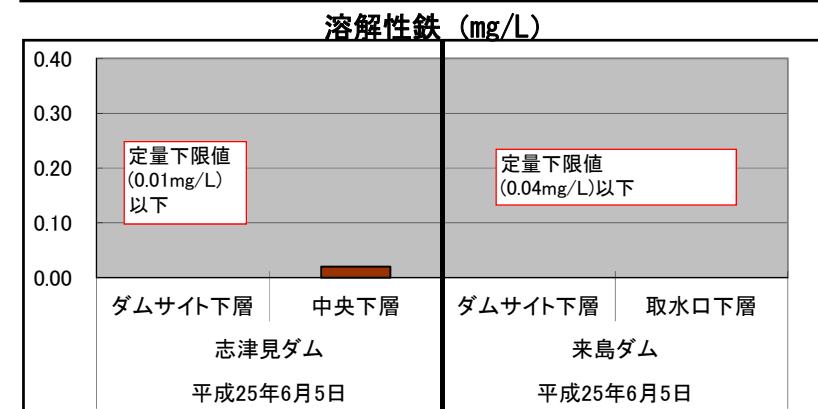
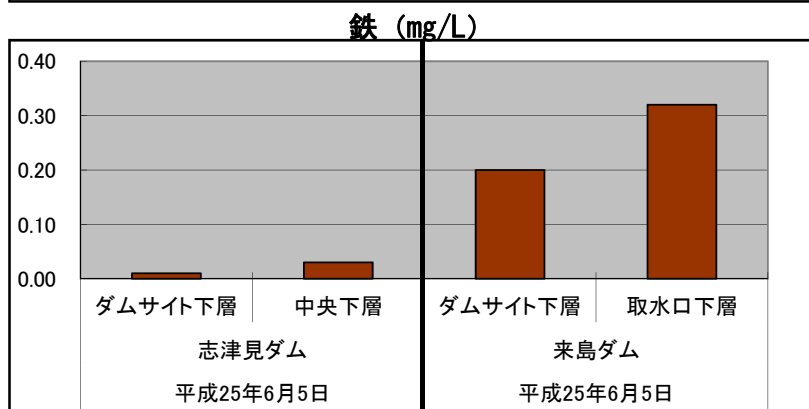
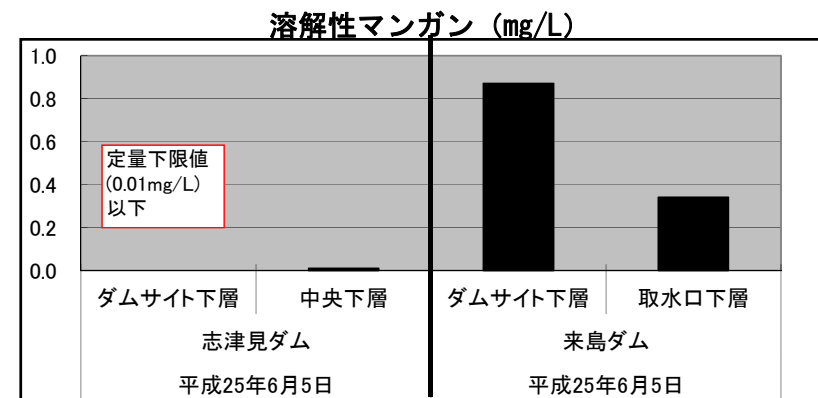
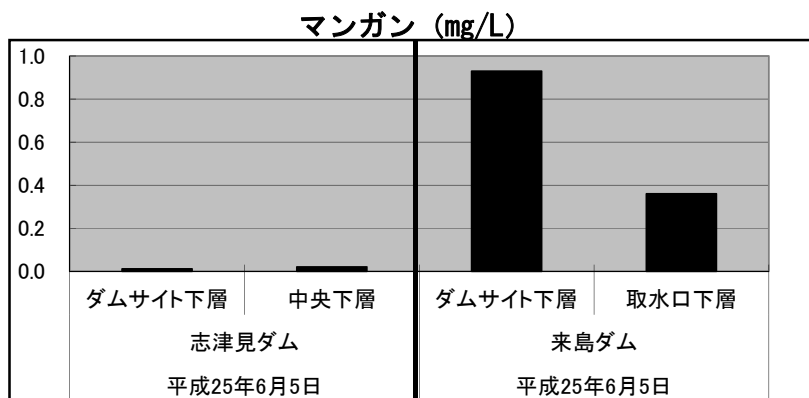
(3) 水質の比較結果

1) マンガン・鉄

- ・マンガンの志津見ダムの値は、来島ダムと比べて1/10程度であった。
- ・鉄の志津見ダムの値は、来島ダムと比べて1/10程度であった。

2) 溶解性マンガン・溶解性鉄

- ・溶解性マンガンの志津見ダムの値は、来島ダムと比べて1/10程度であった。
- ・溶解性鉄は両ダムともほとんど検出されていない。



※定量下限値とは、分析方法で正確に定量できる最低濃度。

【５】まとめ

平成23年8月に「川の石に黒い寒天質状のコケが付く」と神戸川漁協より情報を受けた。

その後、平成24年7月～8月、平成24年10月～平成25年6月、平成25年8月に実施した調査では「黒い寒天質状のコケ」は確認されなかった。また、石の表面の「黒い付着物」の成分分析を平成24年7月、8月および平成25年6月に行った。これらの結果を以下に示す。

1. 年間変化（H24.7～8、H24.10～H25.6、H25.8）について

- ・黒い付着物の面積を月1回調査したが、水中部の面積に変化は見られなかった。

2. 分析結果（H24.7～8、H25.6）について

（1）黒い付着物の分析結果（内部は黒く無い石）

- ・黒い付着物はマンガンが多く含まれており、志津見ダム上流の八神で多く下流地点に行くに従い減少する傾向（八神の $0.24\text{mg}/\text{cm}^2$ から窪田堰直下の $0.02\text{mg}/\text{cm}^2$ ）が見られた。
- ・元素マッピングの結果、黒い付着物の範囲とマンガンの密度の高い範囲が符合していた。鉄については符合はみられず、炭素については、伊倉橋下流でのみ符合がみられた。

(2) 黒い付着物の分布状況

- ・ 八神、柳瀬橋、小池橋、伊倉橋の各地点における1m×1mのコドラート4カ所内にある長径10cm以上のすべての石のうち、黒い付着物が付着している石（花崗岩及び玄武岩）の割合は、志津見ダム上流の八神で割合が高く、下流に行くに従い減少（八神の23%から伊倉橋の14%）していることが確認された。
- ・ 窪田堰直下地点における1m×1mのコドラート4カ所内にある長径10cm以上のすべての石のうち、黒い付着物が付着している石は48個あり、そのうち内部まで黒い石（玄武岩）は6個（約1割）であった。

(3) 黒い付着物の分析結果および分布状況（内部も黒い石、玄武岩）

- ・ 窪田堰直下地点で採取した内部まで黒い石の付着物は、マンガン（ $0.12\text{mg}/\text{cm}^2$ ）より鉄（ $1.21\text{mg}/\text{cm}^2$ ）の方が多く含まれていた。

3. まとめ

- ・ 黒い付着物が付着している「表面の黒い石（花崗岩）」は、「内部も黒い石（玄武岩）」に比べ河川内で多く確認され（約9割と推察）、花崗岩の付着物の主な原因物質はマンガンと考えられる。
（八神地点：マンガン $0.24\text{mg}/\text{cm}^2$ 、鉄 $0.05\text{mg}/\text{cm}^2$ ）
- ・ 黒い付着物のマンガンの単位面積当たりの付着量は、志津見ダム上流の八神で多く下流地点に行くに従い減少する傾向が見られた。
- ・ 黒い付着物が付着している石（花崗岩及び玄武岩）の割合についても、志津見ダム上流の八神で割合が高く下流に行くに従い減少していることが確認された。
- ・ これらのことから、マンガンは八神より上流から主に供給されていると推察されるため、河川管理者である島根県と中国電力において原因究明するために引き続き詳細調査を行う必要がある。