

第5回 島地川ダム水質改善検討委員会

平成22年12月14日

国土交通省 中国地方整備局
山口河川国道事務所

第4回委員会 議事内容の確認

平成22年12月21日開催

— 議事のまとめ＜委員意見＞ —

第4回委員会における提言	提言の背景
高濃度酸素溶解装置の運用(案)、水質モニタリング調査(案)について、事務局案で了承するが、マンガンの濃度についても検討を加えて運用する。	酸化の遅いマンガンが循環期に貯水池表層に供給され、黒水化することを防ぐため。
運用については、モニタリングの結果を踏まえ、改善すべき点があれば検討を行う。	同上
水質モニタリングについて、調査結果を踏まえ、運用に反映させる(特にマンガンの影響には注意する。)	表層水質の悪化を防ぐと共に今後のコスト縮減を図るため。
水質モニタリングについて、現地調査(計測・採水)時の船の固定方法について検討を行う。	底層の水質は、採水深さによって異なることから、常に同一箇所での採水を行うため。

水質調査時の測定位置に関する精度向上の工夫

客観的に位置のずれを把握するために地上に監視員を置いた。



図 水質調査位置の精度確保状況

1. 島地川ダムの水質改善事業の 進捗状況

1. 島地川ダムの水質改善事業の進捗状況

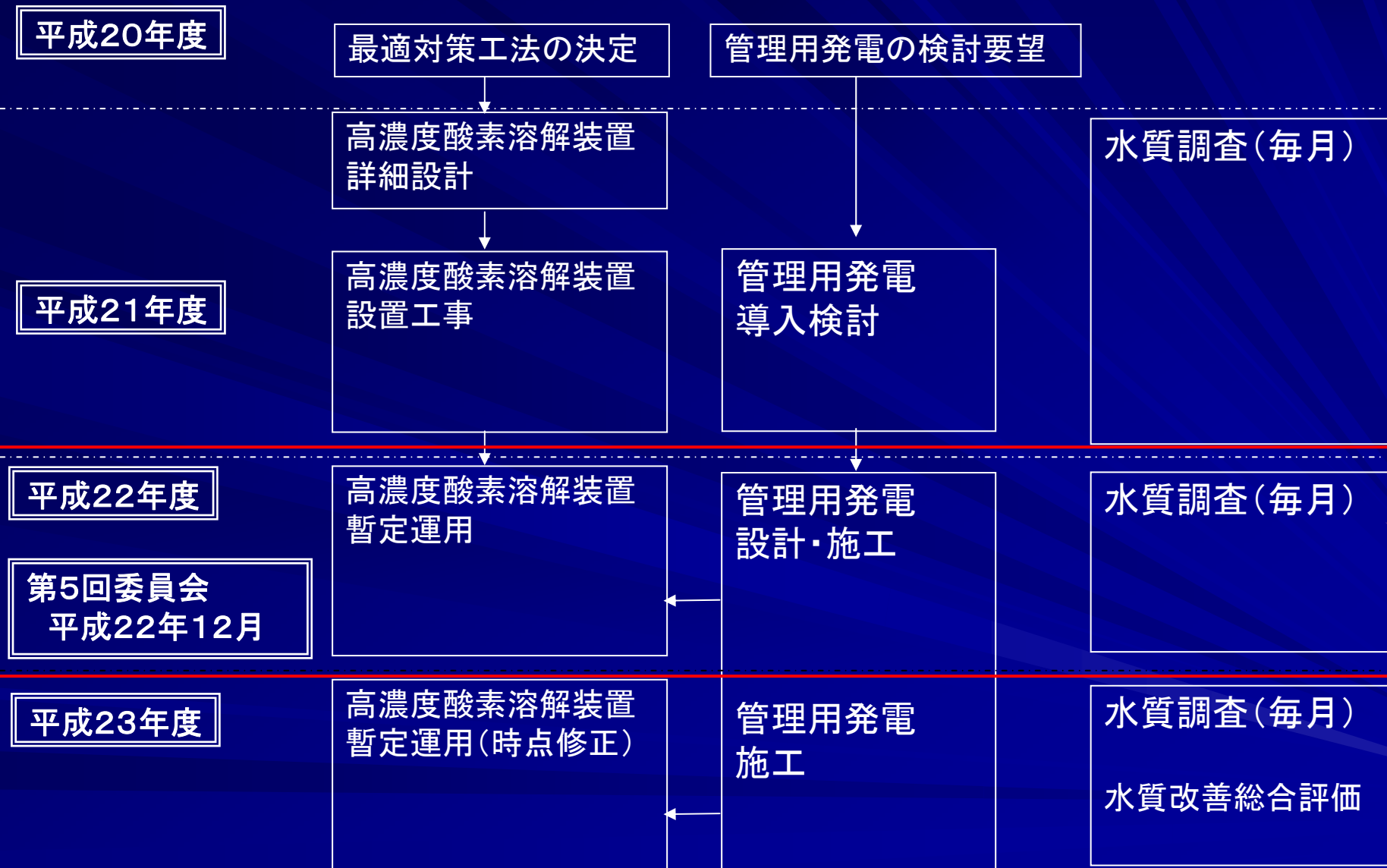


図 平成22年度の事業実施状況及び平成23年度の予定(案)

2. 第5回委員会議題の確認

— 目 次 —

- 高濃度酸素溶解装置の運用状況と水質の改善状況
- 高濃度酸素溶解装置の運用(案)
- 水質モニタリング調査(案)
- 流入ヒ素の再検討
- アオコ対策施設の効果について

3.高濃度酸素溶解装置の運用状況と 水質の改善状況

3.高濃度酸素溶解装置の運用状況と 水質の改善状況

本章での報告内容

- 高濃度酸素溶解装置の運用案の変更
- 高濃度酸素溶解装置の稼働状況
- 水質の改善状況
- 酸素消費速度の検証
- マンガンの減少速度の検証
- ECを用いた鉄・ヒ素・マンガン濃度の推定

3.1 高濃度酸素溶解装置の運用案の変更

今日までの運用は、この運用案を基本とし、随時マンガン濃度を見ながら運用を行ったものである。

＜運用の考え方＞

1. 高濃度酸素水の吐き出し高さは、EL.250mから開始する。
2. 高濃度酸素水の吐き出し高さは、上から下に向けて進める。
3. 高濃度酸素溶解装置による改善高さは4mとして設定する。
4. 242～250(EL.m)では1ヶ月に4mずつ水深を下げ、242(EL.m)以深は2週間に4mずつ水深を下げる。
5. 水質モニタリングを適切に実施し、コスト縮減のため、適切に運転時間を設定する。



4. 循環時のマンガン濃度について注意するため、平成22年12月まではEL.240m以深には進めないこととし、水質改善状況を踏まえて適宜変更することとした。

3.1 高濃度酸素溶解装置の運用案の変更

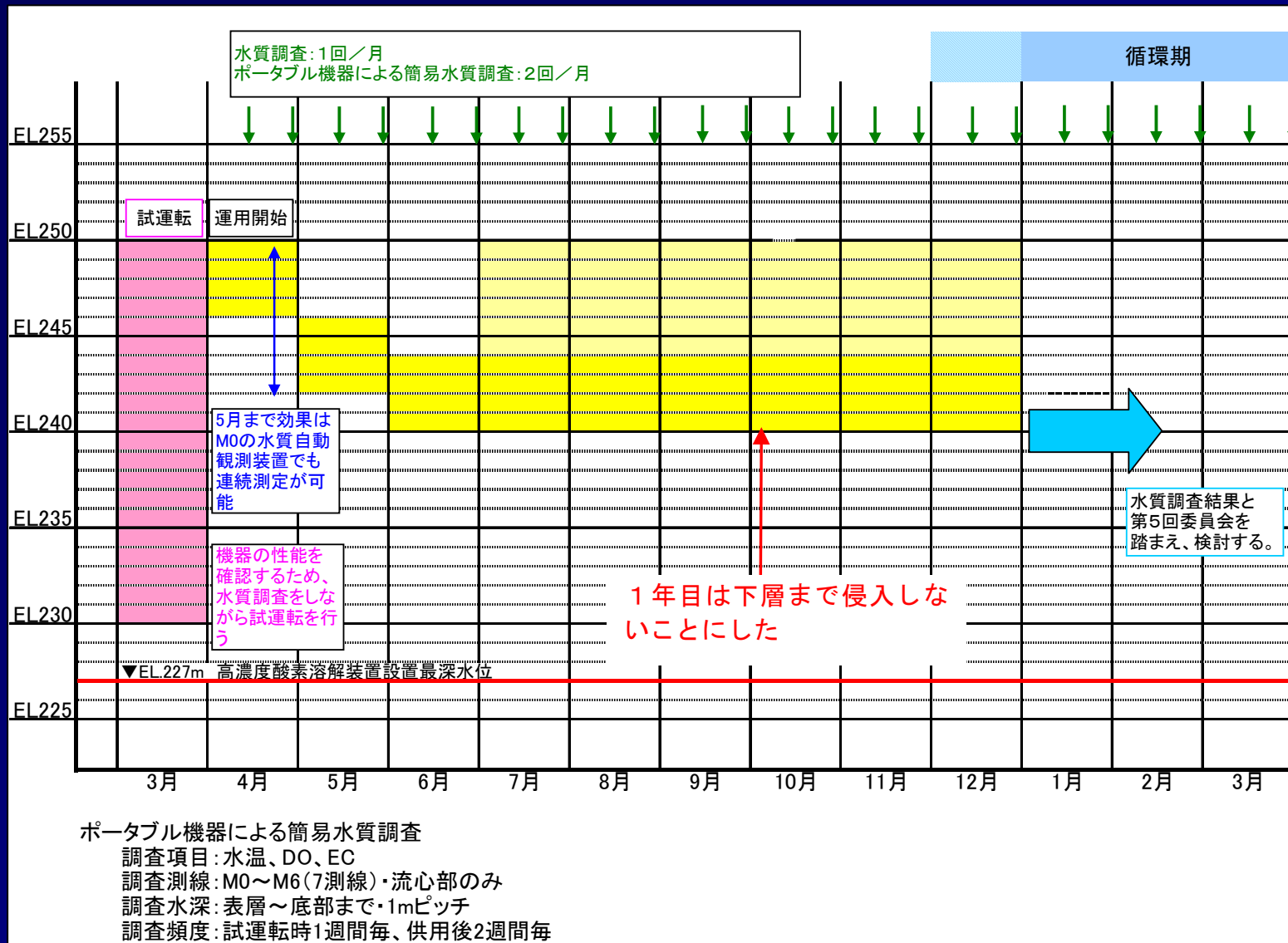


図 運用(案)の変更状況

3.2 高濃度酸素溶解装置の稼働状況

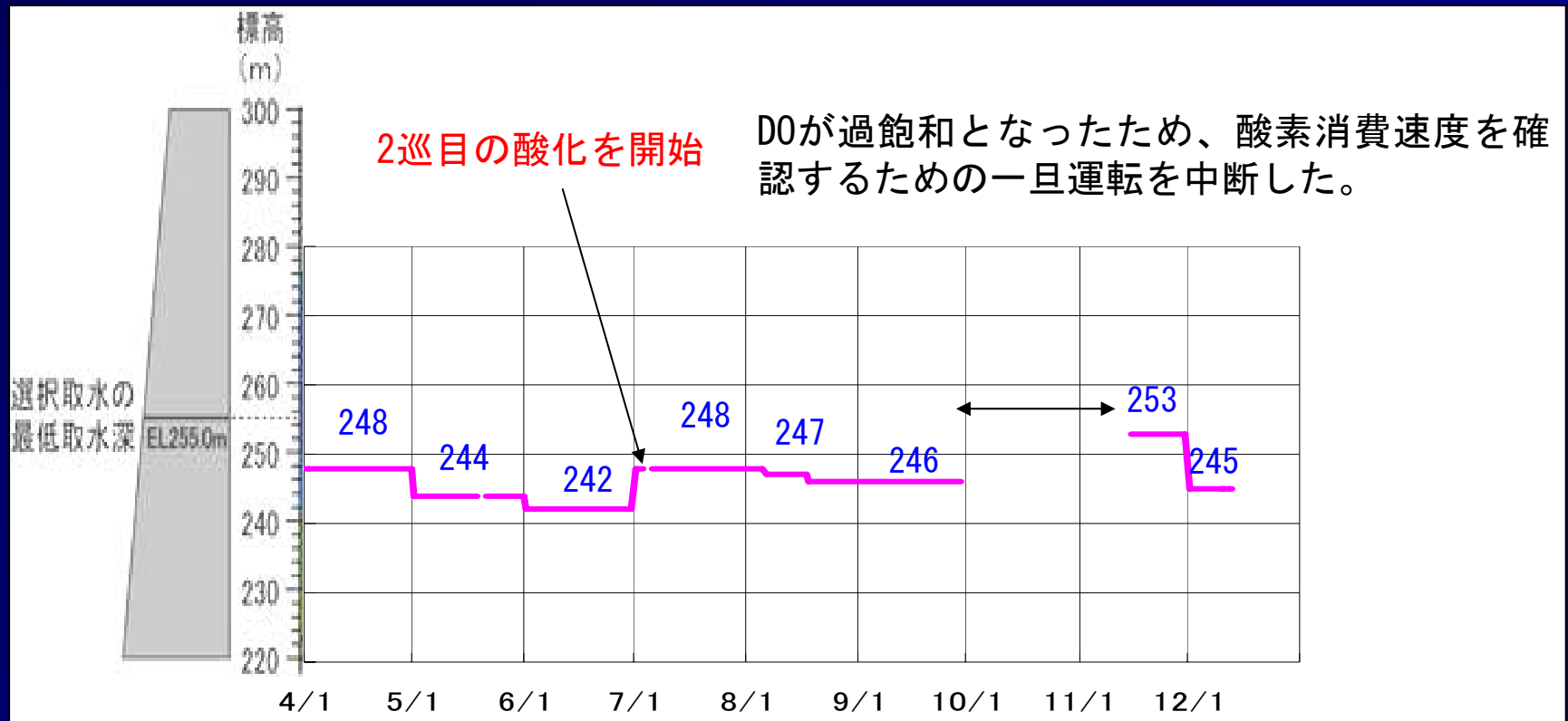


図 高濃度酸素溶解装置の吐き出し高さ

3.4 水質の改善状況

3.4.1 縦断方向の酸素の広がり

1巡目では、M-1でのDOは15mg/L程度であった。

1ヶ月でもM3まで届かなかった。

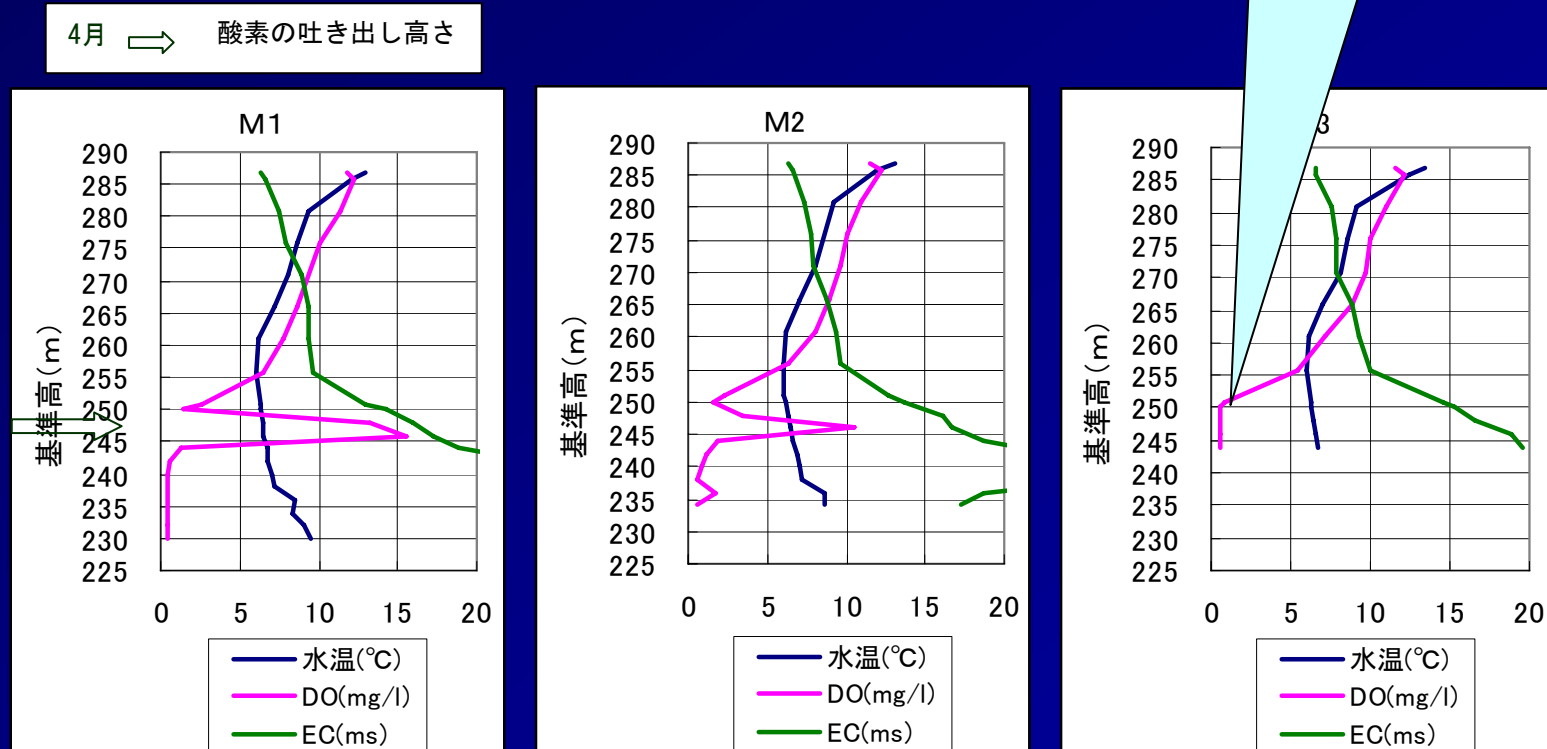


図 縦断方向のDOの広がり(平成22年4月30日)

3.4.1 縦断方向の酸素の広がり

2巡目には、1巡目では届かなかったM-3まで酸素が届いていた(2週間で到達)。

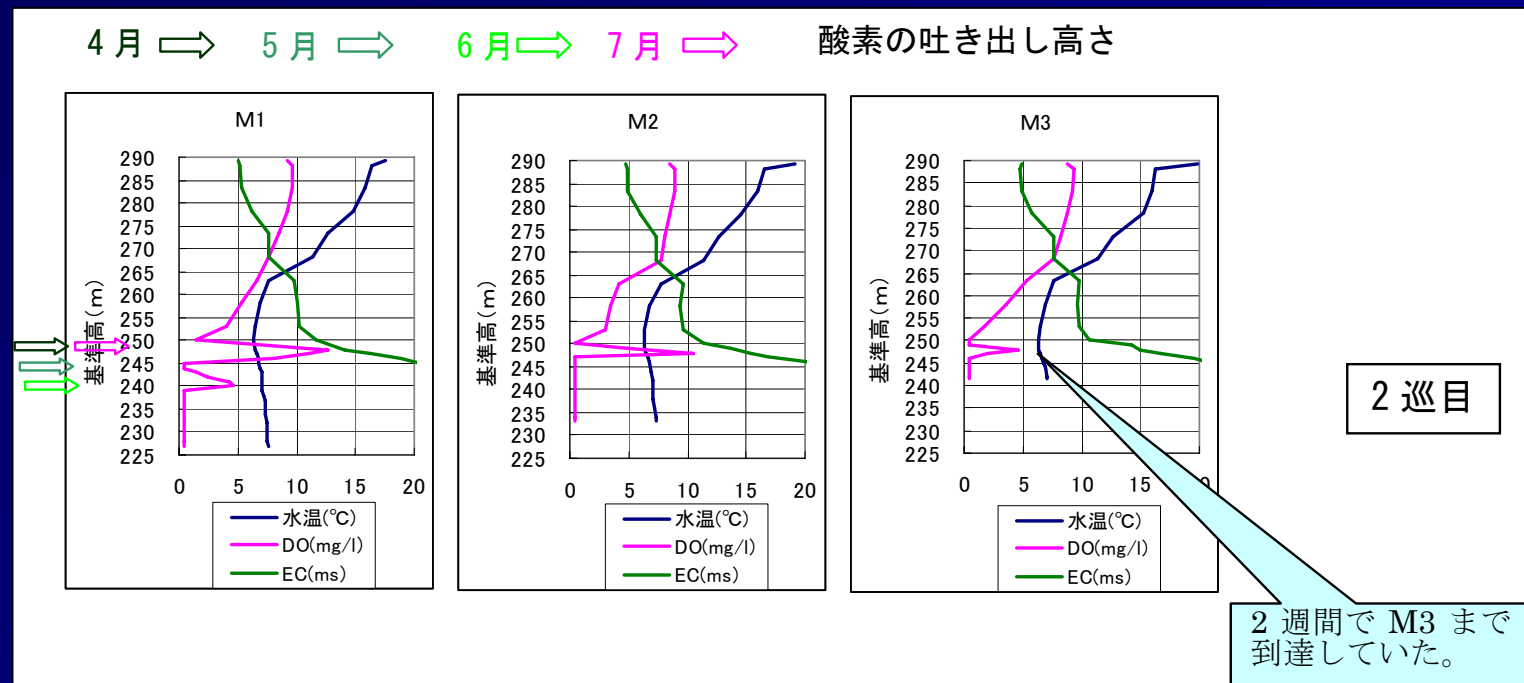


図 縦断方向のDOの広がり(平成22年7月15日)

3.4.2 横断方向の酸素の広がり

横断方向のDOの広がりによく、横断方向の水質については調査を行わないこととした。

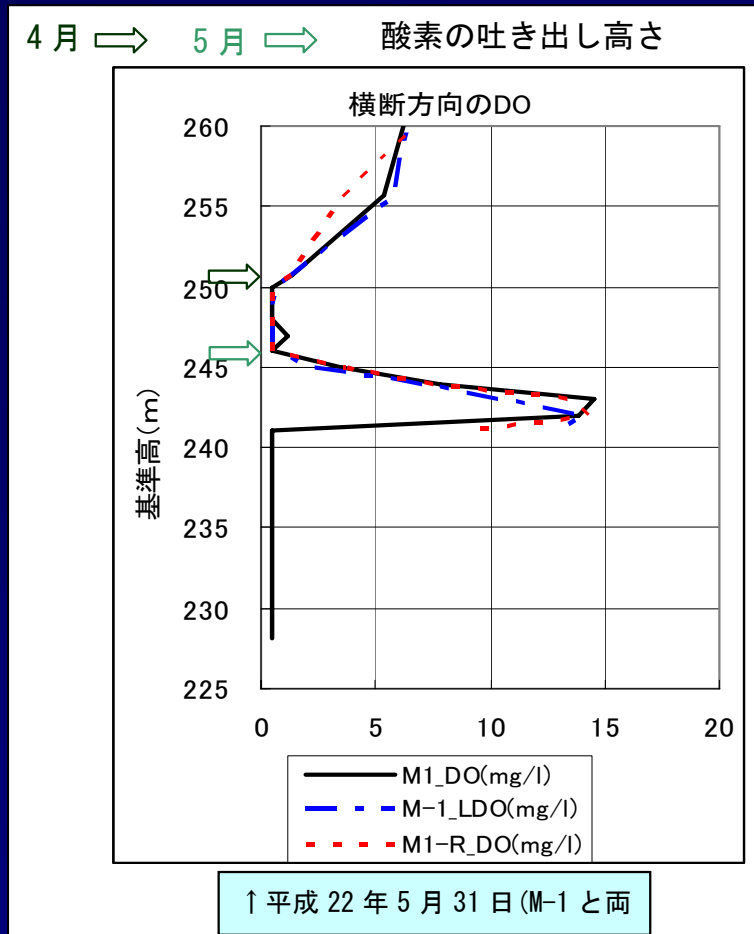


図 横断方向のDOの広がり

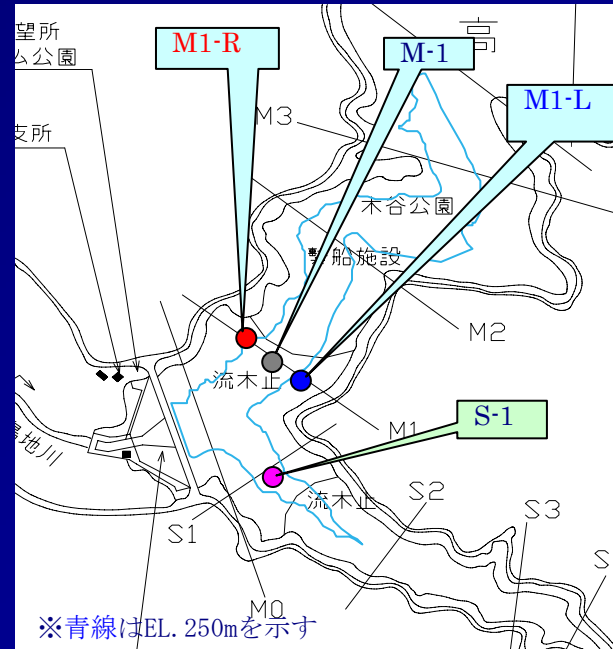
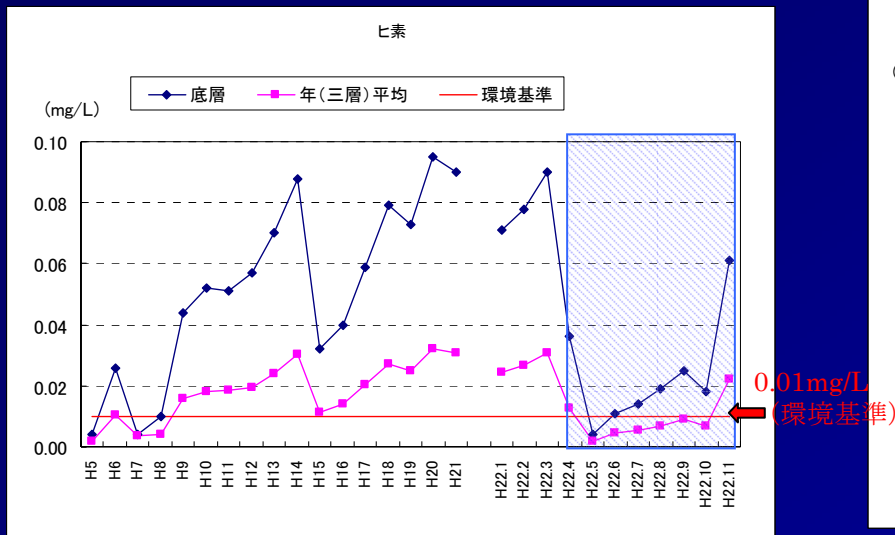
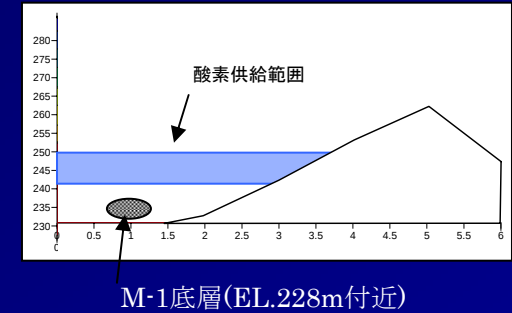


図 臨時水質調査地点図

3.4.3 金属の低減状況

(1) 経年変化(鉄・ヒ素)

4月からの高濃度酸素溶解装置の運用とともに鉄とヒ素が一旦低下した。
ヒ素の低減は沈降してくる水酸化鉄により吸着された。



機器の稼働期間

図 ヒ素の経年変化

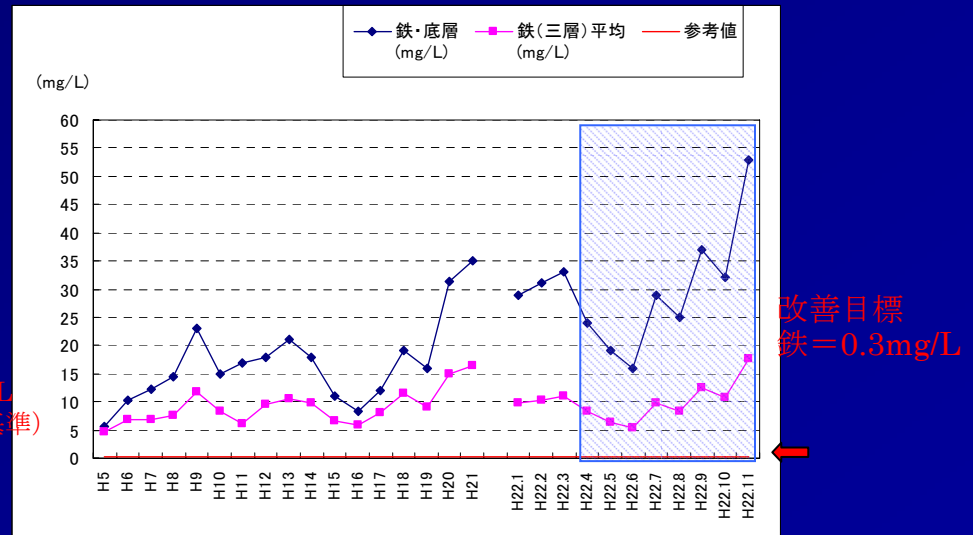
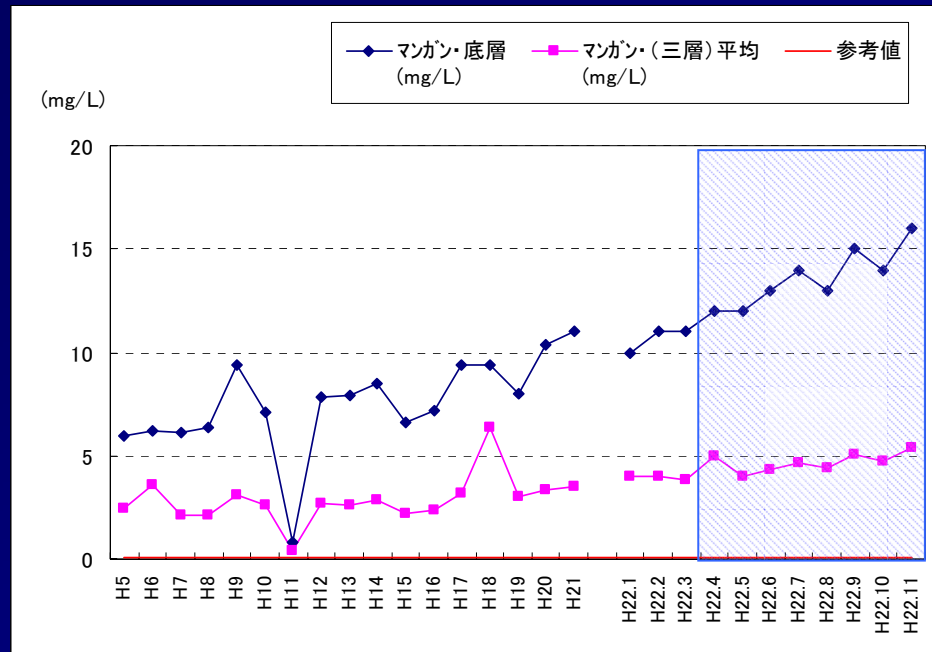


図 鉄の経年変化

(1)経年変化(マンガン)

マンガンは経年変化に違いがみられない。



改善目標
マンガン=0.05mg/L

図 マンガンの経年変化

(2)鉄・ヒ素の低減状況

鉄及びヒ素は酸素による酸化が早いため、酸素供給高さにおいては、大きな低減効果が見られる。

4月 ⇨ 5月 ⇨ 6月 ⇨ 7月 ⇨ 8月-9月 ⇨ 酸素の吐き出し高さ

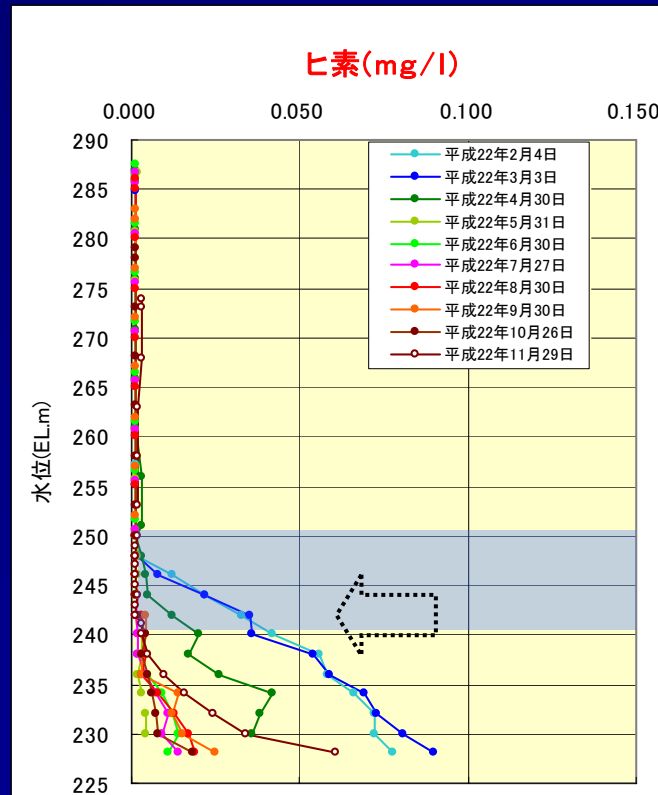
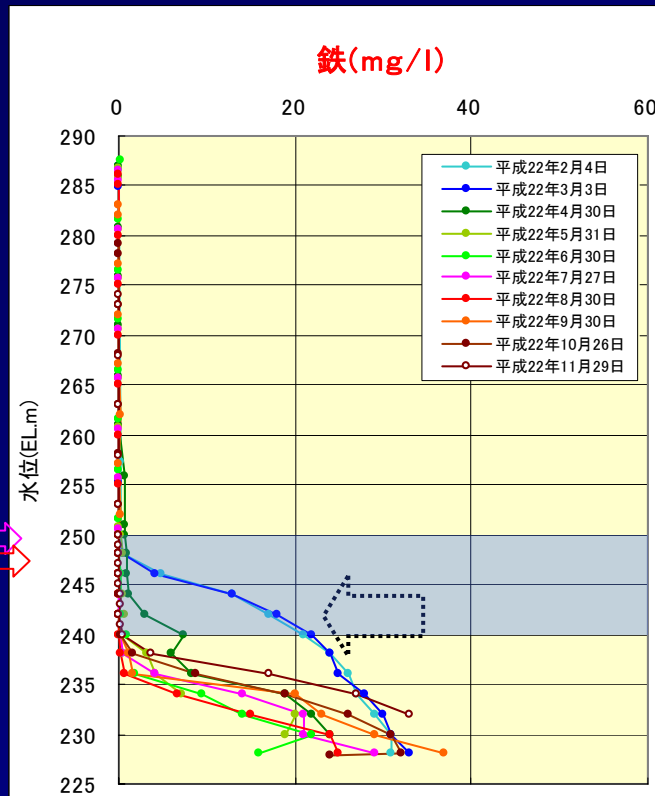


図 鉄・ヒ素の鉛直分布

マンガンの低減状況

酸素を供給していないEL.240mより底層では、
上層からの沈降により濃度が上昇している。

4月 ⇨ 5月 ⇨ 6月 ⇨ 7月 ⇨ 8月-9月 ⇨ 酸素の吐き出し高さ

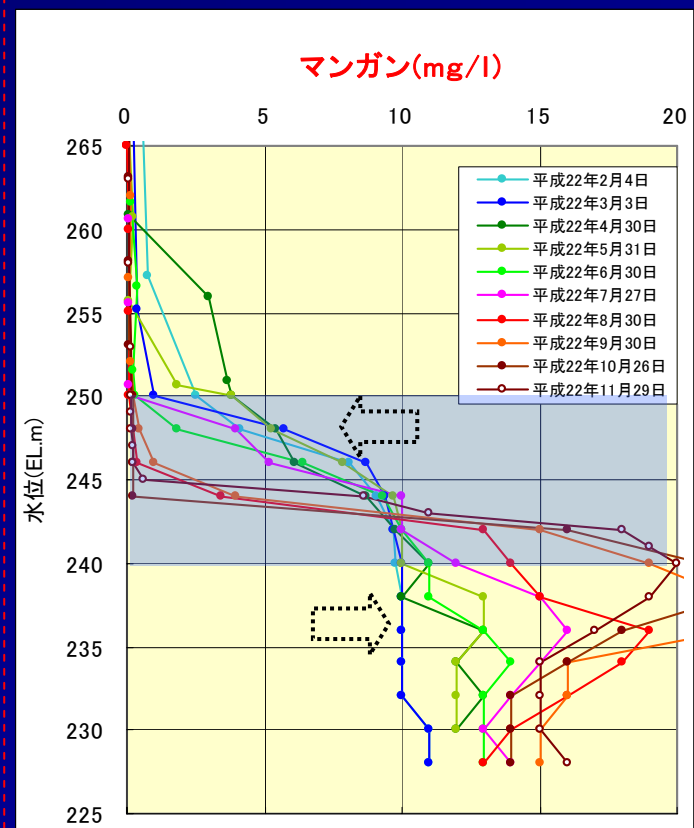
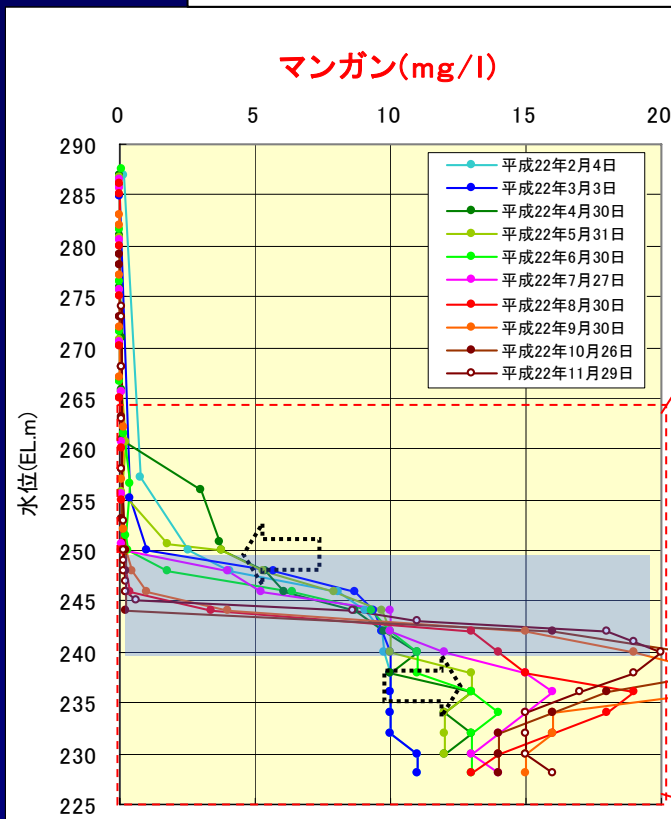


図 マンガン鉛直分布

図 マンガン鉛直分布(拡大図)

(6)M-6での金属の低減状況

M-6ではいずれもほとんど変化していない。

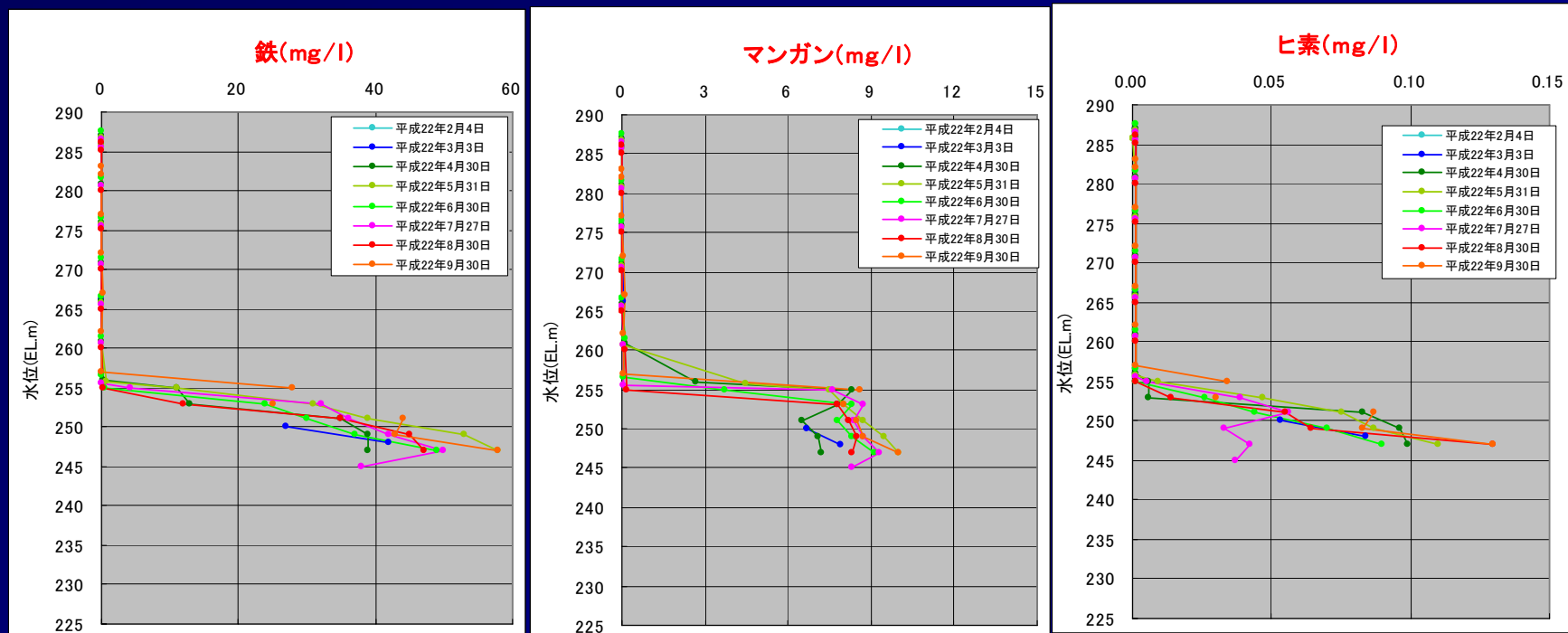


図 金属類の鉛直分布:M-6

(4)EC(導電率)の低減状況

EL.238mより上層で低減がみられる。
238mより下では上昇傾向である。

ECが減少

ECが増加

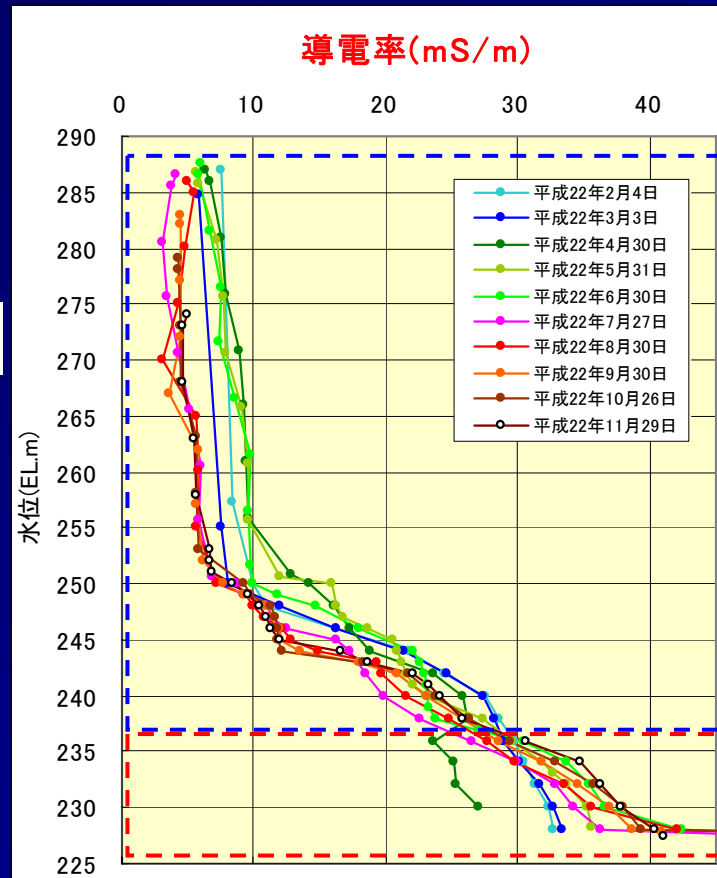


図 ECの鉛直分布(平成22年)

(5)水温勾配の状況

- ・EL.260m～EL.280mでは、黒川橋に設置されたアオコ対策装置の影響で下層に表層の暖かい水が供給されている。
- ・EL.244m～EL.250m及びその上層において、陸上から供給される酸素によって1℃程度水温が上昇し、水温逆転層が若干解消されつつある。
- ・1ヶ月だけ酸素供給のあったEL.240m～EL.244mでは0.2℃程度の水温上昇・上層との水温の均一化がみられる。

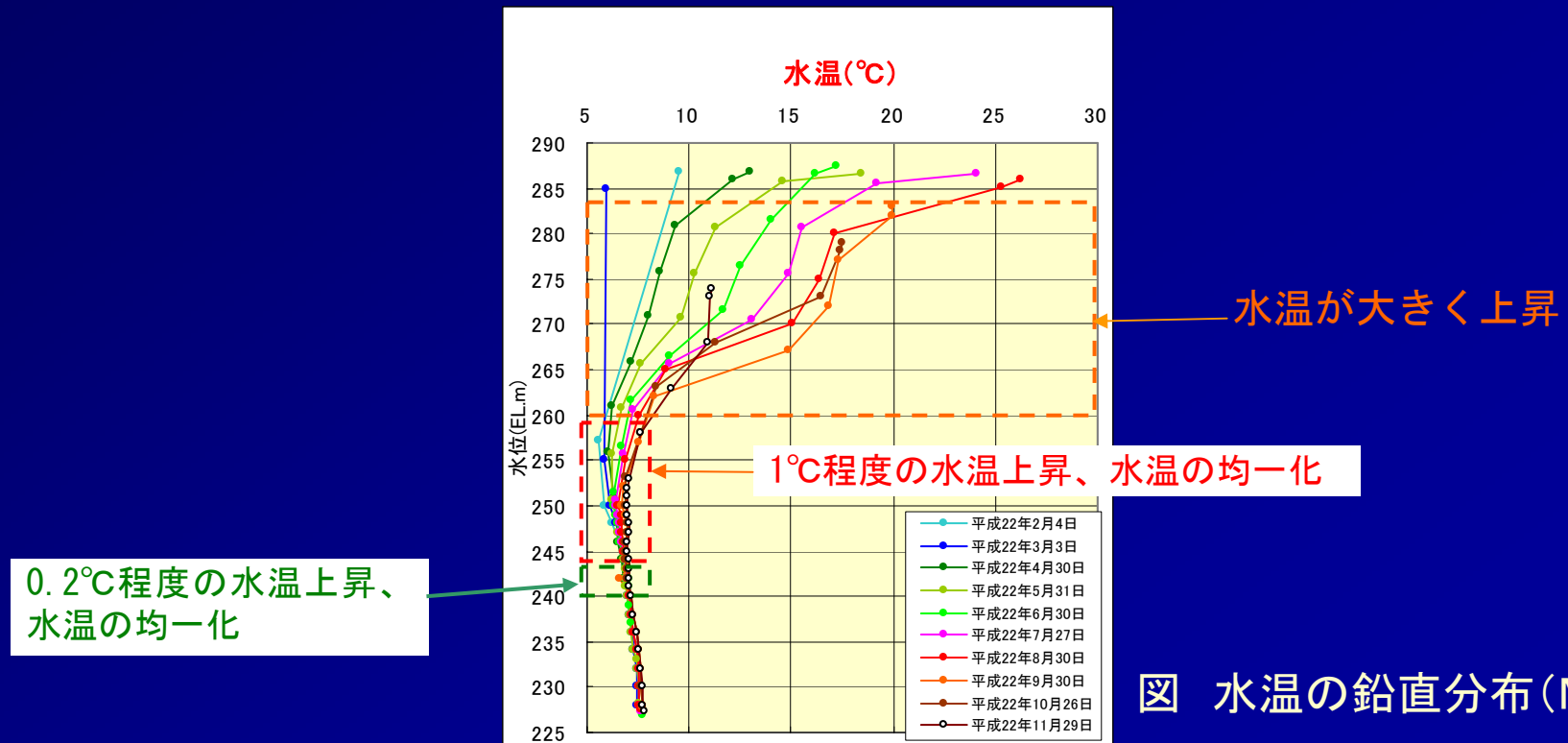


図 水温の鉛直分布(M-1)

(5)水温勾配の状況

鉄の減少分(6.86mg/L減少)は、0.17°C分の密度差に相当する。これにより、上の層との混合が説明できる。

表 水温による密度の変化 単位[g/cm³]

温度 (°C)	小数点以下	
	0	1
4	0.999973	0.999973
5	0.999965	0.999963
6	0.999941	0.999938
7	0.999902	0.999898

鉄の変化分

※7.1°Cと7.0°Cの密度差は4mg/L → 6.86mg/Lでは0.17°Cに相当

3.5 酸素消費速度の検証

3.5.1 酸素供給開始直後

1巡目の平成22年4月～6月に対し、以下の式で酸素消費速度を求めた。

$$\text{酸素消費速度} = \frac{\text{A: 酸素供給前の残存酸素量} + \text{B: 水中への酸素供給量 (陸上からの酸素供給量より推定: 検証できない)} - \text{C: 酸素供給後の残存酸素量}}{\text{D: 酸化された範囲 (m}^3\text{ : 240} \sim \text{250EL. m)} \times \text{E: 日数 (日)}}$$

酸素消費速度は0.47～0.63 mg/L・日と、当初の想定である 0.23 mg/L・日より大きく算出された。



図 表層での泡の発生状況

3.5 酸素消費速度の検証

3.5.2 酸素飽和後

一旦装置の稼働を中断し、酸素消費速度を算出した。
9/30→11/15の46日間では0.137(mg/L・日)であった。

表 平成22年10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

3.6 マンガンの減少速度の検証

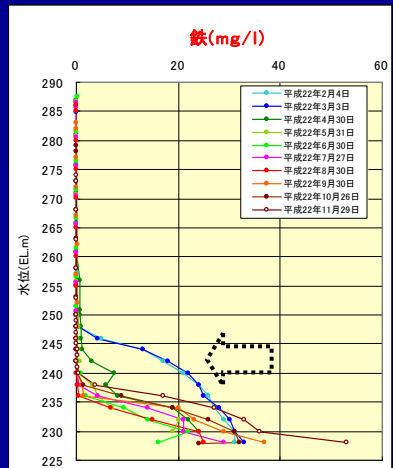
マンガンの酸化による減少は、鉄が大きく減少した後、減少が見られ始めた。

平成22年のマンガン(mg/L)(M-1) 混合がみられる時期

(EL. m)	3月3日	4月30日	5月31日	6月30日	7月27日	8月30日	9月30日	10月26日
255-260		0.048	0.22	0.16	0.044	0.015	0.098	0.074
252-255	0.4	3.0	0.10	0.40		0.042		0.087
250-252		3.7	1.8	0.26	0.084		0.14	
250	0.97	●3.8	●3.8	0.27	●0.12	0.10	0.22	0.21
248	5.7	●5.4	●5.3	1.8	●4.0	●0.22	●0.48	0.20
246	8.7	●6.1	●7.9	6.4	●5.2	●0.41	●0.97	0.22
244	9.4	8.7	●9.7	●9.3	10	●3.4	●4.0	0.22

酸素供給範囲

凡例：白字はDOが1.0mg/L以上、赤字は1.0mg/L未満、
●は酸素の供給範囲 ■はマンガンの減少が見られる範囲



3.6 マンガンの減少速度の検証

マンガンの低減は3.5～6.6mg/L・月と、当初の想定であった1.0 mg/L・月を大幅に上回った。

表 マンガンの減少速度(mg/L・月)

測定高さ (EL. m)	濃度変化	対象時期	1ヶ月 当たり
250	$3.8 - 0.27 = 3.53$	5/31→6/30	3.5
248	$4.0 - 0.22 = 3.78$	7/27→8/30	3.8
248	$5.3 - 1.8 = 3.5$	5/31→6/30	3.5
246	$5.2 \rightarrow 0.41 = 4.79$	7/27→8/30	4.8
244	$10 \rightarrow 3.4 = 6.6$	7/27→8/30	6.6

3.6 マンガンの減少速度の検証

マンガンの減少速度[$\text{mg/L} \cdot \text{月}$] $= 1.5069 \times \text{当初マンガン濃度}[\text{mg/L}]^{0.629}$
なお、当初マンガン濃度が $10.5[\text{mg/L}]$ 以上の時は $6.6[\text{mg/L} \cdot \text{月}]$ で一律とする。

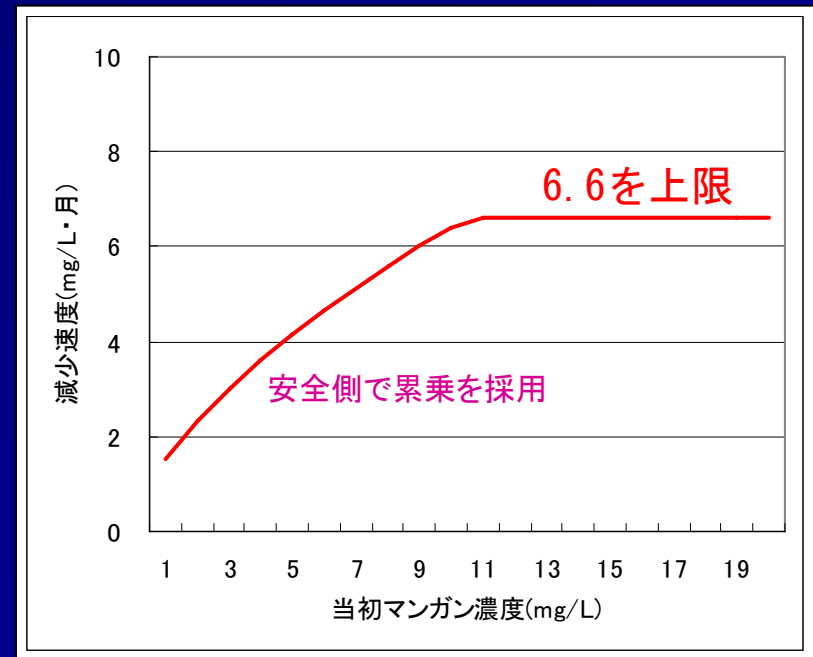
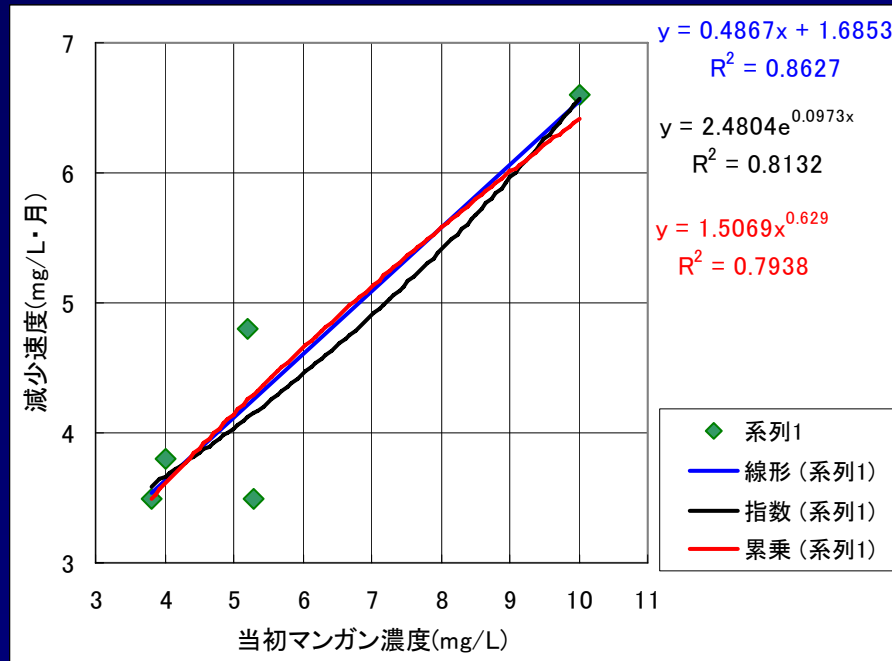


図 当初のマンガン濃度とマンガン減少速度の関係

3.6 マンガンの減少速度の検証

マンガンの減少速度

- マンガンの減少速度[$\text{mg/L} \cdot \text{月}$] $= 1.5069 \times \text{当初マンガン濃度} [\text{mg/L}]^{0.629}$ として算出する。
- 当初マンガン濃度が $10.5 [\text{mg/L}]$ 以上の時は $6.6 [\text{mg/L} \cdot \text{月}]$ で一律とする。
- ただし、上の層に広く酸素がありマンガンの濃度が低い状況に限る。

3.6 マンガンの減少速度の検証

上層に広範囲に酸素がない状況は、他の物質の酸化に酸素が使われやすいと考えられる。

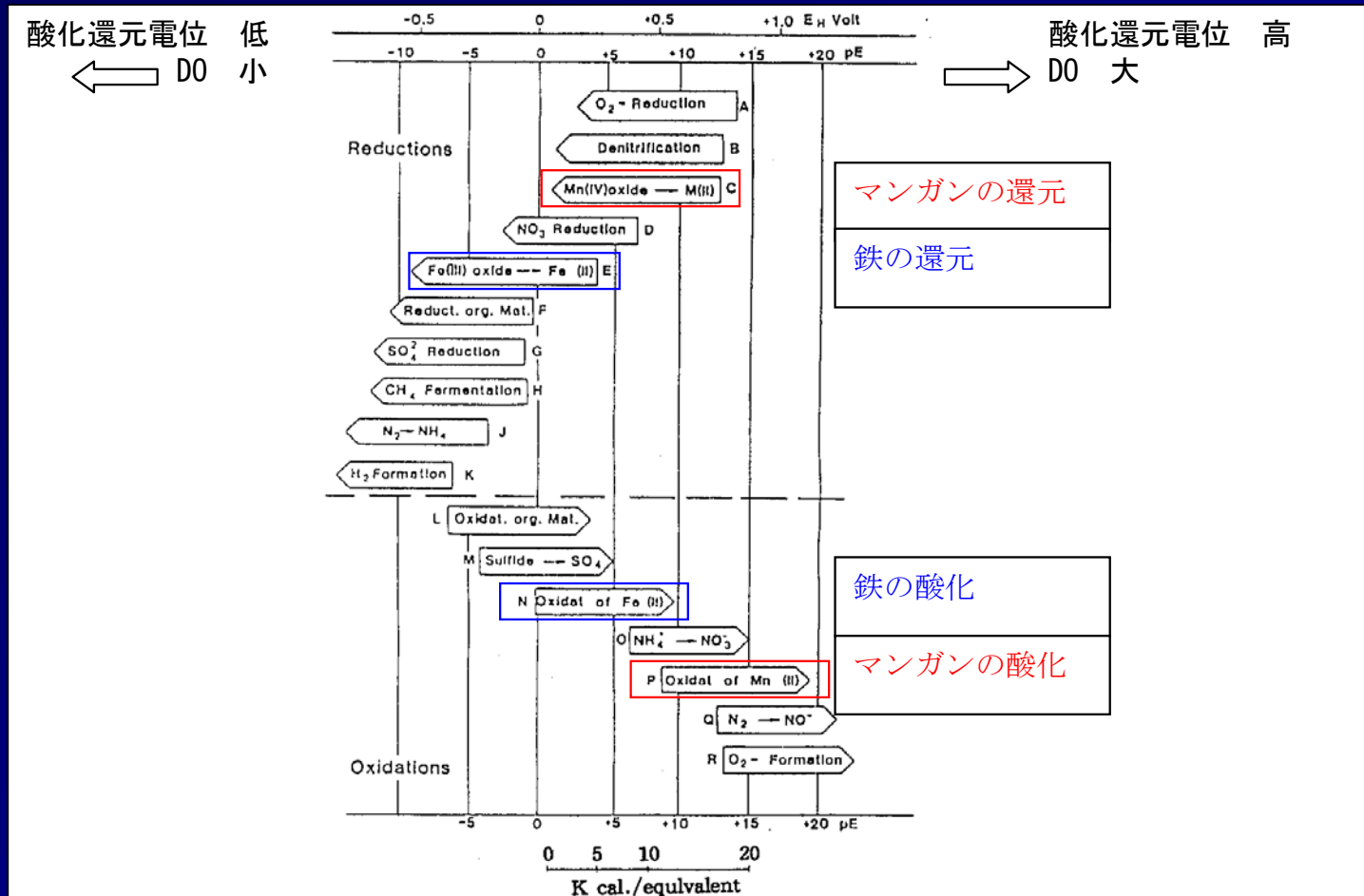


図 酸化還元課程

3.7 ECを用いた鉄・ヒ素・マンガン濃度の推定

ECを用いて、鉄・ヒ素・マンガン濃度が推定した。

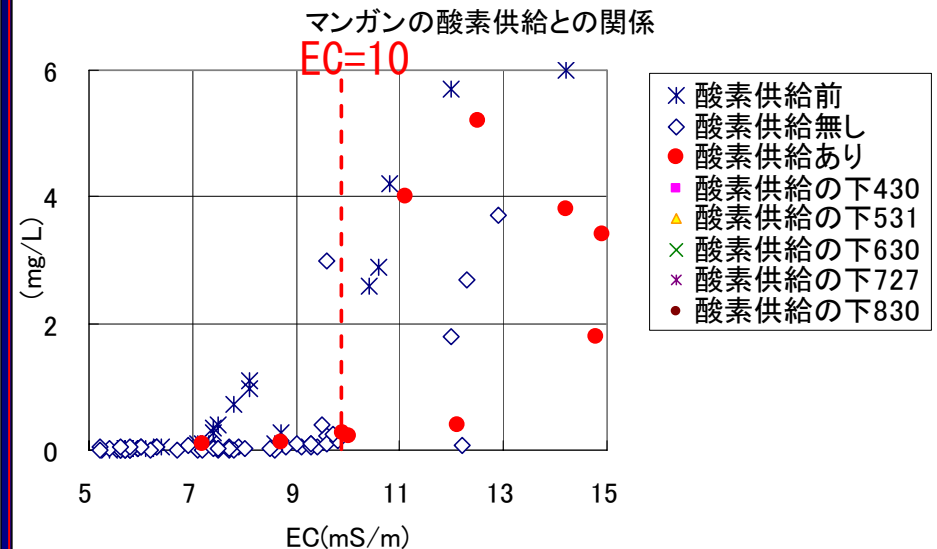
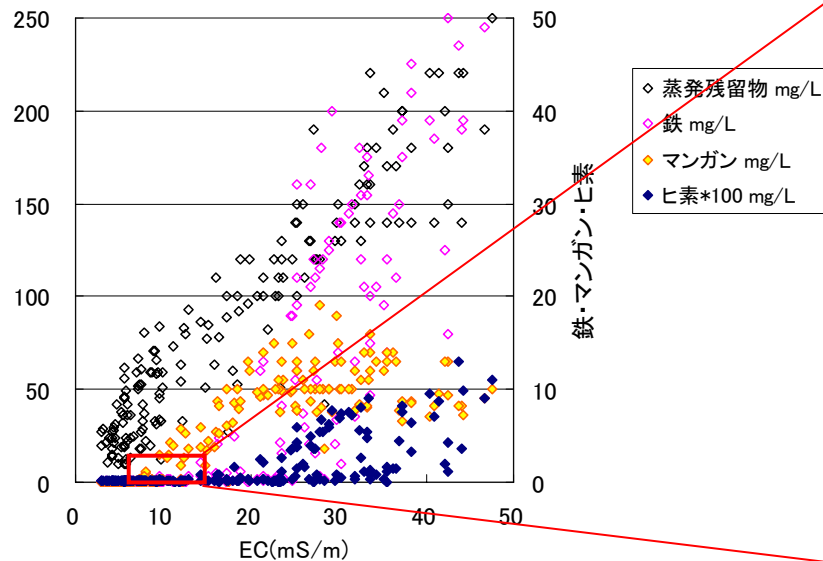
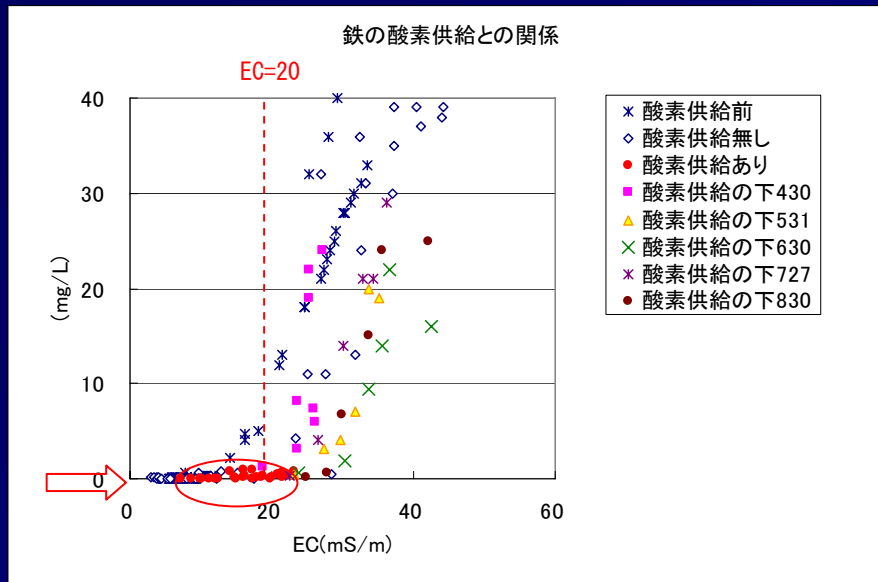


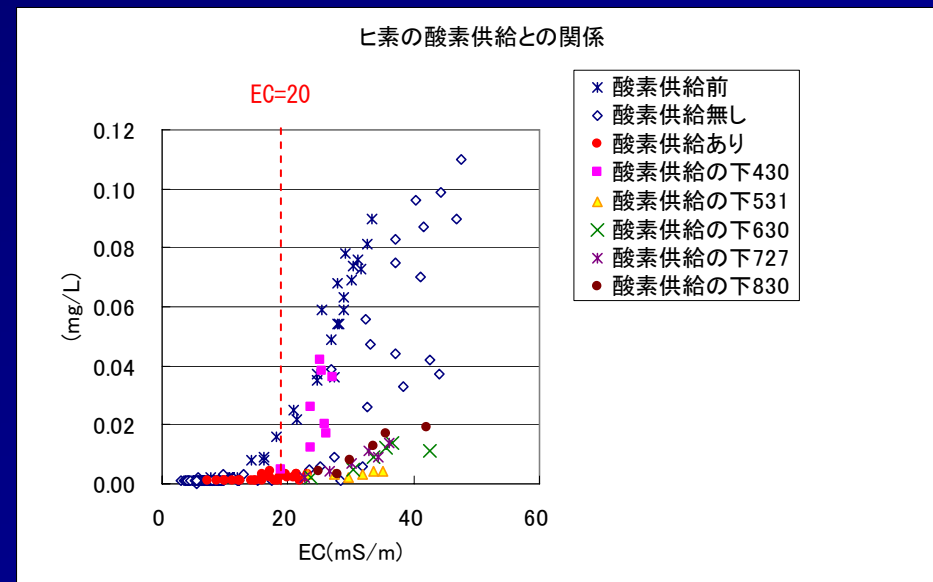
図 酸化の有無とECーマンガンの関係

3.7 ECを用いた鉄・ヒ素・マンガン濃度の推定

ECを用いて、鉄・ヒ素・マンガン濃度が推定した。



鉄



ヒ素

図 酸化の有無とEC—鉄・ヒ素の関係

3.7 ECを用いた鉄・ヒ素・マンガン濃度の推定

- ECにかかわらず、DOがあれば、鉄・ヒ素はなくなっている。
- DOがない、あるいはDOの情報がない場合、 $EC=20(\text{mS/m})$ を下回れば、鉄とヒ素はほとんどなくなっている。
- $EC=10(\text{mS/m})$ を下回れば、マンガンもほとんどなくなっている。

4.高濃度酸素溶解装置の運用(案)

4.1 平成22年4月～12月の吐き出し高さの適宜設定

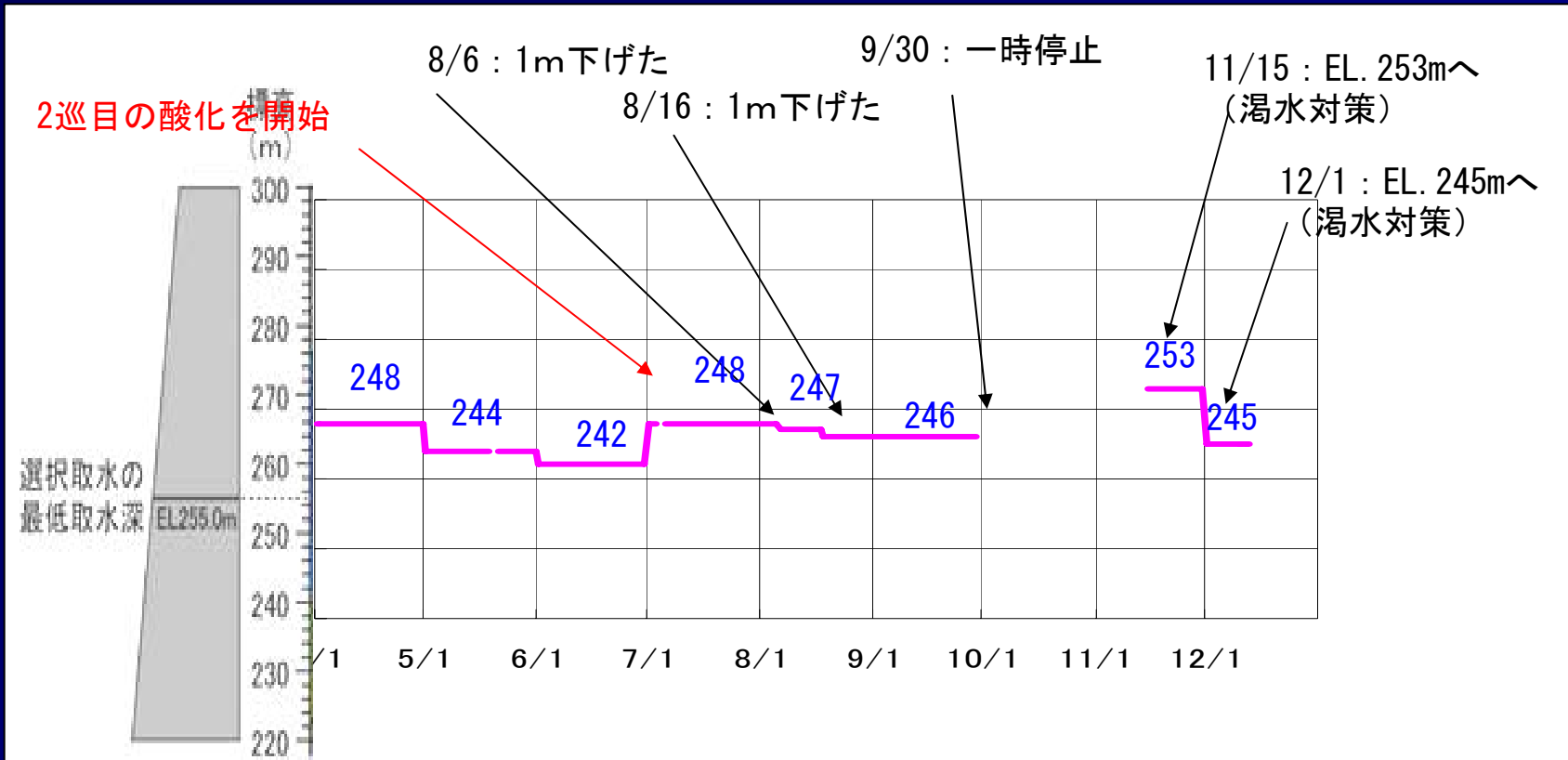


図 高濃度酸素溶解装置の吐き出し高さ

(1)8月6日の運用変更

EL.249m～EL.250mの範囲はECが10mS/m未満まで低減されたことから、248mから247mへ1m下げた

表 平成22年7月27日のDOとEC

EL.248mの状況より、10未満と推定

DO (mg/L)	M-1	M-2	M-3	EC (mS/m)	M-1	M-2	M-3
250 (EL. m)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	250 (EL. m)	8.7	7.6	7.2
249	14.4	< 0.5		249	9.3	9.7	
248	26.7	21.5	4.7	248	11.1	11.3	10.1
247	24.0	19.4	11.5	247	11.3	11.4	11.3
246	15.5	< 0.5	< 0.5	246	12.5	12.4	12.3
245	< 0.5		< 0.5	245	16.3		17.2
244	< 0.5	< 0.5	< 0.5	244	17.2	18.6	17.6
242	< 0.5	< 0.5	< 0.5	242	18.5	19.3	19.3
240	< 0.5	< 0.5		240	19.9	20.4	

(2)8月18日の運用変更

EL.248m～EL.249mの範囲はECが10mS/m未満まで低減されたことから、247mから246mへ1m下げた

少し10を上回ってはいるが、DOが十分にあるため、下げることにした。

表 平成22年8月16日のDOとEC

DO (mg/L)	M-1	M-2	M-3	EC (mS/m)	M-1	M-2	M-3
250 (EL. m)	1.2	4.0	1.5	250 (EL. m)	7.7	8.1	8.2
249	1.8	22.5	6.7	249	7.6	9.7	9.3
248	16.2	31.4	11.5	248	9.6	10.9	10.1
247	33.0	32.0	15.0	247	11.5	11.5	11.3
246	34.2	28.7	7.1	246	11.7	12.3	12.2
245	< 0.5	< 0.5	< 0.5	245	17.0	13.9	18.0
244	< 0.5	< 0.5	< 0.5	244	18.7	17.4	19.4
242	< 0.5	< 0.5	< 0.5	242	19.7	18.7	33.0
240	< 0.5	< 0.5	< 0.5	240	21.3	19.3	33.4

(3)9月30日の運用変更

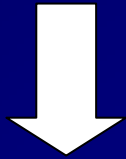
標高 (EL.m)	Mn濃度 (mg/L)		①目標Mn濃度 常満時(mg/L)	②11/30時点のMn 濃度予測値(mg/L)	判定	
250	H22年8月 調査結果 より	0.10	1.1	0	①>②	○
249						
248		0.22			①>②	○
247						
246		0.41	1.3	0	①>②	○
245						
244		3.4			①>②	○
243						
242		13	4.0	10.0	①<②	×
241						

※ここではマンガンの減少速度が1.0mg/L・月(第4回委員会資料参照)として検討している。

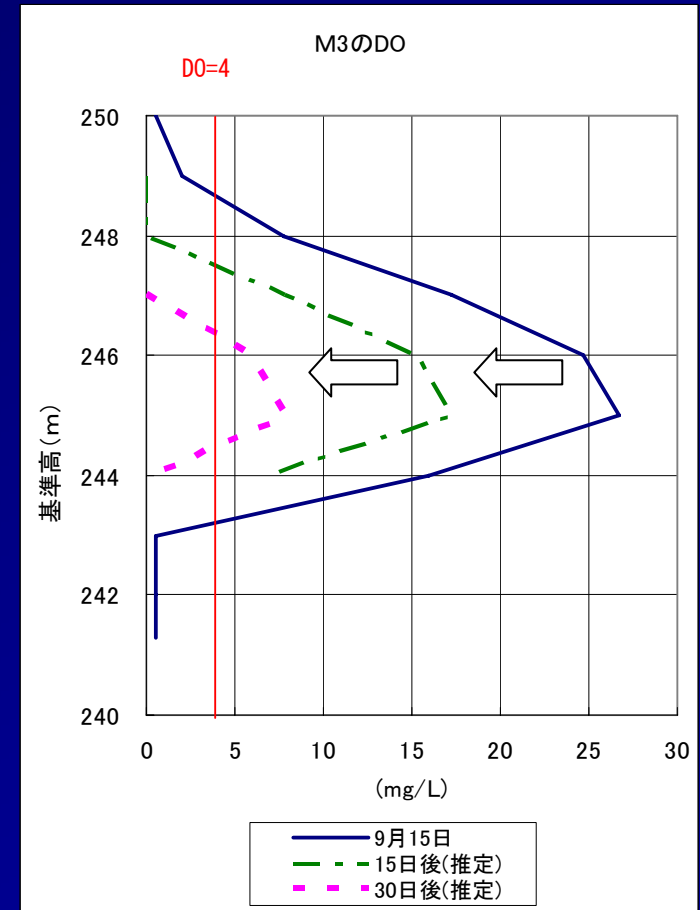
EL.244mよりも深い層ではマンガンが高濃度のままであり、
これ以上深い層に進むことができないと考えられた。

(3)9月30日の運用変更

4月～6月に推定された酸素消費速度最大値(0.63mg/L・日)を用いても、30日後にはまだDOが4mg/Lを越えていると予測された

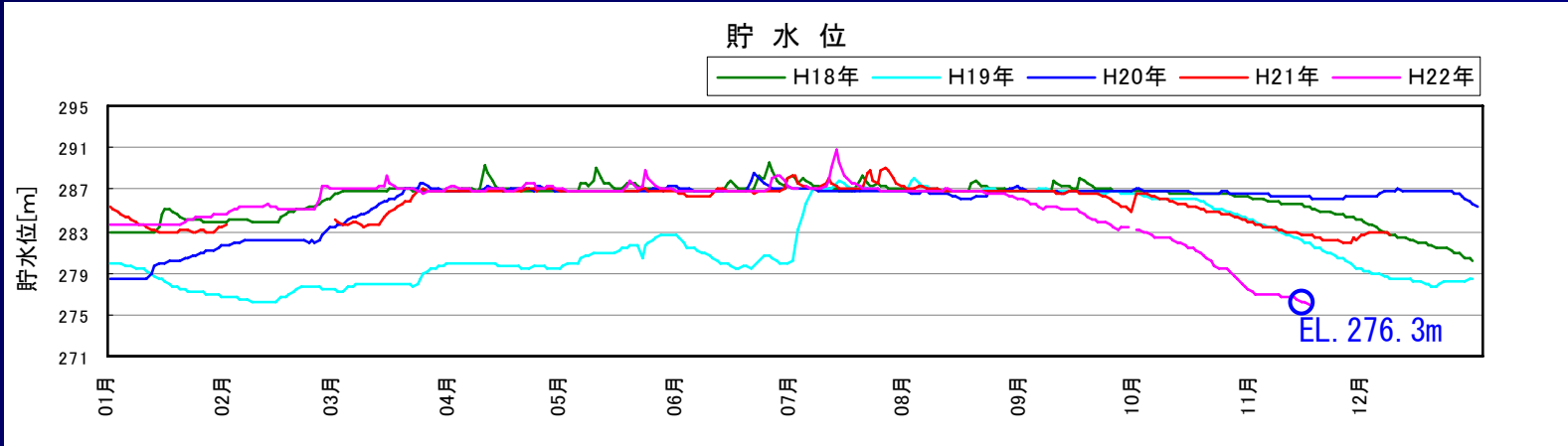


酸素の供給を止めることで、より正確な酸素消費速度が把握できるため、一時停止を行った。



(4)11月15日の運用変更(渇水時に向けた運用)

貯水位が徐々に低下を続け、
循環期を迎える冬季に渇水が生じる可能性が出てきた。



EL.243mについて循環するかどうかは水温や
導電率だけではデータが不足しており、採水
による分析の必要性があげられた。

➡ 今後EL.243mのマンガンの値を
2週間に1回監視することとした。

測定高さ (EL. m)	10月26日 マンガン (mg/L)
248	0. 20
246	0. 22
244	0. 22
242	16
240	21

(4)11月15日の運用変更(渇水時に向けた運用)

当面はEL.243mに影響しない範囲として、DOが少なく、マンガン濃度が多少残っている高さである
EL.251m～EL.255mを対象に、循環期に向けた暫定運用をすることとした

(5)12月1日の運用変更(温水時に向けた運用)

表 表層0.5mの最低水温

年度	12月	1月	2月	3月
平成12年度	8.1	5.4	5.3	6
平成13年度	6.6	5.6	5.5	6.9
平成14年度	5.9	4.6	4.0	6.1
平成15年度	6.7	4.9	4.7	6.2
平成16年度	8.6	6.2	5.4	5.5
平成17年度	5.5	4.9	4.8	6.1
平成18年度	6.6	5.3	5.2	7.3
平成19年度	7.4	5.9	5.3	5.5
平成20年度	8.2	5.8	6	7.6
平成21年度	8.3	6.2	5.9	7.9

※ダムサイト

表 水温と密度の関係

温度 (℃)	小数点第1位=0	小数点第1位 =1
4	0.999973	0.999973
5	0.999965	0.999963
6	0.999941	0.999938
7	0.999902	0.999898

M-1のEL.243mの水温は7.1℃



75mg/L重たくなる。

(5)12月1日の運用変更(渇水時に向けた運用)

表 2月に生じる密度差の算出
(平成22年11月15日水質データより推定)

標高	水温 (℃)	水温による密度 の差 (mg/L) ※	蒸発残留物 (mg/L)	密度の差 (mg/L) (2月を推定)
EL. 276m	13. 7→4. 0	+75	36	111
EL. 243m	7. 1	0	100	100
EL. 242m	7. 1	0	130	130

※7.1℃の時の水の密度を基準にした

(5)12月1日の運用変更(渇水時に向けた運用)

表 貯水位とマンガン濃度の関係

貯水位	EL. 243mまで循環した時の 表層のマンガン濃度
EL. 272m	0.150
EL. 271m	0.159
EL. 270m	0.170
EL. 269m	0.182
EL. 268m	0.195

 積極的な対策が必要

※平成22年11月15日現在の水質
及び貯水位(EL.276.3m)で算出

(5)12月1日の運用変更(温水時に向けた運用)

考え方：EL. 242mとEL. 243mの蒸発残留物の差＝30mg/L

→EL. 242mまでは循環する可能性が小さい

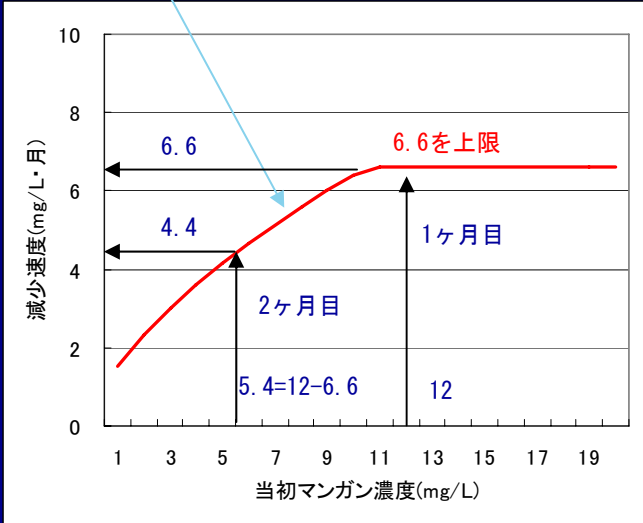
EL. 243mよりも上層のマンガンのうち、EL. 243mが
58% (469kg) を占めており、ここのマンガンの低減
が効果が高い。

備考：EL. 242mを循環対象としない注意

(5)12月1日の運用変更(渇水時に向けた運用)

貯水位	EL. 243mまで循環した時の 表層のマンガン濃度
EL. 278m	0.038
EL. 277m	0.039
EL. 276m	0.040
EL. 275m	0.041
EL. 274m	0.042
EL. 273m	0.043
EL. 272m	0.044
EL. 271m	0.046
EL. 270m	0.048
EL. 269m	0.049 (貯水位管理の目標)
EL. 268m	0.054
EL. 267m	0.057
EL. 266m	0.060
EL. 265m	0.063
EL. 264m	0.067
EL. 263m	0.071
EL. 262m	0.076

マンガン濃度の減少速度[mg/L・月]
= 1.5069 × 当初マンガン濃度[mg/L]^{0.629}



1.0 = 5.4 - 4.4



2ヶ月後の濃度

(5)12月1日の運用変更(喝水時に向けた運用)

貯水位	EL. 243mまで循環した時の 表層の鉄濃度
EL. 278m	0.035
EL. 277m	0.035
EL. 276m	0.035
EL. 275m	0.035
EL. 274m	0.034
EL. 273m	0.034
EL. 272m	0.033
EL. 271m	0.033
EL. 270m	0.032
EL. 269m	0.032
EL. 268m	0.031
EL. 267m	0.030
EL. 266m	0.029
EL. 265m	0.028
EL. 264m	0.027
EL. 263m	0.026
EL. 262m	0.024

貯水位	EL. 243mまで循環した時の 表層のヒ素濃度
EL. 278m	<0.001
EL. 277m	<0.001
EL. 276m	<0.001
EL. 275m	<0.001
EL. 274m	<0.001
EL. 273m	<0.001
EL. 272m	<0.001
EL. 271m	<0.001
EL. 270m	<0.001
EL. 269m	<0.001
EL. 268m	<0.001
EL. 267m	<0.001
EL. 266m	<0.001
EL. 265m	<0.001
EL. 264m	<0.001
EL. 263m	<0.001
EL. 262m	<0.001

水位に関わらず参考目標値である鉄＝0.3mg/L、ヒ素＝0.01mg/Lを下回る。

(5)12月1日の運用変更(喝水時に向けた運用)

12月1日以降の改善範囲をEL.243m～EL.247mと設定し、装置はEL.245mに設置した。

(6)12月10日の運用変更の検討(渇水時に向けた運用)

11月29日に行った水質調査の結果、M-1表層0.3mでは、マンガン濃度が0.07mg/Lとすでに参考目標値0.05mg/Lを超過していた。

ダム水質臨時調査									
調査年月日：平成22年11月29日									
貯水位		274.28m							
地 点		M-1(計器測定)							
測定水深		水温	DO	導電率	p H	ヒ素	鉄	マンガン	蒸発残留物
EL(m)	水深(m)	℃	mg/L	mS/m	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
274.0	0.3	11.1	8.0	4.9	6.6	0.003	0.05	0.070	21
273.0	1.3	11.0	8.1	4.7	6.7	0.003	0.06	0.059	23
268.0	6.3	10.9	8.2	4.7	6.7	0.003	0.06	0.052	26
263.0	11.3	9.1	2.5	5.4	6.4	0.002	0.04	0.092	32
258.0	16.3	7.6	2.8	5.7	6.1	0.002	0.03	0.083	41
253.0	21.3	7.1	9.0	6.6	6.0	0.002	0.05	0.16	57
252.0	22.3	7.0	25.4	6.7	6.2				
251.0	23.3	7.0	15.2	6.8	6.0				
250	24.3	7.0	8.1	8.3	6.0	0.002	0.05	0.14	53

当該層は、DOが十分にあるため、マンガンは時間経過により酸化されるものと考えられる。
よって、高濃度酸素溶解装置での対応は行わない。

4.2 平成23年の運用の考え方(案)

一旦酸化が完了すると、2巡目以降は酸素消費速度が大きく下がることが確認できた。



1巡目を $0.63(\text{g/日/m}^3)$ 、2巡目を $0.137(\text{g/日/m}^3)$ と仮定



1巡目のEL.240m～EL.244mに限り1ヶ月、残りは2週間以下で済むと考えられる。

4.2 平成23年の運用の考え方(案)

表 1巡目に必要な日数

↓装置から最も離れた地点での濃度							
標高	①1m当たりの容量 (m3)	②必要酸素1(kg/日) 消費分	③吐き出し周辺 のDO(mg/L)	④改善目標 DO(mg/L)	④平均改善 DO(mg/L)	⑤必要酸素2(kg/ 日)濃度上昇分	⑩必要日数
	ダムコンデータより	観測値0.63g/m3/日 × ①	1巡目観測値	第3回委員会 より	③と④の平均 値	①×④	⑤/(164.3-②)/4(効 果範囲4m) ※
244	43216	27.2	15	4	9.5	410.6	29.6
243	39104	24.6	15	4	9.5	371.5	22.6
242	35197	22.2	15	4	9.5	334.4	17.7
241	31495	19.8	15	4	9.5	299.2	14.1
240	28000	17.6	15	4	9.5	266.0	11.3
239	24710	15.6	15	4	9.5	234.7	9.2
238	21625	13.6	15	4	9.5	205.4	7.5
237	18746	11.8	15	4	9.5	178.1	6.1
236	16073	10.1	15	4	9.5	152.7	4.9
235	13606	8.6	15	4	9.5	129.3	4.0
234	11344	7.1	15	4	9.5	107.8	3.2
233	9288	5.9	15	4	9.5	88.2	2.5
232	7437	4.7	15	4	9.5	70.7	1.9
231	5792	3.6	15	4	9.5	55.0	1.5
230	4352	2.7	15	4	9.5	41.3	1.1
229	3119	2.0	15	4	9.5	29.6	0.8
228	2091	1.3	15	4	9.5	19.9	0.5
227	1268	0.8	15	4	9.5	12.0	0.3
226	651	0.4	15	4	9.5	6.2	0.2
225	240	0.2	15	4	9.5	2.3	0.1

赤字は代表させた日数(ブロックの最大値) ↑

4.2 平成23年の運用の考え方(案)

表 2巡目に必要な日数

↓装置から最も離れた地点での濃度							
標高	①1m当たりの容量 (m3)	②必要酸素1(kg/日) 消費分	③吐き出し周辺 のDO(mg/L)	④改善目標 DO(mg/L)	④平均改善 DO(mg/L)	⑤必要酸素2(kg/ 日)濃度上昇分	⑩必要日数
	ダムコンデータより	観測値0.137g/m3/ 日×①	2巡目観測値	第3回委員会 より	③と④の平均 値	①×④	⑤/(164.3-②)/4(効 果範囲4m) ※
244	43216	5.9	15	4	9.5	410.6	11.7
243	39104	5.4	15	4	9.5	371.5	10.4
242	35197	4.8	15	4	9.5	334.4	9.2
241	31495	4.3	15	4	9.5	299.2	8.1
240	28000	3.8	15	4	9.5	266.0	7.1
239	24710	3.4	15	4	9.5	234.7	6.2
238	21625	3.0	15	4	9.5	205.4	5.4
237	18746	2.6	15	4	9.5	178.1	4.6
236	16073	2.2	15	4	9.5	152.7	3.9
235	13606	1.9	15	4	9.5	129.3	3.3
234	11344	1.6	15	4	9.5	107.8	2.7
233	9288	1.3	15	4	9.5	88.2	2.2
232	7437	1.0	15	4	9.5	70.7	1.8
231	5792	0.8	15	4	9.5	55.0	1.4
230	4352	0.6	15	4	9.5	41.3	1.0
229	3119	0.4	15	4	9.5	29.6	0.7
228	2091	0.3	15	4	9.5	19.9	0.5
227	1268	0.2	15	4	9.5	12.0	0.3
226	651	0.1	15	4	9.5	6.2	0.2
225	240	0.0	15	4	9.5	2.3	0.1

赤字は代表させた日数(ブロックの最大値) ↑

4.2 平成23年の運用の考え方(案)

マンガンの減少速度[mg/L・月] $=1.5069 \times$ 当初マンガン濃度[mg/L] $^{0.629}$

表 平成23年のマンガン予測値(mg/L)(M-1)

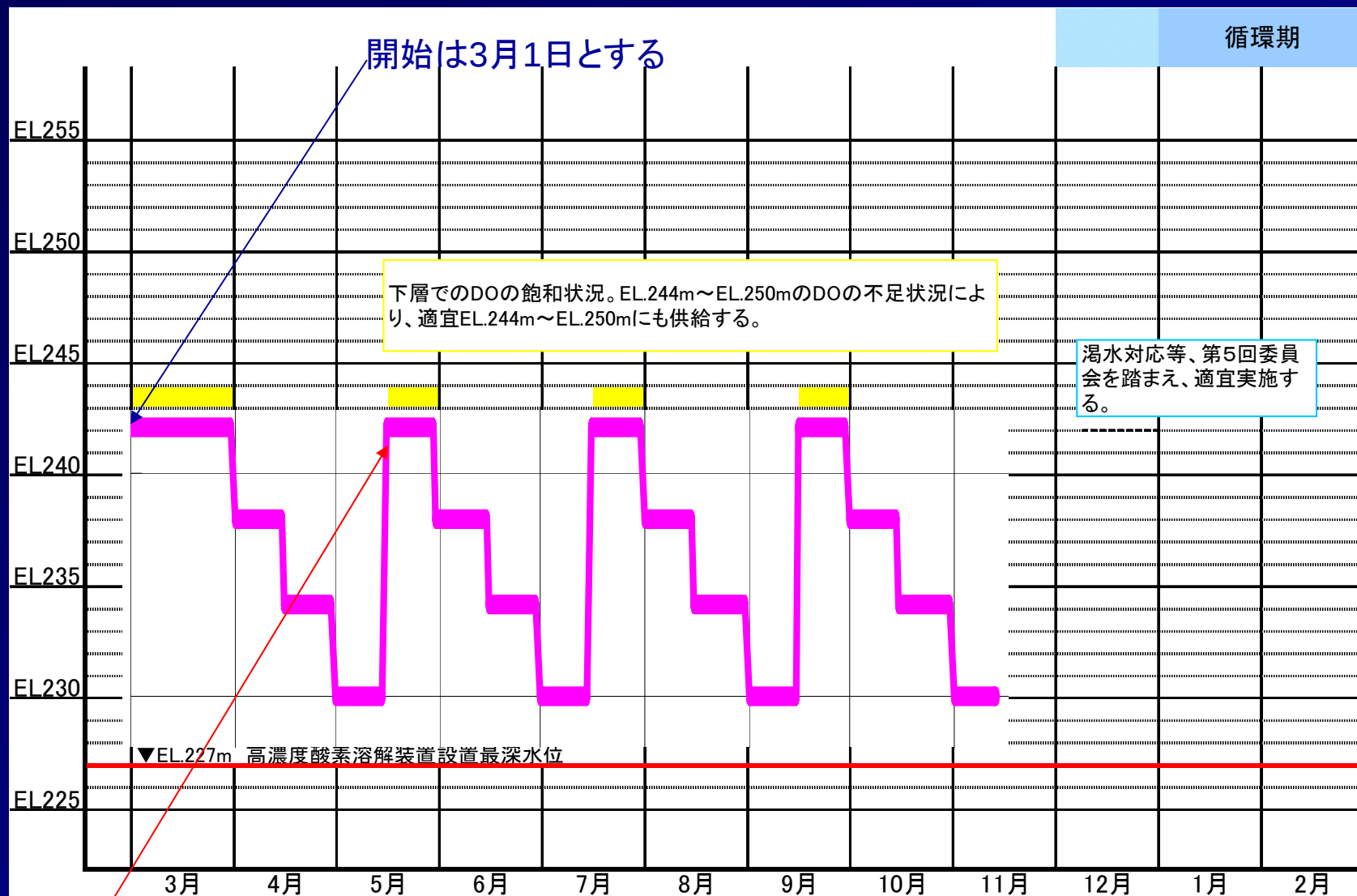
測定高さ (EL. m)	3 月 1 日	4 月 1 日	5 月 1 日	6 月 1 日	7 月 1 日	8 月 1 日	9 月 1 日	10 月 1 日	11 月 1 日	12 月 1 日
260	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
255	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
250	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
248	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
246	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
245	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
244	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
243	12	12	12	5.4	1.0	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
242	16	16	16	9.4	3.2	0.1	0.025	0.025	0.025	0.025
240	21	21	21	14.4	7.8	2.3	0.025	0.025	0.025	0.025
238	22	22	22	22	22	15.4	8.8	2.9	0.3	0.025
236	18	18	18	18	18	11.4	4.8	0.8	0.025	0.025
234	16	16	16	16	16	9.4	3.2	0.1	0.025	0.025
232	14	14	14	14	14	14	14	7.4	2.1	0.025
230	14	14	14	14	14	14	14	7.4	2.1	0.025
228	14	14	14	14	14	14	14	7.4	2.1	0.025

凡例) 赤字は低減開始時

4.2 平成23年の運用の考え方(案)

考え方	運用案
1	運用高さはマンガン濃度を基に設定する。（鉄とヒ素は酸化が早い）
2	運用は3月 1 日より始めることを原則とする（3月1日より早く循環期終了が確認されれば前倒しする）。
3	吐き出し高さは、EL. 242m（酸化対象範囲＝EL. 240m～EL. 244m）から下に向けて進める。
4	高濃度酸素溶解装置による改善高さは4 mとする。
5	EL. 242mは最初のみ1ヶ月間、それ以外は2週間ごとに移動する。 （底層では容量が小さいことから、表層での泡の発生状況から次の高さに速やかにすることを検討する）。
6	上層の酸素不足及び金属類の溶出が生じれば、一時的にその層に高さを 変更する。
7	D0が余剰になった場合には、コスト縮減を検討する。

4.2 平成23年の運用の考え方(案)



2巡目以降、2週間単位(水質調査間隔)で動かすことが可能である。

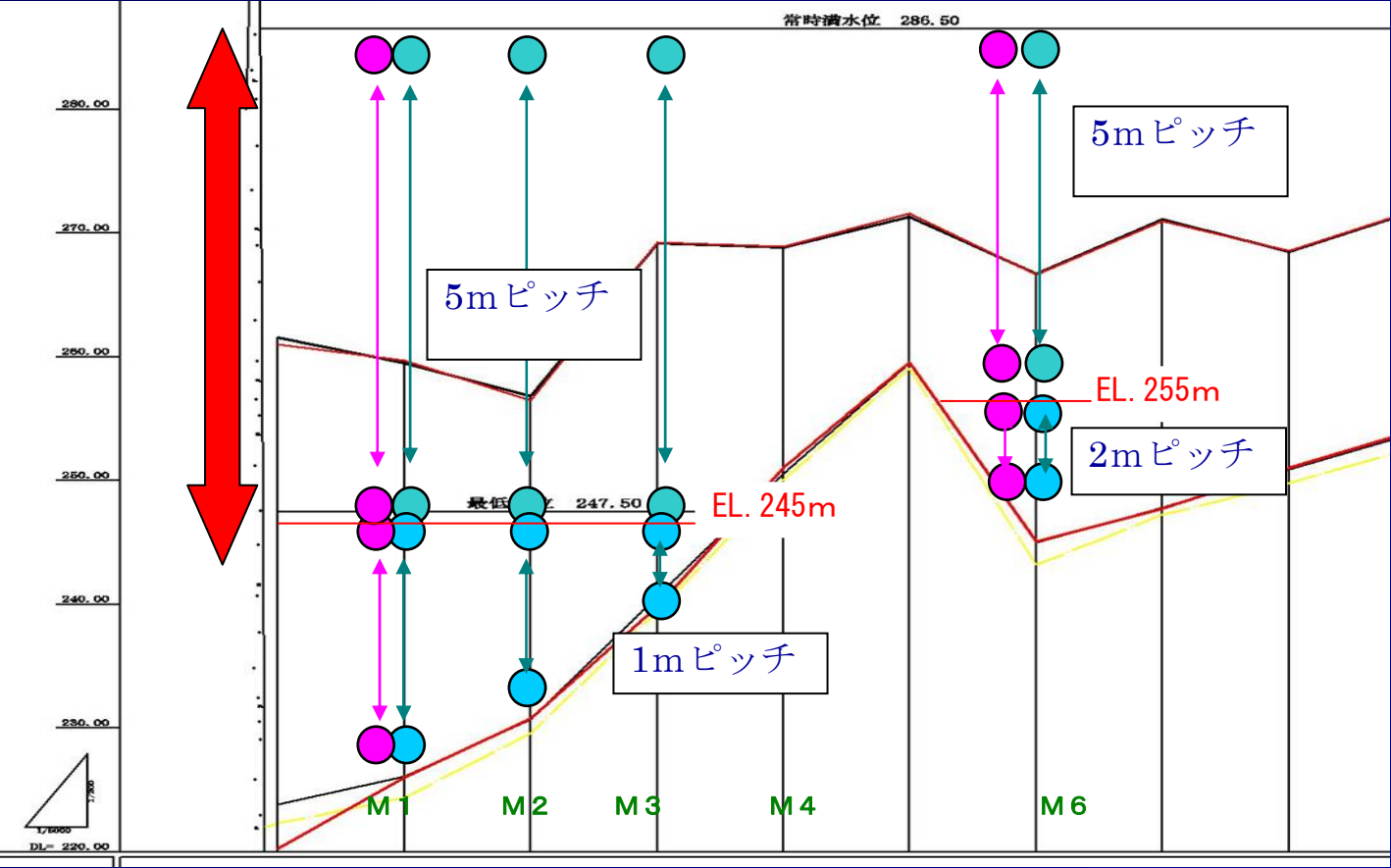
5. 水質モニタリング調査(案)

■水質モニタリング調査(案)

変更点	変更理由
EL. 245m より下層では 1 m ピッチとする。	酸素供給範囲では 1 m ごとのD0の変化が大きく、1 m きざみで装置の運用を検討する可能性があるため。
鉛直方向のpHの測定を削除する。	H22調査の結果、過年度と大きな差異がみられず、結果を装置の運用に反映しないため。
採水分析のD0を削除する。	ポータブル機器でも測られており、H22の分析値との比較検討の結果、大きな違いがなかった。分析は結果までの時間がかかり、H22は速やかに結果が得られるポータブル機器の結果を運用に反映していたため。
M－4 の測定を削除する。	H22調査の結果、M－4 の水質に変化がなかったため。

■水質モニタリング計画(案)

自動水質観測装置(1回/日)



●
【簡易水質調査】
水温、D0、EC
2回/月

●
【採水分析】
鉄、マンガン、ヒ
素、蒸発残留物
1回/月

■水質モニタリング計画(案)

	モニタリング目的	モニタリング項目	形式	モニタリング手法	地点	深度	頻度	モニタリング時期	備考
								施工後	
運転管理	ダム管理上必要な基礎データ入手	【自動水質観測装置】 水温、濁度、EC、pH、DO、クロロフィルa	常時	センサーによる水深方向の自動計測(表層～EL.243m)	M0	1m毎	連続監視	毎日	・継続的な維持管理を適切に実施
運用検証調査	①施設整備後の水質改善状況を詳細に把握 ②施設効果の評価運用ルール見直し検討	【簡易水質調査】 水温、DO、EC (※pHを削除)	小型船舶利用	多項目水質センサーを湖内に投入、深度方向に計測	M1 M2 M3 M6 (M4削除)	(EL. 245mより上層)表層から1m、以降5m毎(EL. 245mより下層)21	月1回の定期水質調査時に併せて実施	月2回	・H23年(24回) ・H24以降はH23に検討
		【採水分析】 鉄、マンガン、ヒ素、蒸発残留物 (※DOを削除)		・所定の深度から採水し、室内試験を行う。・採水時に透明度、色度、を計測し、試験水の水温、pHを計測	M1 M6		月1回の定期水質調査時に併せて実施	毎月	・H23年(12回) ・H24以降はH23に検討

6. 流入ヒ素の再検討

6.1 これまでの検討の流れ

委員会	事務局案	委員からの指摘
第1回	島地川ダム貯水池に含まれるヒ素量を算出。ただし、平水時の水質調査結果より上流からの流入を0と仮定	出水時調査を行い、上流からの流入負荷量を把握すべき
第2回	H20.6.20(50m ³ /sec未満:1年に1度程度の規模)の出水時水質調査結果を踏まえ、上流からのSS由来の流入ヒ素量を算出	流入するヒ素、流入したヒ素をどのように取り扱うかを検討すべき
第3回	貯砂ダム、排砂バイパス、環境放流管、選択取水設備運用、のケースを検討。ただし、規模の小さい出水よりL-Q式を設定しているため、今後出水調査を継続し、再検討したい。	今後も出水時の調査を継続して行い、ヒ素対策のみでなく、ダムの堆砂、下流河川の環境保全等の観点からの必要性も踏まえて検討を行うべき。
第4回	H21に出水時水質調査ができなかったため(H21は災害が発生した1出水のみ)、再検討はせず。	—
第5回	H22に4回出水時水質調査を実施し、うち2回は50m ³ /sec以上で実施。この結果よりL-Q式を修正し、既存の状況(常用洪水吐+選択取水設備)、貯砂ダム、環境放流管3のケースを検討。	

6.1 これまでの検討の流れ

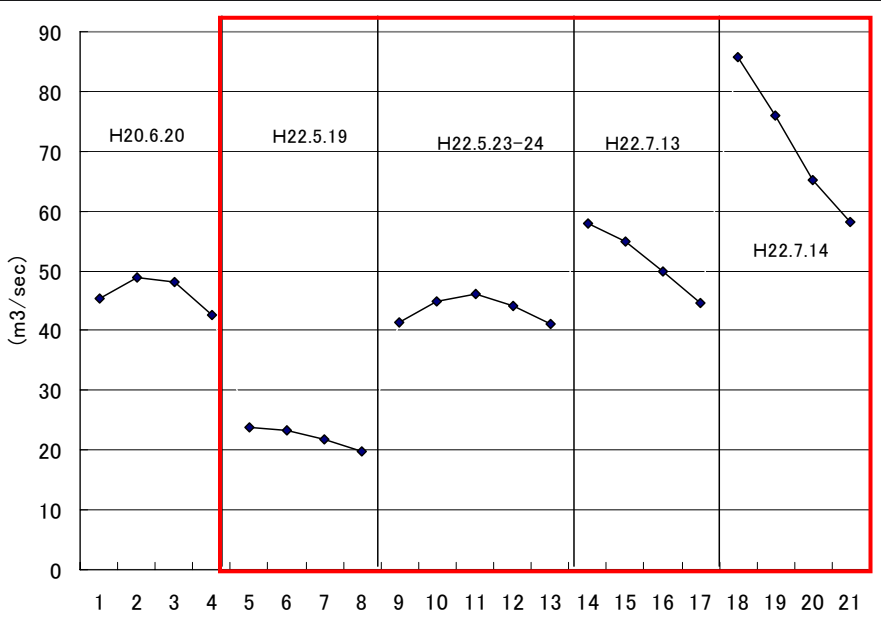


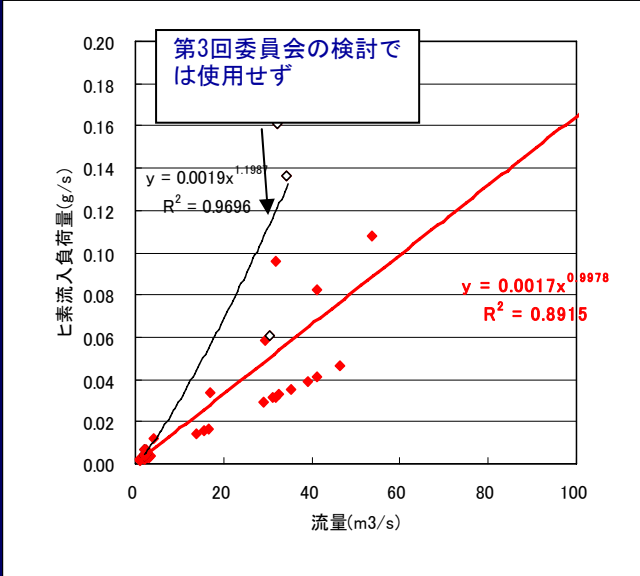
図 出水時水質調査時の時間流入量

表 調査日時及び時間流入量

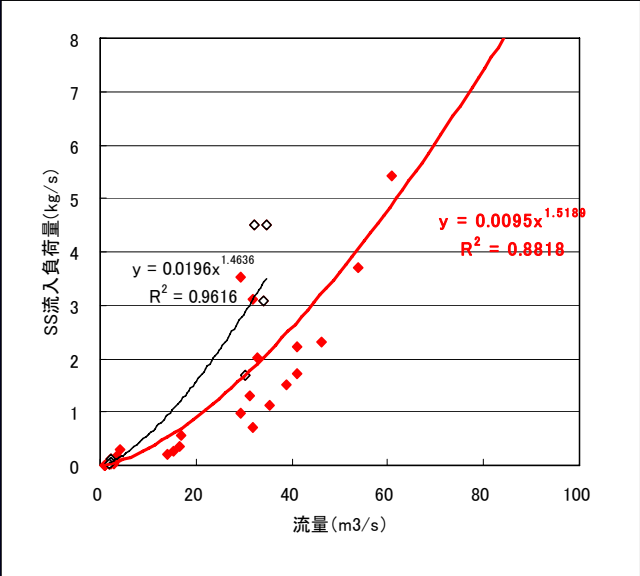
調査日時		ダム流入量(m³/秒)
平成 20 年 6 月 20 日	16:35	45.32
	17:35	48.81
	18:35	48.06
	19:35	42.74
平成 22 年 5 月 19 日	10:50	23.72
	11:50	23.25
	12:50	21.75
	13:50	19.75
平成 22 年 5 月 23 日	22:20	41.36
	23:00	44.89
平成 22 年 5 月 24 日	0:00	46.07
	1:00	44.07
	2:00	41.19
平成 22 年 7 月 13 日	17:00	57.86
	18:00	54.89
	19:00	49.92
	20:00	44.71
平成 22 年 7 月 14 日	11:00	85.66
	12:00	75.85
	13:00	65.22
	14:00	58.13

今回追加

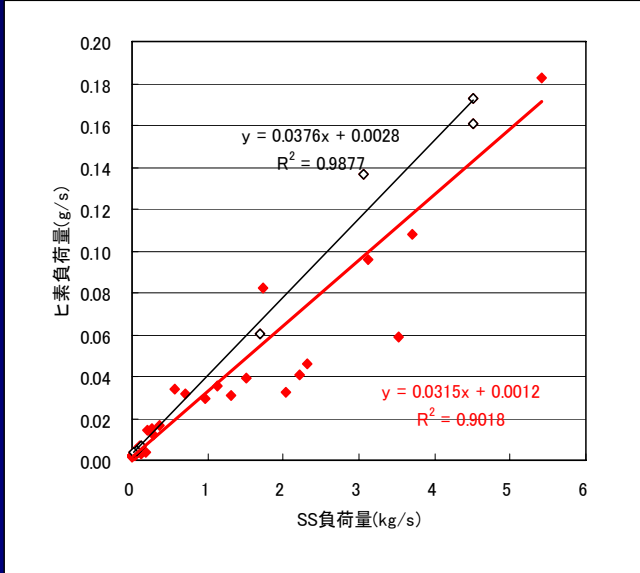
6.2.1 修正した条件



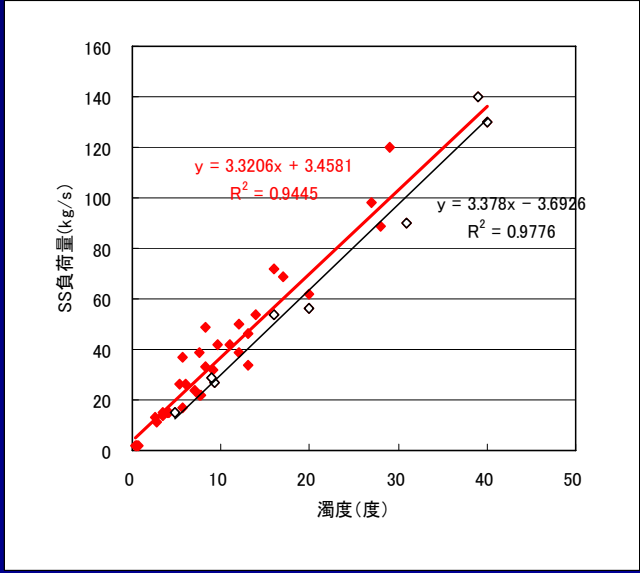
流量とヒ素流入負荷量の関係(式-1)



流量とSS流入負荷量の関係(式-2)



SS流入負荷量とヒ素流入負荷量の関係(式-3)



濁度とヒ素濃度の関係(式-4)

①L-Q式を更新した

6.2.1 修正した条件

②対象洪水に平成21年と平成22年の2洪水を追加した

(島地川ダムでは流入量が50m³/secを超える場合に洪水としている)

③水中に溶け込んだヒ素を追加した

H20年の出水では、SSに比べて水中に溶け込んだヒ素濃度は、サンプル数が少なく、水質調査結果のばらつきもあったため、計算対象と出来なかったが、流量の大きい時のサンプルを採取でき、L-Q式が補完できたため、計算対象とした。

6.2.2 再検討結果

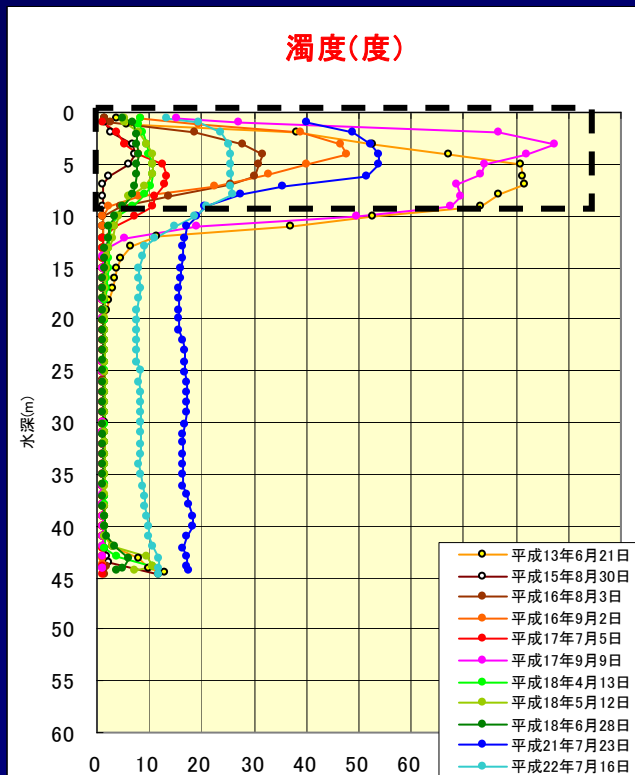
(1) 流入ヒ素量

	①水中に溶けたヒ素流入量 (kg)	②SSとしてヒ素流入量 (kg)	③SSとしてヒ素放流量 (kg)	④ヒ素蓄積量 (kg) ①+②-③	1年当たりの蓄積量
昭和57年～平成22年の28年間	351	365	205	510	15.8 kg/年

6.2.2 再検討結果

(2) 流入ヒ素対策

A:選択取水設備(既存)の運用、B:環境放流管、C:貯砂ダム
(第3回委員会と同じ)



平成13年以降の12洪水では、濁度の高い層は表層部に集中

↓
現行の運用(常用洪水吐、選択取水設備)が、最も高い濁度で放流している

↓
A:選択取水設備(既存)の運用は現行の手法として評価

↓
B:環境放流管、C:貯砂ダムとの比較を行った。

6.2.2 再検討結果

(2) 流入ヒ素対策

	土砂通過対策		流入土砂対策
	現行の運用	B:環境放流管での後期放流	C:貯砂ダム
	A:自然越流＋選択取水 (選択取水は洪水後期放流時)		
平成13年以降の 12洪水 (最新10年)	151.6kg (15.2kg/年)	123.0kg (12.3kg/年)	21.1kg (2.1kg /年)

Aは既に実施済み、加えてCを行うことは可能であるが効果は1/10に満たない。

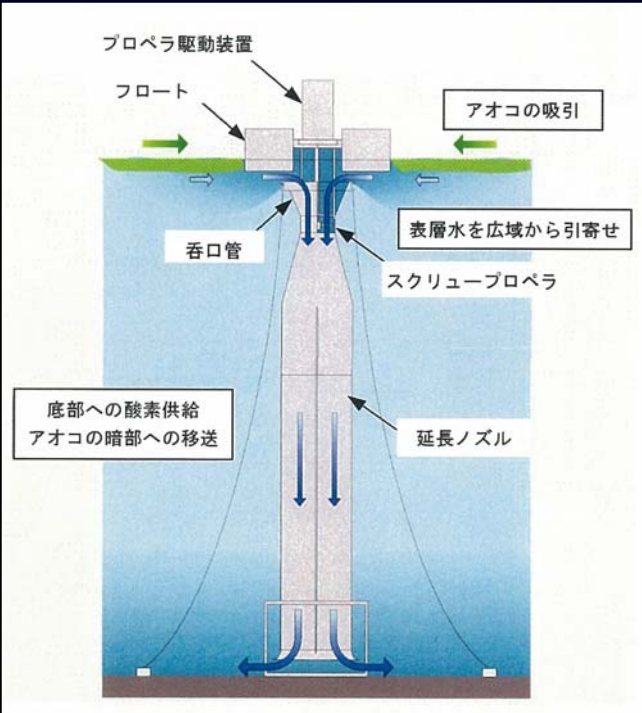
- ・水質改善対策としては、高濃度酸素溶解装置により安心安全な水を下流に供給できる。
- ・流入ヒ素対策としては現行の運用が最も効果的である。



流入ヒ素対策としては、現行の運用のままとし今後ダムの堆砂状況等の問題が発生したときに、土砂対策、下流河川環境保全などと合わせて検討することとしたい。

7. アオコ対策施設の効果について

7.1 アオコ対策施設(プロペラ攪拌式水質改善装置)の概要



7.2 アオコ対策装置の運用状況と評価期間

【平成20年】暫定運用時

目的：発生したアオコを底層に封じ込め、増殖を防ぐ

平成20年8月11日～9月 9日（正・大）

9月17日～9月25日（逆・小）

9月26日～10月 6日（正・小）

【平成21年】～【平成22年】本格運用時

目的：アオコが発生しにくい水温状況を形成する。

平成21年4月1日～11月 6日（正・大）

平成22年4月1日～10月31日（正・大）

正：上→下向き 逆：下→上向き 大：0.5m³/sec 小：0.3m³/sec



暫定運用を経て、より適切な運用へ

H15～H19	H20	H21～H22
事業前の水質（5年間）	暫定運用時の水質（参考にするが評価しない）	本格運用時（事業後）の水質

7.3 アオコ対策装置の効果

7.3.1 アオコの発生状況



H19年10月

事業前



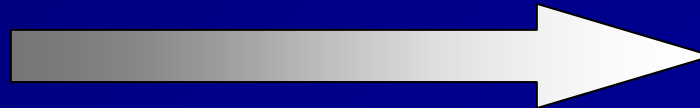
H20年8/1～9/4

暫定運用時



H22年8/13～8/16

本格運用時



アオコの発生は大きく低減

7.3.1 アオコの発生状況

本格運用後

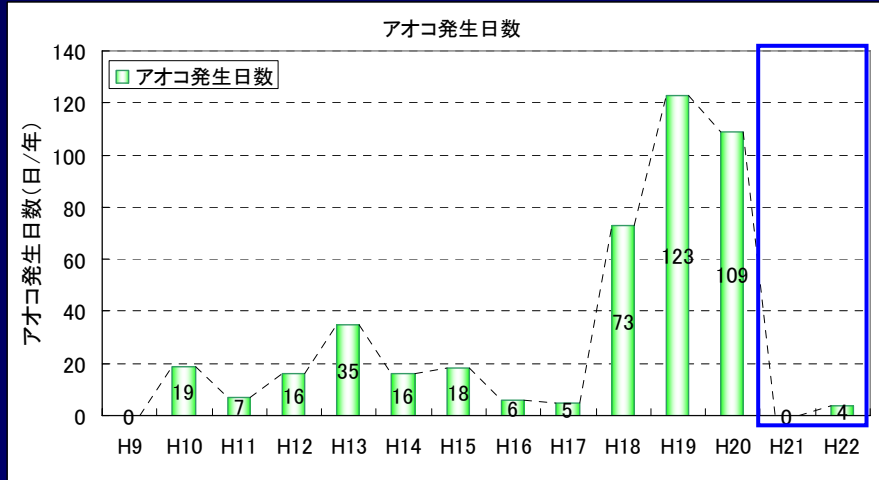


表 アオコ発生日数

本格運用後

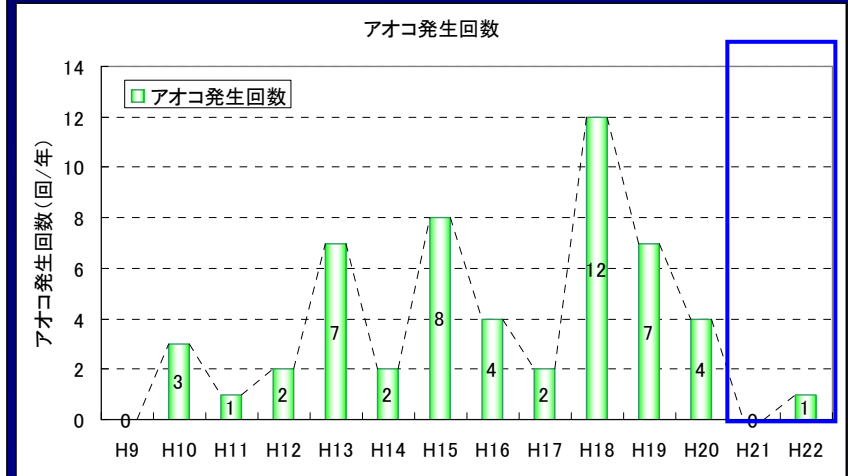


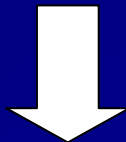
表 アオコ発生回数

7.3.2 気象状況等による要因

●アオコの減少が気象によるものであるかどうかを検討するため、中国地方整備局管内のダムにアオコの発生状況の聞き取りを行った。

→中国地方整備局管内で近年アオコが発生している4ダム(島地川ダムを除く)では、平成21年～平成22年の2年ともアオコが発生していた。

●気温や回転率についても、例年と比べて違いはない。



島地川ダムでのアオコの減少は気象によるものとは考えにくい。

7.3.3 植物プランクトンの状況

アオコ対策装置を運用した4月～10月において、ダム直下流で92%、黒川橋でも94%の低減効果がみられ、運用期間外の11月～3月においても93%、100%と高い低減効果がみられた。

表 植物プランクトン細胞数の比較

地点名	算出月	ダム直上流	黒川橋
H15-H19年平均	4-10月	90,468	174,970
	11-3月	42,452	36,871
	年合計	132,921	211,841
H21-H22平均	4-10月	7,393	10,840
	11-3月※	3,067	164
	年合計※	10,459	11,004
低減率	4-10月	92%	94%
	11-3月※	93%	100%
	年合計※	92%	95%

本格運用後

※平成22年11月～12月はデータがないため、0として計算している。

7.3.4 今後のアオコ対策施設の運用方法

【アオコ対策施設(プロペラ攪拌式装置)の運用方法】

- ・運用方針 : アオコの「発生抑制」を目標とする。
 - ・運用期間 : 4月1日～10月31日(表層0～3mの水温成層の形成状況によって前後させる)
 - ・運用管理指標: 水温勾配(0～3m) = $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (マニュアル※を参考)
 - ・運用条件 : 原則的に、連続の正転運転とする。
-

※曝気循環施設及び選択取水設備の運用マニュアル(案) (平成17年10月版 国土交通省河川局河川環境課)

7.4 モニタリングによるアオコ対策施設の 効果検証について

島地川ダム湖水質改善対策検討委員会の審議



島地川ダム貯水池水質保全事業

プロペラ式攪拌装置の設置

「発生したアオコを底層に封じ込め、増殖を防ぐ」



運用の変更

「発生抑制」(4月1日～10月31日の継続運転)

現時点で当初の想定と異なる運用をすることで、施設の効果
が明確に出ているが、まだ2年間のデータしかないことから、今後
もアオコ対策施設のモニタリングにより調査を継続することを提
案する。