

第7回 島地川ダム水質改善検討委員会

平成24年2月2日

国土交通省 中国地方整備局
山口河川国道事務所

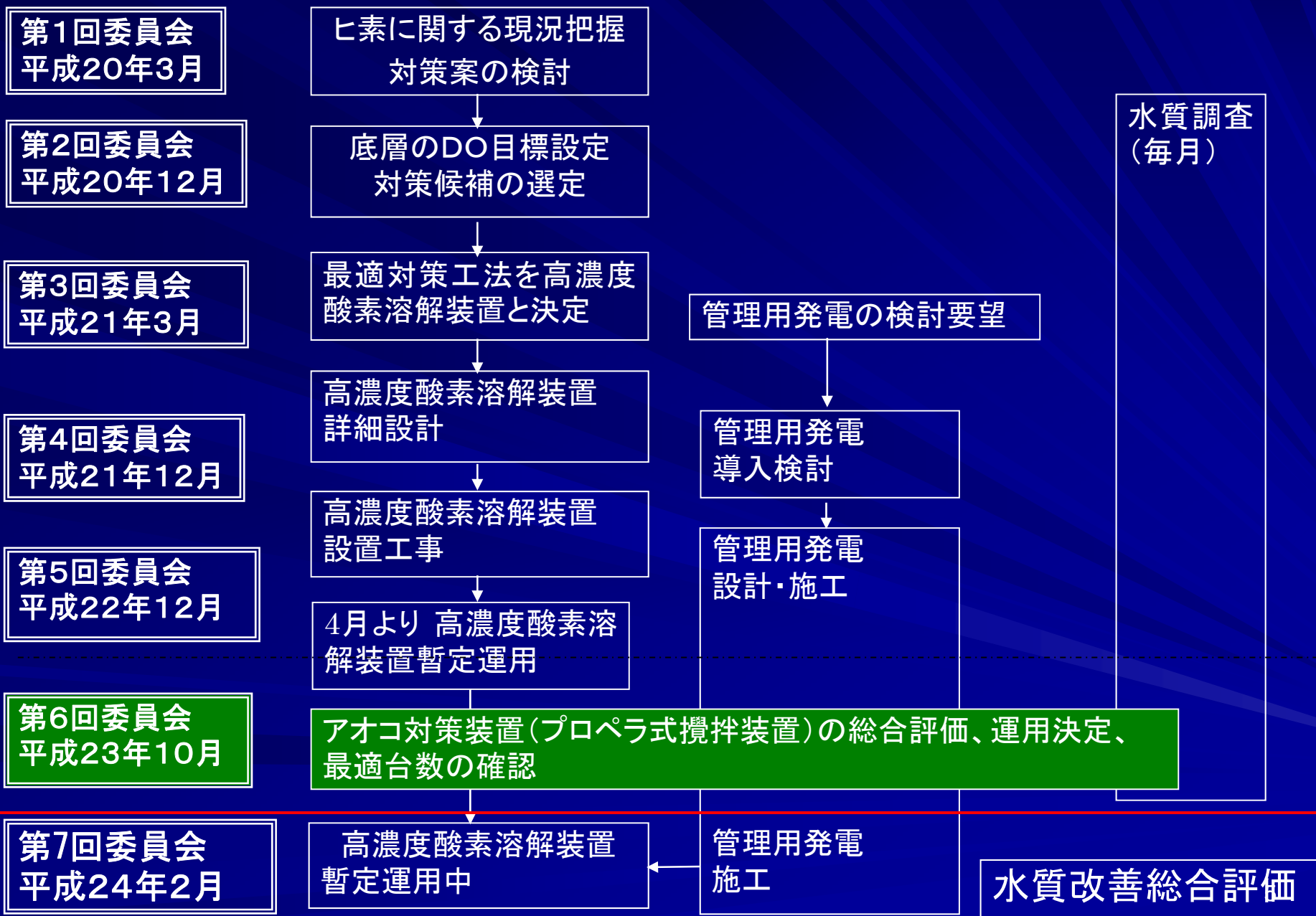
第7回委員会議題の確認

— 目 次 —

- 島地川ダムの水質改善事業の進捗状況
- 高濃度酸素溶解装置の効果
- 今後の高濃度酸素溶解装置の運用方法(案)
- 水質モニタリング調査(案)
- まとめ(事務局(案))

第1章 島地川ダムの水質改善事業の 進捗状況

1.1 委員会のこれまでの流れ



1.2 本委員会の検討状況

第5回委員会

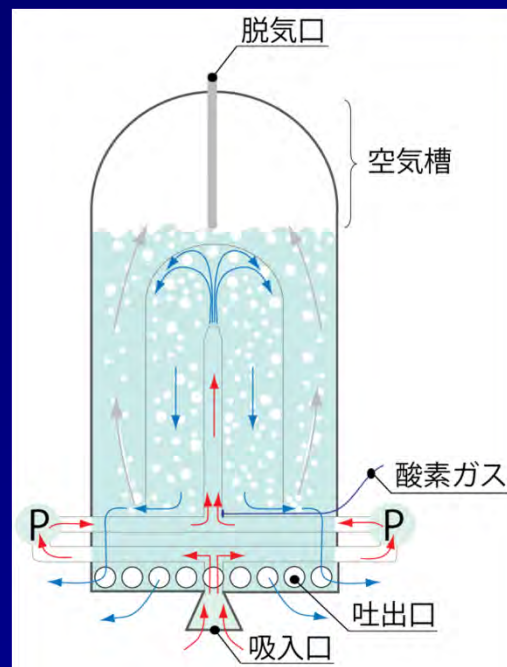
第5回委員会における提言	提言に対する対応
■底層部(EL.250m以深)の鉄、マンガンについては、懸濁態と溶解性の分析を行うことを検討する。	水質調査に溶解性鉄及び溶解性マンガンを追加した。
■pHについて可能であれば継続測定項目とする。	pHの観測を継続している。
■底泥について沈降して蓄積される重金属類を確認するため、測定項目及び頻度を検討する。	平成23年11月に底質調査を追加で実施した(従来は5~6月に年1回)。
■流入ヒ素対策として、鉄、マンガンについても物質収支を検討するとともに、その他の流入ヒ素対策についても検討する。	・平成23年5月に出水時水質調査を実施 ・ダム貯水池における鉄・マンガン・ヒ素の収支を検討した。 ・今後、底質調査時にヒ素については溶出量だけでなく含有量も調査する。
■検討の結果追加された調査結果については、委員に報告を行い、運用に反映する。	第6回委員会で重金属類対策の中間報告を行った。

1.2 本委員会の検討状況

第6回委員会

第6回委員会における提言	提言に対する対応
◆プロペラ式水質改善装置の妥当性について、他の事例と比較し、検証する。	他ダムの表層勾配のデータとアオコの発生状況を整理し、装置のアオコ抑制効果の検討を行い、各委員に説明を行った。

1.3 高濃度酸素溶解装置の諸元



貧酸素化している底層水に酸素を供給し、
重金属類の溶出抑制、酸化・沈降を行う。

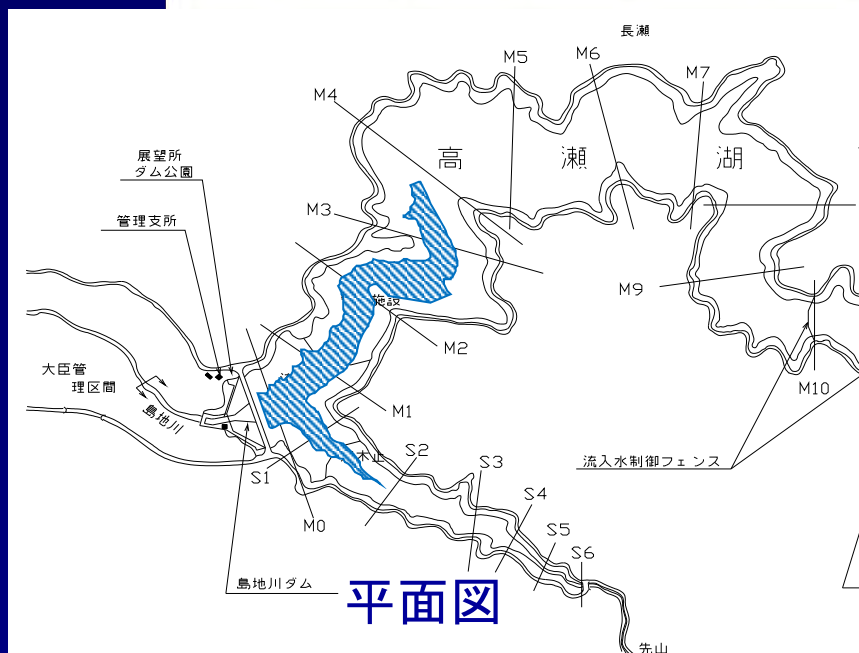
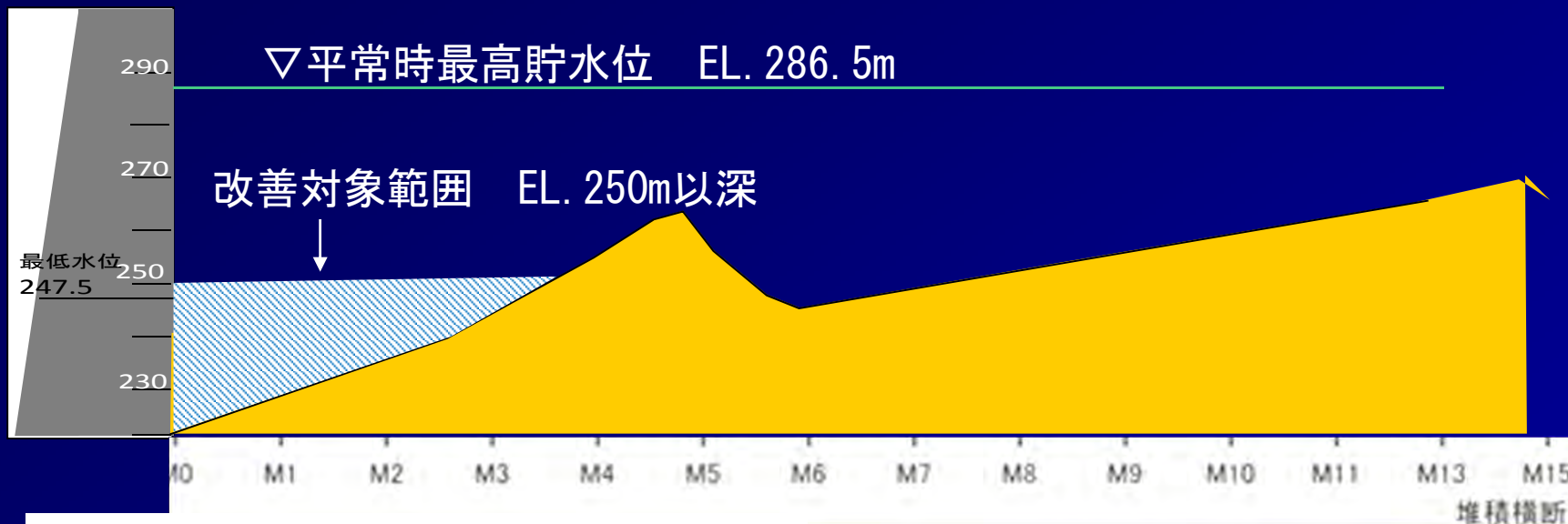
吐き出しているのは気泡ではなく→
酸素が溶解した底層水



図 高濃度酸素溶解装置

1.3 高濃度酸素溶解装置の諸元

標高 (EL. m)



縦断図

ダムサイト直上流(M-1)
に設置

図 高濃度酸素溶解装置の
改善対象範囲

1.5 高濃度酸素溶解装置の稼働状況

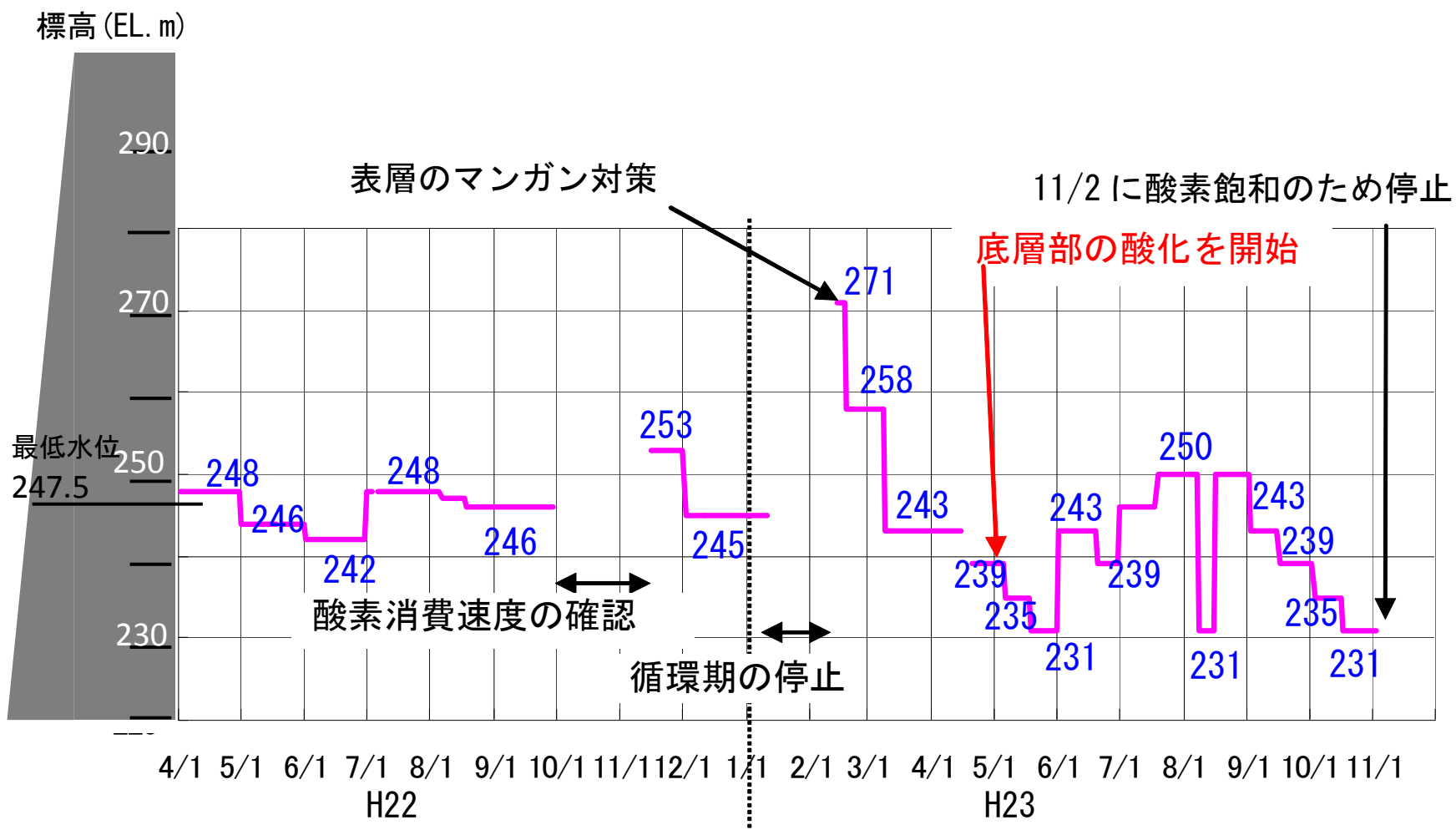


図 高濃度酸素溶解装置の吐き出し高さ

第2章 高濃度酸素溶解装置の効果

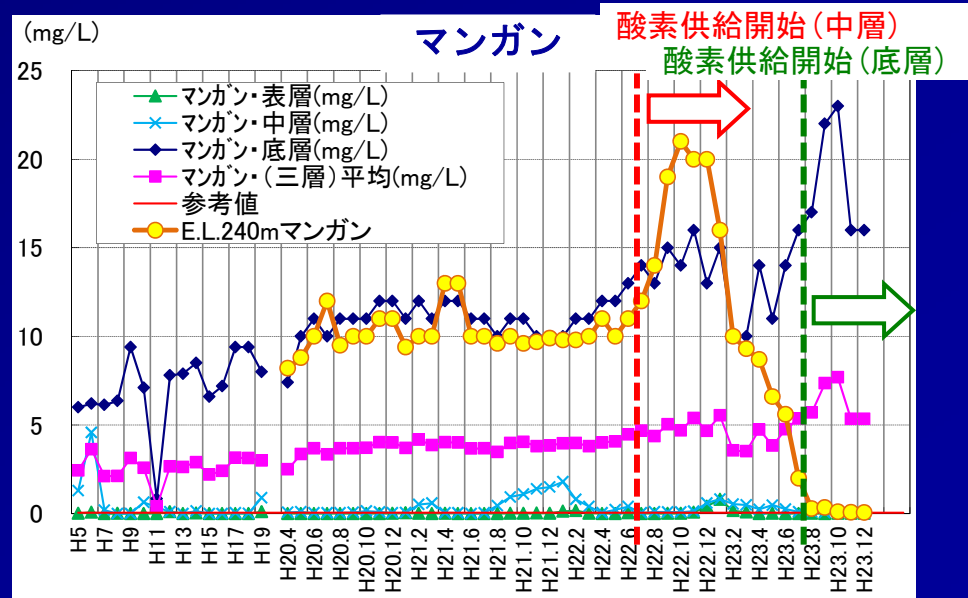
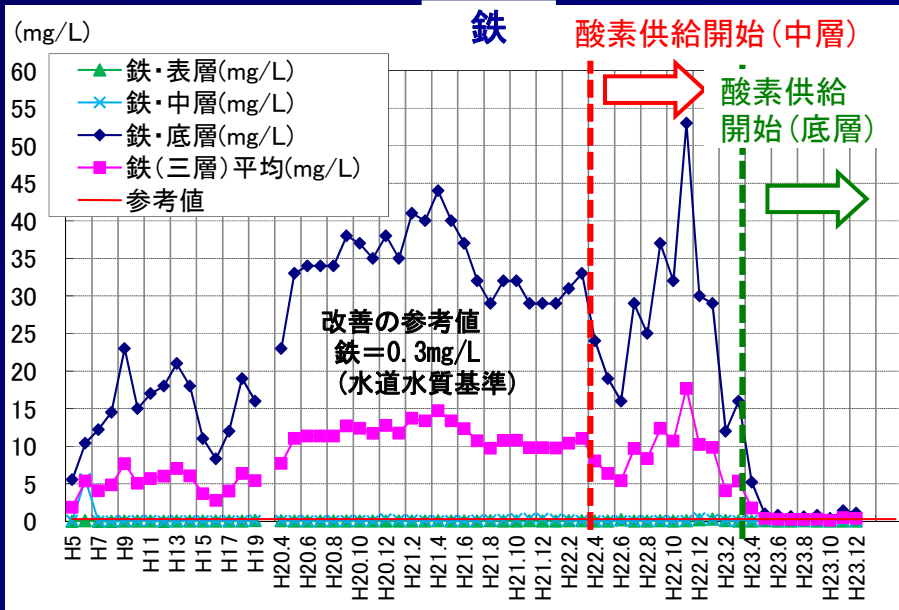
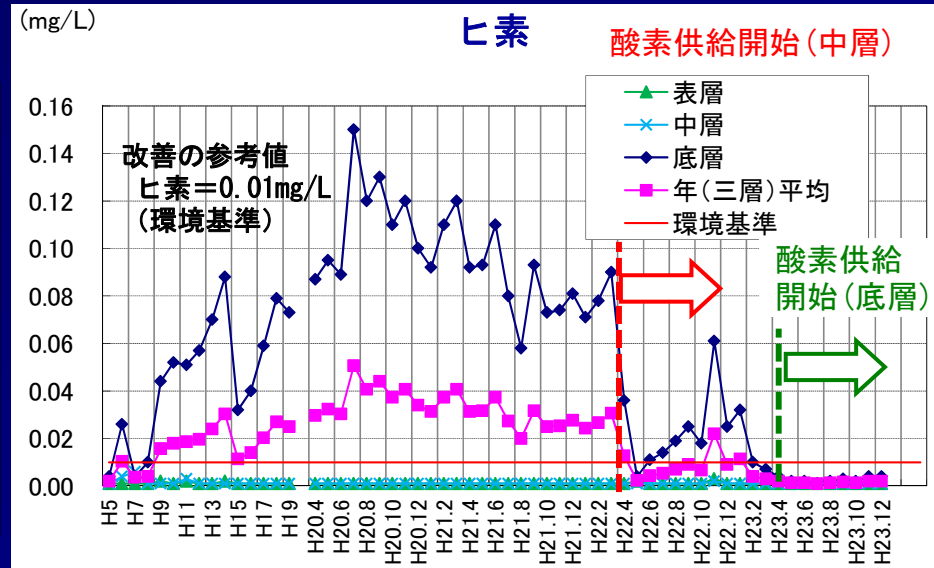
2.1 水質の改善状況

2.1.1 金属濃度等の低減状況

ヒ素・鉄・マンガン

- ・ヒ素は、環境基準値を超過していたが、高濃度酸素溶解装置を底層で移動させる平成23年4月以降、環境基準値0.01mg/Lを満足するようになった。
- ・鉄は概ね低減は完了しており、底層でも水道水質基準0.3mg/Lに近づいている。
- ・マンガンは上層から徐々に減少しており、E.L. 240mの高さでは大幅な低下がみられる。

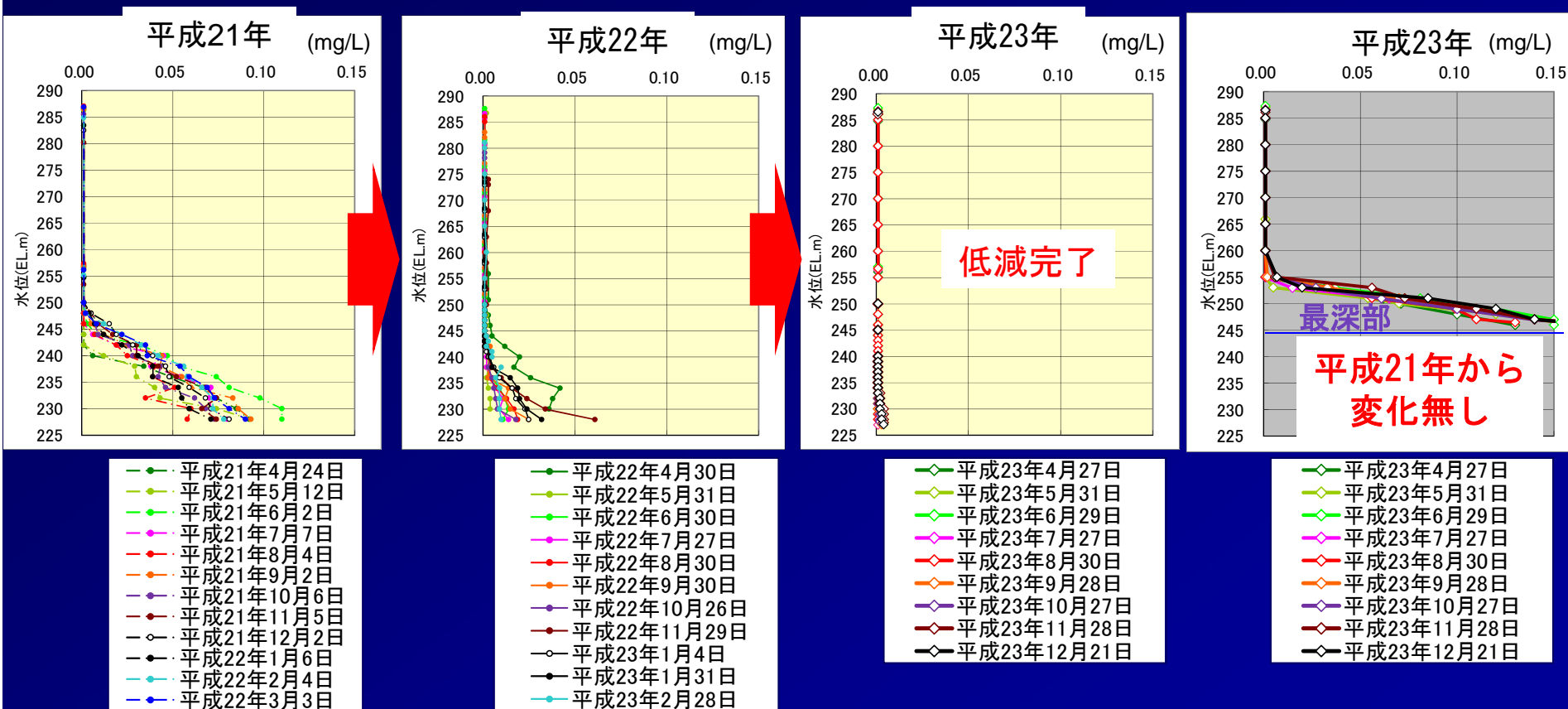
【ダム直上流】



2.1.2 金属濃度等の鉛直変化

ヒ素

- ヒ素は、平成23年12月時点で、全層で環境基準値 (0.01mg/L) を満足している。



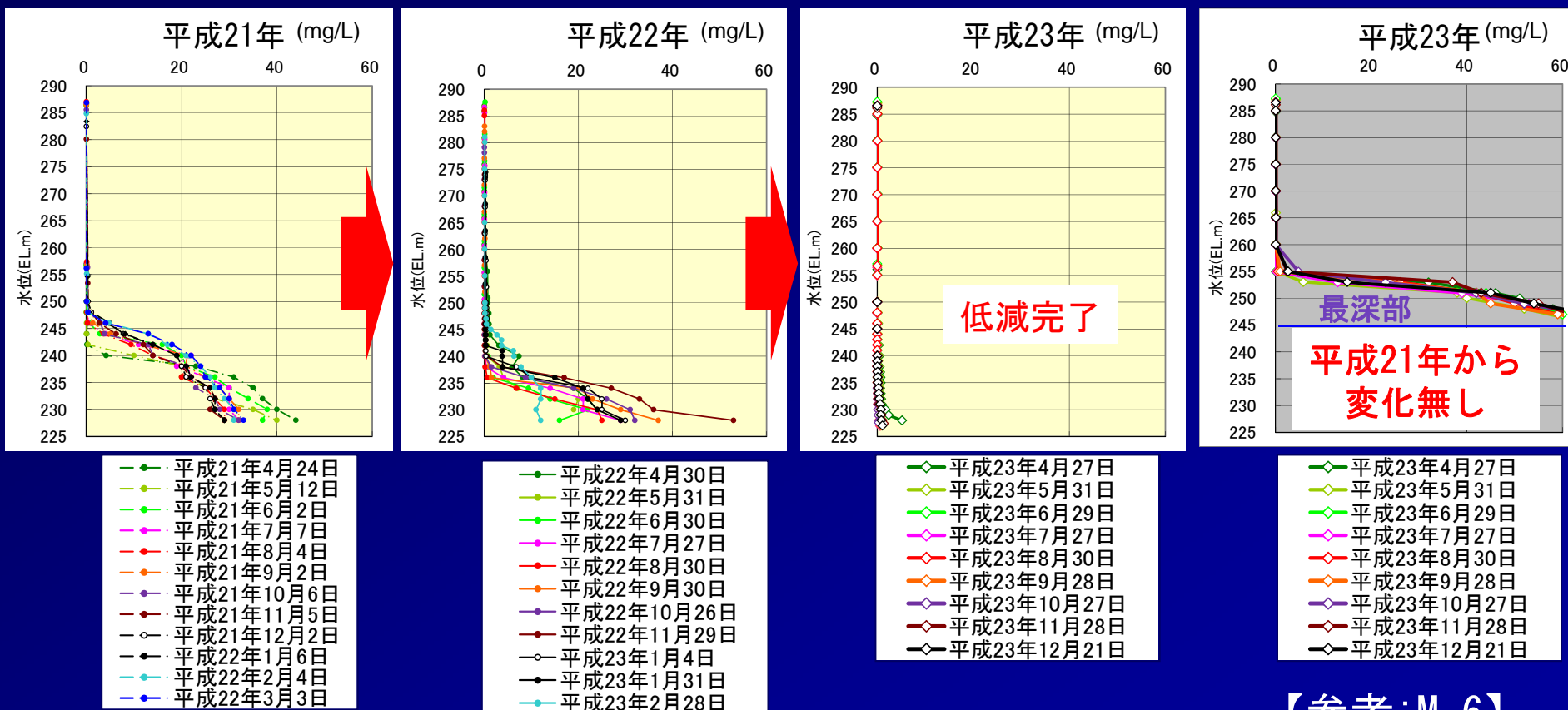
ヒ素の鉛直分布【ダム直上流】

【M-6】

2.1.2 金属濃度等の鉛直変化

鉄

- 鉄は、平成23年12月時点で、EL. 234mよりも上層では水道水質基準値 (0.3mg/L) を満足しており、最深部 (EL. 228m) でも大幅な低減がみられる。



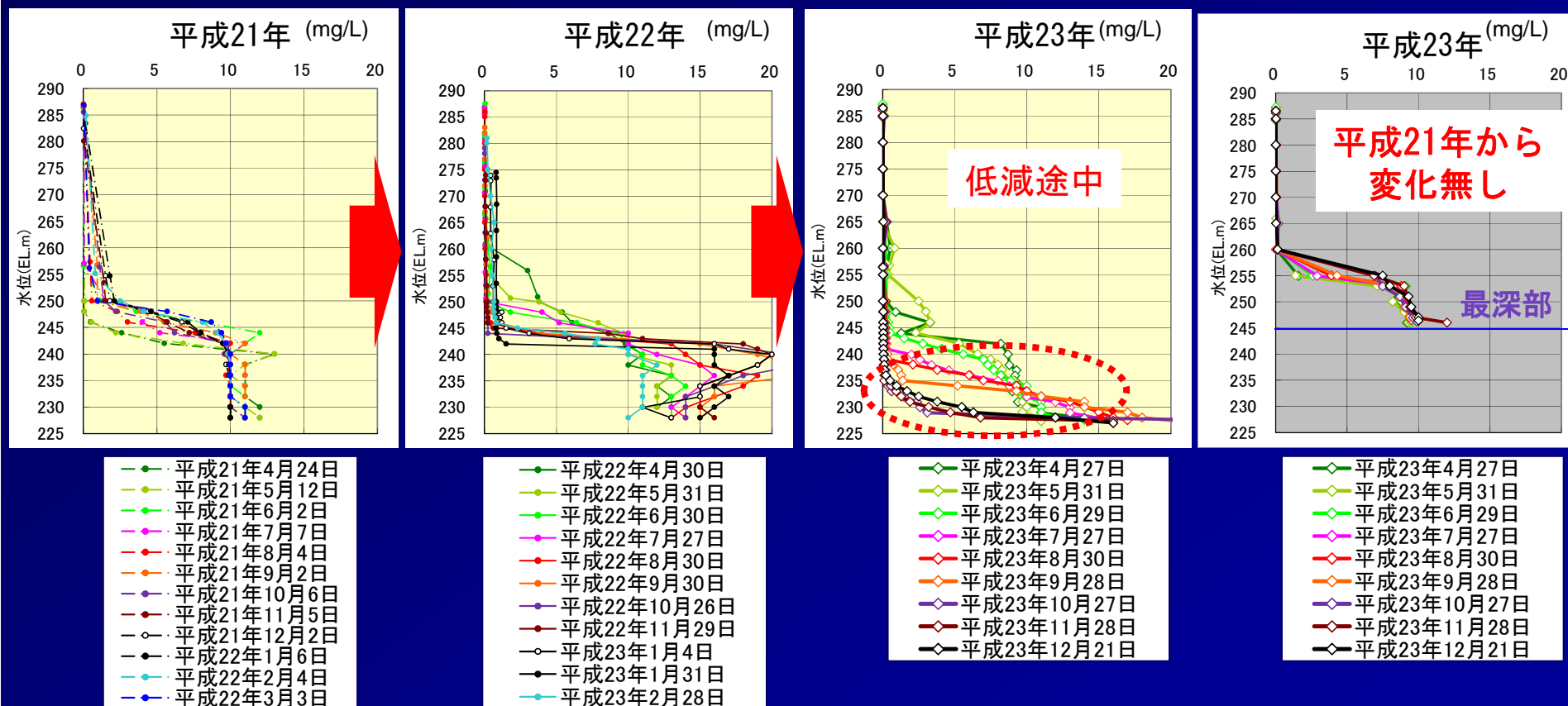
鉄の鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

2.1.2 金属濃度等の鉛直変化

マンガン

- マンガンは、平成23年12月時点で平成23年12月時点で最低水位 (EL. 247.5m) より上層において水道水質基準値 (0.05mg/L) を満足している。



マンガンの鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

2.1.2 金属濃度等の鉛直変化

マンガン

- ・ 最深部を除き(沈降したマンガンにより高濃度化)、概ね一致していた。

順調に低減中

最低水位
247.5

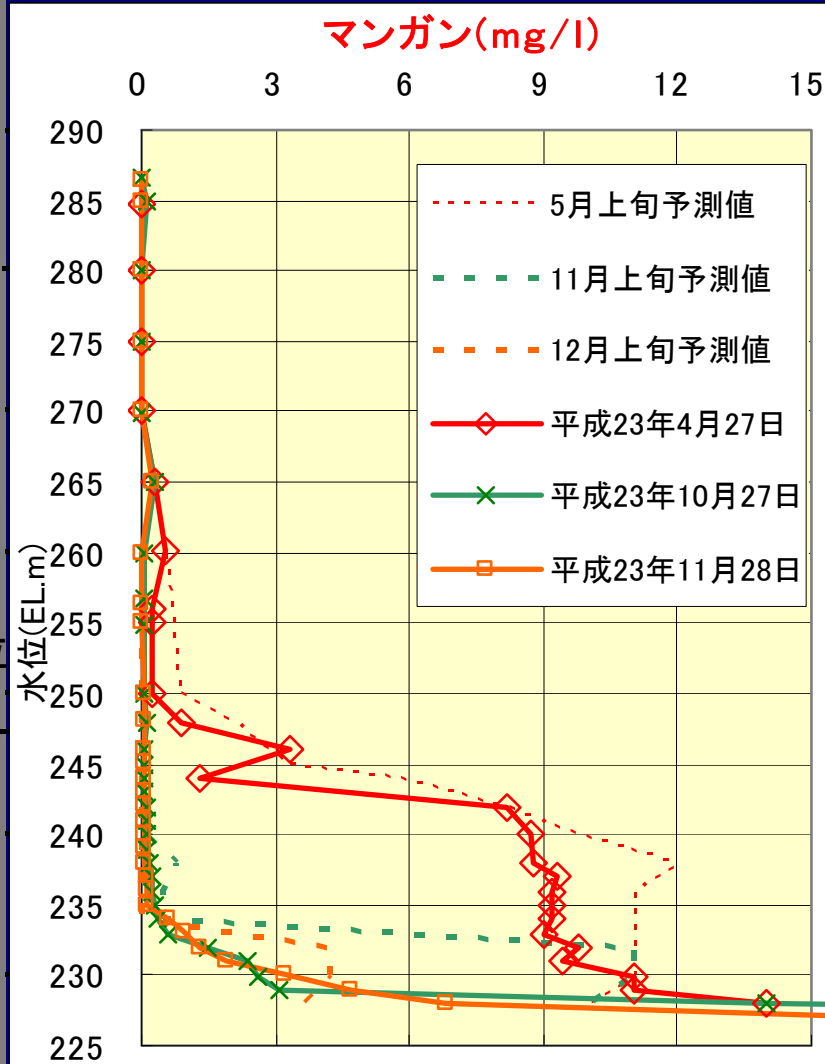
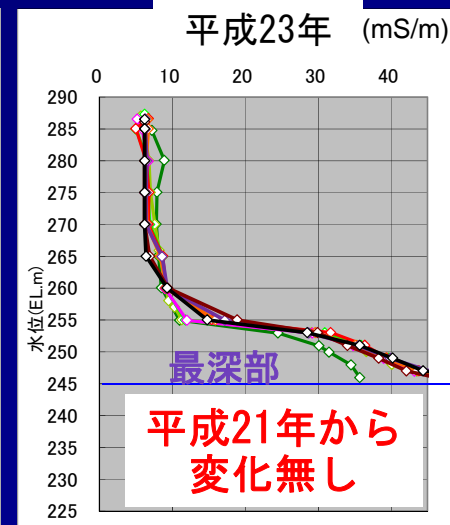
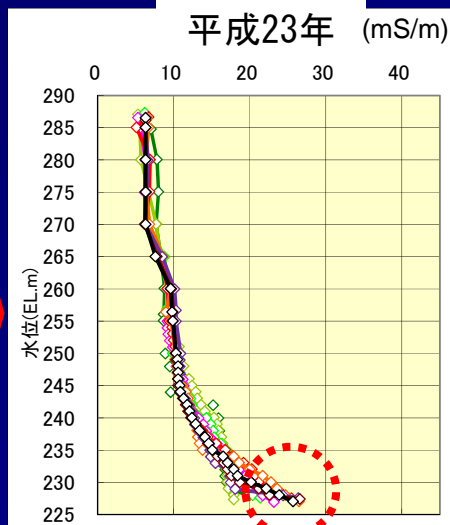
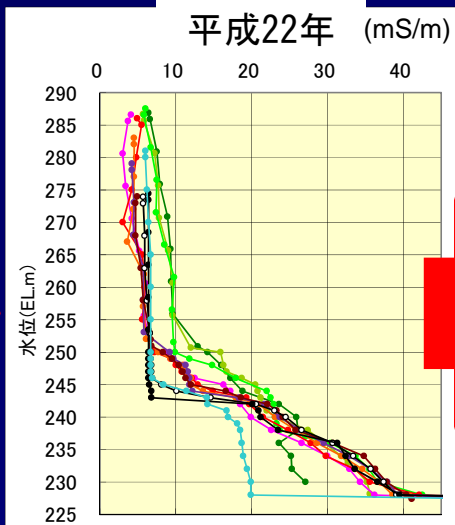
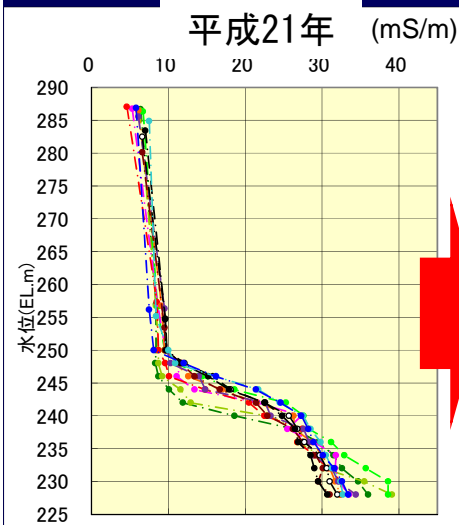


図 マンガン予測値と実績値の比較

2.1.2 金属濃度等の鉛直変化

EC

- ・ M-1 は勾配が緩くなり、かつ底層で低減している。



- 平成21年4月24日
- 平成21年5月12日
- 平成21年6月2日
- 平成21年7月7日
- 平成21年8月4日
- 平成21年9月2日
- 平成21年10月6日
- 平成21年11月5日
- 平成21年12月2日
- 平成22年1月6日
- 平成22年2月4日
- 平成22年3月3日

- 平成22年4月30日
- 平成22年5月31日
- 平成22年6月30日
- 平成22年7月27日
- 平成22年8月30日
- 平成22年9月30日
- 平成22年10月26日
- 平成22年11月29日
- 平成23年1月4日
- 平成23年1月31日
- 平成23年2月28日

- ◇— 平成23年4月27日
- ◇— 平成23年5月31日
- ◇— 平成23年6月29日
- ◇— 平成23年7月27日
- ◇— 平成23年8月30日
- ◇— 平成23年9月28日
- ◇— 平成23年10月27日
- ◇— 平成23年11月28日
- ◇— 平成23年12月21日

- ◇— 平成23年4月27日
- ◇— 平成23年5月31日
- ◇— 平成23年6月29日
- ◇— 平成23年7月27日
- ◇— 平成23年8月30日
- ◇— 平成23年9月28日
- ◇— 平成23年10月27日
- ◇— 平成23年11月28日
- ◇— 平成23年12月21日

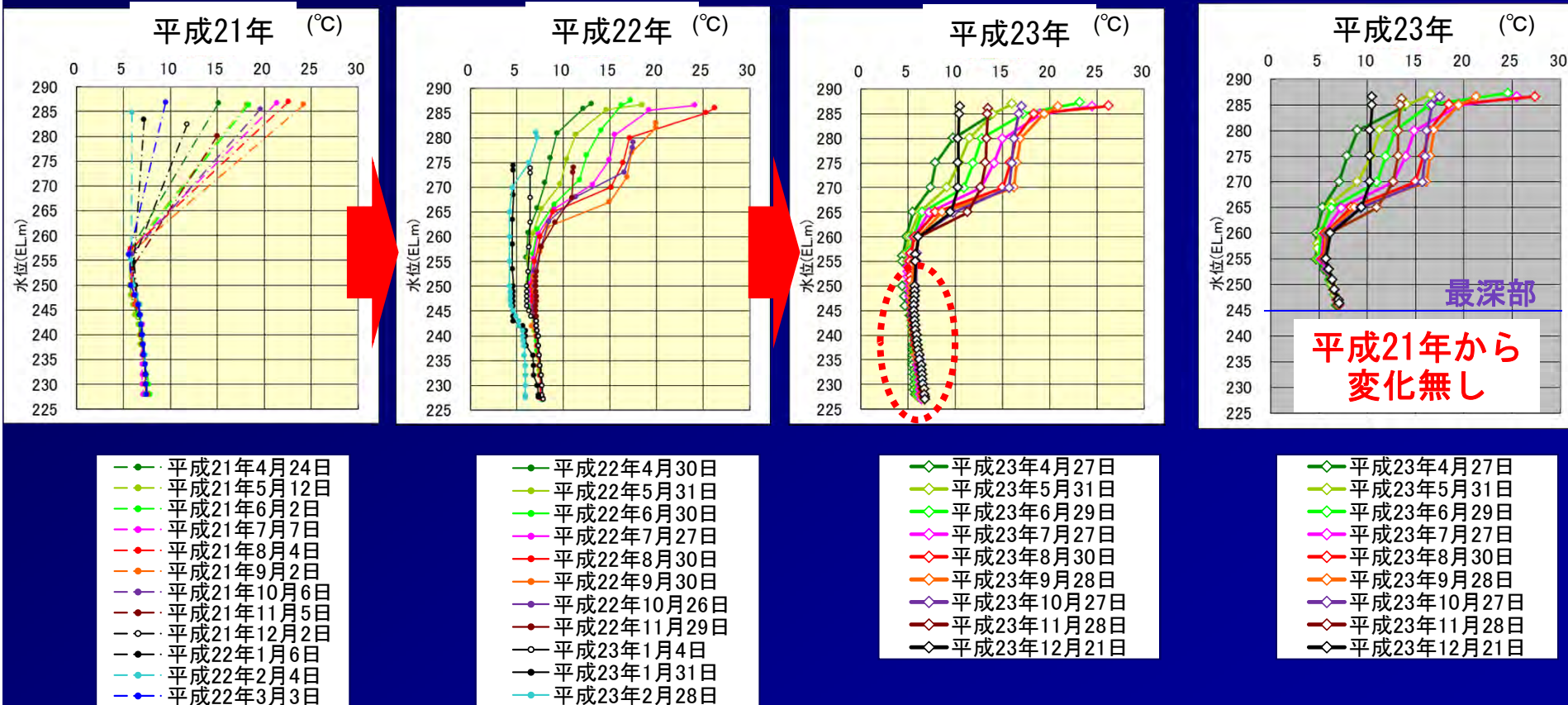
ECの鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

2.1.3 水温・DO・pHの鉛直分布

水温

- 底層部の逆勾配は緩くなっているが残存している。



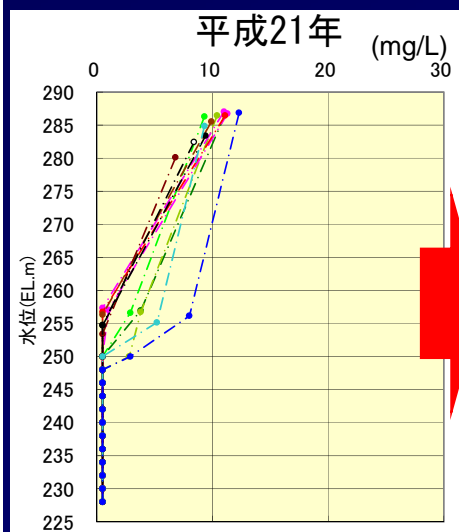
水温の鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

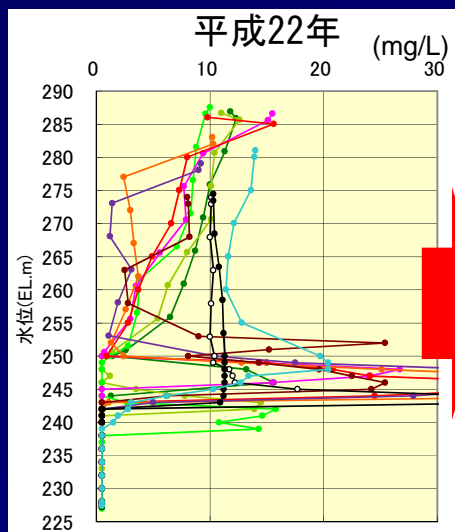
2.1.3 水温・DO・pHの鉛直分布

DO

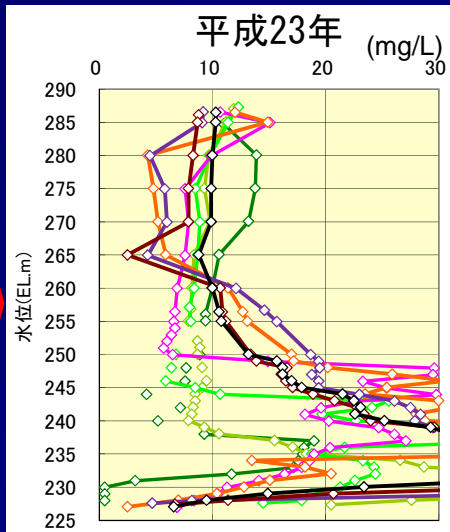
- ・ M-1 は平成23年12月21日現在で、全ての水深で5mg/Lを越えている。



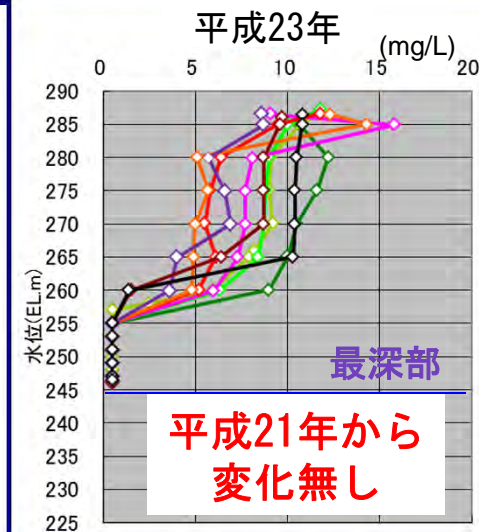
● 平成21年4月24日
 ● 平成21年5月12日
 ● 平成21年6月2日
 ● 平成21年7月7日
 ● 平成21年8月4日
 ● 平成21年9月2日
 ● 平成21年10月6日
 ● 平成21年11月5日
 ● 平成21年12月2日
 ● 平成22年1月6日
 ● 平成22年2月4日
 ● 平成22年3月3日



● 平成22年4月30日
 ● 平成22年5月31日
 ● 平成22年6月30日
 ● 平成22年7月27日
 ● 平成22年8月30日
 ● 平成22年9月30日
 ● 平成22年10月26日
 ● 平成22年11月29日
 ● 平成23年1月4日
 ● 平成23年1月31日
 ● 平成23年2月28日



● 平成23年4月27日
 ● 平成23年5月31日
 ● 平成23年6月29日
 ● 平成23年7月27日
 ● 平成23年8月30日
 ● 平成23年9月28日
 ● 平成23年10月27日
 ● 平成23年11月28日
 ● 平成23年12月21日



平成21年から
 変化無し

● 平成23年4月27日
 ● 平成23年5月31日
 ● 平成23年6月29日
 ● 平成23年7月27日
 ● 平成23年8月30日
 ● 平成23年9月28日
 ● 平成23年10月27日
 ● 平成23年11月28日
 ● 平成23年12月21日

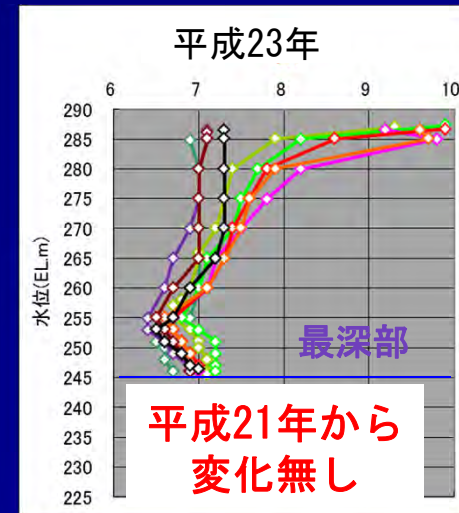
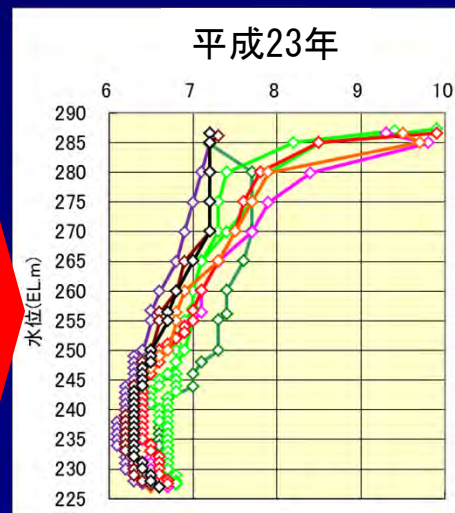
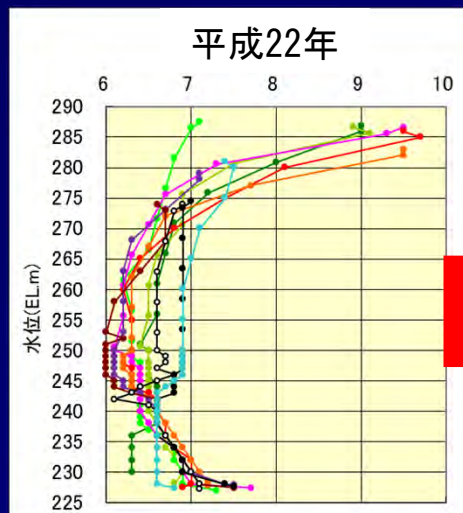
DOの鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

2.1.3 水温・DO・pHの鉛直分布

pH

- ・ pHはほとんど変化がみられない。



● 平成22年4月30日
 ● 平成22年5月31日
 ● 平成22年6月30日
 ● 平成22年7月27日
 ● 平成22年8月30日
 ● 平成22年9月30日
 ● 平成22年10月26日
 ● 平成22年11月29日
 ● 平成23年1月4日
 ● 平成23年1月31日
 ● 平成23年2月28日

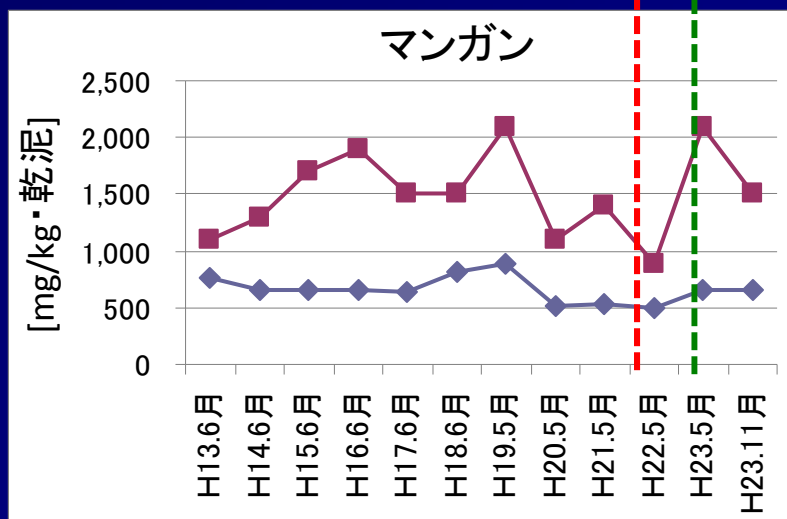
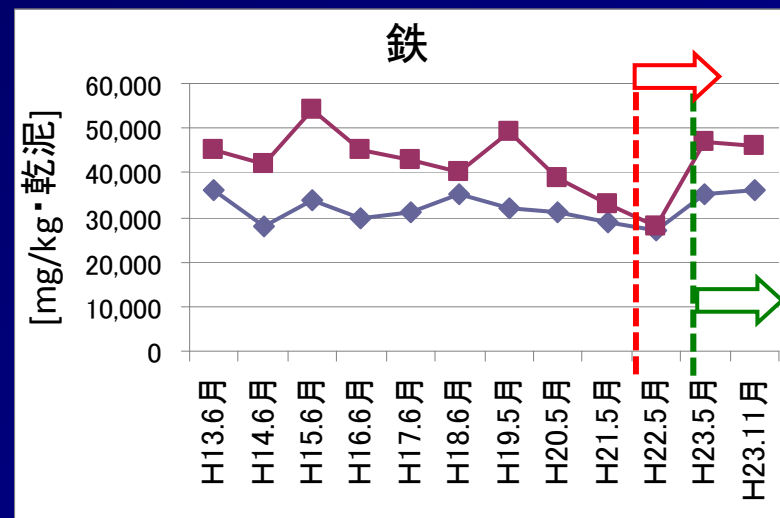
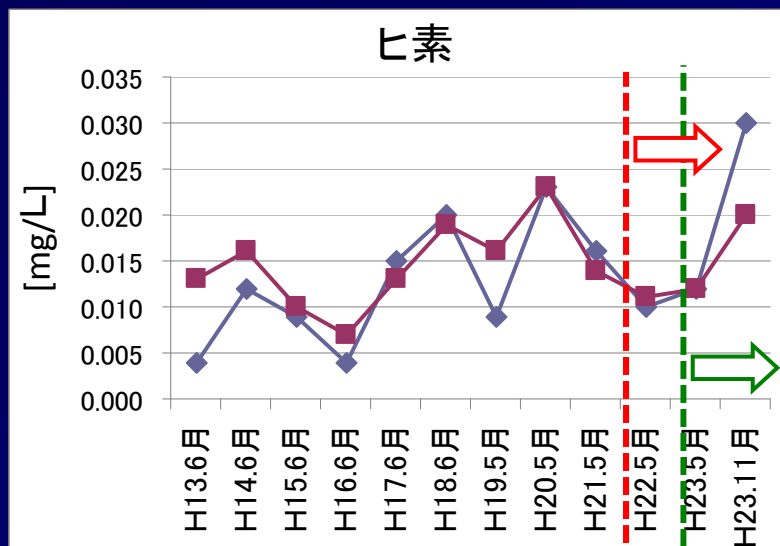
◇ 平成23年4月27日
 ◇ 平成23年5月31日
 ◇ 平成23年6月29日
 ◇ 平成23年7月27日
 ◇ 平成23年8月30日
 ◇ 平成23年9月28日
 ◇ 平成23年10月27日
 ◇ 平成23年11月28日
 ◇ 平成23年12月21日

◇ 平成23年4月27日
 ◇ 平成23年5月31日
 ◇ 平成23年6月29日
 ◇ 平成23年7月27日
 ◇ 平成23年8月30日
 ◇ 平成23年9月28日
 ◇ 平成23年10月27日
 ◇ 平成23年11月28日
 ◇ 平成23年12月21日

pHの鉛直分布【ダム直上流】

【参考:M-6】

2.1.4 底質の変化



- 酸素供給前の変化幅の範囲内であるが、ダム直上流において、酸素供給前（平成21年5月）に比べて供給後（平成23年11月）にヒ素、鉄、マンガンが共に上昇していた。

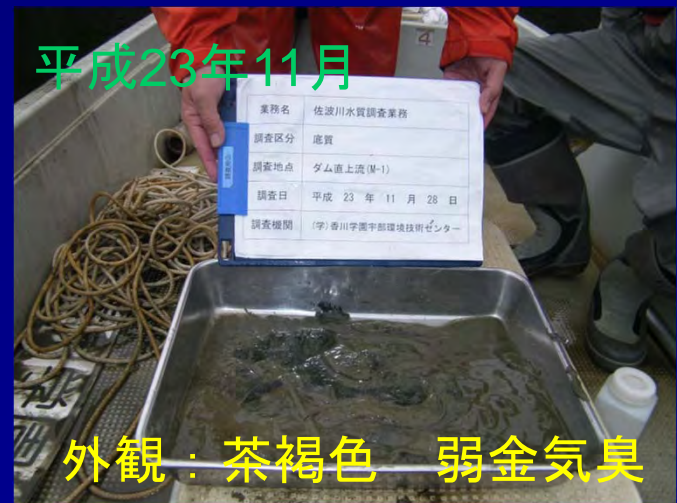
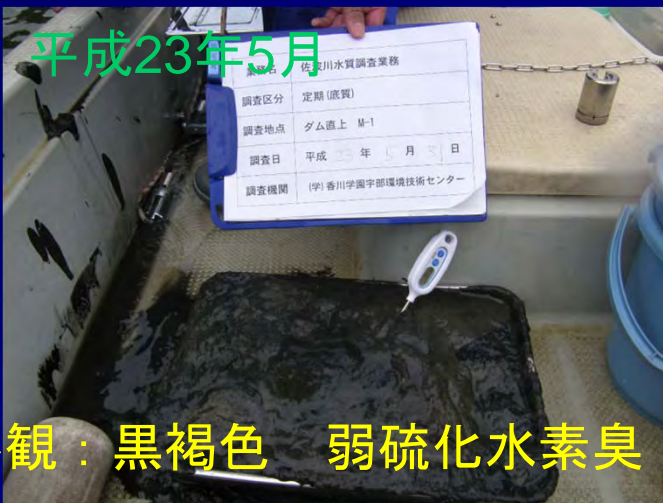
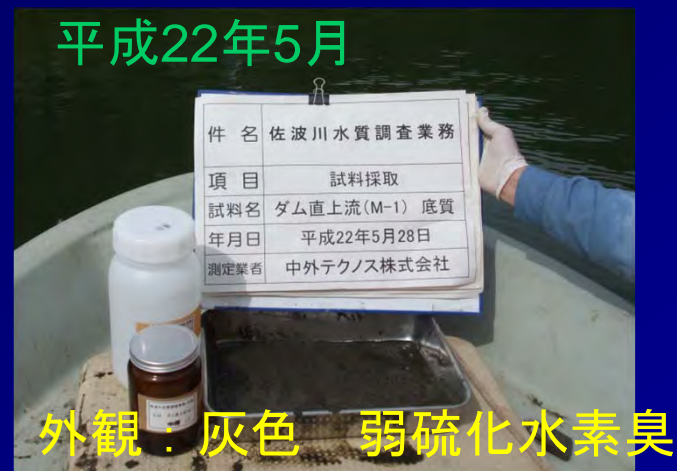
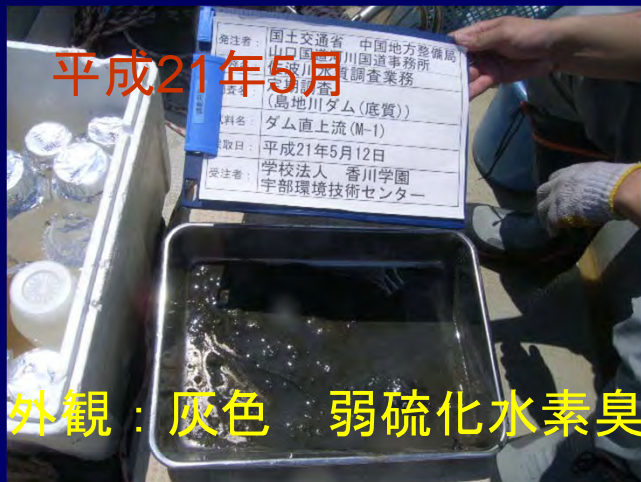
H22年4月：中層に酸素供給開始

H23年4月：底層に酸素供給開始

■ ダム直上流 ◆ 黒川橋

2.1.4 底質の変化

- ・ 硫化水素臭がなくなり弱金気臭になった。
 - ・ 茶褐色の付着が見られた。
- 底質の酸化と水酸化鉄の付着が示唆される。



茶褐色は
数mm付着

図 底質の状況(M-1:ダム直上流)

2.2 重金属類の物質収支

検討の目的

- ・これまでにダムに貯留された鉄・マンガン・ヒ素の物質量を把握
- ・高濃度酸素溶解装置の運用後の水中に含まれる物質量を把握

2.2.1 貯水池への物質収支

平成23年5月に出水時の鉄・マンガン・ヒ素の水質調査を実施

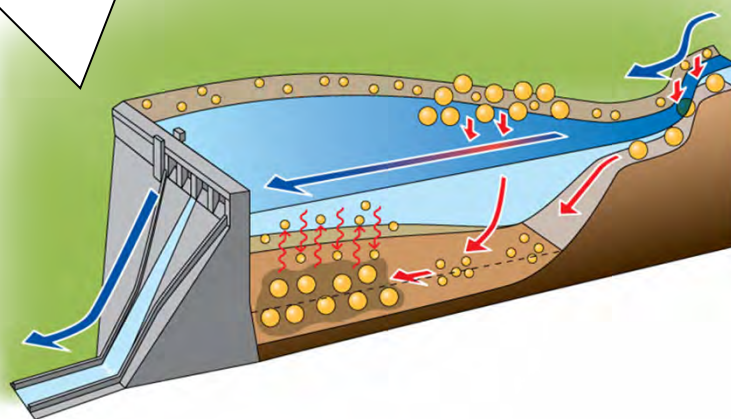


昭和57年～平成23年の29年間の出水時を対象に貯水池の物質収支を算定した。

③ 放流される重金属類について、自動観測している濁度から式-3を用いてSSに変換し、式-2より重金属量を算出する。

① 式-1のL-Q式より重金属類の流入量を算出

② SS内の重金属類量から式-2を算出しておく。



2.2.1 貯水池への物質収支

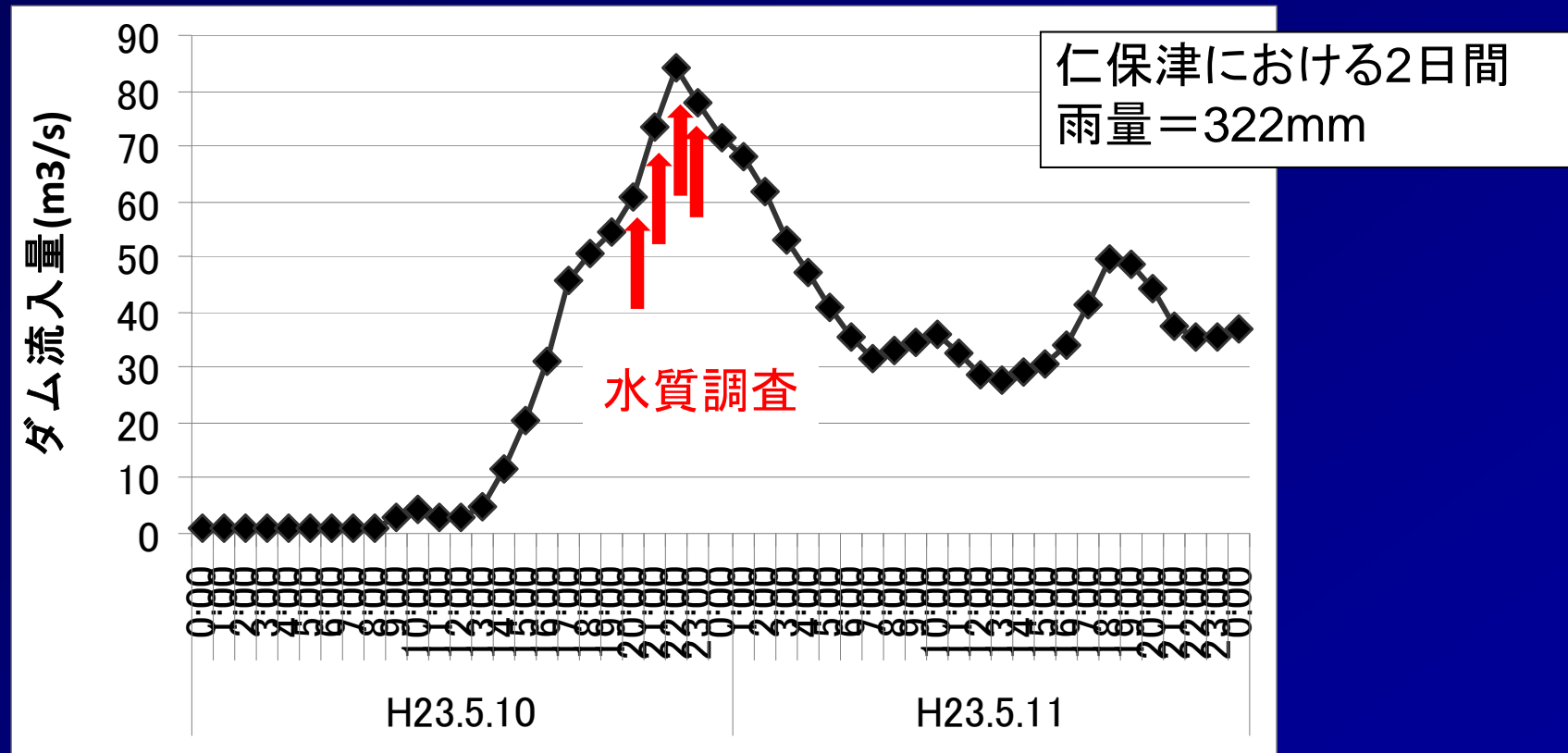
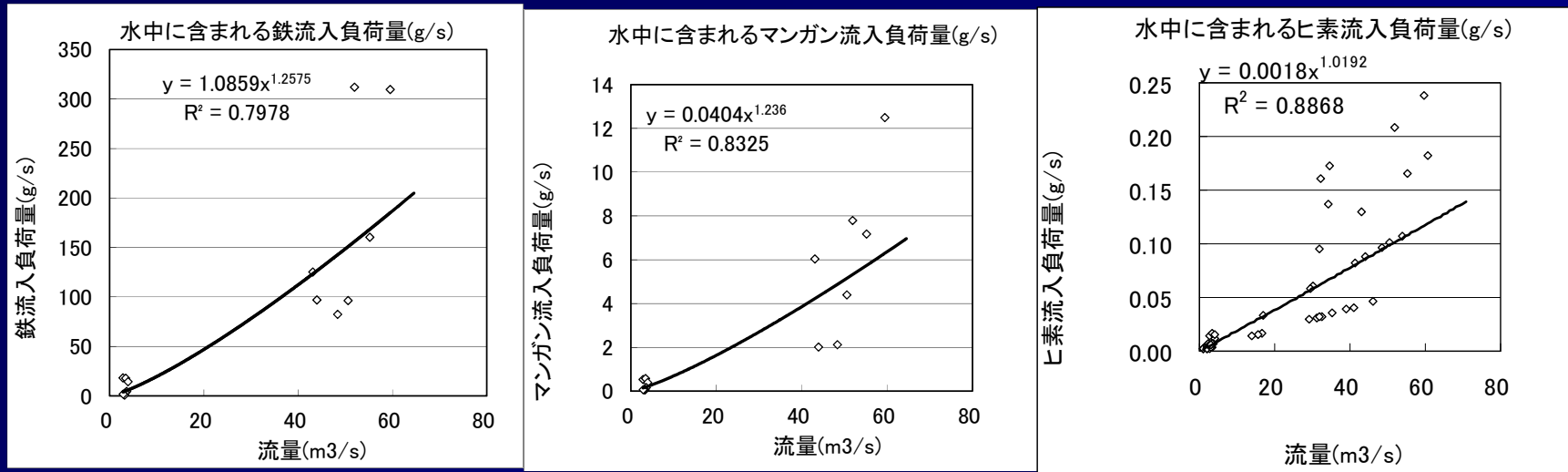


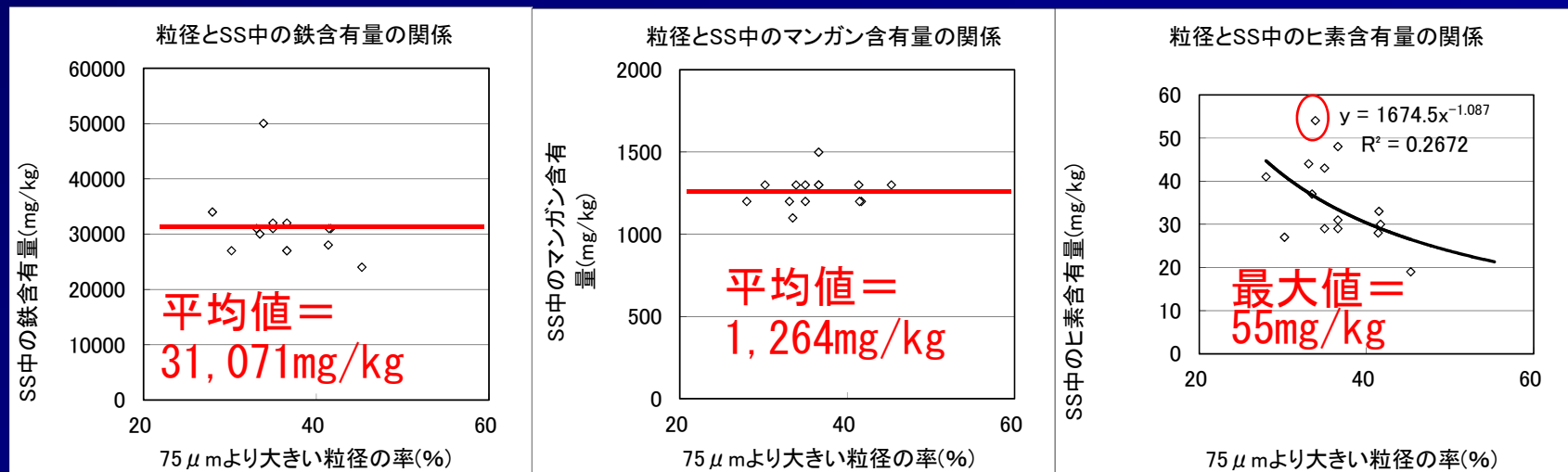
図 出水時水質調査のタイミング(平成23年5月10日)

2.2.1 貯水池への物質収支



式-1 流量と流入負荷量の関係 (L-Q式)

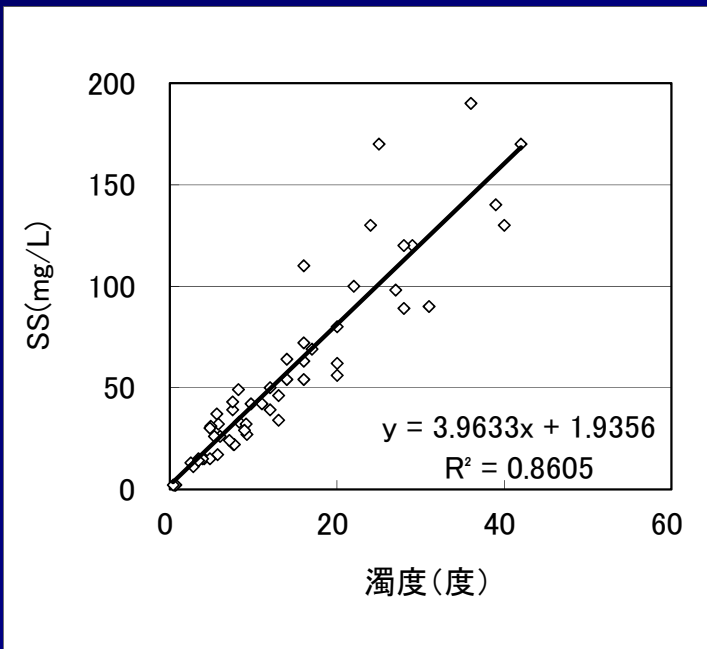
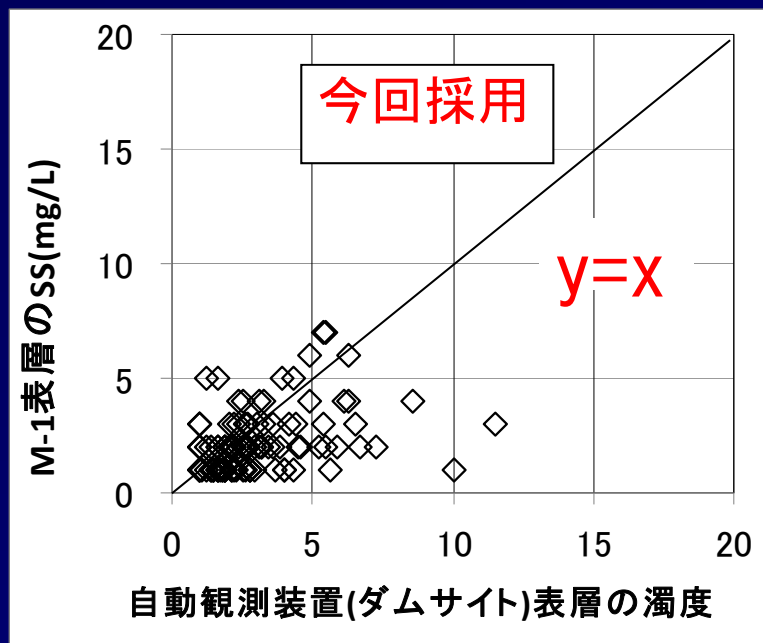
※ヒ素のみH20,H22の結果も合わせて作成



式-2 SS粒径と鉄・マンガン・ヒ素含有量の関係

2.2.1 貯水池への物質収支

ヒ素について第5回委員会資料で採用



放流地点の結果(平水時)

流入地点の結果(出水時)

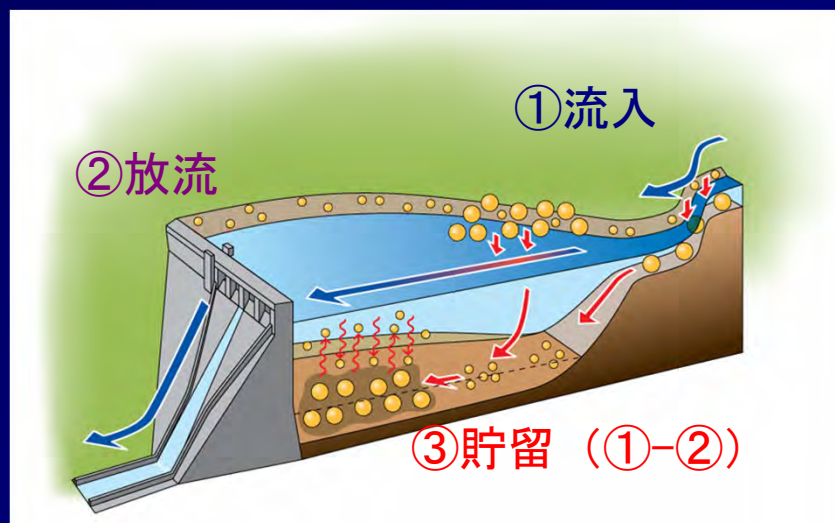
式-3 濁度とSS濃度の関係

放流地点(ダムサイト)では出水時のデータがないため、論文※を基に作成

※「濁度計の粒径依存特性と現地使用方法に関する考察」
(土木学会論文集No.698/II-58、93-98、2002.2)

2.2.1 貯水池への物質収支

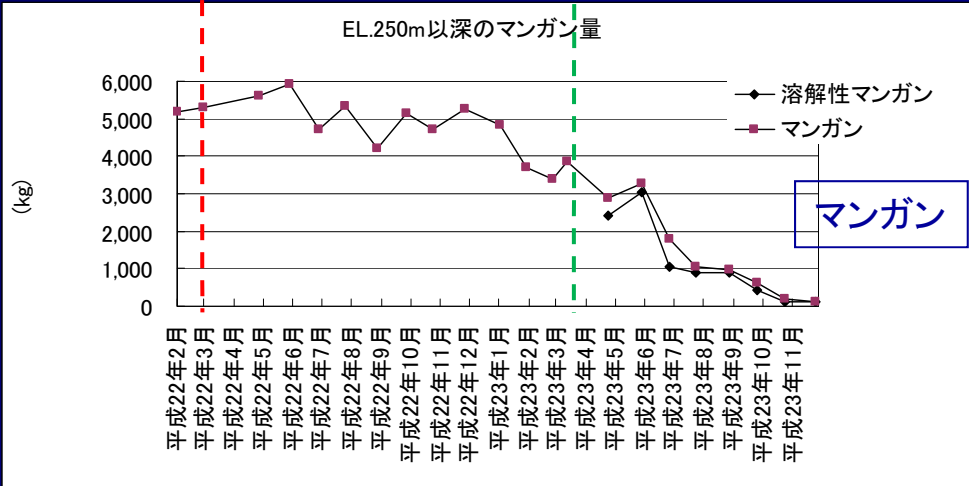
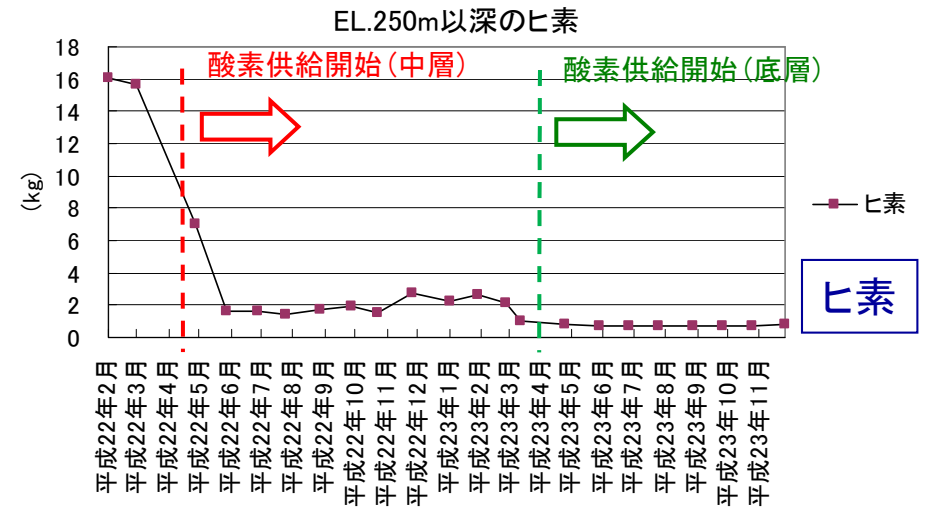
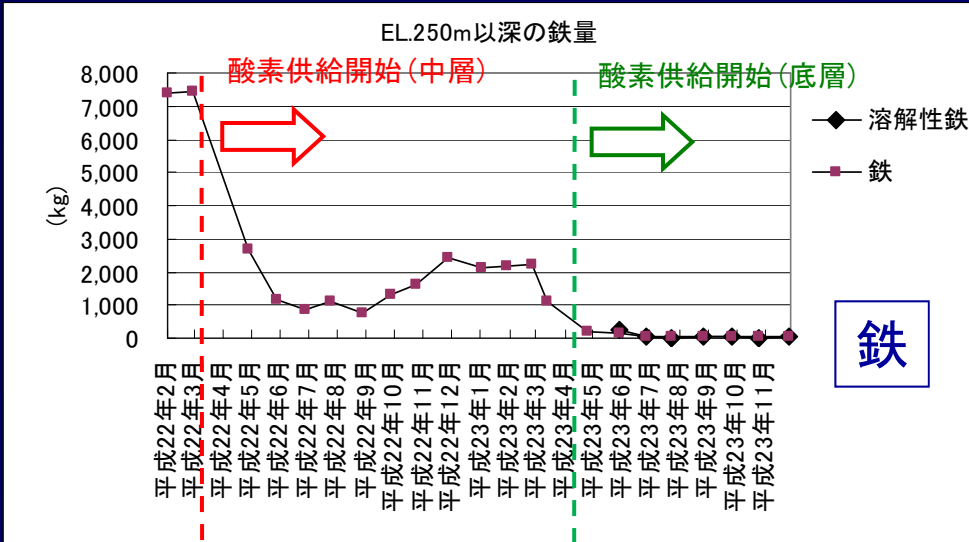
ダム供用後29年間を対象



	①流入	②放流	③貯留 ①-②	放流割合 ②/①
鉄(t)	600	91	509	13.6%
マンガン(t)	20.8	3.7	17.1	16.0%
ヒ素(kg)	459	161	298	31.7%

2.2.2 水中に溶解している重金属量の変化

平成22年～平成23年を対象

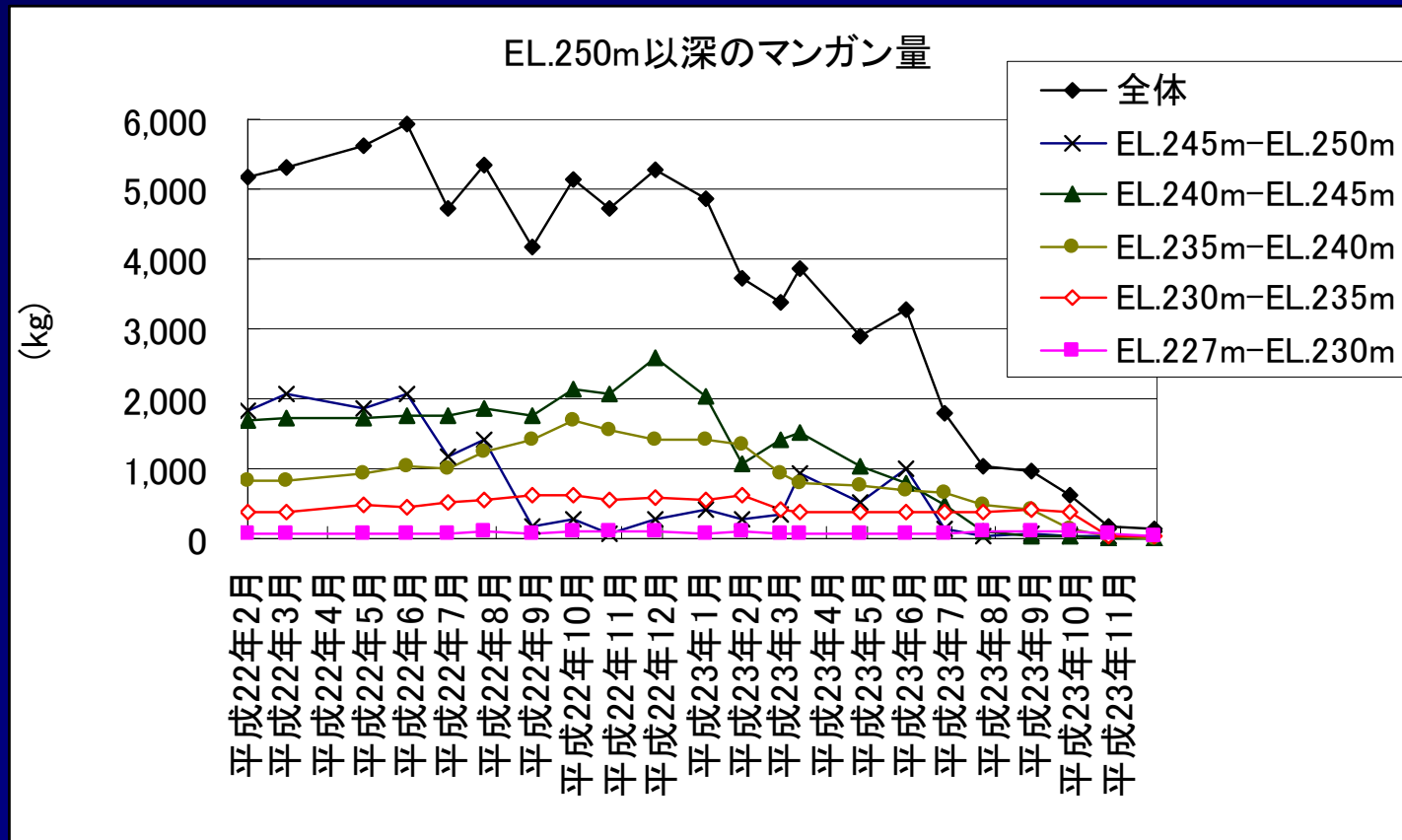


貯水位1m当たりの
[濃度×貯水量]で算出

- ・現時点で鉄・マンガン・ヒ素共に大幅に改善
- ・鉄とヒ素は酸素供給後速やかに水中から除去されているが、マンガンは本格的に減少したのは平成23年1月以降

2.2.2 水中に溶解している重金属量の変化

- マンガンを5mごとの層で見ると、EL. 245m~EL. 250mの減少に伴い、EL. 235m~EL. 245mで一旦濃度が上昇している。沈降速度は鉄やヒ素ほど早くはなく、緩やかに沈降すると推測される。



2.3 酸素消費速度の検討

検討の目的

- ・高濃度酸素溶解装置の運用期間設定に必要な情報取得

平成23年11月～12月

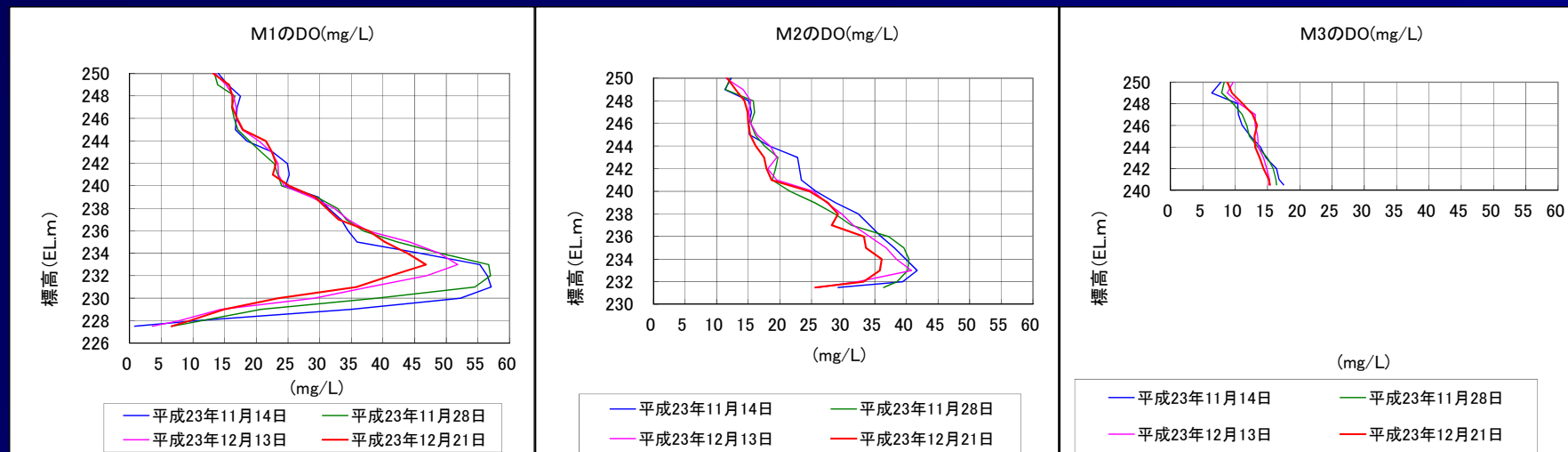


図 平成23年11月～12月のDOの変化

※高濃度酸素溶解装置停止中の確認

表 平成23年11月～12月の酸素消費速度
(M-1,M-2,M-3平均) [mg/L/日]

11/14→11/28	11/28→12/13	12/13→12/21	11/14→12/21
0.03	-0.02	0.06	0.02

平成22年9月～11月

表 平成22年9月～11月の酸素消費速度
(M-1,M-2,M-3平均) [mg/L/日]

9/30→10/15	10/15→10/26	10/26→11/15	9/30→11/15
0.20	0.013	0.158	0.137

平成22年4月～6月

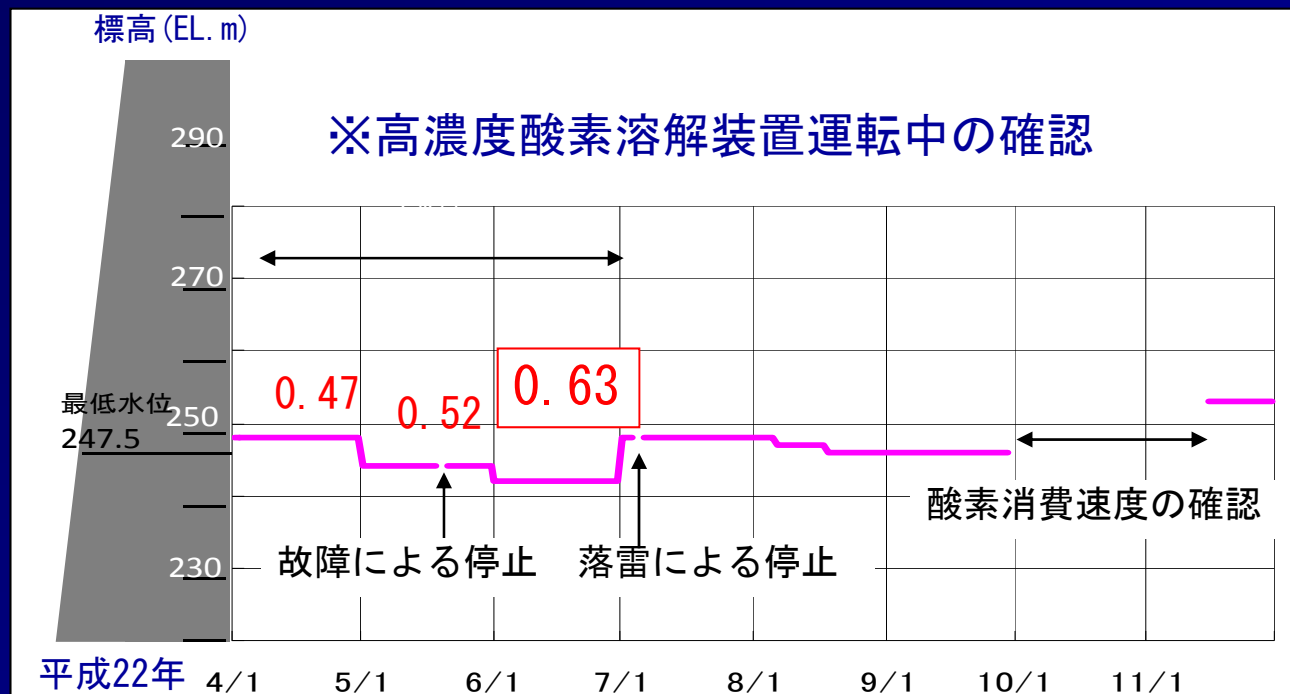


図 酸素供給開始直後の酸素消費速度

2.4 マンガンの減少に関する検討

検討の目的

- ・現状のマンガン濃度から今後を予測する計算式を算出した。

2.4.1 酸化状況の検討

- ・ 溶解性マンガンがなくなった後、しばらく(全)マンガンが減少しない。
- ・ これは、酸化されて懸濁体になったマンガンの沈降速度が小さいことが理由として考えられる。

EL. m	H23. 4. 27	H23. 5. 31	H23. 6. 29	H23. 7. 27	H23. 8. 30	H23. 9. 28	H23. 10. 27	H23. 11. 28
表層		0.011	0.007	0.008	0.011	0.008	0.016	0.019
285	< 0.005	0.15	0.016	0.008	0.010	0.012	0.100	0.016
280	0.008	0.007	0.027	0.021	0.014	0.012	0.017	0.014
275	0.012	0.007	0.009	0.011	0.011	0.013	0.021	0.016
270	0.010	0.008	0.007	0.012	0.014	0.014	0.020	0.023
265	0.27	0.017	0.060	0.064	0.083	0.10	0.310	0.21
260	0.54	0.83	0.20	0.056	0.055	0.054	0.066	0.024
255	0.25	0.38	0.23	0.064	0.100	0.012	0.062	0.029
250	0.25	2.5	0.21	0.065	0.20	0.067	0.076	0.040
249								
248	0.91	3.0	0.38	0.10	0.21	0.075	0.098	0.045
247								
246	3.3	3.3	0.40	0.12	0.19	0.071	0.084	0.043
245					0.20	0.087	0.084	
244	1.3	2.3	0.54	0.17	0.20	0.090	0.076	0.034
243			1.5	0.23	0.18	0.11	0.078	0.040
242	8.2	5.3	2.8	0.27	0.17	0.12	0.090	0.040
241			4.1	0.29	0.19	0.14	0.095	0.054
240	8.7	6.6	5.6	2.0	0.28	0.34	0.11	0.072
239		7.5	7.0	2.6	0.34	0.38	0.14	0.072
238	8.8	8.0	7.3	3.4	2.1	0.74	0.15	0.084
237	9.3	8.3	7.7	4.6	3.8	1	0.23	0.10
236	9.2	8.3	8.2	6.1	6.0	1.3	0.26	0.13
235	9.2	9.1	8.9	8.0	7.0	1.4	0.29	0.12
234	9.2	9.6	10	8.8	9.3	5.2	0.37	0.57
233	9.0	9.4	9.5	9.9	10	9.3	0.62	0.95
232	9.8	9.7	9.9	10	11	11	1.5	1.3
231	9.4	9.7	11	12	13	14	2.4	1.9
230	11	10	11	13	14	14	2.6	3.2
229	11	9.7	11	13	15	17	3.1	4.7
228	14	11	12	15	16	18	14	6.8
底層		11	14	16	17	22	23	16

EL. m	H23. 4. 27	H23. 5. 31	H23. 6. 29	H23. 7. 27	H23. 8. 30	H23. 9. 28	H23. 10. 27	H23. 11. 28
表層		0.008	0.005	0.008	0.011	0.008	0.015	0.019
285	< 0.005	0.01	0.012					
280	0.005	0.005	0.012					
275	0.005	0.005	0.012					
270	0.005	0.005	0.006					
265	0.26	0.006	0.018					
260	0.48	0.66	0.01					
255	0.19	0.30	0.01		0.097			
250	0.19	2.2	0.010			0.016	0.031	0.013
249								
248	0.81	2.6	0.016					
247								
246	2.3	3.0	0.013					
245			0.012	0.013	0.012	0.015	0.027	0.011
244	0.95	2.3						
243			0.008					
242	7.1	4.9						
241			0.26	0.026	0.023			
240	6.8	6.1				0.016	0.031	0.032
239			4.3					
238	7.3	7.7						
237			5.6	4.2	3.4			
236	8.0	8.3						
235			7.6			0.54	0.053	0.061
234	8.3	9.1						
233			8.8	9.8	10			
232	9.6	9.5						
231			11					
230	8.0	10				14	1.6	3.0
229			11	13	15	16	2.2	4.5
228	13	11				18	14	6.5
底層		10	14	16	17	22	22	16

凡例) ■ : 0.05mg/L~1.0mg/L ■ : 1.0mg/L~5mg/L以上 ■ : 5mg/L以上 ■ : 10mg/L以上

2.4.1 酸化状況の検討

- 鉄はマンガンよりも沈降が早いですが、0.3mg/L程度の低濃度になると、濃度低下に時間がかかる。粒子の細かい懸濁体鉄（全鉄－溶解性鉄で算出）の沈降速度が小さいことが理由として考えられる。

EL. m	H23. 4. 27	H23. 5. 31	H23. 6. 29	H23. 7. 27	H23. 8. 30	H23. 9. 28	H23. 10. 27	H23. 11. 28
表層		0.05	< 0.03	0.04	0.06	< 0.03	< 0.03	< 0.04
285	< 0.03	0.05	0.07	0.04	0.05			
280	< 0.03	0.05	0.04	0.03	0.05			
275	0.06	0.04	< 0.03	0.03	0.04			
270	0.11	0.05	< 0.03	< 0.03	< 0.03			
265	0.03	0.07	< 0.03	0.03	0.04			
260	0.05	0.07	0.08	< 0.03	< 0.03			
255	0.04	0.05	< 0.03	< 0.03	< 0.03			
250	0.04	0.11	< 0.03	< 0.03	0.03	0.03	0.05	0.04
249								
248	0.07	0.12	0.04	0.04	0.03			
247								
246	0.16	0.16	0.04	< 0.03	0.03			
245			0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
244	0.08	0.12	0.04	0.05	0.03			
243			0.10	0.04	0.03			
242	0.37	0.20	0.09	0.03	0.03			
241			0.06	0.04	0.04			
240	0.50	0.31	0.07	0.07	0.04	0.05	0.06	0.06
239		0.25	0.14	0.07	0.04	0.05	0.07	0.09
238	0.54	0.27	0.15	0.08	0.04	0.06	0.07	0.08
237	0.63	0.31	0.14	0.09	0.07	0.10	0.09	0.09
236	0.69	0.36	0.09	0.13	0.10	0.09	0.12	0.11
235	0.75	0.42	0.19	0.17	0.12	0.08	0.11	0.10
234	0.61	0.52	0.14	0.20	0.13	0.13	0.11	0.20
233	0.72	0.55	0.26	0.18	0.17	0.19	0.16	0.27
232	0.83	0.59	0.30	0.21	0.20	0.23	0.16	0.32
231	0.95	0.68	0.38	0.26	0.23	0.33	0.20	0.40
230	1.8	0.75	0.42	0.31	0.29	0.41	0.22	0.72
229	2.4	0.64	0.54	0.34	0.44	0.52	0.25	0.92
228	5.2	0.93	0.58	0.54	0.46	0.63	0.49	1.10
底層		1.0	0.82	0.63	0.59	0.81	0.37	1.40

EL. m	H23. 4. 27	H23. 5. 31	H23. 6. 29	H23. 7. 27	H23. 8. 30	H23. 9. 28	H23. 10. 27	H23. 11. 28
表層		0.040	0.030	0.04	0.05	< 0.03	0.04	
285	< 0.030	-						< 0.030
280	-	-						-
275	-	-						-
270	-	-						-
265	-	-						-
260	-	-						-
255	0.03	0.05	0.03	< 0.03	< 0.03			0.03
250						< 0.03	< 0.03	
249								
248								
247								
246								
245						< 0.03	< 0.03	
244								
243								
242								
241								
240		0.03				< 0.03	0.06	
239								
238	0.23							0.23
237								
236								
235			0.03			< 0.03	0.04	
234								
233								
232								
231								
230						0.09	0.38	
229						0.16	0.39	
228	3.6					0.15	0.47	3.6
底層		0.220	0.13	0.24	0.16	0.23	0.42	

(全)鉄

溶解性鉄

装置の停止による
再溶出がみられる

装置の最下限値

凡例) ■ : 0.3mg/L~1.0mg/L ■ : 1.0mg/L~5mg/L以上

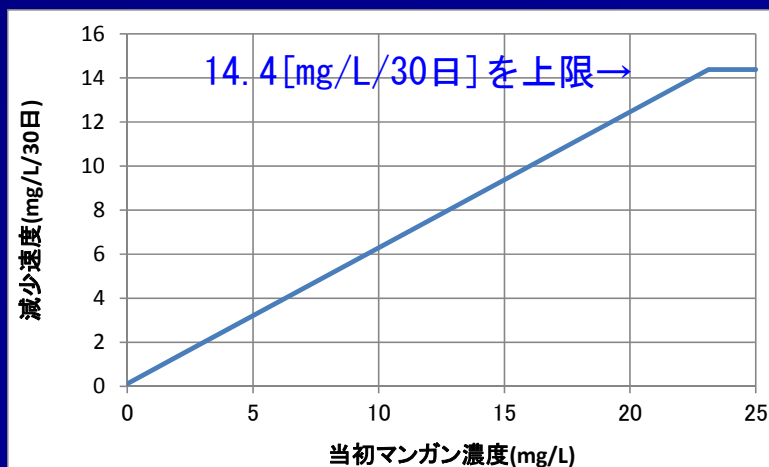
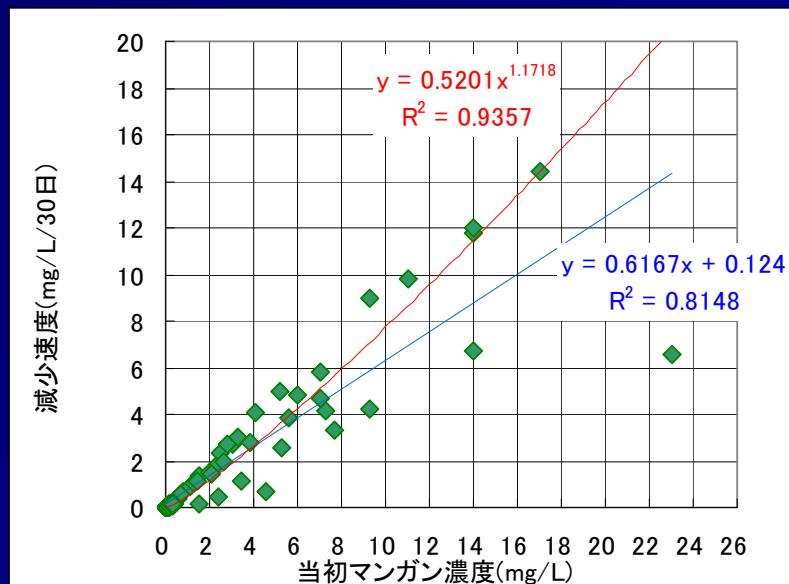
2.4.2 マンガンの減少速度の検討

- マンガンの減少速度 [mg/L/30日]
 $= 0.6167 \times \text{当初マンガン濃度 [mg/L]} + 0.124$ (マンガンが酸化される状態の時)

(mg/L)

EL. m	H23. 4. 27	H23. 5. 31	H23. 6. 29	H23. 7. 27	H23. 8. 30	H23. 9. 28	H23. 10. 27	H23. 11. 28
表層		0.011	0.007	0.008	0.011	0.008	0.016	0.019
285	< 0.005	0.15	0.016	0.008	0.010	0.012	0.100	0.016
280	0.008	0.007	0.017	0.021	0.014	0.012	0.017	0.014
275	0.012	0.007	0.009	0.012	0.015	0.013	0.021	0.016
270	0.010	0.008	0.007	0.012	0.014	0.014	0.020	0.023
265	0.27	0.017	0.060	0.064	0.083	0.10	0.310	0.21
260	0.54	0.83	0.20	0.056	0.055	0.054	0.066	0.024
255	0.25	0.38	0.23	0.064	0.100	0.012	0.062	0.029
250	0.25	2.5	0.21	0.065	0.20	0.067	0.076	0.040
249								
248	0.91	3.0	0.38	0.10	0.21	0.075	0.098	0.045
247								
246	3.3	3.3	0.40	0.12	0.19	0.071	0.084	0.043
245					0.20	0.087	0.084	
244	1.3	2.3	0.54	0.17	0.20	0.090	0.076	0.034
243			1.5	0.23	0.18	0.11	0.078	0.040
242	4.2	5.3	2.8	0.27	0.17	0.12	0.090	0.040
241			4.1	0.29	0.19	0.14	0.095	0.054
240	5.7	6.6	5.6	2.0	0.28	0.34	0.11	0.072
239			7.0	2.6	0.34	0.38	0.14	0.072
238	8.8	8.0	7.3	3.4	2.1	0.74	0.15	0.084
237	9.5	8.3	7.7	4.6	3.8	1.1	0.23	0.10
236	9.2	8.3	8.3	6.1	6.0	1.3	0.26	0.13
235	9.2	8.1	8.9	8.0	7.0	1.4	0.29	0.12
234	9.2	9.6	10	9.3	9.3	5.2	0.37	0.57
233	9.0	9.4	9.3	9.9	10	9.3	0.62	0.95
232	9.2	9.7	9.3	10	11	1.5	1.3	
231					14	2.4	1.9	
230					14	2.6	3.2	
229					17	3.1	4.7	
228					18	14	6.8	
底層					16	23	16	

ここは酸化されていない
ので対象にしない



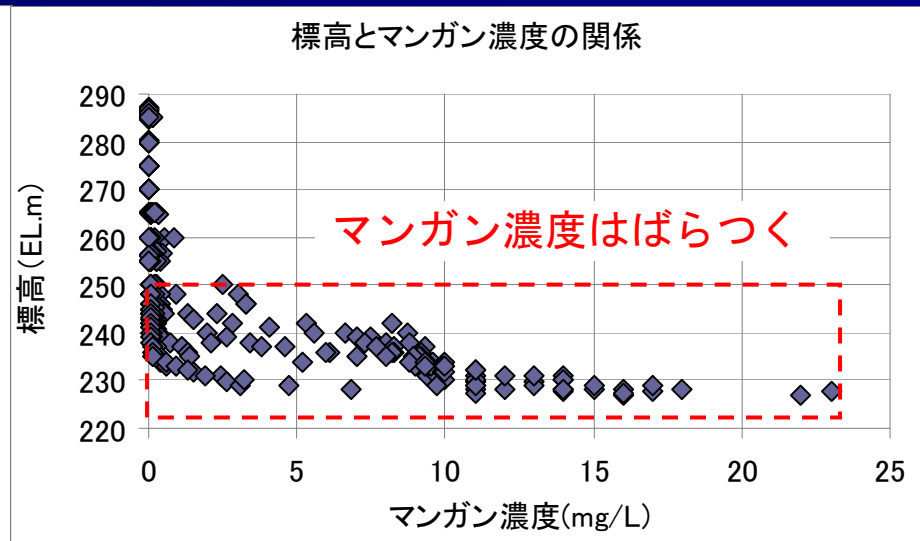
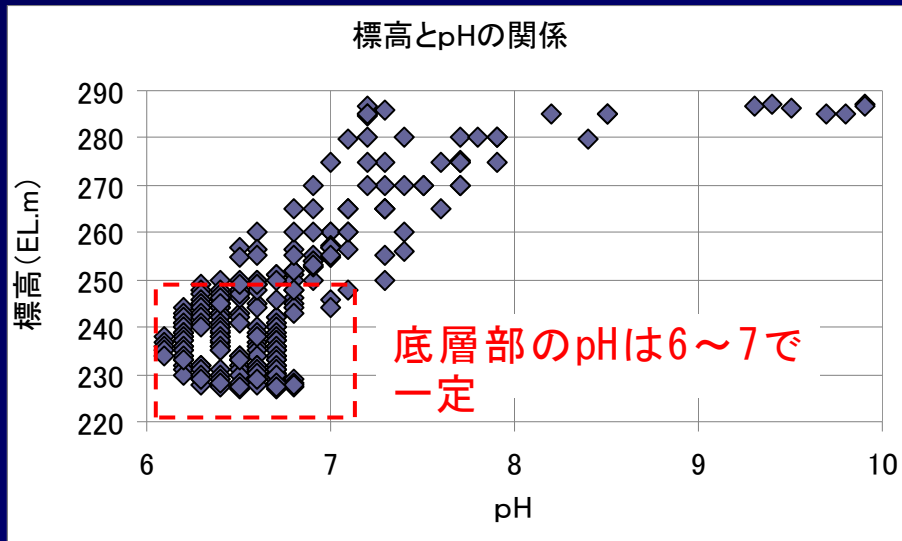
2.5 水質簡易計測結果(DO、pH、EC)と 重金属類濃度の関係

検討の目的

- ・コストが安価で速やかに結果が出るポータブル機器による簡易計測結果を高濃度酸素溶解装置の運用の判断材料に使えるかどうかを検討した。

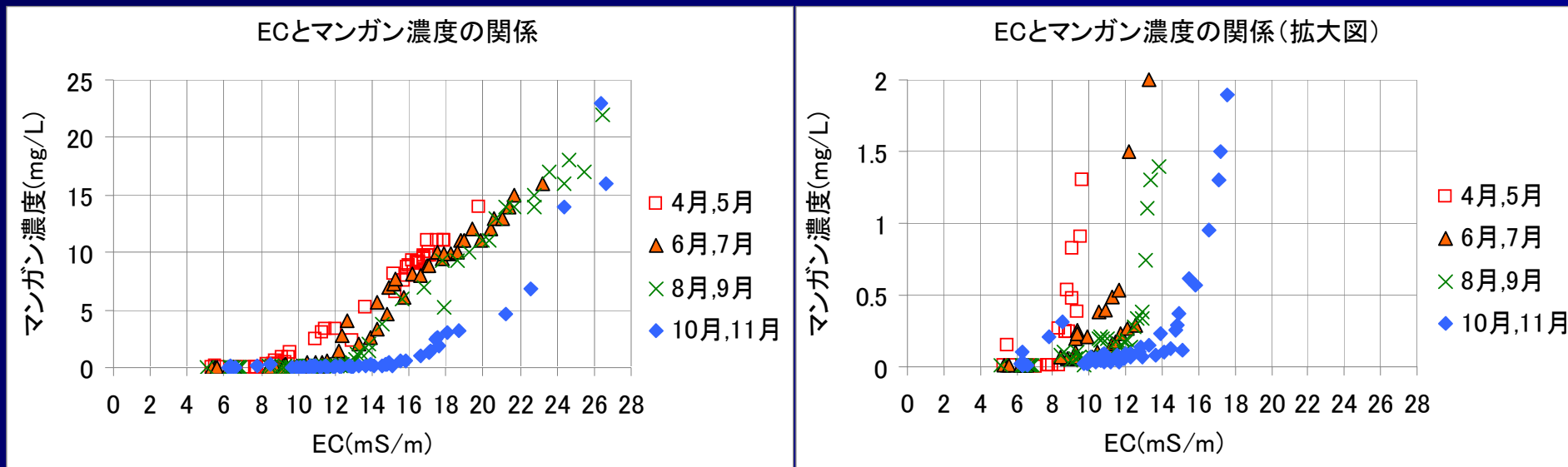
pH

- ・ 底層への酸素供給ではpHは変化しておらず、島地川ダム底層の重金属類の酸化にはpHは関係しない。



EC

- ・ ECとマンガン濃度の関係性は一定とはなく、ECからマンガン濃度を推定することは難しい。
- ・ マンガン以外にもECに関連する物質が多く、マンガンの寄与は一部に留まるためであると考えられる。



水質自動観測結果のうち、装置の運用(酸素供給高さの判断)に使えるデータはDOのみである。

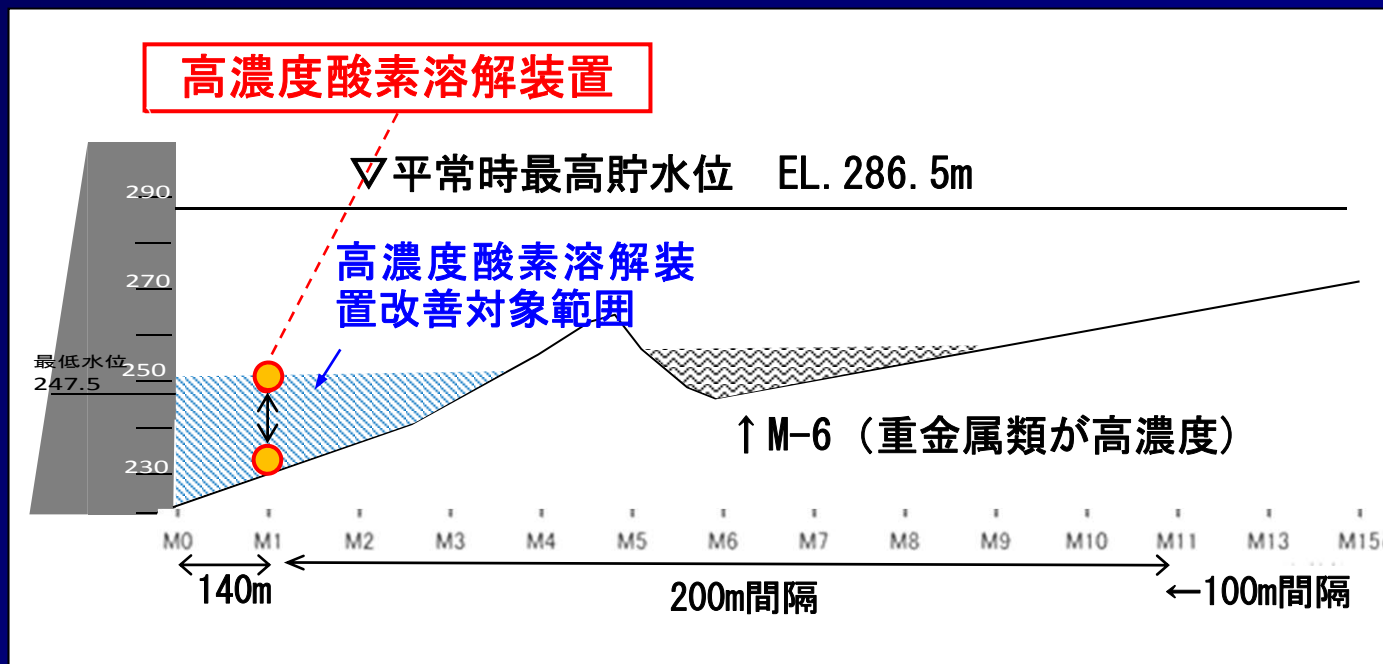
2.6 M-6におけるマンガン存在量と 今後の対応について

検討の目的

- ・ M-6の改善が必要かどうかを検討した。

M-6付近のマンガンの存在量

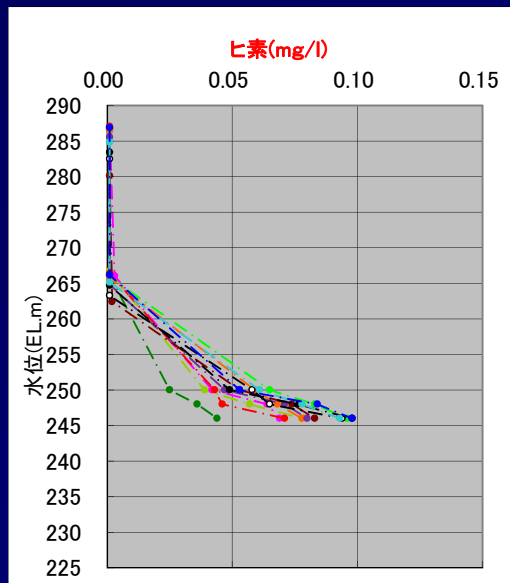
M-6付近の貯水位1m当たりの
[濃度 × 貯水量]で算出



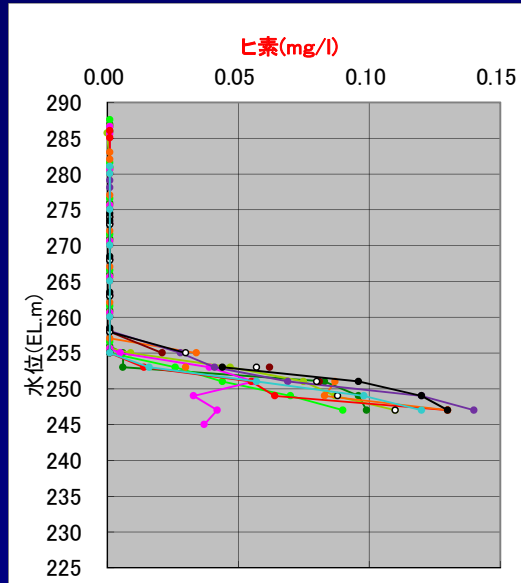
M-6付近の水中のマンガン量は2,394kg

M-6付近のマンガンの存在量

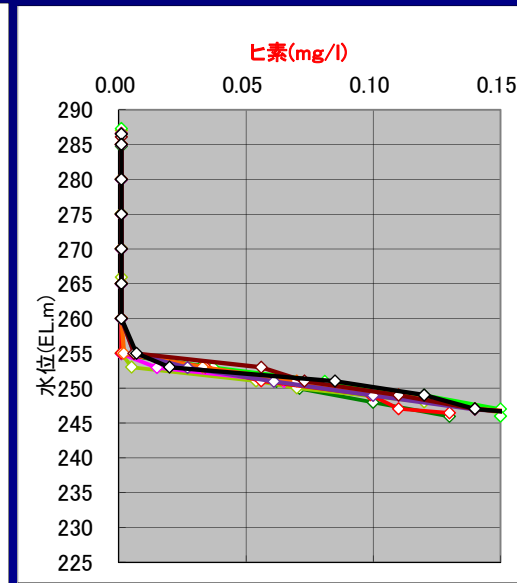
・ H21～H23に3回の出水があったが、重金属類の鉛直分布に変化が全くない。



- 平成21年4月24日
- 平成21年5月12日
- 平成21年6月2日
- 平成21年7月7日
- 平成21年8月4日
- 平成21年9月2日
- 平成21年10月6日
- 平成21年11月5日
- 平成21年12月2日
- 平成22年1月6日
- 平成22年2月4日
- 平成22年3月3日



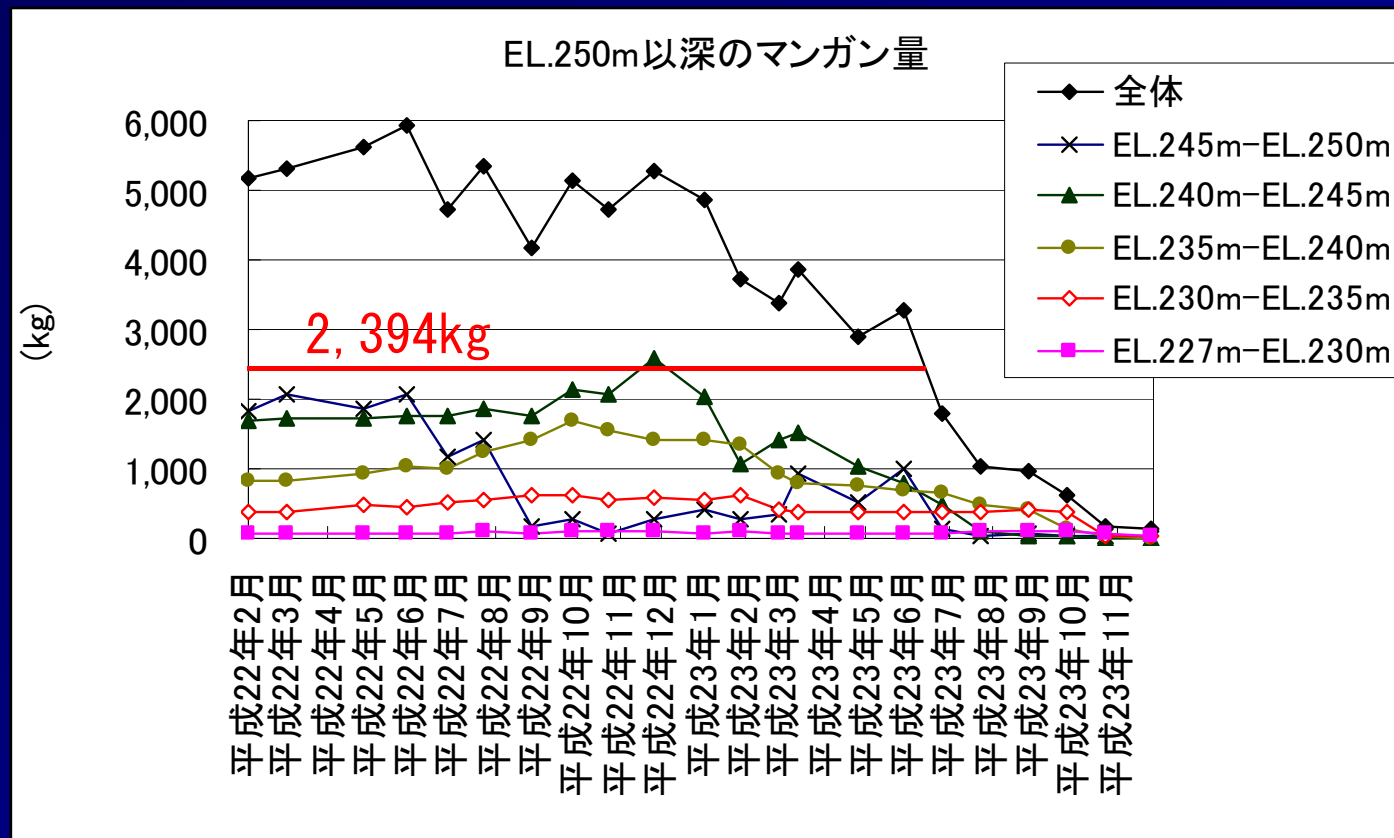
- 平成22年4月30日
- 平成22年5月31日
- 平成22年6月30日
- 平成22年7月27日
- 平成22年8月30日
- 平成22年9月30日
- 平成22年10月26日
- 平成22年11月29日
- 平成23年1月4日
- 平成23年1月31日
- 平成23年2月28日



- ◇— 平成23年4月27日
- ◇— 平成23年5月31日
- ◇— 平成23年6月29日
- ◇— 平成23年7月27日
- ◇— 平成23年8月30日
- ◇— 平成23年9月28日
- ◇— 平成23年10月27日
- ◇— 平成23年11月28日
- ◇— 平成23年12月21日

M-6付近のマンガンの存在量

- ・ これまでに湧水による貯水位低下時に出水は同時に生起していない。
- ・ 仮にM-1の底層部にマンガン全てが移動した場合でも、M-1付近は高濃度酸素溶解装置によりDOが高い状態に維持されているため、4～5ヶ月程度で現状程度に改善されると考えられる。



M-6を対象に高濃度酸素溶解装置を増設する必要はない。

第3章 今後の高濃度酸素溶解装置の 運用方法(案)

3.1 使用する電力について

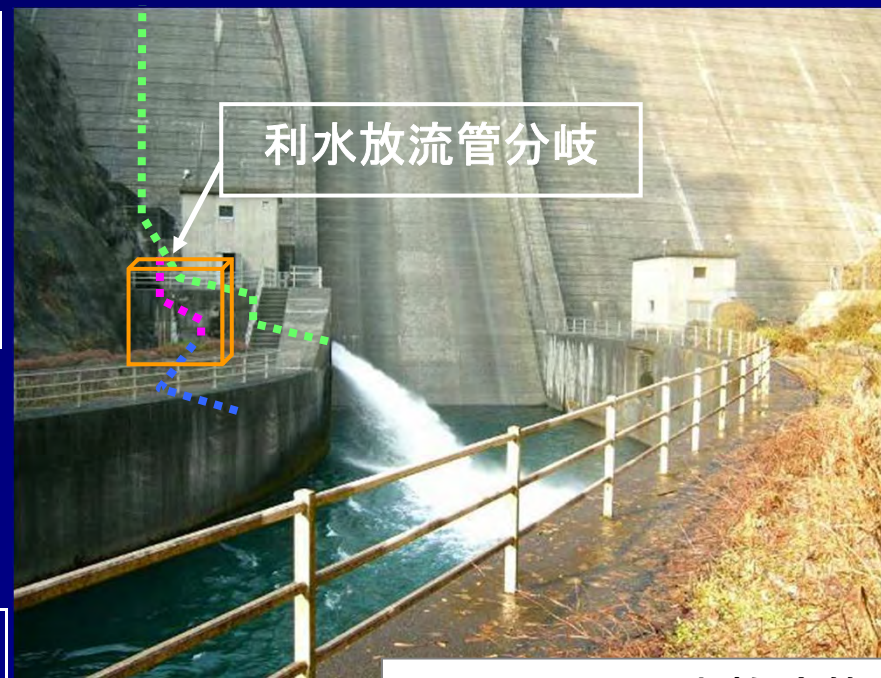
表 管理用発電施設の発電能力

有効落差(最大)	61.0 (m)
最大使用水量	1.20(m ³ /s)
最大出力	510 (kW)
年間可能発電電力量	3,128*(MWh)

※年間約1千戸分の年間消費電力に相当

表 管理用発電を使用する電力

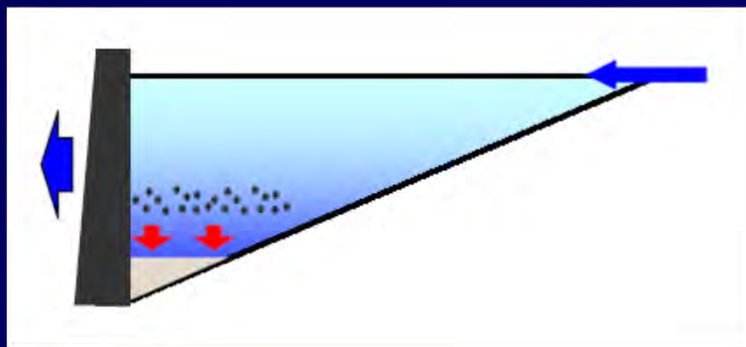
高濃度酸素溶解装置 (22.5kW)	200(MWh/年)
島地川ダム管理支所	110(MWh/年)



- 既設利水放流管
- 新設水圧管
- 新設放水路

管理用発電による発電量により、十分な量が供給できる
→電力的には余裕を持った運用を検討する。

3.2 高濃度酸素溶解装置の運用方針(案)



H23の運用方針:底層部に溶解している重金属を酸化・沈降させる



H24以降の運用方針:D0供給を継続し、底層部に沈降した重金属の再溶出を防ぐ

	酸素消費速度	計測年月	備考
Case1	0.02mg/L/日	平成23年11～12月	酸化される物質は概ね酸化された状態
Case2	0.137mg/L/日	平成22年9～11月	高濃度酸素溶解装置の運用が2巡目を迎えた状態
Case3	0.63mg/L/日	平成22年4～6月	ダム供用後に貯留された栄養塩類や金属類等に酸素を消費される状態

3.2 高濃度酸素溶解装置の運用方針(案)

Case2: 0.137mg/L/日

標高	①1m当たりの容量 (m3)	②必要酸素(kg/日) 消費分	③必要日数
	ダムコンデータより	観測値0.137g/m3/ 日×①	②/(164.3/4(効果範 囲4m) ※
248	87000	11.9	0.290
247	56788	7.8	0.189
246	52058	7.1	0.174
245	47534	6.5	0.158
244	43216	5.9	0.144
243	39104	5.4	0.130
242	35197	4.8	0.117
241	31495	4.3	0.105
240	28000	3.8	0.093
239	24710	3.4	0.082
238	21625	3.0	0.072
237	18746	2.6	0.062
236	16073	2.2	0.054
235	13606	1.9	0.045
234	11344	1.6	0.038
233	9288	1.3	0.031
232	7437	1.0	0.025
231	5792	0.8	0.019
230	4352	0.6	0.015
229	3119	0.4	0.010
228	2091	0.3	0.007
227	1268	0.2	0.004

→ 10.2日 / 5週

→ 5.0日 / 5週

→ 3.3日 / 5週

→ 1.9日 / 5週

→ 0.9日 / 5週

赤字は代表させた日数(ブロックの最大値) ↑ 赤字合計 0.606

3.2 高濃度酸素溶解装置の運用方針(案)

Case2 (0.137mg/L/日)を採用する。



不確実性に以下のとおり対応

- 酸素供給が不要と想定される日数は予備日として設定する(EL.243mの週は土日の装置の操作が必要となるため予備日を設定しない)。
- 実際には高さごとの必要日数が変わることが考えられるが、これは予備日の運用で対応することとし、基本的な運用は変更しない。
- 平成23年11月～平成24年1月の装置の停止により、酸素が届きにくい最深部からの溶出がみられたことから、平成24年度は冬季も運転する。
- 管理用発電の設置以降(平成25年2月)は、点検等で発電が行われない場合には装置を停止する(冬季【12～2月】に買電が必要な場合、装置は停止する)。

3.2 高濃度酸素溶解装置の運用方針(案)

		月	火	水	木	金	土	日	必要日数	
第1週	EL.247	9:00吐出高調整							10.2	M-3底層
第2週	EL.247					予備日	予備日	予備日		
第3週	EL.243	9:00吐出高調整						5.0		
第4週	EL.239	9:00吐出高調整				予備日	予備日	予備日	3.3	
第5週	EL.235	9:00吐出高調整						1.9	0.9	
	EL231			17:00吐出高調整		予備日	予備日	予備日		

<前提条件>

- CASE2は改善途中の状態であることから、酸素消費速度が過大である可能性
→予備日は使わなくても、既に余裕のある状態であると想定される。
- 底層直上は局所的に酸素消費速度が高い可能性がある。

<平成24年度>

- 4月～5月の1巡目は予備日には停止する。
- M-1～M-3の簡易水質調査(毎月)を実施し、DOの過不足を確認する。また、今後のために表面の泡の発生状況との関係を把握しておく。
- 5月にM-1～M-3底層部のDOを確認し、DO>4mg/Lを満たせなければ予備日は運転する。
- EL.247mは貯水容量が大きいことから、M-3でDO>4mgを満たせなければ予備日は運転する。

3.3 平成25年以降の運用方針(案)

		月	火	水	木	金	土	日	必要日数	
第1週	EL.247	9:00吐出高調整							10.2	M-3底層
第2週	EL.247					予備日	予備日	予備日		
第3週	EL.243	9:00吐出高調整						5.0		
第4週	EL.239	9:00吐出高調整				予備日	予備日	予備日	3.3	
第5週	EL.235	9:00吐出高調整						1.9	0.9	
	EL231			17:00吐出高調整		予備日	予備日	予備日		

＜平成25年度以降＞→平成24年度調査結果を踏まえ

- 酸素供給日数に過不足が生じた場合には、予備日を他の高さで調整する。
- 酸素の飽和状態が継続していた場合、予備日は機器の停止日とする。
- 停止に関して、表面の泡の発生頻度から底層の酸素の飽和状況がわかるようになった場合は、停止の判断目安とする。
- 酸素が不足していた場合、M-1からM-3の臨時調査を継続しながら運用を再検討する。(ただし、装置の能力が不足する可能性は小さいと考えられる)

第4章 水質モニタリング調査(案)

平成24年度

地 点		M-1(計器測定)			M-1 (分析項目)		
測定水深		水温	DO	導電率	ヒ素	鉄	マンガン
EL (m)	水深 (m)	℃	mg/L	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L
286.5	表層	▲	▲	▲	▲	●	●
285.0		●	●	●			
280.0		●	●	●			
275.0		●	●	●			
270.0		●	●	●			
265.0		●	●	●			
260.0		●	●	●			
255.0		●	●	●			
250.0		●	●	●	▲※	●※	●※
248.0		●	●	●			
246.0		●	●	●			
244.0		●	●	●			
242.0		●	●	●			
240.0		●	●	●			
239.0		●	●	●			
238.0		●	●	●			
237.0		●	●	●			
236.0		●	●	●			
235.0		●	●	●			
234.0		●	●	●			
233.0		●	●	●			
232.0		●	●	●			
231.0		●	●	●			
230.0		○	○	○	○	○	○
229.0		○	○	○	○	○	○
228.0		○	○	○	○	○	○
227.0	底層	▲	▲	●	▲	●	●

M-1

- ・本委員会で決定された高濃度酸素溶解装置の運用方法が適したものであるかを確認する。
- ・1巡目の効果を見て、予備日を停止するか判断する。

以下を追加

- ・簡易計測項目の鉛直分布
- ・M-2、M-3
- ・表面での泡の発生状況の確認

凡例) ●: 水質モニタリングとして実施 ▲: 定期水質調査で実施

▲※: 定期水質調査は中層で実施するため、貯水位によって高さが異なるが、中層の結果で代用する。

●※: ▲※と同じ高さで実施する。

○: 最深部での調査の結果、ヒ素・鉄・マンガンのいずれかが目標値(ヒ素=0.01mg/L、鉄=0.3 mg/L、マンガン=0.05 mg/L)を超える範囲で上昇傾向にある場合に翌3ヶ月間実施する。

平成24年度

地 点		M-2 及び M-3 (計器測定)		
測定水深		水温	DO	導電率
EL (m)	水深 (m)	℃	mg/L	mS/m
286.5	表層	●	●	●
285.0		●	●	●
280.0		●	●	●
275.0		●	●	●
270.0		●	●	●
265.0		●	●	●
260.0		●	●	●
255.0		●	●	●
250.0		●	●	●
248.0		●	●	●
246.0		●	●	●
244.0		●	●	●
242.0		●	●	●
241.0	M-3底層	●	●	●
240.0		●	●	●
239.0		●	●	●
238.0		●	●	●
237.0		●	●	●
236.0		●	●	●
235.0		●	●	●
234.0		●	●	●
233.0		●	●	●
232.0		●	●	●
231.5	M-2底層	●	●	●

M-2、M-3

平成25年度

地点		M-1 (計器測定)				M-1 (分析項目)		
測定水深		水温	DO	導電率	pH	ヒ素	鉄	マンガン
EL (m)	水深 (m)	℃	mg/L	mS/m	-	mg/L	mg/L	mg/L
286.5	表層	▲	▲	●	▲	▲	●	●
285.0		○	○	○	○			
280.0		○	○	○	○			
275.0		○	○	○	○			
270.0		○	○	○	○			
265.0		○	○	○	○			
260.0		○	○	○	○			
255.0		○	○	○	○			
250.0		▲※	▲※	●※	▲※	▲※	●	●
248.0		○	○	○	○			
246.0		○	○	○	○			
244.0		○	○	○	○			
242.0		○	○	○	○			
240.0		○	○	○	○			
239.0		○	○	○	○			
238.0		○	○	○	○			
237.0		○	○	○	○			
236.0		○	○	○	○			
235.0		○	○	○	○			
234.0		○	○	○	○			
233.0		○	○	○	○			
232.0		○	○	○	○			
231.0		○	○	○	○			
230.0		○	○	○	○	○	○	○
229.0		○	○	○	○	○	○	○
228.0		○	○	○	○	○	○	○
227.0	底層	▲	▲	●	▲	▲	●	●

M-1

・定期水質調査に一部を追加する。

M-1底層のEC、鉄、マンガン

M-1底層の重金属が上昇傾向の場合、追加調査を行う。

渇水時にはM-6の状況に注意を払う。

凡例) ●: 水質モニタリングとして実施 ▲: 定期水質調査で実施

▲※: 定期水質調査は中層で実施するため、貯水位によって高さが異なるが、中層の結果で代用する。

●※: ▲※と同じ高さで実施する。

○: 最深部での調査の結果、ヒ素・鉄・マンガンのいずれかが目標値(ヒ素=0.01mg/L、鉄=0.3 mg/L、マンガン=0.05 mg/L)を超える範囲で上昇傾向にある場合に翌3ヶ月間実施する。

まとめ(事務局(案))

まとめ(事務局(案))

高濃度酸素溶解装置 について

- ダムサイト底層部に溶出していた鉄とヒ素はそのほとんどが酸化・沈降した。
- マンガンについても、最低水位(EL.247.5m)で水道水質基準を満足する状態にまで改善した。
- 運用の参考のため、簡易項目の水質モニタリング調査を1年間継続し、必要に応じて追加する。
- 装置の運用については5週で1サイクルとし、基本的な日程を設定した。なお、平成24年度に1ヶ月に一度行うDOの鉛直分布の結果を基に、DOが不足する箇所を予備日に供給することとする。
- 平成24年度に表層の気泡の発生状況と底層部のDOの状況を整理し、予備日について見直しを行う。

今後の留意事項について

- 底質の重金属類の濃度について、今後も監視を続け、フォローアップ委員会に報告を行う。ヒ素についてはこれまでに溶出試験を用いてきたが、含有量も合わせて調査を行う。
- M-6に存在する重金属類について、渇水時に出水が発生した場合などには臨時水質調査を実施し、M-1、M-6及び放流水の水質を監視する。

第7回 島地川ダム水質改善検討委員会

平成24年2月2日

国土交通省 中国地方整備局
山口河川国道事務所