

第5回 島地川ダム水質改善検討委員会

委員会資料
(参考資料)

平成22年12月

国土交通省 中国地方整備局 山口河川国道事務所

目 次

第1章	高濃度酸素溶解装置の効果検証	1
1.1	D0の状況	1
1.1.1	縦断方向のD0の広がり	1
1.1.2	D0コンタ図	5
1.2	水質鉛直分布の変化の状況	8
1.3	自動観測装置による水質の連続観測結果	13
1.4	酸素消費速度の算出	22
1.5	底泥の変化	23
1.6	水質調査結果（M－1）	24
1.7	平成23年運用開始時期の検討	28
第2章	流入ヒ素の再検討	29
2.1	A：選択取水設備（既存）の運用	29
2.2	B：環境放流管の新設	31
2.3	C：貯砂ダム	33
2.4	出水時の水質調査結果	34
第3章	アオコ対策装置の効果検証	37
3.1	アオコ対策装置（プロペラ攪拌式水質改善装置）の諸元	37
3.2	各年のアオコの広がり状況	38
3.3	水質調査結果によるアオコ対策施設の効果検証	40
3.4	流況等の状況	43
3.4.1	貯水池回転率	43
3.4.2	気温	44
3.4.3	水温鉛直分布	45
3.5	アオコ対策装置の運用効果	46

第1章 高濃度酸素溶解装置の効果検証

1.1 DO の状況

1.1.1 縦断方向の DO の広がり

縦断方向のDOの広がり状況を示す。1巡目にあたる4月～6月では、吐き出し口400m上流のM-3まで酸素が到達しなかった。

4月 ⇨ 酸素の吐き出し高さ

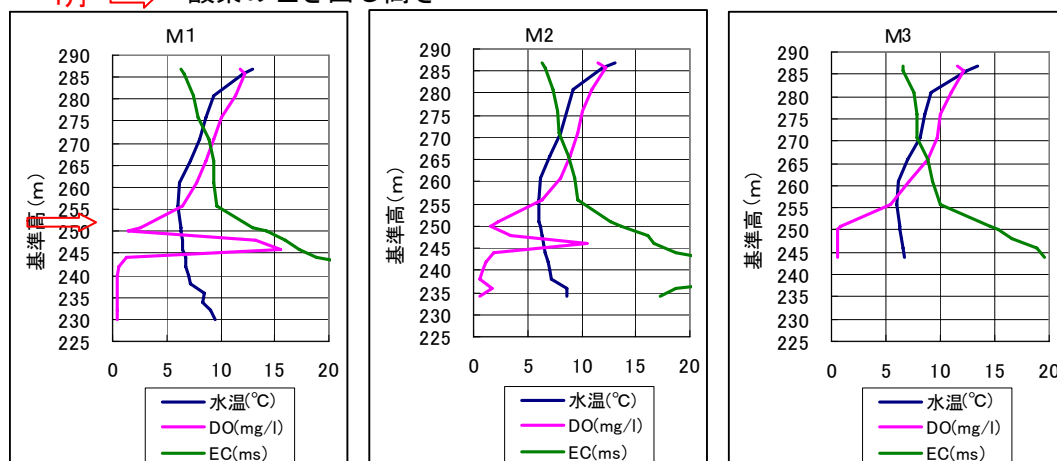


図 1-1 縦断方向のDOの広がり（平成22年4月30日）

5月31日には中間に調査地点を増やして測定した。5月末現在では、M-2.5までは到達していることが確認された。

4月 ⇨ 5月 ⇨ 酸素の吐き出し高さ

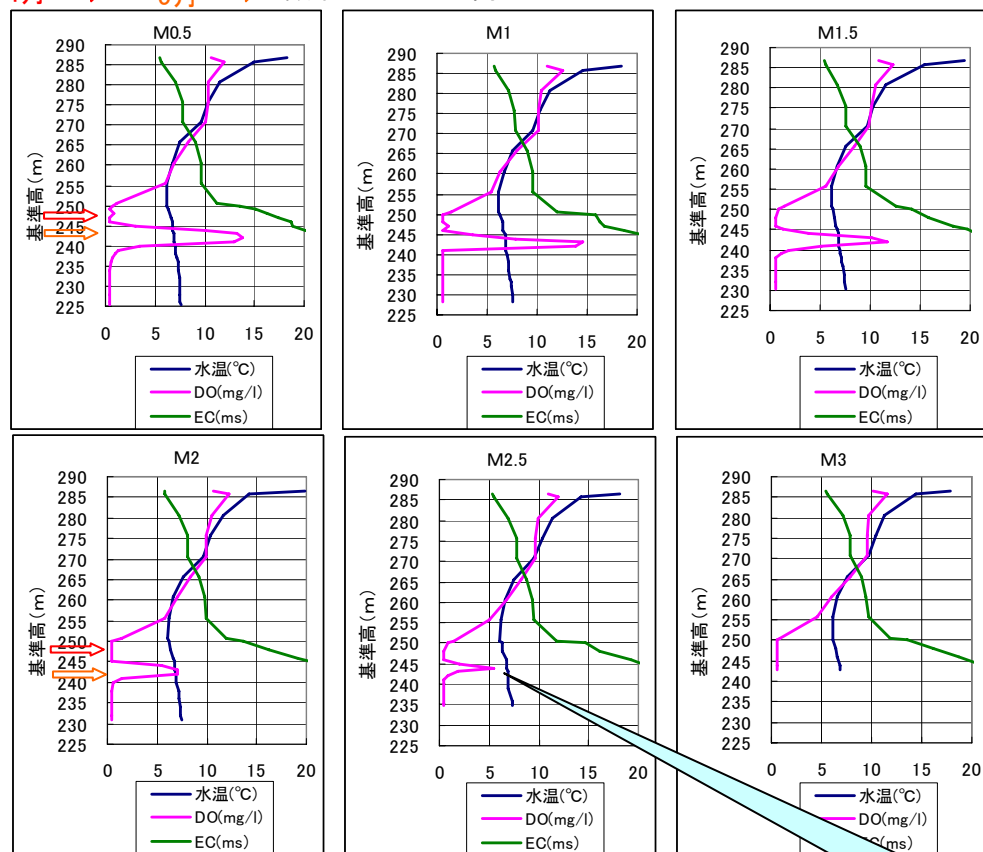


図 1-2 縦断方向のDOの広がり（平成22年5月31日）

M2.5までは到達していた

6月30日の段階でもM3まで酸素が到達していなかった。

4月 → 5月 → 6月 → 酸素の吐き出し高さ

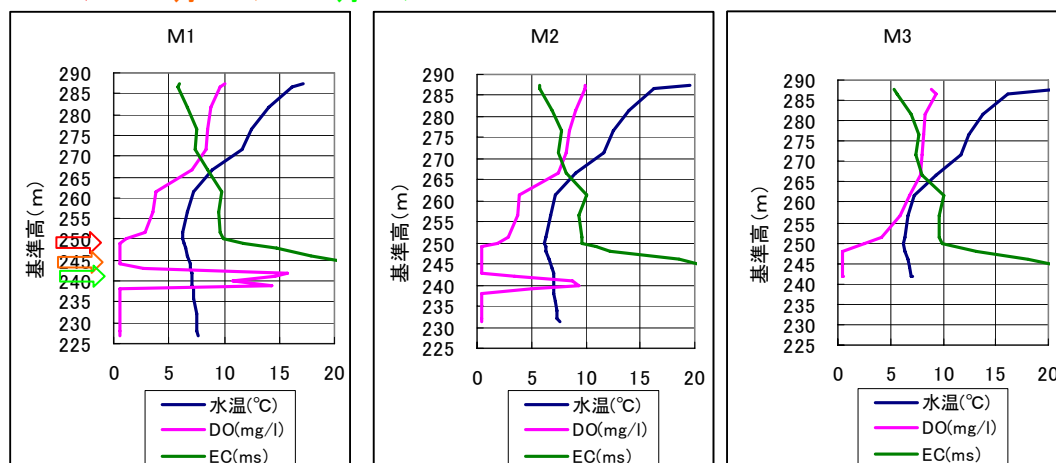


図 1-3 縦断方向のDOの広がり（平成22年6月30日）

2巡目の酸化となる7月では、2週間後に既にM-3まで酸素が到達していた。M-3への酸素の到達時間は、1巡目は1ヶ月では到達しなかったが、2巡目は2週間以内に到達するという結果となった。

4月 → 5月 → 6月 → 7月 → 酸素の吐き出し高さ

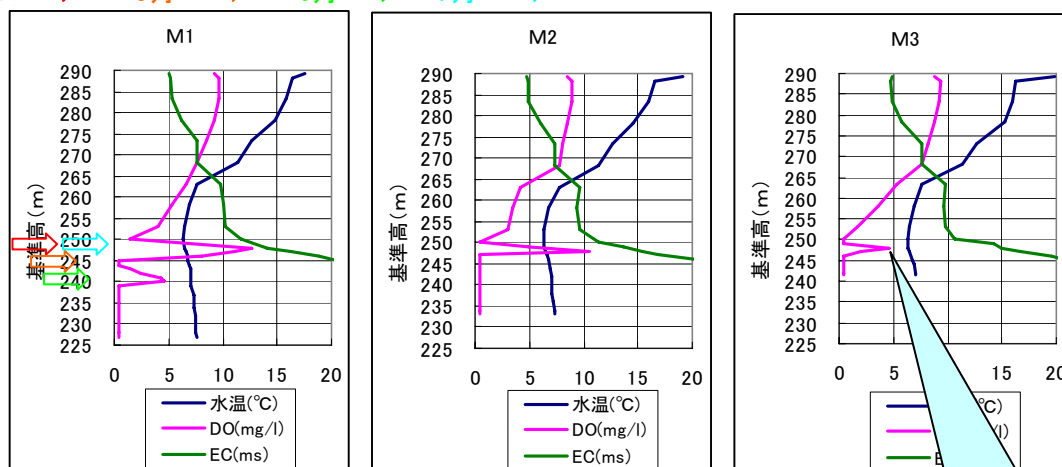


図 1-4 縦断方向のDOの広がり（平成22年7月15日）

2週間でM3まで到達していた。

7月27日には、M-1での酸素は最大で26.7mg/L、M-3でも11.3 mg/Lとなり、水面での泡の発生が増え、溶解しきれなくなった酸素が増えてきていた。

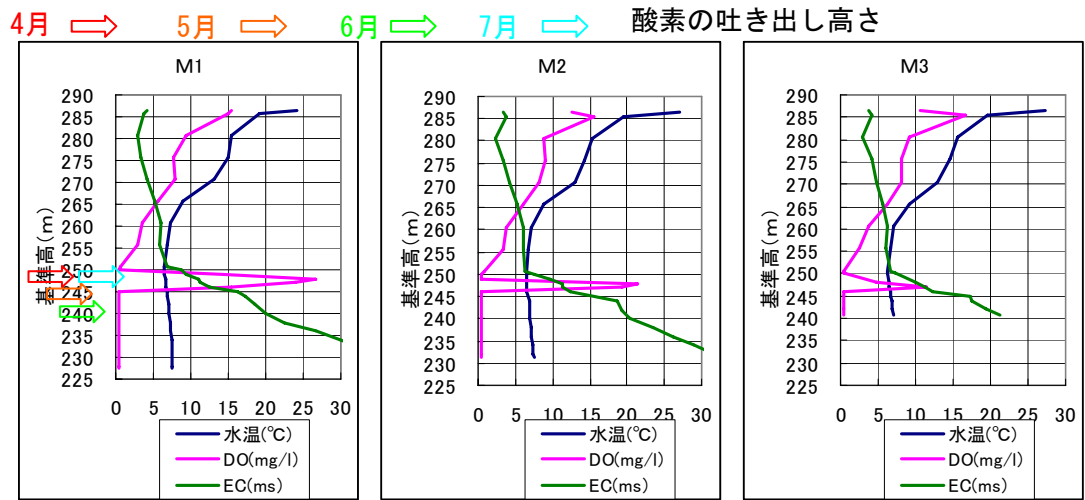


図 1-5 縦断方向のDOの広がり（平成22年7月27日）

8月30日には、M-1、M-2ではDOが30mg/Lを越え、M-3でもDOが20mg/Lを越えていた。

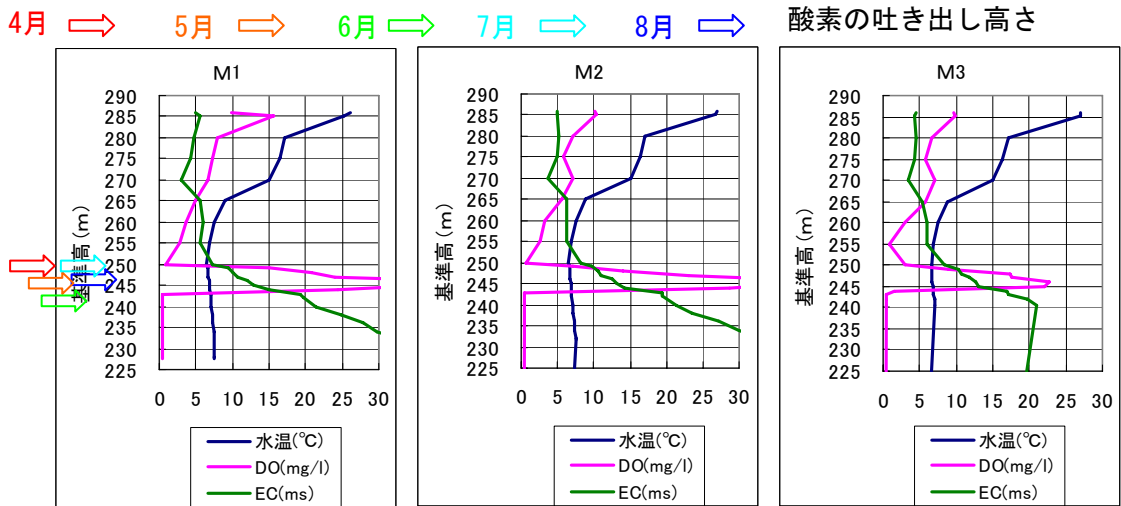


図 1-6 縦断方向のDOの広がり（平成22年8月30日）

9月30日には、M-1～M-3の全てにおいてDOが30mg/Lを越え、マンガンへの留意のため下層に移動することもできなかったことから、一旦装置の稼働を中断し、酸素消費の推移を見守ることとした（装置停止の判断については本編参照）。

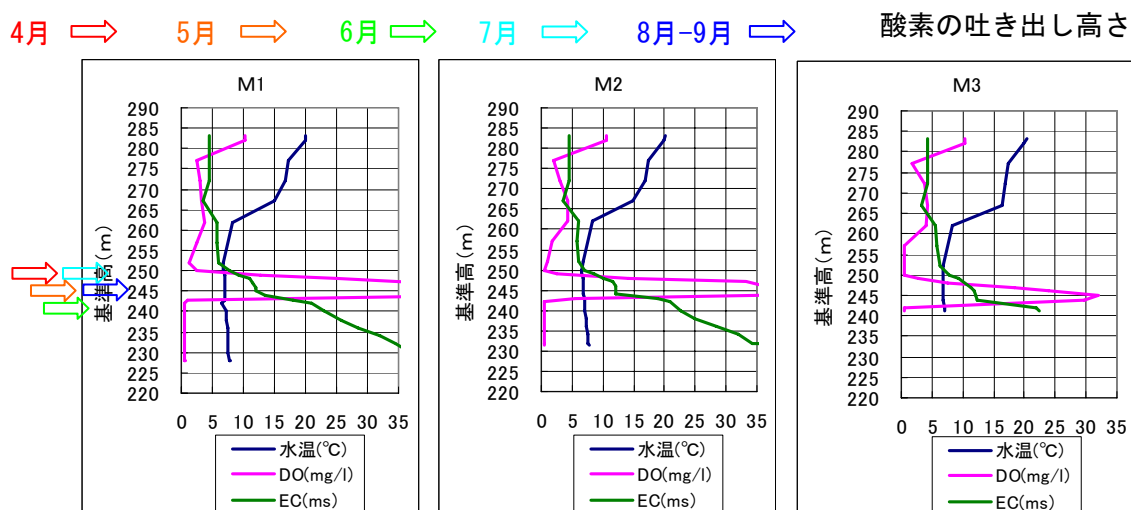


図 1-7 縦断方向のDOの広がり（平成22年9月30日）

機器を止めた後、2週間に1度の簡易水質調査及びダムサイトでの常時水質観測結果（毎朝9時に表層～EL. 243.5mのDOや水温を観測する）を基に常にDOを把握し、DOの減少が大きくなった際にはすぐに施設を再起動できるよう準備した。

しかし、酸素の減少は小さく、10月26日の段階でも再起動は必要とならなかった（再起動の判断については本編参照）。

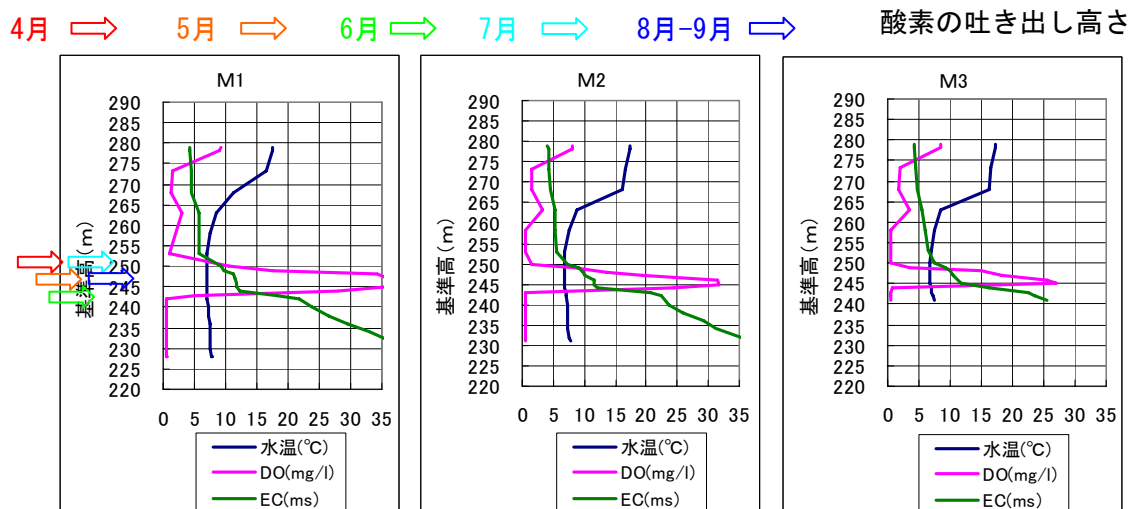
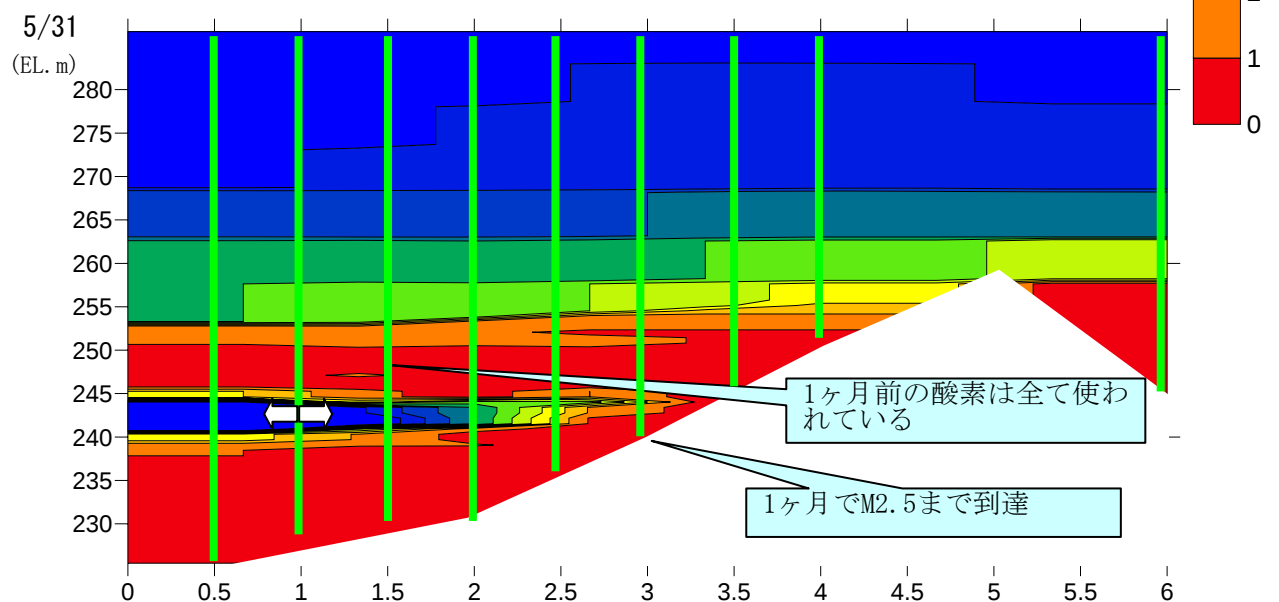
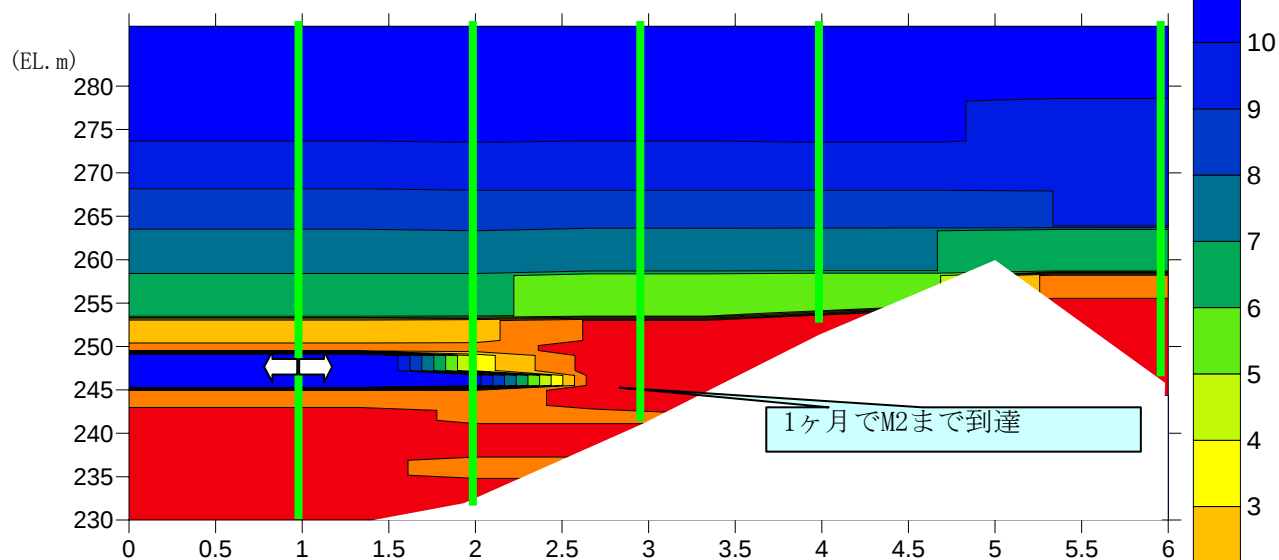
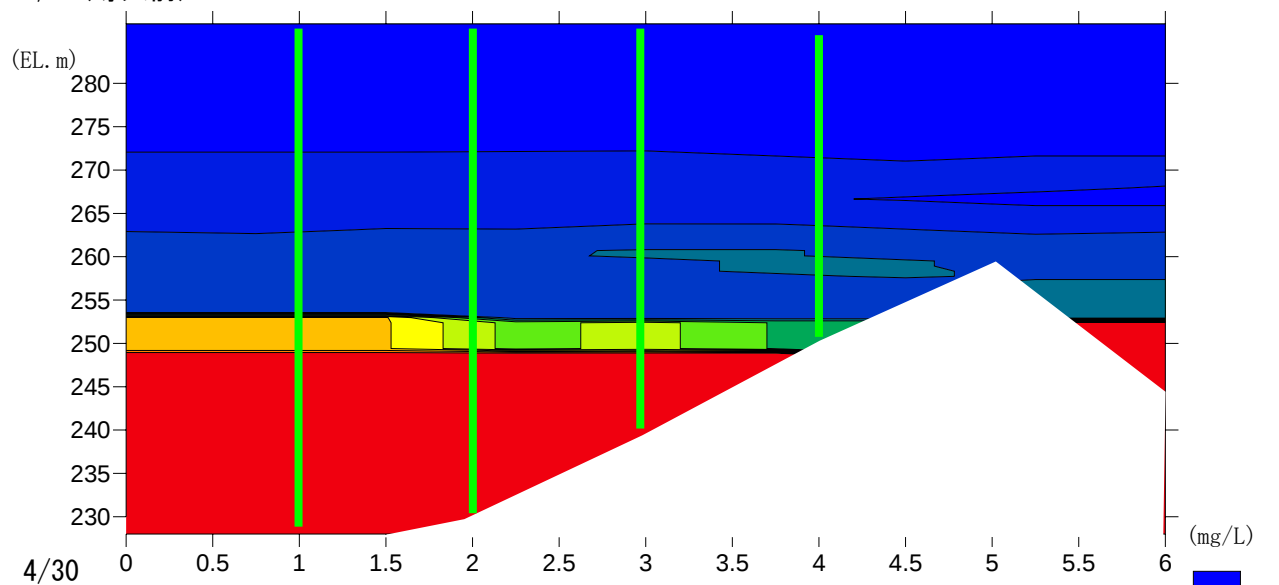


図 1-8 縦断方向のDOの広がり（平成22年10月26日）

1.1.2 D0 コンタ図

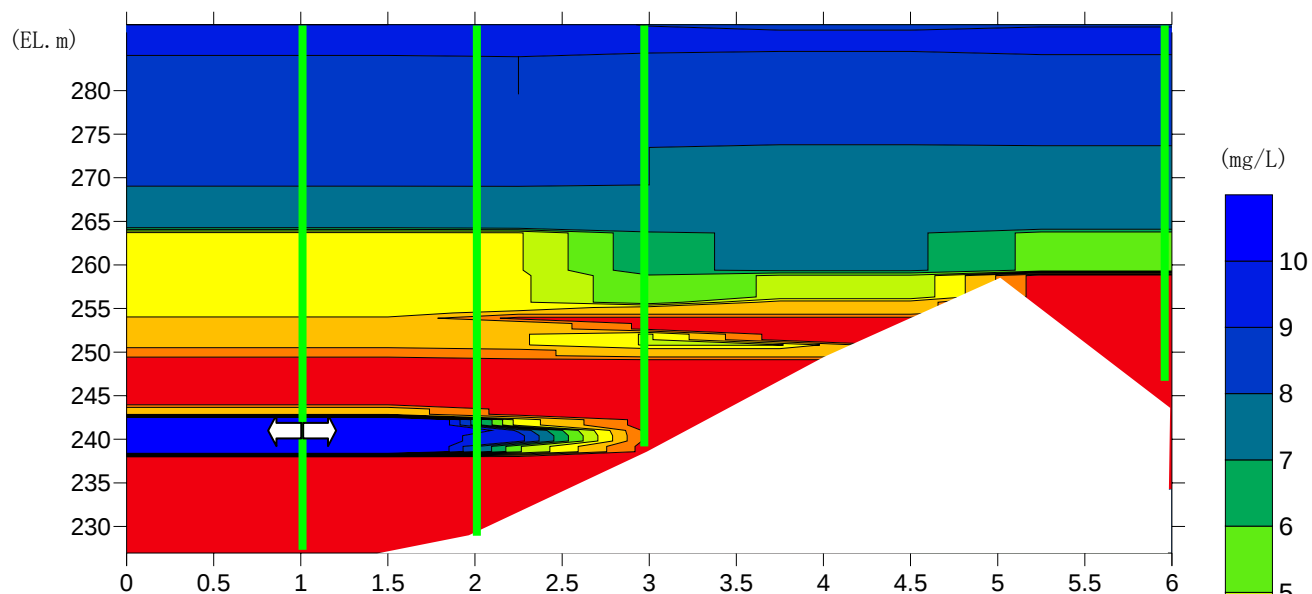
3/4 (導入前)



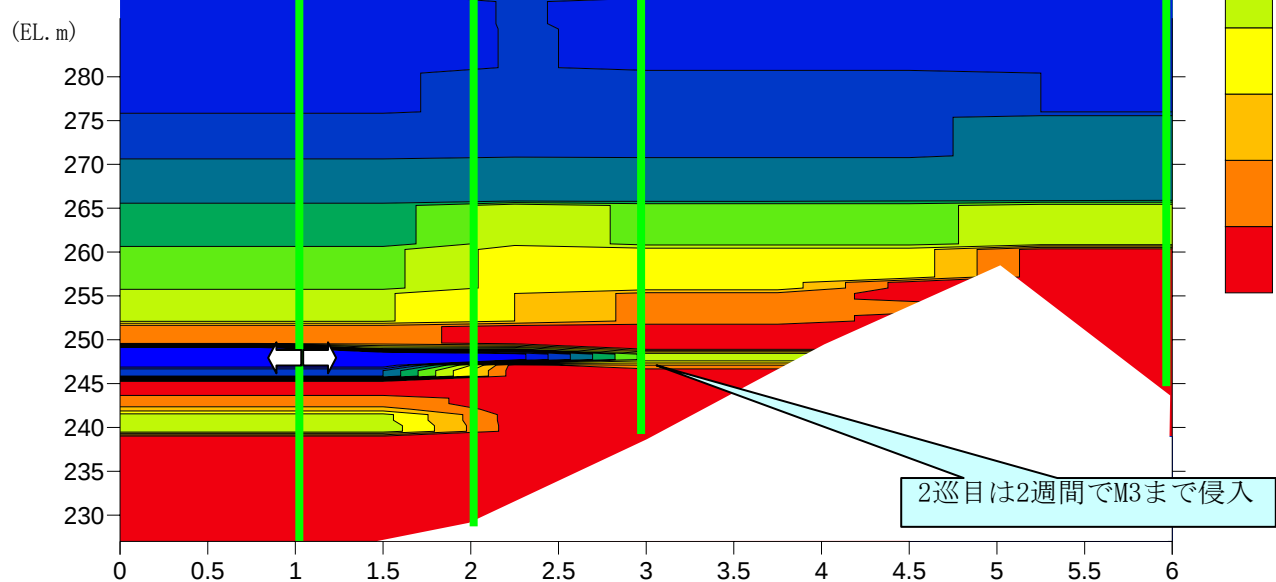
水質調査地点
装置吐出し高さ

図 1-9 D0 (mg/L) の縦断方向の鉛直分布 (その 1)

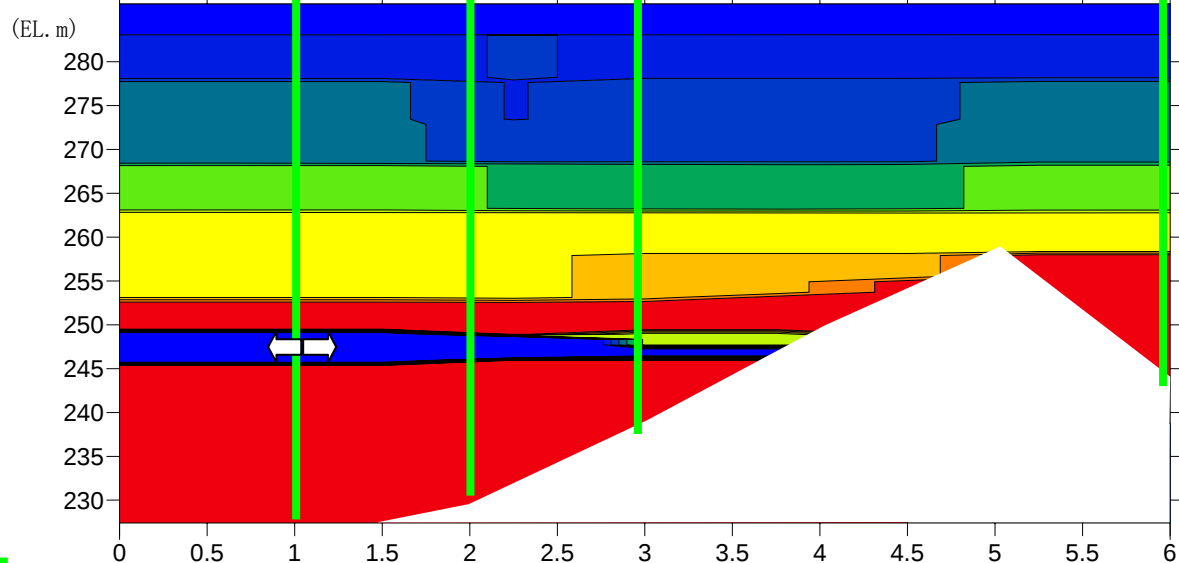
6/30



7/15

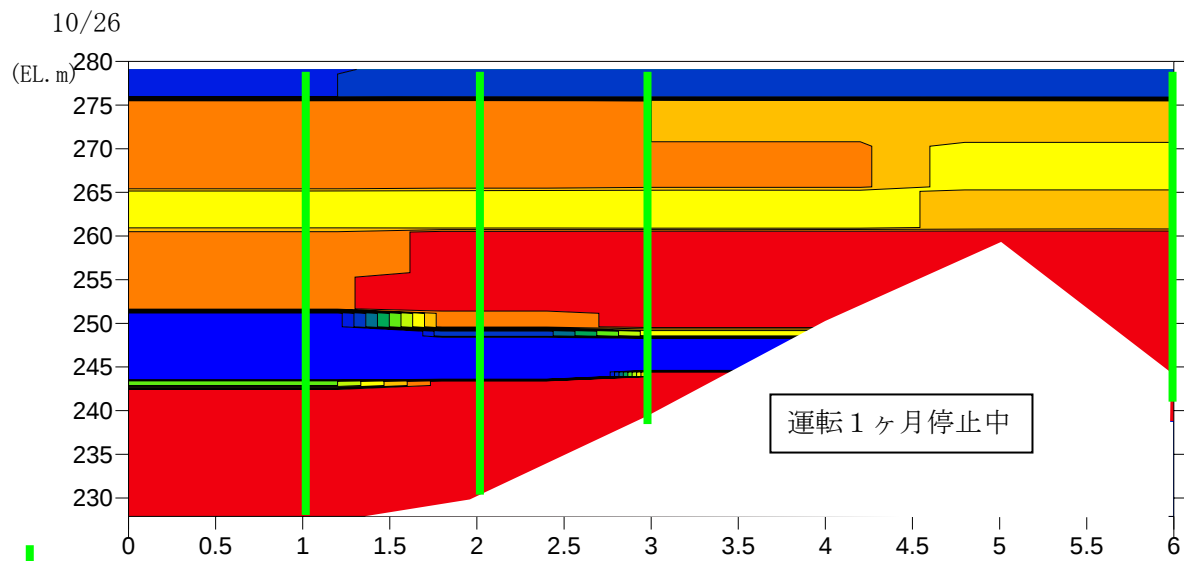
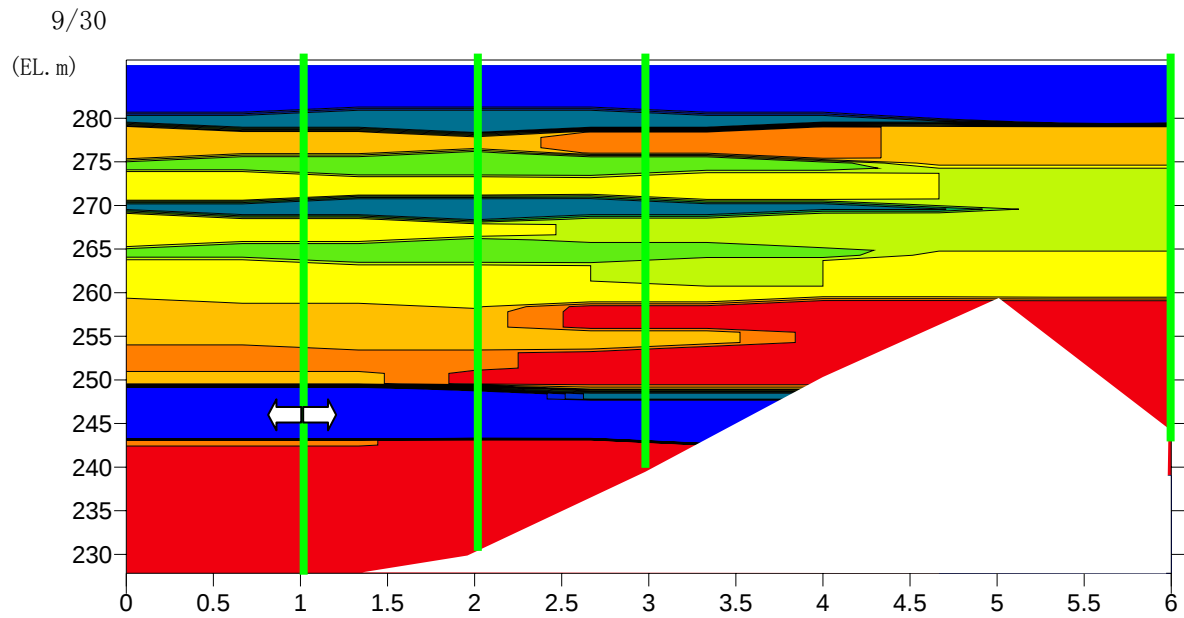
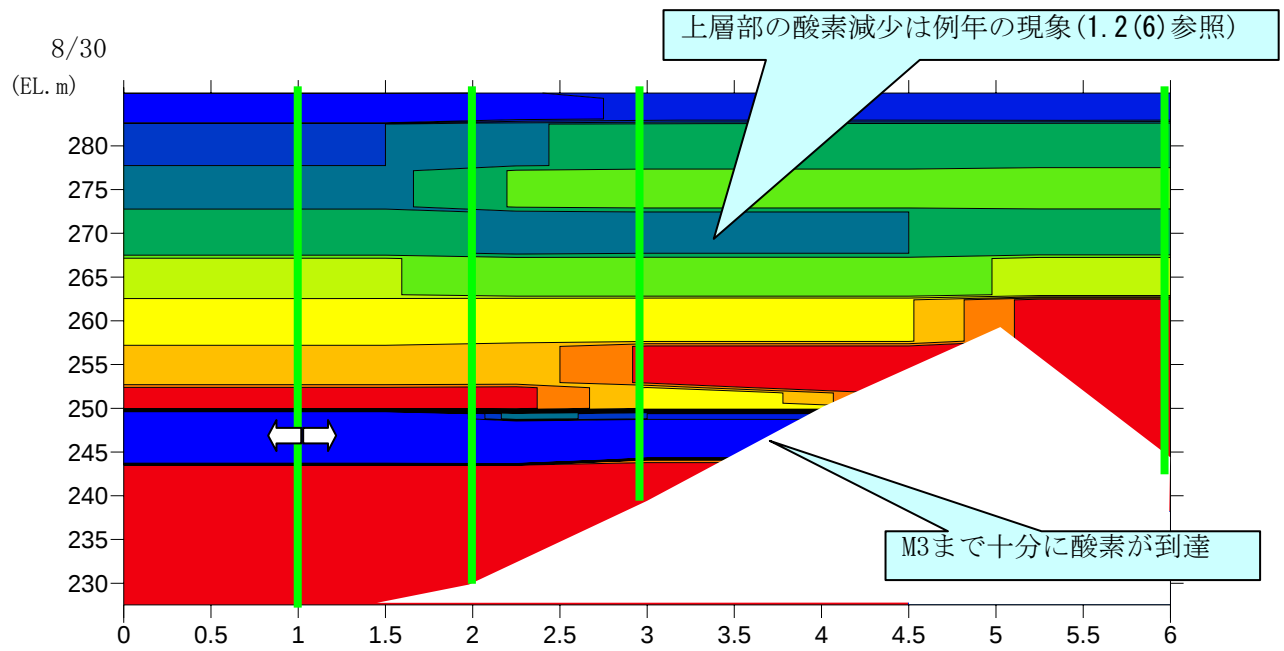


7/27



水質調査地点
装置吐出し高さ

図 1-10 DO (mg/L) の縦断方向の鉛直分布 (その 2)



水質調査地点
装置吐出し高さ

図 1-11 DO(mg/L)の縦断方向の鉛直分布(その3)

1.2 水質鉛直分布の変化の状況

水質の鉛直分布として、D0(溶存酸素)、鉄、マンガン、ヒ素、導電率(EC)、蒸発残留物、pHの変化の状況を以降に示す。

(1) D0

1巡目(4～6月)の吐き出し高さでのD0は15mg/L程度であったが、2巡目(7月以降)のD0は20mg/Lを越え、9/30の一時停止後も高い状態で保たれていた。

平成22年のD0(mg/L) (M-1)

測定高さ (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	11月29日
表層		11.8	11.0	10.0	15.5	9.8	10.2		
270-280		10.0	10.1	8.5	7.7	7.3	2.4	9.1	8.0
260-270		8.7	8.0	7.1	5.6	4.9	3.3	1.8	2.5
255-260		6.5	6.3	3.8	3.5	3.7	3.7	1.9	2.8
252-255	8.0	6.5	5.4	3.6	3.0	2.8	2.6	1.1	9.0
250-252		2.6	1.4	2.8	0.7		1.3		25.4
250	2.9	●1.4	< 0.5	1.2	●< 0.5	0.9	2.4	10.4	8.1
248	< 0.5	●13.2	< 0.5	< 0.5	●26.7	●20.8	●25.1	34.2	19.6
246	< 0.5	●15.6	●< 0.5	< 0.5	●15.5	●39.1	●49.1	36.2	25.4
244	< 0.5	1.3	●7.8	●< 0.5	< 0.5	●24.5	●49.4	27.9	6.2
242	< 0.5	0.6	●13.9	●15.8	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
240	< 0.5	< 0.5	< 0.5	●10.8	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
238	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.6	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
236	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
234	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
232	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
230	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
228	< 0.5		< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5

凡例：●は酸素の供給範囲

(2) 鉄

鉄は酸素の供給により速やかに低減した。ただし、今年は酸素供給範囲外であった EL. 240m以深は高い状態のままである。

平成22年の鉄(mg/L) (M-1)

(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	11月29日
表層	0.08	0.04	0.03	0.19	0.03	0.03	0.05		
270-280		0.03	0.05	0.07	0.10	< 0.03	0.03	0.03	0.05
260-270		0.04	< 0.03	< 0.03	0.04	< 0.03	0.04	0.04	0.04
255-260		0.04	0.03	< 0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03
252-255	0.06	0.66	0.03	< 0.03		0.04		0.04	0.05
250-252		0.74	0.10	< 0.03	0.04		0.15		
250	0.09	0.74	0.13	< 0.03	0.04	0.03	0.07	0.07	0.05
248	0.38	0.97	0.37	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06	0.06
246	4.1	1.0	0.29	0.12	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05
244	13	1.2	0.40	0.26	0.05	< 0.03	0.04	0.04	0.32
242	18	3.1	0.59	0.33	0.11	0.06	0.04	0.11	0.11
240	22	7.4	0.54	0.83	0.22	0.09	0.13	0.15	0.54
238	24	5.9	3.2	0.57	0.36	0.18	1.2	1.5	3.8
236	25	8.2	4.1	1.9	4.1	0.58	1.5	8.8	17
234	28	19	7.1	9.4	14	6.8	20	19	27
232	30	22	20	14	21	15	23	26	33
230	31	24	19	22	21	24	29	31	36
228	33			16	29	25	37	32	53

凡例：青字はDOが1.0mg/L以上、赤字は1.0mg/L未満、●は酸素の供給範囲

(3) マンガン

マンガンの酸化による減少は、5月31日までに鉄が減少した後に見られ始めた。減少する高さは徐々に下層に降りてきている。

混合による濃度上昇

平成22年のマンガン (mg/L) (M-1)

測定高さ (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	11月29日
表層	0.02	0.006	0.006	0.04	0.006	0.008	0.012	0.014	
270-280		0.010	0.011	0.013	0.014	0.017	0.012	0.044	0.070
260-270		0.021	0.11	0.013	0.045	0.012	0.034	0.039	0.092
255-260		0.048	0.22	0.16	0.044	0.015	0.098	0.074	0.083
252-255	0.4	3.0	0.10	0.40		0.042		0.087	0.16
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	0.14
248	5.7	5.4	5.3	1.8	4.0	0.22	0.48	0.20	0.19
246	8.7	6.1	7.9	6.4	5.2	0.41	0.97	0.22	0.20
244	9.4	8.7	9.7	9.3	10	3.4	4.0	0.22	8.6
242	9.7	9.8	10	10	10	13	15	16	18
240	10	11	10	11	12	14	19	21	20
238	10	10	13	11	15	15	22	22	19
236	10	13	13	13	16	19	22	18	17
234	10	12	12	14	15	18	16	16	15
232	10	13	12	13	14	16	16	14	15
230	11	12	12	13	13	14	15	14	15
228	11			13	14	13	15	14	16

凡例：青字は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

なお、マンガンについては、施設稼働前において、EL. 238～250mにおいて季節変動がみられ、循環期から成層期に移行する4,5月は濃度が低く、その後徐々に濃度が増加し、1,2月は濃度が高い傾向にあった。EL. 250mより上層で起こる冬季大循環の影響が考えられる。

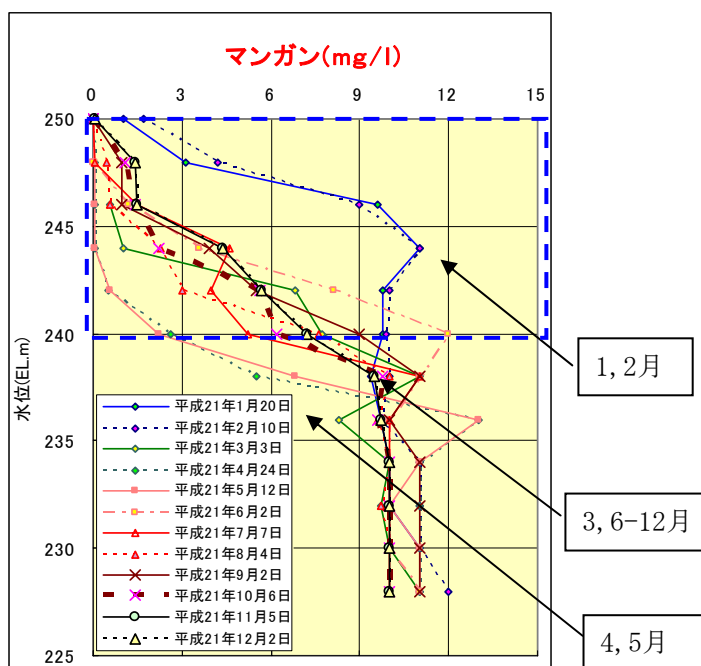


図 1-12 マンガン鉛直分布：M-1（平成21年／2009年）

(4) EC(導電率)

ECは酸素供給範囲で着実に減少している。10月26日現在でEL. 244mとEL. 242mの間に大きな差が生じている。EL. 244mあるいはEL. 243mよりも下層で水温逆転層が形成していることと関連している。

平成22年の導電率(mS/m) (M-1)

測定高さ (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	11月29日
表層	5.8	6.4	5.7	6.0	4.1	4.9	4.5		
270-280		7.9	7.7	7.5	3.4	4.2	4.5	4.2	4.9
260-270		9.3	9.0	8.5	5.2	5.6	3.6	5.7	5.4
255-260		9.4	9.6	9.8	6.0	5.9	5.7	5.7	5.7
252-255	7.5	9.6	9.6	9.5	5.8	5.6		5.8	6.6
250-252		12.9	12.0	9.7	6.9		6.1		6.7
250	8.1	●14.2	15.9	9.9	●8.7	7.2	7.7	9.2	8.3
248	12.0	●16.0	16.7	14.8	●11.1	●10.0	●10.9	11.3	10.4
246	16.5	●17.2	●20.5	22.0	●12.5	●12.1	●12.0	11.8	11.3
244	21.4	18.8	●21.2	●22.9	17.2	●14.9	●13.6	12.2	16.6
242	24.6	23.6	●22.0	●23.1	18.5	19.7	20.9	21.7	22.1
240	27.3	25.9	27.4	●23.7	19.9	21.5	23.1	23.7	24.1
238	28.2	26.1	29.6	27.1	22.6	24.8	25.8	26.4	25.8
236	28.9	23.6	31.8	30.4	26.6	27.8	28.6	29.5	30.7
234	30.1	25.2	32.7	33.7	30.0	29.8	31.9	32.9	34.8
232	31.6	25.3	33.7	35.5	32.9	33.6	34.6	35.7	36.3
230	32.6	27.1	35.2	36.6	34.3	35.6	36.9	37.9	37.8
228	33.4			42.5	36.2	42.1	38.6	39.9	40.4

凡例：青字はDOが1.0mg/L以上、赤字は1.0mg/L未満、●は酸素の供給範囲

(5) 蒸発残留物

蒸発残留物はECと似たような挙動を示しており、EL. 244mとEL. 242mの間に大きな差が生じている。

平成22年の蒸発残留物(mg/L) (M-1)

測定高さ (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	11月29日
表層	—	50	12	22	15	<10	14		
270-280	—	52	42	27	21	24	26	<10	21
260-270	—	58	33	20	38	19	36	19	32
255-260	—	84	48	34	49	45	59	33	41
252-255	—							74	57
250-252	—	93	54	33	59		55		
250	—	●86	63	51	●59	52	61	62	53
248	—	●110	78	51	●73	●59	●86	60	59
246	—	●100	●92	60	●80	●63	●89	67	50
244	—	120	●100	●82	89	●77	●97	89	90
242	—	130	●100	●100	100	96	70	120	110
240	—	150	110	●100	120	110	120	100	110
238	—	110	120	110	120	120	130	62	120
236	—	120	130	130	130	120	140	140	210
234	—	140	150	140	150	140	170	170	230
232	—	150	220	140	170	160	180	190	240
230	—	190	210	170	180	170	190	210	250
228	—			150	190	200	220	230	420

凡例：青字はDOが1.0mg/L以上、赤字は1.0mg/L未満、●は酸素の供給範囲

(6) pH

pHについては、平成21年の結果（表層（水面下0.3 m層）、中層（全水深の1/2の層）、下層（湖底上1.0 m層）の結果しかないが）と概ね一致しており、酸素供給の影響は見られない。表層で春から夏にかけての上昇は、藻類の光合成により炭酸が吸収されることによるものであり、通常の変化であると考えられる。

M-1

M-6

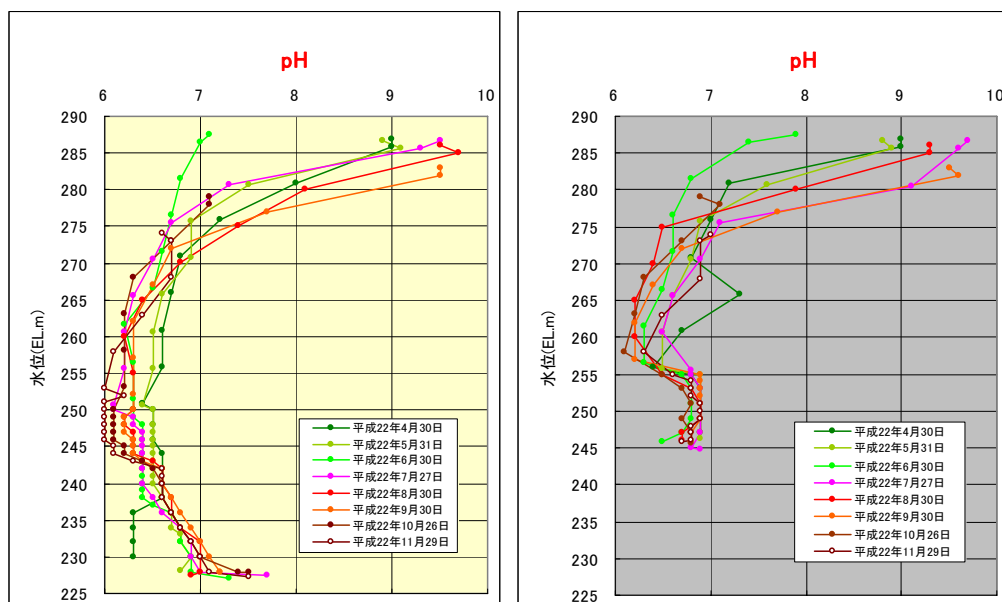


図 1-13 pHの鉛直分布（平成22年）

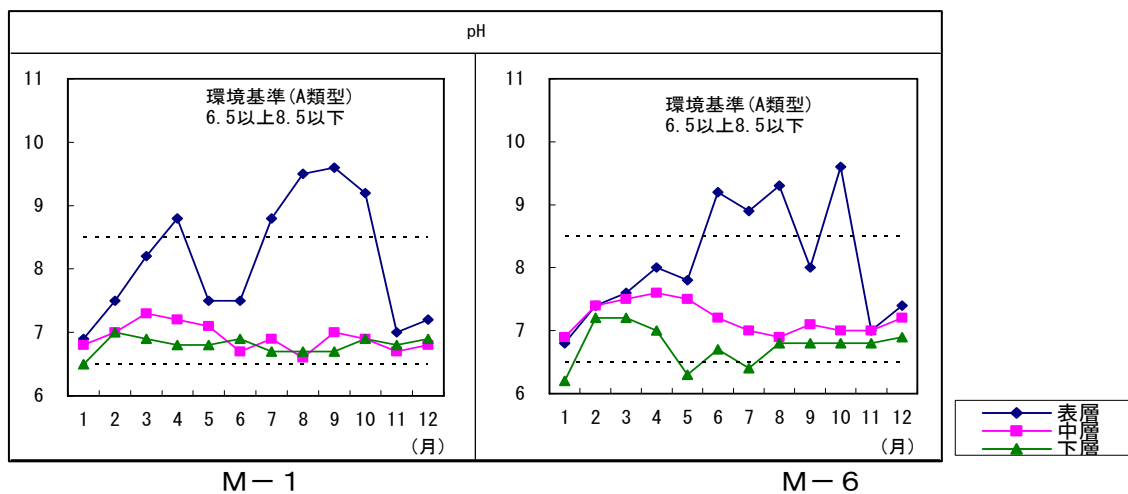


図 1-14 pHの鉛直分布（平成21年）

1.3 自動観測装置による水質の連続観測結果

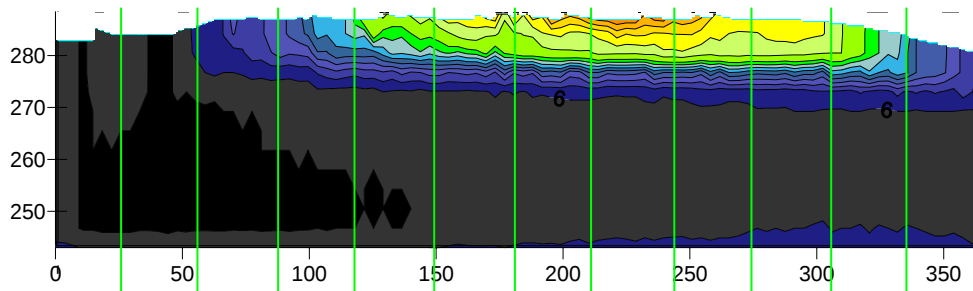
自動観測装置による水質の連続観測結果を次頁に示す。

以下の現象が確認できた。

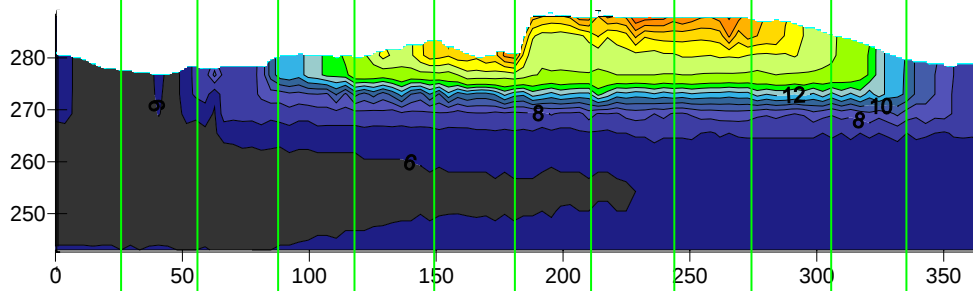
- 水温について、平成21年、平成22年で表層から20mの範囲で水温勾配の傾きが減少している。これは黒川橋におけるアオコ対策装置の効果であると考えられる。
- DOについて、平成22年は他の年と比較して観測範囲(概ねEL. 243mより上の範囲)で貯水池内のDO不足が解消されており、観測範囲ではDOが1未満になっている箇所はない。
- 濁度が高濃度になると、その後観測されるECについて、明らかに誤差が生じたり欠測になったりしている。付着した成分による誤作動や代替機によるずれであると考えられる。
- pHについては、高濃度酸素溶解装置の稼働前後で大きな変化がない。
- 濁度が表層まで高くなっていないことから、高濃度酸素溶解装置の稼働により生じた水酸化鉄は速やかに沈降し、表層には巻き上げられていないと考えられる。

水温の鉛直分布 (°C)

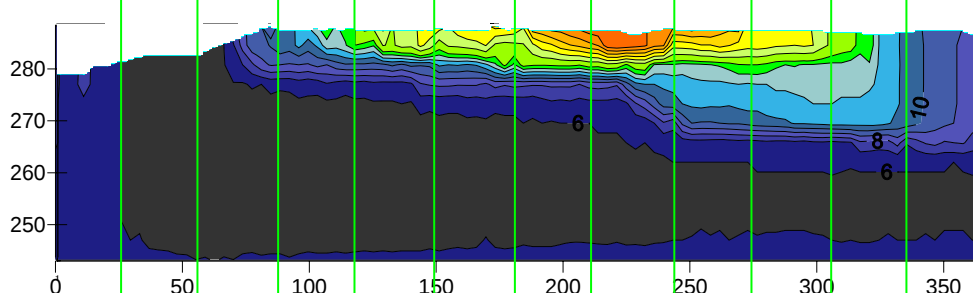
平成18年



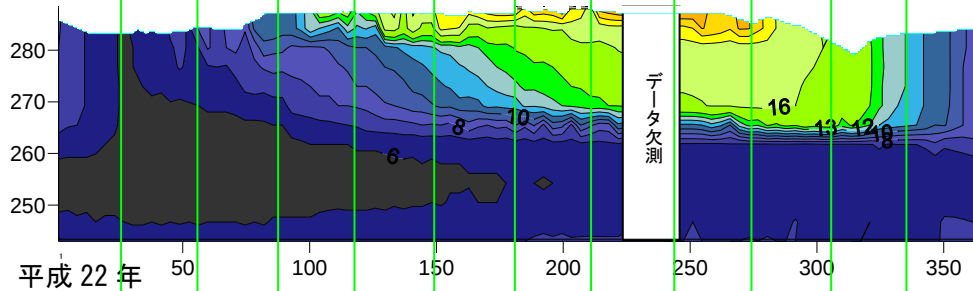
平成19年



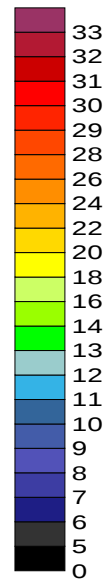
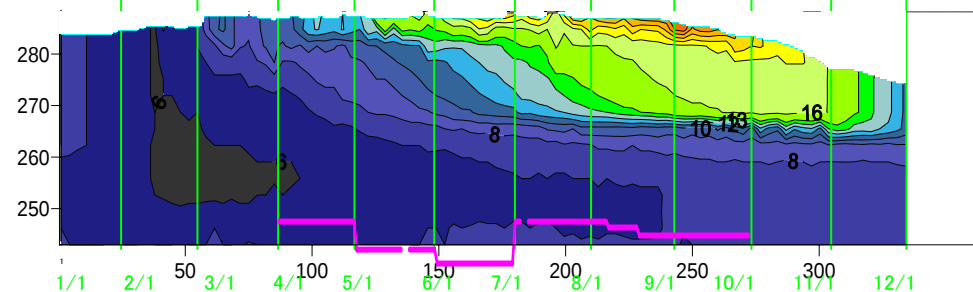
平成20年



平成21年



平成22年

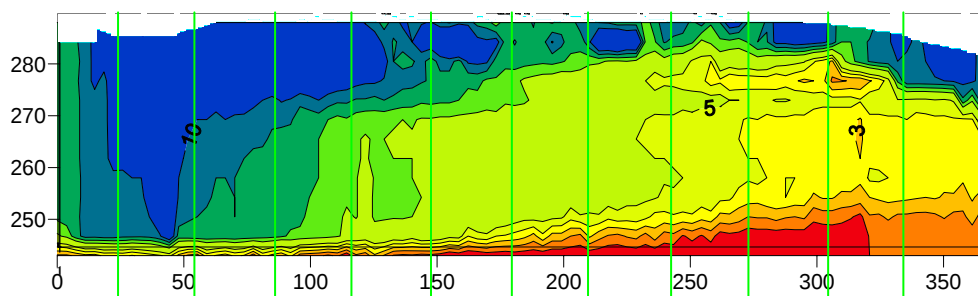


吐き出し高さ

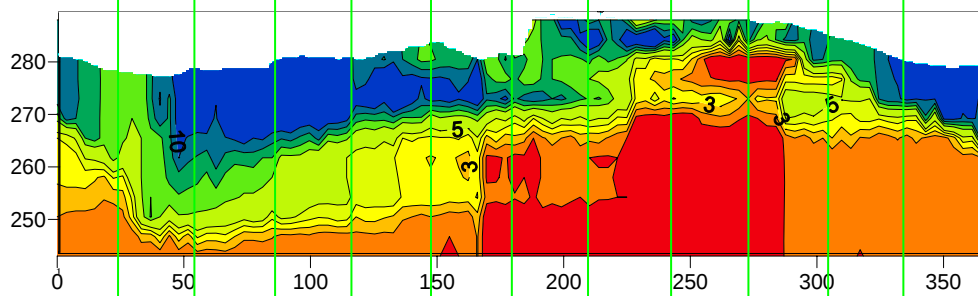
図 1-15 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-O : ダムサイト)

DOの鉛直分布 (mg/L)

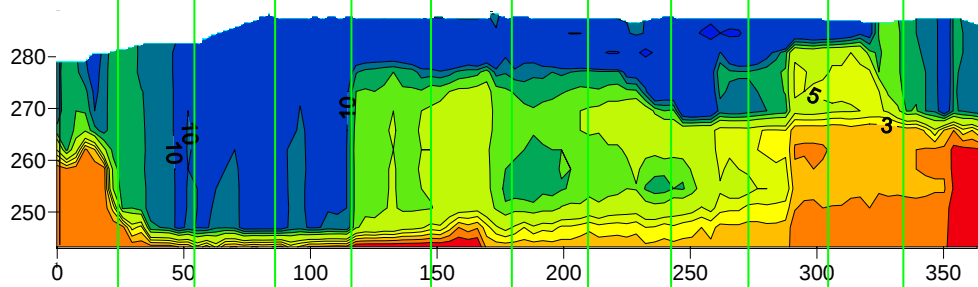
平成18年



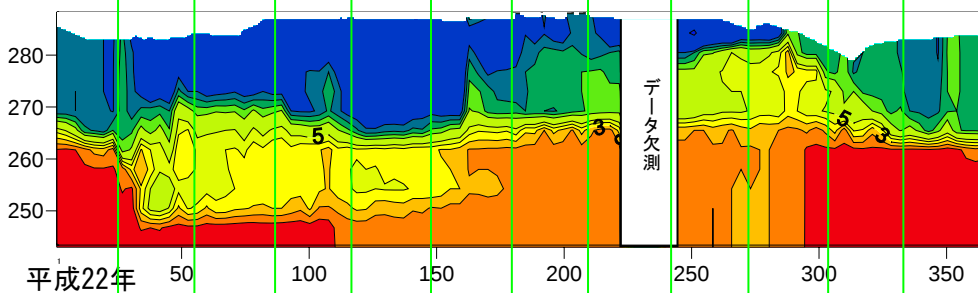
平成19年



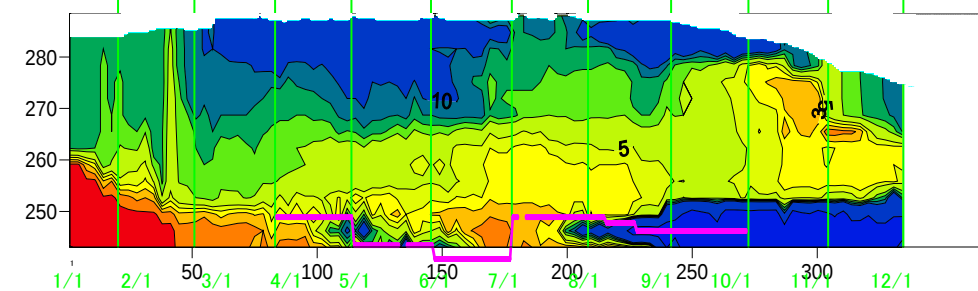
平成20年



平成21年



平成22年

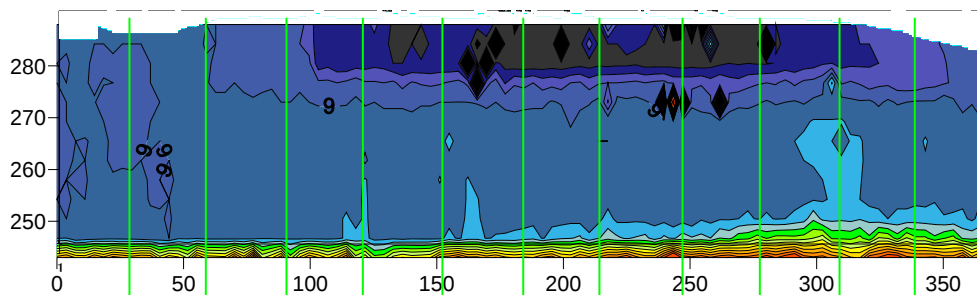


吐き出し高さ

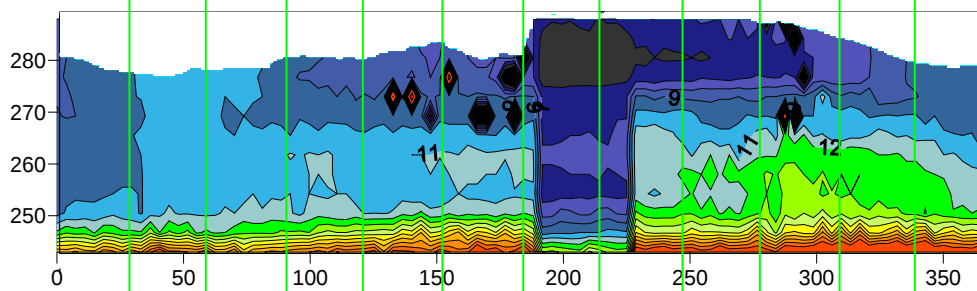
図 1-16 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-O : ダムサイト)

ECの鉛直分布 (mS/m)

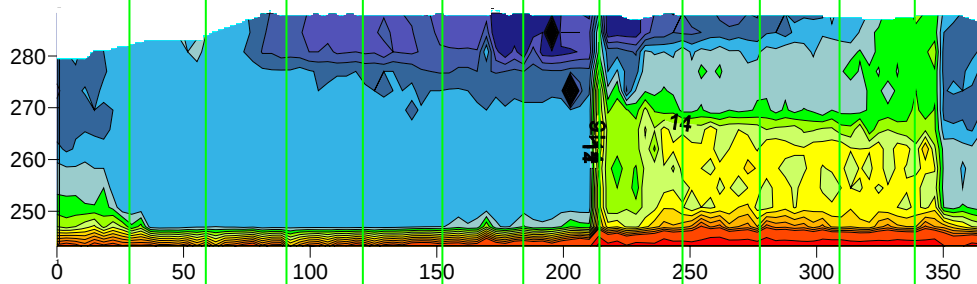
平成18年



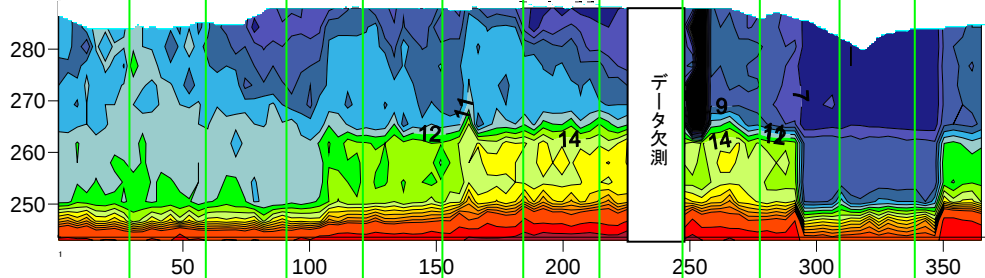
平成19年



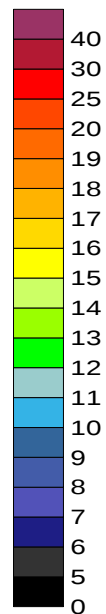
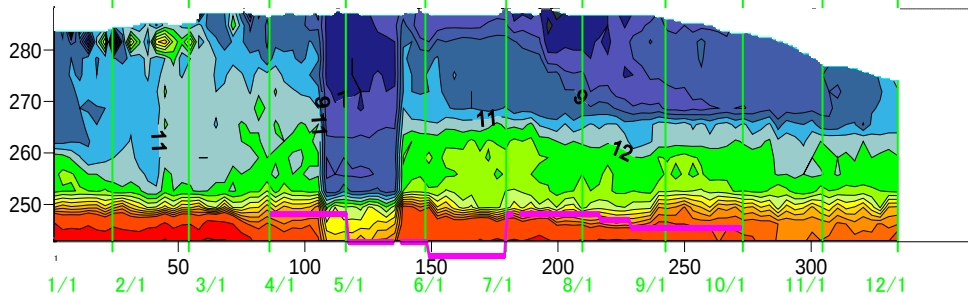
平成20年



平成21年



平成22年

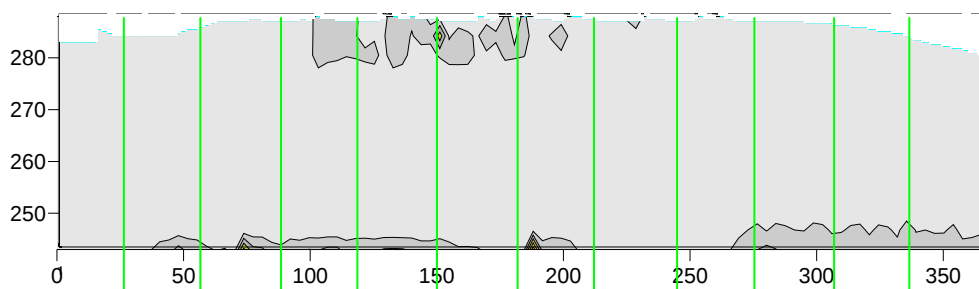


吐き出し高さ

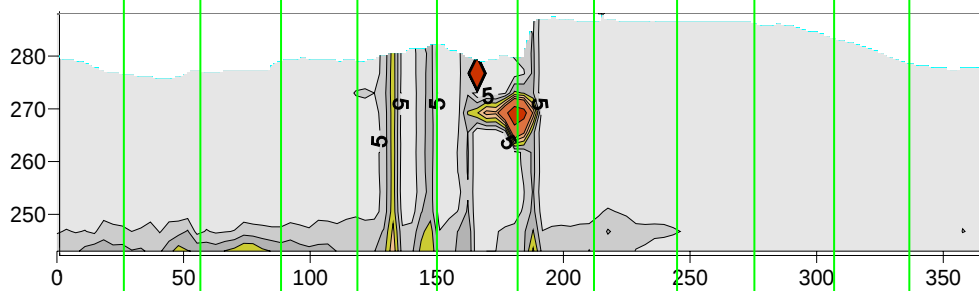
図 1-17 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-O : ダムサイト)

濁度の鉛直分布（度）

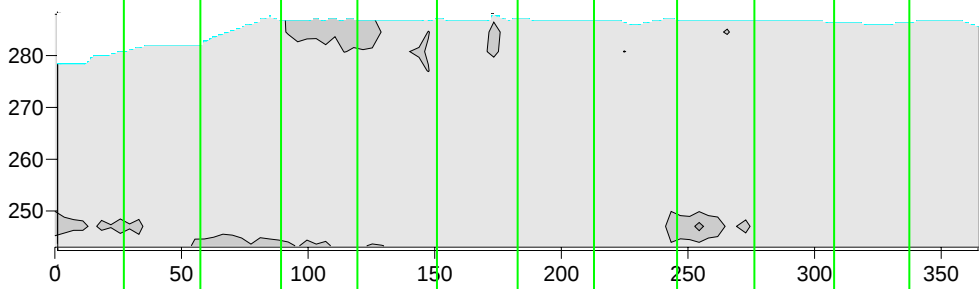
平成18年



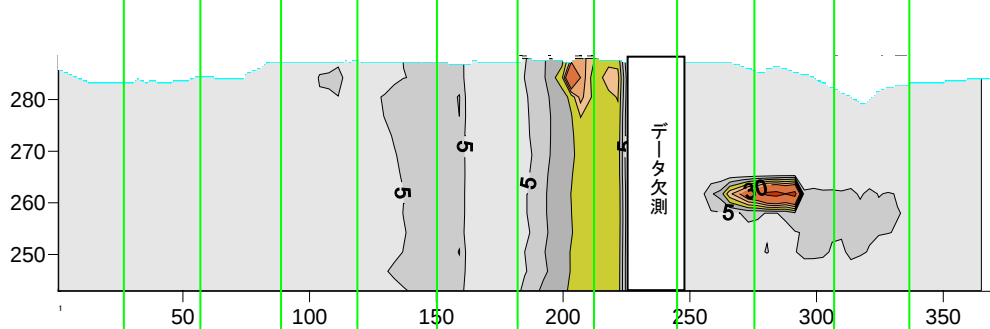
平成19年



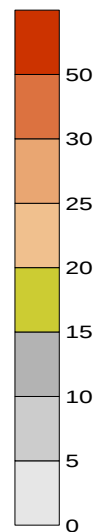
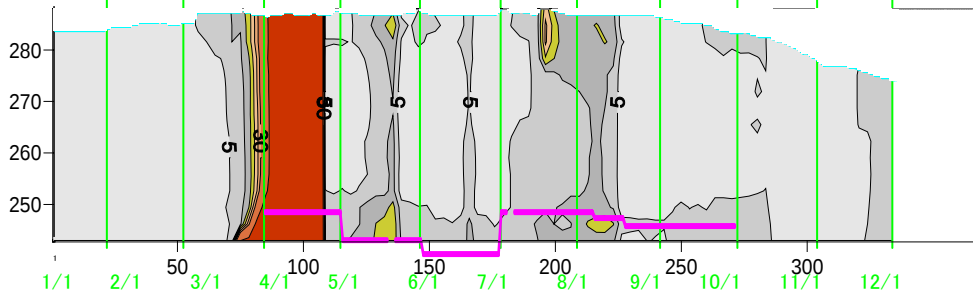
平成20年



平成21年



平成22年

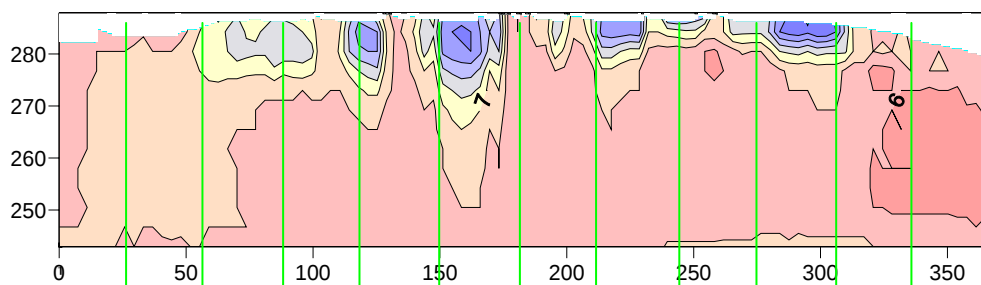


吐き出し高さ

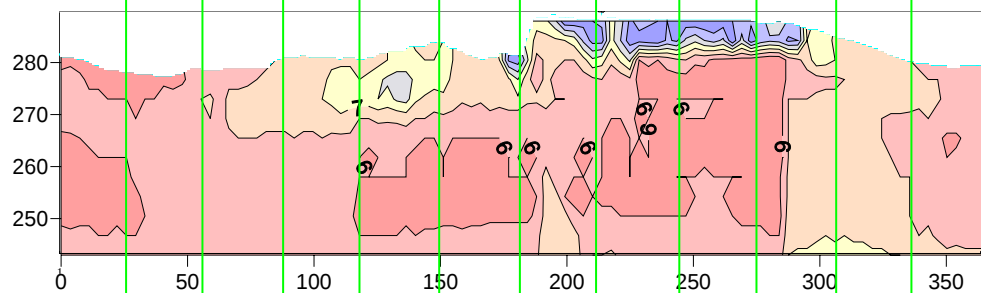
図 1-18 自動観測装置による水質の連続観測結果（M-O：ダムサイト）

pHの鉛直分布

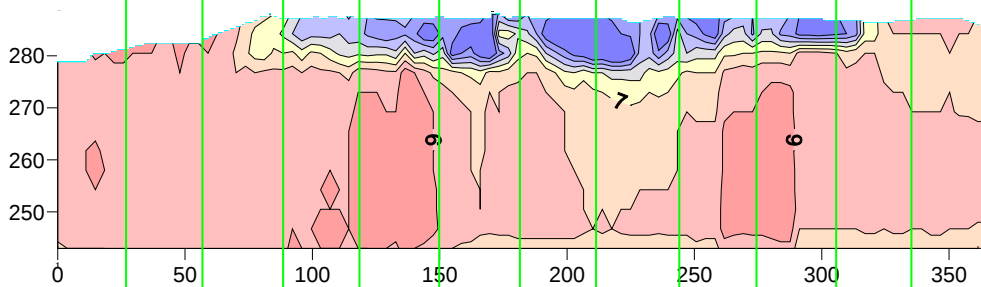
平成18年



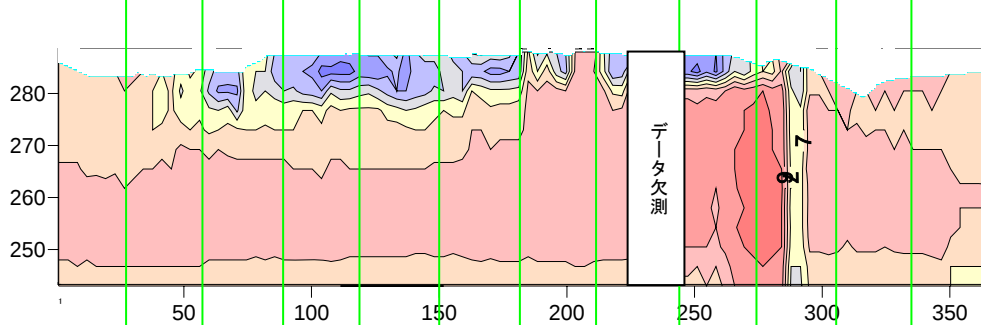
平成19年



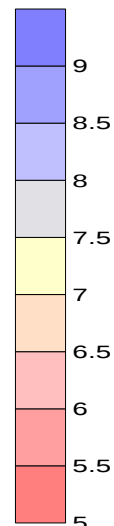
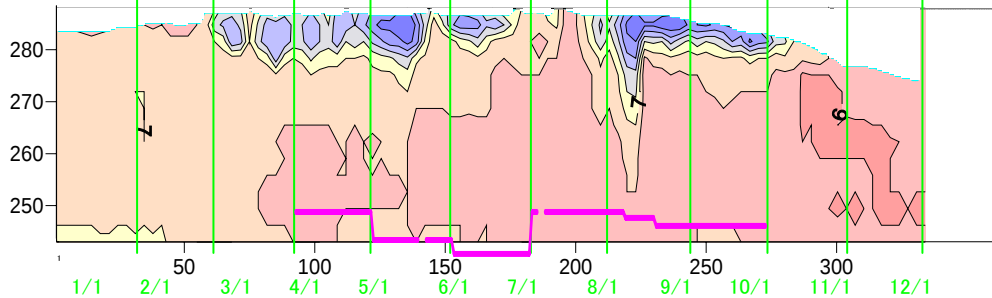
平成20年



平成21年



平成22年

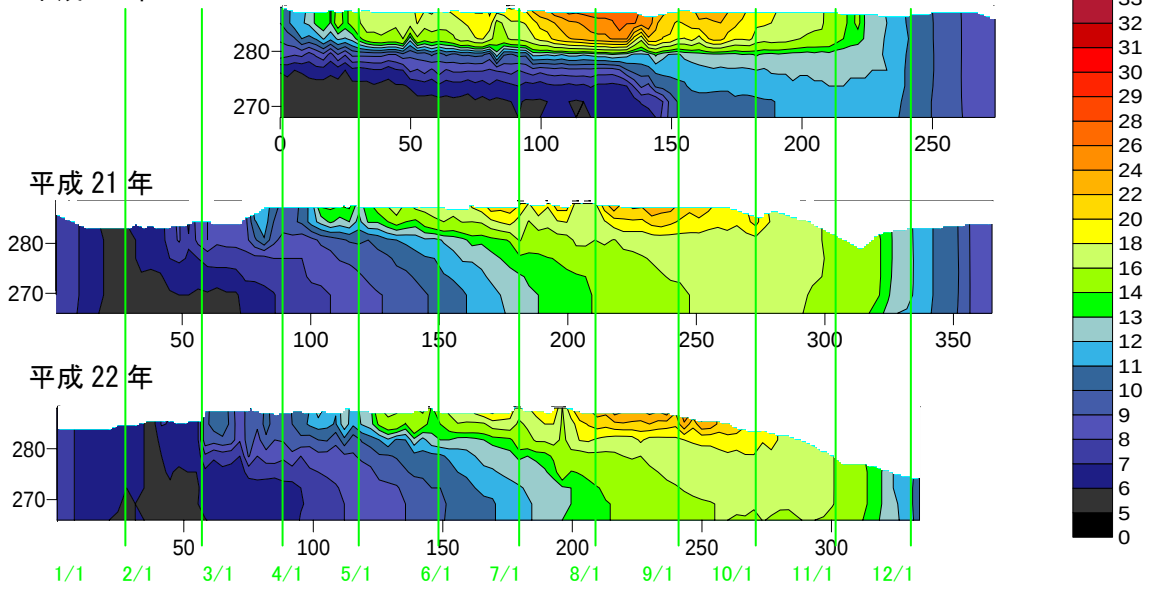


吐き出し高さ

図 1-19 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-O : ダムサイト)

水温の鉛直分布 (°C)

平成 20 年



DOの鉛直分布 (mg/L)

平成 20 年

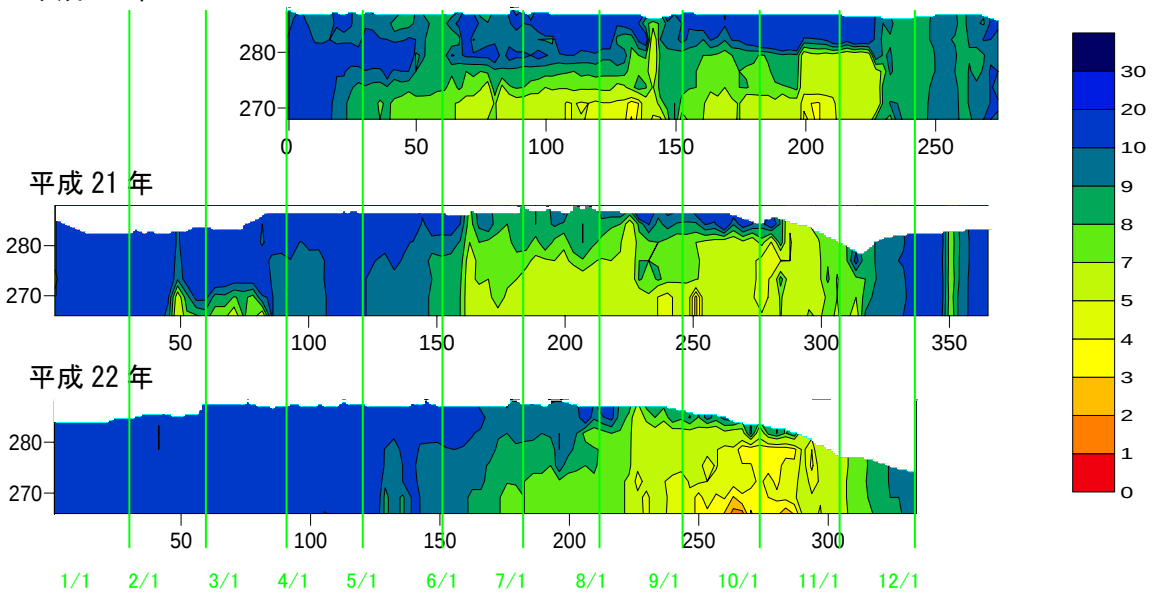


図 1-20 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-11 : 黒川橋)

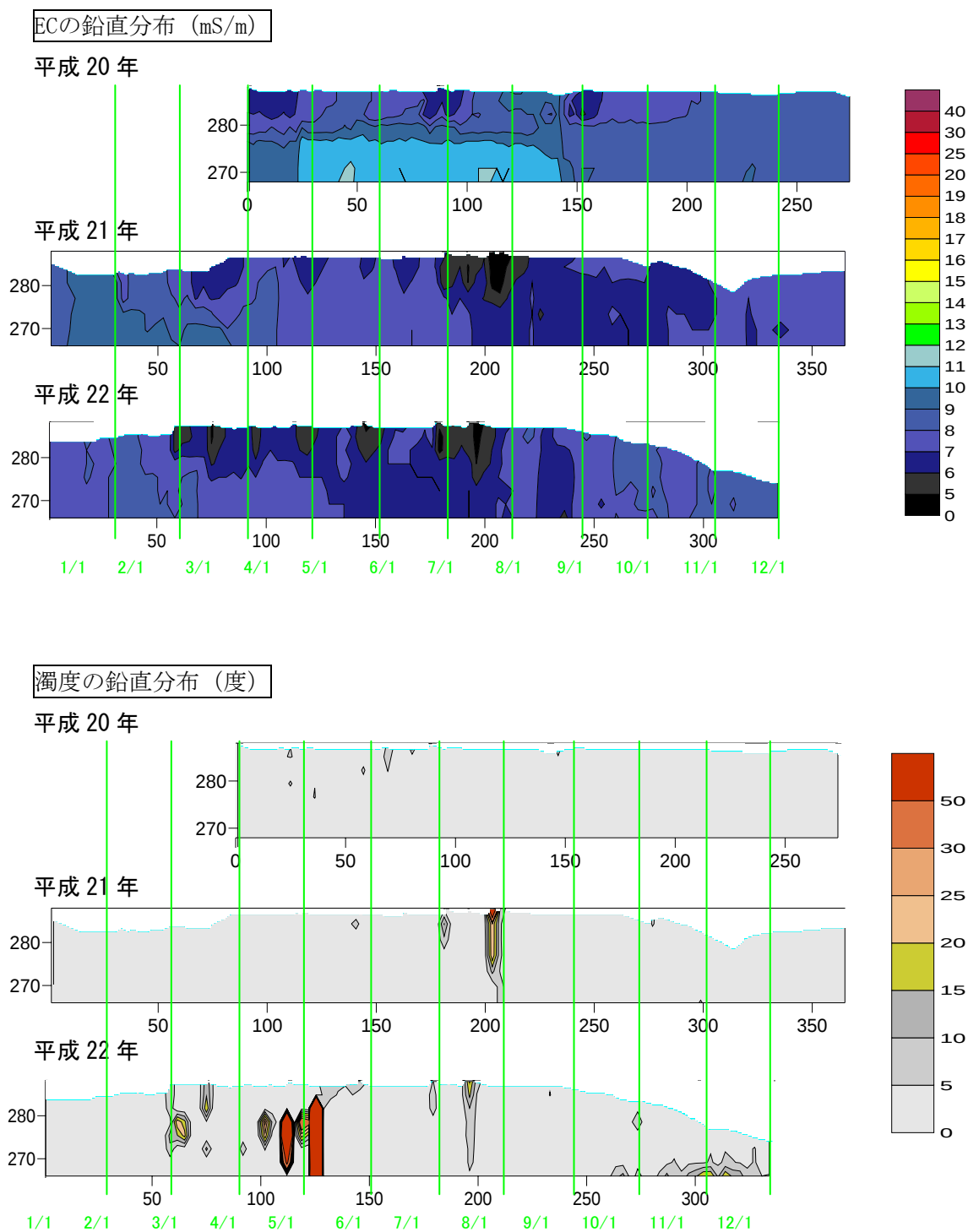


図 1-21 自動観測装置による水質の連続観測結果 (M-11 : 黒川橋)

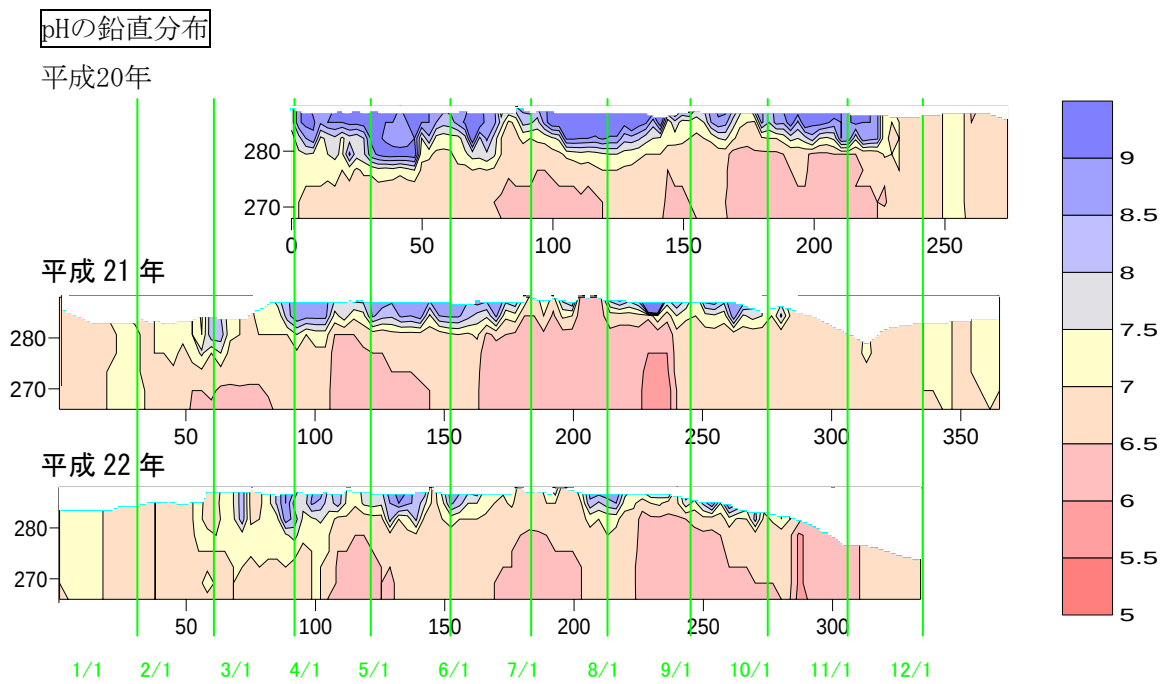


図 1-22 自動観測装置による水質の連続観測結果（M-11：黒川橋）

1.4 酸素消費速度の算出

酸素供給開始直後（平成22年4月～6月）の酸素消費速度を算出した。

算出条件として高濃度酸素発生装置による酸素濃度を90%、水中で溶解する気体の量を94%と仮定した場合、**酸素消費速度は0.47～0.63 mg/L・日**と、当初想定された0.23 mg/L・日の2～3倍程度であると算出された。

(1) 4月（EL. 246～250m）

B	酸素供給時間	H22.4.1 9時～H22.4.30 9時 → 696 h				
	酸素量	送水量(m3/h) 120 × 送水に対する空気の比率(%) 5% × 酸素供給装置の供給能力(%) 90%				
		※溶解効率率は水深40m、5%時の実測値より				
		m3/h	溶解効率	g/mol	h	mol/m3
		5.4	0.94	32	696	44.64285714
A	3/4酸素量	421,819	g			
C	4/30酸素量	1,347,671	g			
D	改善容量	305,270	m3			
E	酸素消費時間	29	日			
	酸素消費速度	0.47	g/m3・日			

(2) 5月（EL. 242～246m）

B	酸素供給時間	H22.4.30 9時～H22.5.31 9時 → 708 h				
	酸素量	送水量(m3/h) 120 × 送水に対する空気の比率(%) 5% × 酸素供給装置の供給能力(%) 90%				
		※溶解効率率は水深40m、5%時の実測値より				
		m3/h	溶解効率	g/mol	h	mol/m3
		5.4	0.94	32	708	44.64285714
A	4/30酸素量	1,347,671	g			
C	5/31酸素量	1,583,650	g			
D	改善容量	305,270	m3			
E	酸素消費時間	31	日			
	酸素消費速度	0.52	g/m3・日			

(3) 6月（EL. 240～244m）

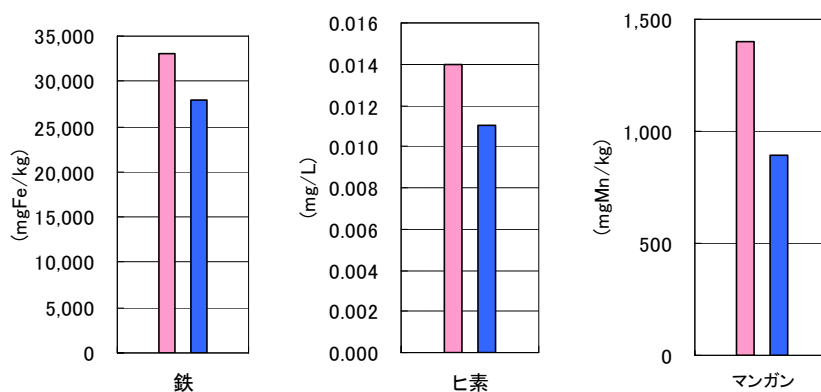
B	酸素供給時間	H22.5.31 9時～H22.6.30 9時 → 720 h				
	酸素量	送水量(m3/h) 120 × 送水に対する空気の比率(%) 5% × 酸素供給装置の供給能力(%) 90%				
		※溶解効率率は水深40m、5%時の実測値より				
		m3/h	溶解効率	g/mol	h	mol/m3
		5.4	0.94	32	720	44.64285714
A	5/31酸素量	1,583,650	g			
C	6/30酸素量	1,039,469	g			
D	改善容量	305,270	m3			
E	酸素消費時間	30	日			
	酸素消費速度	0.63	g/m3・日			

1.5 底泥の変化

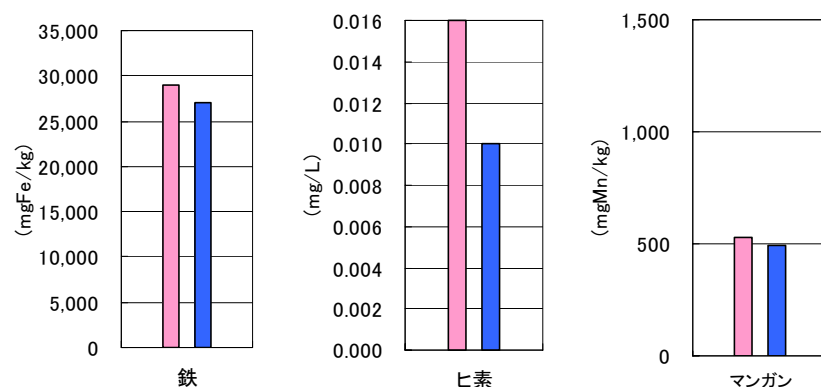
委員より鉄・ヒ素・マンガンに関する底泥の変化についての質問があったため、底泥の変化を図 1-23に示す。

調査はダム上流（M-1）と黒川橋（M-11）において5月に行われている。酸素供給はM-1底層の20m程度上側で2ヶ月程度実施された状況である。黒川橋の底泥には酸素が届かないため、コントロールのデータとして見ることができる。**ダムサイトと黒川橋のどちらも大きな変化はみられない。**酸素供給酸化を始めて2ヶ月程度のものであることから、今後引き続き変化を確認するものとする。

ダム上流



黒川橋



※mg/Lとあるのは溶出試験の項目である。

図 1-23 底泥調査結果

■ 平成21年5月12日
■ 平成22年5月28日

1.6 水質調査結果（M－1）

ダム水質臨時調査										
調査年月日：平成22年4月30日										
貯水位		287.20m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
286.9	0.3	13.0	11.8	6.4	9.0	12	< 0.001	0.04	0.006	50
285.9	1.3	12.1	12.3	6.6	9.0	11	< 0.001	0.03	0.010	45
280.9	6.3	9.3	11.3	7.5	8.0	10	< 0.001	< 0.03	0.012	49
275.9	11.3	8.6	10.0	7.9	7.2	9.1	< 0.001	0.03	0.021	52
270.9	16.3	8.0	9.4	8.9	6.8	8.1	< 0.001	0.04	0.044	53
265.9	21.3	7.2	8.7	9.3	6.7	6.8	< 0.001	0.04	0.048	58
260.9	26.3	6.2	7.7	9.4	6.6	7.0	< 0.001	0.04	0.049	59
255.9	31.3	6.0	6.5	9.6	6.6	4.5	0.003	0.66	3.0	84
250.9	36.3	6.3	2.6	12.9	6.4	1.0	0.003	0.74	3.7	93
250	37.2	6.3	1.4	14.2	6.5	1.4	< 0.001	0.74	3.8	86
248	39.2	6.5	13.2	16.0	6.5	13	0.003	0.97	5.4	110
246	41.2	6.5	15.6	17.2	6.5	15	0.004	1.0	6.1	100
244	43.2	6.7	1.3	18.8	6.6	0.6	0.005	1.2	8.7	120
242	45.2	6.8	0.6	23.6	6.6	< 0.5	0.012	3.1	9.8	130
240	47.2	7.1	< 0.5	25.9	6.6	< 0.5	0.020	7.4	11	150
238	49.2	7.2	< 0.5	26.1	6.6	< 0.5	0.017	5.9	10	110
236	51.2					< 0.5	0.026	8.2	13	120
234	53.2					< 0.5	0.042	19	12	140
232	55.2					< 0.5	0.038	22	13	150
230	57.2					< 0.5	0.036	24	12	190
228	59.2									
226	61.2									

ダム水質臨時調査										
調査年月日：平成22年5月31日										
貯水位		286.98m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
286.7	0.3	18.4	11.0	5.7	8.9	13	0.002	0.03	0.006	12
285.7	1.3	14.6	12.6	5.8	9.1	11	< 0.001	0.08	0.009	24
280.7	6.3	11.3	10.4	7.2	7.5	10	< 0.001	0.04	0.008	50
275.7	11.3	10.3	10.1	7.7	6.9	9.6	< 0.001	0.05	0.011	42
270.7	16.3	9.6	10.1	7.8	6.9	9.7	< 0.001	< 0.03	0.008	37
265.7	21.3	7.6	8.0	9.0	6.6	9.1	< 0.001	< 0.03	0.11	33
260.7	26.3	6.7	6.3	9.6	6.5	7.0	< 0.001	0.03	0.22	45
255.7	31.3	6.2	5.4	9.6	6.5	5.3	< 0.001	0.03	0.10	48
250.7	36.3	6.2	1.4	12.0	6.4	3.8	< 0.001	0.10	1.8	54
250	37.0	6.3	< 0.5	15.9	6.5	< 0.5	< 0.001	0.13	3.8	63
248	39.0	6.5	< 0.5	16.3	6.5	0.7	0.002	0.37	5.3	78
247	40.0	6.5	1.2	16.7	6.5	1.6				
246	41.0	6.6	< 0.5	18.7	6.5	0.8	0.002	0.29	7.9	92
245	42.0	6.8	3.5	20.5	6.5	3.9				
244	43.0	6.8	7.8	20.8	6.5	7.6	0.002	0.40	9.7	100
243	44.0	6.9	14.5	21.2	6.5	14				
242	45.0	6.9	13.9	21.5	6.5	14	0.003	0.59	10	100
241	46.0	6.9	< 0.5	22.0	6.5	3.3				
240	47.0	7.0	< 0.5	23.2	6.5	< 0.5	0.003	0.54	10	110
238	49.0	7.1	< 0.5	27.4	6.6	< 0.5	0.003	3.2	13	120
236	51.0	7.2	< 0.5	29.6	6.7	< 0.5	0.002	4.1	13	130
234	53.0	7.3	< 0.5	31.8	6.7	< 0.5	0.003	7.1	12	150
233	54.0	7.4	< 0.5	32.7	6.8					
232	55.0	7.4	< 0.5	33.7	6.8	< 0.5	0.004	20	12	220
230	57.0	7.5	< 0.5	35.2	6.9	< 0.5	0.004	19	12	210

ダム水質臨時調査										
調査年月日:平成22年6月30日										
貯水位		287.85m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
287.6	0.3	17.2	10.0	6.0	7.1	13	< 0.001	0.19	0.040	22
286.6	1.3	16.2	9.6	5.8	7.0	11	< 0.001	0.06	0.012	< 10
281.6	6.3	14.0	8.8	6.7	6.8	9.8	< 0.001	0.09	0.010	25
276.6	11.3	12.5	8.5	7.5	6.7	9.6	< 0.001	0.07	0.013	27
271.6	16.3	11.7	8.3	7.4	6.6	9.0	< 0.001	0.04	0.019	53
266.6	21.3	9.0	7.1	8.5	6.5	9.1	< 0.001	< 0.03	0.013	20
261.6	26.3	7.2	3.8	9.8	6.2	3.9	< 0.001	0.03	0.16	12
256.6	31.3	6.7	3.6	9.5	6.3	4.0	< 0.001	< 0.03	0.40	34
251.6	36.3	6.3	2.8	9.7	6.3	2.5	< 0.001	< 0.03	0.26	33
250	37.9	6.3	1.2	9.9	6.3	1.1	< 0.001	< 0.03	0.27	51
249	38.9	6.4	< 0.5	11.8	6.3					
248	39.9	6.5	< 0.5	14.8	6.4	< 0.5	< 0.001	0.08	1.8	51
246	41.9	6.6	< 0.5	17.9	6.4	< 0.5	< 0.001	0.12	6.4	60
244	43.9	7.0	< 0.5	22.0	6.4	< 0.5	0.001	0.26	9.3	82
243	44.9	7.0	2.7	22.5	6.4					
242	45.9	7.1	15.8	22.9	6.4	14	0.002	0.33	10	100
241	46.9	7.1	14.6	23.1	6.4					
240	47.9	7.1	10.8	23.1	6.4	10	0.003	0.83	11	100
239	48.9	7.1	14.3	23.3	6.4					
238	49.9	7.2	0.6	23.7	6.4	0.7	0.002	0.57	11	110
237	50.9	7.2	< 0.5	27.1	6.5					
236	51.9	7.3	< 0.5	30.4	6.7	< 0.5	0.005	1.9	13	130
234	53.9	7.4	< 0.5	33.7	6.8	< 0.5	0.009	9.4	14	140
232	55.9	7.5	< 0.5	35.5	6.8	< 0.5	0.012	14	13	140
230	57.9	7.5	< 0.5	36.6	6.9	< 0.5	0.014	22	13	170
228	59.9	7.5	< 0.5	42.5	6.9	< 0.5	0.011	16	13	150
227.0	60.9	7.7	< 0.5	70.2	7.3					

ダム水質臨時調査										
調査年月日:平成22年7月27日										
貯水位		286.90m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
286.6	0.3	24.1	15.5	4.1	9.5	14	< 0.001	0.03	0.006	15
285.6	1.3	19.2	15.1	3.7	9.3	15	< 0.001	0.08	0.015	11
280.6	6.3	15.5	9.4	3.0	7.3	9.1	< 0.001	0.11	0.024	27
275.6	11.3	14.9	7.7	3.4	6.7	8.6	< 0.001	0.10	0.014	21
270.6	16.3	13.1	7.9	4.2	6.5	8.0	< 0.001	0.05	0.012	27
265.6	21.3	9.0	5.6	5.2	6.3	6.0	< 0.001	0.04	0.045	38
260.6	26.3	7.3	3.5	6.0	6.2	3.9	< 0.001	0.03	0.042	42
255.6	31.3	6.8	3.0	5.8	6.2	3.3	< 0.001	0.04	0.044	49
250.6	36.3	6.4	0.7	6.9	6.1	1.1	< 0.001	0.04	0.084	59
250	36.9	6.4	< 0.5	8.7	6.1	< 0.5	< 0.001	0.04	0.12	59
249	37.9	6.5	14.4	9.3	6.3					
248	38.9	6.6	26.7	11.1	6.3	24	< 0.001	0.06	4.0	73
247	39.9	6.6	24.0	11.3	6.4					
246	40.9	6.7	15.5	12.5	6.4	15	< 0.001	0.04	5.2	80
245	41.9	6.8	< 0.5	16.3	6.4					
244	42.9	6.9	< 0.5	17.2	6.4	< 0.5	0.002	0.05	10	89
242	44.9	7.0	< 0.5	18.5	6.4	< 0.5	< 0.001	0.11	10	100
240	46.9	7.1	< 0.5	19.9	6.4	< 0.5	0.002	0.22	12	120
238	48.9	7.2	< 0.5	22.6	6.5	< 0.5	0.002	0.36	15	120
236	50.9	7.3	< 0.5	26.6	6.6	< 0.5	0.004	4.1	16	130
234	52.9	7.4	< 0.5	30.0	6.8	< 0.5	0.007	14	15	150
232	54.9	7.5	< 0.5	32.9	6.9	< 0.5	0.011	21	14	170
230	56.9	7.5	< 0.5	34.3	6.9	< 0.5	0.009	21	13	180
228	58.9	7.5	< 0.5	36.2	7.0	< 0.5	0.014	29	14	190
227.4	59.5	7.6	< 0.5	51.8	7.7					

調査年月日:平成22年8月30日										
貯水位		286.33m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
286.0	0.3	26.2	9.8	4.9	9.5	10	< 0.001	0.03	0.008	< 10
285.0	1.3	25.3	15.6	5.5	9.7	9.9	0.001	0.04	0.011	< 10
280.0	6.3	17.1	8.0	4.8	8.1	10	< 0.001	0.04	0.011	13
275.0	11.3	16.4	7.3	4.2	7.4	6.7	< 0.001	< 0.03	0.017	24
270.0	16.3	15.1	6.6	3.0	6.8	6.1	< 0.001	< 0.03	0.012	20
265.0	21.3	8.9	4.9	5.6	6.4	6.0	< 0.001	< 0.03	0.015	19
260.0	26.3	7.5	3.7	5.9	6.2	4.5	< 0.001	0.04	0.042	36
255.0	31.3	6.9	2.8	5.6	6.3	3.9	< 0.001	0.04	0.10	45
250	36.3	6.5	0.9	7.2	6.3	1.2	< 0.001	0.03	0.10	52
249	37.3	6.7	15.0	9.4	6.2					
248	38.3	6.7	20.8	10.0	6.2	22	< 0.001	0.05	0.22	59
247	39.3	6.7	24.1	10.8	6.3					
246	40.3	6.8	39.1	12.1	6.3	33	0.001	0.03	0.41	63
245	41.3	6.8	37.2	12.9	6.3					
244	42.3	6.9	24.5	14.9	6.3	25	0.001	< 0.03	3.4	77
243	43.3	7.0	< 0.5	19.3	6.5					
242	44.3	7.0	< 0.5	19.7	6.6	< 0.5	0.003	0.06	13	96
240	46.3	7.1	< 0.5	21.5	6.6	< 0.5	0.003	0.09	14	110
238	48.3	7.2	< 0.5	24.8	6.7	< 0.5	0.004	0.18	15	120
236	50.3	7.3	< 0.5	27.8	6.7	< 0.5	0.003	0.58	19	120
234	52.3	7.4	< 0.5	29.8	6.8	< 0.5	0.008	6.8	18	140
232	54.3	7.5	< 0.5	33.6	7.0	< 0.5	0.013	15	16	160
230	56.3	7.5	< 0.5	35.6	7.0	< 0.5	0.017	24	14	170
228	58.3	7.5	< 0.5	42.1	7.0	< 0.5	0.019	25	13	200
227.5	58.8	7.6	< 0.5	55.6	6.9					

ダム水質臨時調査										
調査年月日:平成22年9月30日										
貯水位		283.33m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
283.0	0.3	19.9	10.2	4.5	9.5	10	< 0.001	0.05	0.012	14
282.0	1.3	19.9	10.3	4.5	9.5	10	0.001	0.05	0.011	30
277.0	6.3	17.3	2.4	4.5	7.7	3.6	< 0.001	0.03	0.012	26
272.0	11.3	16.8	3.0	4.4	6.7	3.2	< 0.001	0.04	0.026	28
267.0	16.3	14.9	3.3	3.6	6.5	3.6	< 0.001	0.04	0.034	36
262.0	21.3	8.3	3.7	5.8	6.3	3.7	0.001	0.13	0.18	27
257.0	26.3	7.5	2.6	5.7	6.3	3.4	< 0.001	0.05	0.098	59
252.0	31.3	6.8	1.3	6.1	6.3	2.8	< 0.001	0.15	0.14	55
250	33.3	6.7	2.4	7.7	6.3	2.0	< 0.001	0.07	0.22	61
249	34.3	6.9	12.8	9.3	6.2					
248	35.3	7.0	25.1	10.9	6.2	22	< 0.001	0.04	0.48	86
247	36.3	7.0	39.6	11.4	6.2					
246	37.3	6.9	49.1	12.0	6.3	19	< 0.001	0.03	0.97	89
245	38.3	6.9	49.5	12.0	6.3					
244	39.3	7.0	49.4	13.6	6.3	26	0.001	0.04	4.0	97
243	40.3	7.0	1.1	17.9	6.4					
242	41.3	6.6	< 0.5	20.9	6.6	< 0.5	0.004	0.04	15	70
240	43.3	7.2	< 0.5	23.1	6.6	< 0.5	0.004	0.13	19	120
238	45.3	7.3	< 0.5	25.8	6.7	< 0.5	0.003	1.2	22	130
236	47.3	7.4	< 0.5	28.6	6.8	< 0.5	0.003	1.5	22	140
234	49.3	7.5	< 0.5	31.9	6.9	< 0.5	0.014	20	16	170
232	51.3	7.6	< 0.5	34.6	7.0	< 0.5	0.012	23	16	180
230	53.3	7.6	< 0.5	36.9	7.1	< 0.5	0.015	29	15	190
228	55.3	7.7	< 0.5	38.6	7.2	< 0.5	0.025	37	15	220
227.8	55.5	7.7	< 0.5	40.9	7.2					

ダム水質臨時調査										
調査年月日:平成22年10月26日										
貯水位		279.38m								
地 点		M-1(計器測定)				M-1				
測定水深		水温	DO	導電率	p H	DO	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	mg/L
279.1	0.3	17.5	9.2	4.2	7.1	9.1	< 0.001	< 0.03	0.014	< 10
278.1	1.3	17.4	9.0	4.2	7.1	9.0	< 0.001	< 0.03	0.014	27
273.1	6.3	16.5	1.4	4.5	6.7	2.2	< 0.001	0.03	0.021	24
268.1	11.3	11.3	1.2	4.4	6.3	1.8	< 0.001	0.04	0.044	19
263.1	16.3	8.4	3.1	5.7	6.2	3.3	< 0.001	0.07	0.039	23
258.1	21.3	7.6	1.9	5.7	6.2	2.4	< 0.001	0.05	0.074	33
253.1	26.3	6.9	1.1	5.8	6.2	1.6	< 0.001	0.04	0.087	74
250	29.4	6.9	10.4	9.2	6.1	10	< 0.001	0.07	0.21	62
249	30.4	7.0	17.5	9.7	6.1					
248	31.4	7.0	34.2	11.3	6.1	24	< 0.001	0.06	0.20	60
247	32.4	7.0	36.1	11.6	6.1					
246	33.4	6.9	36.2	11.8	6.1	31	< 0.001	0.04	0.22	67
245	34.4	6.9	36.4	11.8	6.2					
244	35.4	6.9	27.9	12.2	6.2	31	< 0.001	0.04	0.22	89
243	36.4	7.0	5.0	18.3	6.4					
242	37.4	7.0	< 0.5	21.7	6.5	< 0.5	0.002	0.11	16	120
240	39.4	7.2	< 0.5	23.7	6.6	< 0.5	0.004	0.15	21	100
238	41.4	7.3	< 0.5	26.4	6.6	< 0.5	0.003	1.5	22	62
236	43.4	7.4	< 0.5	29.5	6.7	< 0.5	0.005	8.8	18	140
234	45.4	7.5	< 0.5	32.9	6.8	< 0.5	0.006	19	16	170
232	47.4	7.6	< 0.5	35.7	6.9	< 0.5	0.007	26	14	190
230	49.4	7.6	< 0.5	37.9	7.0	< 0.5	0.008	31	14	210
228	51.4	7.7	< 0.5	39.3	7.4	< 0.5	0.018	32	14	230
227.9	51.5	7.7	< 0.5	48.9	7.5					

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)				M-1				
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	
249	25.3	7.0	14.3	9.5	6.0	0.001	0.05	0.14	45	
248	26.3	7.1	19.6	10.4	6.0	< 0.001	0.06	0.19	59	
247	27.3	7.1	22.5	10.9	6.0	0.001	0.05	0.22	59	
246	28.3	7.0	25.4	11.3	6.0	< 0.001	0.05	0.20	50	
245	29.3	7.0	24.2	12.0	6.1	< 0.001	0.04	0.62	62	
244	30.3	7.1	6.2	16.6	6.1	0.002	0.32	8.6	90	
243	31.3	7.1	< 0.5	18.6	6.3	< 0.001	0.30	11	94	
242	32.3	7.1	< 0.5	22.1	6.6	0.001	0.11	18	110	
241	33.3	7.1	< 0.5	23.3	6.6	0.003	0.20	19	110	
240	34.3	7.2	< 0.5	24.1	6.6	0.003	0.54	20	110	
238	36.3	7.3	< 0.5	25.8	6.6	0.005	3.8	19	120	
236	38.3	7.4	< 0.5	30.7	6.7	0.010	17	17	210	
234	40.3	7.5	< 0.5	34.8	6.8	0.016	27	15	230	
232	42.3	7.6	< 0.5	36.3	6.9	0.024	33	15	240	
230	44.3	7.7	< 0.5	37.8	7.0	0.034	36	15	250	
228	46.3	7.7	< 0.5	40.4	7.1	0.061	53	16	420	
227.4	46.9	7.8	< 0.5	41.1	7.5					

1.7 平成 23 年運用開始時期の検討

平成23年の高濃度酸素溶解装置の運用は暫定的に3月1日より開始することと設定しているが、実際には、循環期が終了しEL. 243m以深と表層の循環混合の可能性がなくなることを確認してから実施する計画である。

循環がおこるかどうかの判断は表層とEL. 243mの水温・蒸発残留物により行う予定である。

なお、近年10カ年の3月の表層の平均水温、最低水温は表 1-1に示すとおりであり、3月の循環は現時点では想定されない。

表 1-1 3月の表層の水温(M-1の9時のデータ) (°C)

	平均	最低
平成13年	8.2	6.0
平成14年	8.9	6.9
平成15年	7.9	6.3
平成16年	8.6	6.2
平成17年	6.9	5.5
平成18年	7.6	6.1
平成19年	8.5	7.3
平成20年	8.3	5.5
平成21年	9.1	7.6
平成22年	9.2	7.9

EL. 243mの方が重い
ため、
循環しない。

表 1-2 3月に生じる密度差の算出 (平成22年11月29日水質データより推定)

標高	水温 (°C)	水温による密度 の差(mg/L)*	蒸発残留物 (mg/L)	密度の差(mg/L) (3月)
EL. 268m	10.9→5.5	+57	26	83
EL. 243m	7.1	0	94	94
EL. 242m	7.1	0	110	110

※7.1°Cの時の水の密度を基準にした

表 1-3 水温と密度の関係

単位[g/cm3]

温度 (°C)	小数点以下									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.999965	0.999963	0.999961	0.999959	0.999957	0.999955	0.999952	0.999950	0.999947	0.999944
6	0.999941	0.999938	0.999935	0.999931	0.999927	0.999924	0.999920	0.999916	0.999911	0.999907
7	0.999902	0.999898	0.999893	0.999888	0.999883	0.999877	0.999872	0.999866	0.999861	0.999855

注) 密度は「水質調査法」(昭和49年, 丸善株式会社)を基に小数点第1位の値は内挿値により求めた。

第2章 流入ヒ素の再検討

2.1 A：選択取水設備（既存）の運用

既存の常用洪水吐き及び選択取水設備による現行の放流量を算出した。その結果、平成13年以降の12洪水において、**152kg**と算定された。

選択取水設備は表層の近くから放流するため、常用洪水吐き及び選択取水設備から放流された濁度は同じものとして、ヒ素の放流量を算出した。

表 2-1 選択取水設備（既設）によるヒ素放流量の算定結果(g)

年月日	A: 常用洪水吐＋選択取水
H13. 6. 19	31, 207
H15. 8. 28	1, 213
H16. 8. 1	8, 253
H16. 8. 30	14, 627
H16. 9. 7	2, 559
H17. 7. 3	2, 432
H17. 9. 6	37, 219
H18. 4. 11	3, 591
H18. 5. 10	3, 236
H18. 6. 26	4, 051
H21. 7. 20	21, 982
H22. 7. 12	21, 254
合計	151, 623

表 2-2 選択放流設備（既設）によるヒ素放流量の算定結果の例（H22. 7. 12）

H22年（2010年）島地川ダム管理日報より

H22.07.12～07.19

月/日	時 分	貯水位 (EL.m)	流入量 (m ³ /s)	流量(m ³ /s) ハルプ 放流量	①水中由来 ヒ素流入量 (g/s)	①ヒ素流入 量 (g)	②SS由来ヒ 素流入量 (g/s)	②ヒ素流入 量 (g)	③ヒ素想定 放流量 (g/s)	ヒ素想定 放流量 (g)	SS流入量 (kg/s)	SS流入量 (kg)	ダムサイト (表層) 濁度(度)	想定SS 放流量 (mg/L)	SS想定 放流量 (kg/s)	SS想定 放流量 (kg)
7/12	16:00	288.02	10.99		0.018585	67	0.012608	45	0.011938	43	0.362155	1.304	8.3	31.0	0.340900	1.227
	17:00	288.02	10.99		0.018585	67	0.012608	45	0.011938	43	0.362155	1.304	8.3	31.0	0.340900	1.227
	18:00	288.02	10.99		0.018585	67	0.012608	45	0.011479	41	0.362155	1.304	7.9	29.7	0.326302	1.175
	19:00	288.02	10.99		0.018585	67	0.012608	45	0.012398	45	0.362155	1.304	8.7	32.3	0.355497	1.280
	20:00	288.02	10.99		0.018585	67	0.012608	45	0.012398	45	0.362155	1.304	8.7	32.3	0.355497	1.280
	21:00	288.01	10.51		0.017775	64	0.011860	43	0.011613	42	0.338404	1.218	8.1	30.4	0.330566	1.190
	22:00	288.01	9.71		0.016425	59	0.010652	38	0.012410	45	0.300062	1.080	8.8	32.7	0.355878	1.281
	23:00	288.00	9.16		0.015496	56	0.009851	35	0.012194	44	0.274629	989	8.7	32.3	0.349028	1.256
	0:00	287.99	10.51		0.017775	64	0.011860	43	0.012092	44	0.338404	1.218	8.7	32.3	0.345793	1.245
	1:00	287.98	9.16		0.015496	56	0.009851	35	0.011991	43	0.274629	989	8.7	32.3	0.342558	1.233
	2:00	287.97	8.84		0.014956	54	0.009396	34	0.012009	43	0.260190	937	8.8	32.7	0.343133	1.235
	3:00	287.97	9.13		0.015446	56	0.009808	35	0.011679	42	0.273264	984	8.5	31.7	0.332674	1.198
7/13	4:00	287.96	9.09		0.015378	55	0.009751	35	0.011906	43	0.271448	977	8.8	32.7	0.339866	1.224
	5:00	287.97	10.26		0.017353	62	0.011477	41	0.012009	43	0.326254	1.175	8.8	32.7	0.343133	1.235
	6:00	288.06	16.68		0.028181	101	0.022699	82	0.013163	47	0.682523	2.457	9	33.3	0.379782	1.367
	7:00	288.31	42.21		0.071169	256	0.089280	321	0.015475	56	2.796192	10.066	8.7	32.3	0.453186	1.631
	8:00	288.56	57.85		0.097471	351	0.143366	516	0.018196	66	4.513217	16.248	8.7	32.3	0.539553	1.942
	9:00	288.76	55.09		0.092831	334	0.133193	479	0.020601	74	4.190241	15.085	8.7	32.3	0.615893	2.217
	10:00	288.93	50.68		0.085415	307	0.117481	423	0.022941	83	3.691475	13.289	8.8	32.7	0.690189	2.485
	11:00	289.07	48.53		0.081799	294	0.110072	396	0.024763	89	3.456246	12.442	8.8	32.7	0.748031	2.693
	12:00	289.19	45.92		0.077410	279	0.101303	365	0.027637	99	3.177886	11.440	9.3	34.3	0.839262	3.021
	13:00	289.28	41.76		0.070412	253	0.087858	316	0.028913	104	2.751039	9.904	9.3	34.3	0.879783	3.167
	14:00	289.36	40.29		0.067938	245	0.083267	300	0.028675	103	2.605300	9.379	8.8	32.7	0.872213	3.140
	15:00	289.48	42.79		0.072144	260	0.091125	328	0.032437	117	2.854759	10.277	9.5	35.0	0.991658	3.570
7/14	16:00	289.64	54.28		0.091469	329	0.130256	469	0.035524	128	4.097020	14.749	9.7	35.7	1.089655	3.923
	17:00	289.78	57.86		0.097488	351	0.143404	516	0.037079	133	4.514402	16.252	9.5	35.0	1.139024	4.100
	18:00	289.89	54.89		0.092494	333	0.132465	477	0.045271	163	4.167157	15.002	11.3	41.0	1.399087	5.037
	19:00	289.96	49.92		0.084137	303	0.114843	413	0.044026	158	3.607720	12.988	10.6	38.7	1.359548	4.894
	20:00	290.00	44.71		0.075374	271	0.097324	350	0.047363	171	3.051569	10.986	11.3	41.0	1.465476	5.276
	21:00	290.01	39.63		0.066828	241	0.081234	292	0.055068	198	2.540753	9.147	13.3	47.6	1.710109	6.156
	22:00	290.02	37.61		0.063429	228	0.075120	270	0.056802	204	2.346669	8.448	13.7	49.0	1.765149	6.355
	23:00	290.04	39.85		0.067198	242	0.081910	295	0.060291	217	2.562207	9.224	14.5	51.6	1.875907	6.753
	0:00	290.05	39.14		0.066003	238	0.079735	287	0.061298	221	2.493190	8.975	14.7	52.3	1.907889	6.868
	1:00	290.05	36.53		0.061611	222	0.071920	259	0.061298	221	2.245082	8.082	14.7	52.3	1.907889	6.868
	2:00	290.06	37.29		0.062890	226	0.074167	267	0.062312	224	2.316409	8.339	14.9	52.9	1.940069	6.984
	3:00	290.09	39.90		0.067282	242	0.082063	295	0.062286	224	2.567091	9.242	14.7	52.3	1.939251	6.981
7/15	4:00	290.14	44.00		0.074180	267	0.095015	342	0.068686	247	2.978269	10.722	16	56.6	2.142410	7.713
	5:00	290.20	47.59		0.080218	289	0.106885	385	0.066658	240	3.355075	12.078	15.1	53.6	2.207839	7.481
	6:00	290.29	51.57		0.086912	313	0.120597	434	0.067308	242	3.790387	13.645	14.7	52.3	2.098677	7.555
	7:00	290.42	61.10		0.102934	371	0.155673	560	0.070634	254	4.903900	17.654	14.7	52.3	2.204265	7.935
	8:00	290.64	72.63		0.122312	440	0.202055	727	0.076397	275	6.376359	22.955	14.7	52.3	2.387213	8.594
	9:00	290.89	91.24		0.153575	553	0.285227	1,027	0.095566	344	9.016729	32.460	17.1	60.2	2.995753	10.785
	10:00	291.10	91.94		0.154751	557	0.288543	1,039	0.097308	350	9.122011	32.839	16.7	58.9	3.051059	10.984
	11:00	291.26	85.66		0.144203	519	0.259266	933	0.099571	358	8.192571	29.493	16.6	58.6	3.122903	11.242
	12:00	291.35	75.85		0.127723	460	0.215735	777	0.098838	356	6.810643	24.518	16.2	57.3	3.099614	11.159
	13:00	291.39	65.22		0.109860	395	0.171768	618	0.101786	366	5.414852	19.493	16.6	58.6	3.193199	11.496
	14:00	291.39	58.13		0.097942	353	0.144413	520	0.104637	377	4.546438	16.367	17.1	60.2	3.283702	11.821
	15:00	291.39	54.51		0.091855	331	0.131088	472	0.097224	350	4.123417	14.844	15.8	55.9	3.048394	10.974
7/16	16:00	291.37	53.83		0.090712	327	0.128635	463	0.103158	371	4.045540	14.564	16.9	59.6	3.236777	11.652
	17:00	291.31	46.44		0.078284	282	0.103030	371	0.106627	384	3.232706	11.638	17.7	62.2	3.346876	12.049
	18:00	291.24	41.12		0.069335	250	0.085849	309	0.111445	401	2.687255	9.674	18.8	65.9	3.499831	12.599
	19:00	291.15	37.61		0.063429	228	0.075120	270	0.099293	357	2.346669	8.448	16.9	59.6	3.114050	11.211
	20:00	291.04	34.61		0.058380	210	0.066352	239	0.101589	366	2.068316	7.446	17.7	62.2	3.186938	11.473
	21:00	290.93	31.83		0.053701	193	0.058571	211	0.105239	379	1.821303	6.557	18.8	65.9	3.302834	11.890
	22:00	290.82	29.31		0.049458	178	0.051816	187	0.114773	413	1.606845	5.785	21.3	74.2	3.605482	12.980
	23:00	290.70	26.64		0.044962	162	0.044980	162	0.126291	455	1.389849	5.003	24.6	85.1	3.971156	14.296
	0:00	290.58	25.08		0.042335	152	0.041146	148	0.100516	362	1.268125	4.565	20.2	70.5	3.152880	11.350
	1:00	290.46	23.38		0.039471	142	0.037106	134	0.115097	414	1.139886	4.104	24.4	84.5	3.615776	13.017
	2:00	290.34	20.35		0.034366	124	0.030281	109	0.116514	419	0.923213	3.324	25.9	89.5	3.660770	13.179
	3:00	290.22	19.27		0.032546	117	0.027970	101	0.096998	349	0.849827	3.059	22.4	77.8	3.041191	10.948
	7/15日平均	289.47	15.61		0.527541	1,899	0.389998	1,404	1.022571	3,681	12.342788	44.434	15.8	55.9	32.424492	116.728
	7/16日平均	288.34	10.52		0.427000	1,537	0.257404	927	0.514946	1,854	8.133445	29.280	13.2	47.3	16.309382	58.714
	7/17日平均	288.10	9.49		0.385280	1,387	0.220286	793	0.441175	1,588	6.955118	25.038	13.9	49.6	13.967457	50.283
	7/18日平均	287.71	5.63		0.228832	824	0.100327	361	0.317730	1,144	3.146894	11.329	14.7	52.3	10.048562	36.175
	7/19日平均	287.45	4.27		0.173661	625	0.066333	239	0.235852	849	2.067720	7.444	15.3	54.3	7.449263	26.817
					計	20,253	計	22,547	計	21,254	計	706,868			計	665,817
									放流割合	49.7%					SS放流割合	

計算式

0 / 开始			
$LA_s = 0.0019Q^{0.9978}$	$LA_s = 0.0315 \cdot LSS + 0.0012$	$LSS = 0.0095Q^{1.5189}$	$SS = 3.3206Tb + 3.4581$
0.0017	0.0315	0.0095	3.3206
0.9978	0.0012	1.5189	3.4581

2.2 B：環境放流管の新設

環境放流管（最大で20m³/s放流可能）を新設した場合のヒ素放流量を算定した。その結果、平成13年以降の12洪水において、**123kg**と算定された。

しかし、島地川ダムでは出水時に表層の濁度が高くなる傾向があり、現行のA：常用洪水吐＋選択取水による後期放流の152kgに比べ、**29kg減少する結果となった。**

表 2-3 環境放流管（新設）によるヒ素放流量の算定結果 (g)

年月日	A:常用洪水吐＋選択取水	B:環境放流管
H13. 6. 19	31, 207	19, 788
H15. 8. 28	1, 213	1, 623
H16. 8. 1	8, 253	1, 660
H16. 8. 30	14, 627	6, 062
H16. 9. 7	2, 559	1, 559
H17. 7. 3	2, 432	2, 241
H17. 9. 6	37, 219	10, 233
H18. 4. 11	3, 591	4, 306
H18. 5. 10	3, 236	7, 189
H18. 6. 26	4, 051	5, 995
H21. 7. 20	21, 982	40, 688
H22. 7. 12	21, 254	21, 808
合計	151, 623	123, 152

次頁に最新の平成22年7月12日からの洪水を算出例として示す。

表 2-4 環境放流管（新設）によるヒ素放流量の算定結果の例（H22.7.12）

月/日	時 分	流入量 (m3/s)	放流量(m3/s)		EL245付近 の濁度 (度)	EL245付近 SS (mg/L)	ダムサイ ト (表層)	表層SS 放流濃度 (mg/L)	放流 ヒ素 (g/s)	放流 ヒ素 (g/h)
			全 放流量	環境放流						
7/12	16:00	10.99	10.99	0.00	10.6	38.66	8.3	31.02	0.012	43.1
	17:00	10.99	10.99	0.00	10.6	38.66	8.3	31.02	0.012	43.1
	18:00	10.99	10.99	0.00	10.6	38.66	7.9	29.69	0.011	41.4
	19:00	10.99	10.99	0.00	10.6	38.66	8.7	32.35	0.012	44.7
	20:00	10.99	10.99	0.00	10.6	38.66	8.7	32.35	0.012	44.7
	21:00	10.51	10.89	0.00	10.6	38.66	8.1	30.35	0.012	41.9
	22:00	9.71	10.89	0.00	10.6	38.66	8.8	32.68	0.012	44.8
7/13	23:00	9.16	10.79	0.00	10.6	38.66	8.7	32.35	0.012	44.0
	0:00	10.51	10.69	0.00	11.1	40.32	8.7	32.35	0.012	43.6
	1:00	9.16	10.59	0.00	11.1	40.32	8.7	32.35	0.012	43.2
	2:00	8.84	10.50	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.012	43.3
	3:00	9.13	10.50	0.00	11.1	40.32	8.5	31.68	0.012	42.1
	4:00	9.09	10.40	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.012	42.9
	5:00	10.26	10.50	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.012	43.3
	6:00	16.68	11.39	0.00	11.1	40.32	9	33.34	0.013	47.5
	7:00	42.21	14.01	0.00	11.1	40.32	8.7	32.35	0.016	55.8
	8:00	57.85	16.68	0.00	11.1	40.32	8.7	32.35	0.018	65.6
	9:00	55.09	19.04	0.00	11.1	40.32	8.7	32.35	0.021	74.3
	10:00	50.68	21.12	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.023	82.7
	11:00	48.53	22.89	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.025	89.3
	12:00	45.92	24.44	0.00	11.1	40.32	9.3	34.34	0.028	99.7
	13:00	41.76	25.62	0.00	11.1	40.32	9.3	34.34	0.029	104.3
	14:00	40.29	26.69	0.00	11.1	40.32	8.8	32.68	0.029	103.4
	15:00	42.79	28.33	0.00	11.1	40.32	9.5	35.00	0.032	117.0
	16:00	54.28	30.55	0.00	11.1	40.32	9.7	35.67	0.036	128.1
	17:00	57.86	32.54	0.00	11.1	40.32	9.5	35.00	0.037	133.7
	18:00	54.89	34.14	0.00	11.1	40.32	11.3	40.98	0.045	163.3
	19:00	49.92	35.17	0.00	11.1	40.32	10.6	38.66	0.044	158.8
7/14	20:00	44.71	35.76	0.00	11.1	40.32	11.3	40.98	0.047	170.8
	21:00	39.63	35.91	0.00	11.1	40.32	13.3	47.62	0.055	198.6
	22:00	37.61	36.06	0.00	11.1	40.32	13.7	48.95	0.057	204.9
	23:00	39.85	36.35	0.00	11.1	40.32	14.5	51.61	0.060	217.5
	0:00	38.28	36.50	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.061	221.1
	1:00	36.50	36.50	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.061	221.1
	2:00	38.35	36.65	0.00	11.7	42.31	14.9	52.94	0.062	224.7
	3:00	42.17	37.10	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.062	224.6
	4:00	46.31	37.86	0.00	11.7	42.31	16	56.59	0.069	247.7
	5:00	48.92	38.77	0.00	11.7	42.31	15.1	53.60	0.067	240.4
	6:00	55.35	40.15	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.067	242.8
	7:00	64.27	42.17	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.071	254.8
	8:00	83.79	45.67	0.00	11.7	42.31	14.7	52.27	0.077	275.5
	9:00	93.78	49.73	0.00	11.7	42.31	17.1	60.24	0.096	344.7
	10:00	89.46	51.79	0.00	11.7	42.31	16.7	58.91	0.097	351.0
	11:00	82.04	53.31	0.00	11.7	42.31	16.6	58.58	0.100	359.1
	12:00	70.32	54.14	0.00	11.7	42.31	16.2	57.25	0.099	356.5
	13:00	61.69	54.51	0.00	11.7	42.31	16.6	58.58	0.102	367.1
	14:00	54.51	54.51	0.00	11.7	42.31	17.1	60.24	0.105	377.4
	15:00	54.51	54.51	0.00	11.7	42.31	15.8	55.92	0.097	350.7
	16:00	50.80	54.33	0.00	11.7	42.31	16.9	59.58	0.103	372.1
7/15	17:00	43.05	53.78	0.00	11.7	42.31	17.7	62.23	0.107	384.6
	18:00	40.58	53.12	0.00	11.7	42.31	18.8	65.89	0.112	402.0
	19:00	36.11	52.27	0.00	11.7	42.31	16.9	59.58	0.099	358.1
	20:00	31.51	51.21	0.00	11.7	42.31	17.7	62.23	0.102	366.4
	21:00	30.49	50.13	0.00	11.7	42.31	18.8	65.89	0.105	379.6
	22:00	29.23	48.60	0.00	11.7	42.31	21.3	74.19	0.115	414.0
	23:00	25.50	46.64	0.00	11.7	42.31	24.6	85.14	0.127	455.5
	0:00	23.60	45.67	0.00	11.9	42.97	20.2	70.53	0.103	370.3
	1:00	21.99	43.81	0.00	11.9	42.97	24.4	84.48	0.118	424.8
	2:00	20.51	41.84	0.00	11.9	42.97	25.9	89.46	0.119	429.6
	3:00	18.62	39.95	0.00	11.9	42.97	22.4	77.84	0.099	357.6
	7/15日平均	15.61	28.99	0.00	11.9	42.97	15.8	55.92	0.052	3770.3
	7/16日平均	10.52	14.37	20.00	9.0	33.34	13.2	47.29	0.023	1956.7
	7/17日平均	9.49	11.73	20.00	11.5	41.65	13.9	49.61	0.020	1690.6
	7/18日平均	5.63	8.01	20.00	12.1	43.64	14.7	52.27	0.014	1245.4
	7/19日平均	4.27	5.72	20.00	11.3	40.98	15.3	54.26	0.011	950.0
										21808.1

2.3 C：貯砂ダム

貯砂ダム（貯砂量V=20,000m³）をダム流入地点に建設した場合に除去されるヒ素量を推定した。S57～H22の28年間に**58.4kgのヒ素が除去される**と推定された。

表 2-5 貯砂ダムの設置によるヒ素除去量の算定結果

No.	年月日	原因	総雨量 (mm)	最大流入量 (m ³ /s)	①ヒ素流入量 (水中) (g)	②ヒ素流入量 (SS由来) (g)	③ヒ素放流量 (g)	④ヒ素放流割合	⑤ヒ素蓄積量 (g)
1	S57.7.13	梅雨前線	95	53	5,645	4,451	2,559	48.8%	7,536
2	S57.7.16	梅雨前線	166	90	5,948	6,018	1,458	48.8%	10,508
3	S57.7.23	梅雨前線	204	54	6,864	6,894	1,683	48.8%	12,075
4	S58.6.21	梅雨前線	148	54	5,438	7,001	1,331	48.8%	11,098
5	S58.7.16	梅雨前線	220	52	9,322	13,076	2,285	48.8%	20,113
6	S59.8.22	台風10号	197	100	9,633	13,812	2,361	48.8%	21,084
7	S60.6.23	梅雨前線	214	119	7,233	9,818	1,773	48.8%	15,278
8	S60.6.27	梅雨前線	222	128	7,891	9,005	1,934	48.8%	14,962
9	S61.6.15	梅雨前線	240	99	6,958	7,512	1,706	48.8%	12,764
10	S61.7.15	梅雨前線	153	71	3,088	3,028	752	48.8%	5,344
11	S62.7.19	梅雨前線	143	61	8,228	14,064	2,017	48.8%	20,275
12	S62.8.13	梅雨	177	62	2,479	2,228	608	48.8%	4,099
13	H17.7.12	梅雨前線	172	207	9,588	12,941	2,350	48.8%	20,179
14	H19.1.0	降雪	53	52	16,947	14,050	4,154	48.8%	26,843
15	H26.1.5	降雪	251	107	4,584	4,478	1,124	48.8%	7,938
16	H3.7.4	梅雨前線	178	65	4,350	4,942	1,066	48.8%	8,226
17	H3.7.29	台風9号	121	59	6,157	6,776	1,509	48.8%	11,424
18	H4.8.8	台風10号	186	85	6,376	7,167	1,563	48.8%	11,980
19	H5.7.2	梅雨前線	139	68	5,393	5,527	1,322	48.8%	9,998
20	H5.7.17	梅雨前線	178	68	8,276	9,834	2,029	48.8%	16,081
21	H5.7.27	台風5号	159	72	3,369	3,316	826	48.8%	5,859
22	H7.7.2	梅雨前線	221	73	10,534	4,089	2,582	48.8%	12,041
23	H7.7.22	台風3号	106	65	17,209	5,457	4,219	48.8%	18,447
24	H9.5.8	低気圧	163	79	10,123	4,788	2,482	48.8%	12,409
25	H9.5.13	低気圧	218	76	5,453	5,448	1,337	48.8%	9,564
26	H9.6.28	台風3号	208	76	4,734	7,032	1,161	48.8%	10,605
27	H9.11.26	前線	202	93	4,815	5,215	1,180	48.8%	8,850
28	H10.10.17	台風10号	175	76	6,703	11,097	1,643	48.8%	16,157
29	H11.6.29	梅雨前線	123	92	4,815	5,215	1,180	48.8%	8,850
30	H11.9.24	台風18号	141	205	6,703	11,097	1,643	48.8%	16,157
31	H13.6.19	梅雨前線	178	105	16,662	15,031	3,120	48.8%	486
32	H15.8.28	前線	62	56	3,734	3,045	1,213	17.9%	5,567
33	H16.8.1	台風10号	201	70	8,059	7,605	8,263	52.7%	7,412
34	H16.8.30	台風18号	193	122	7,653	9,283	14,627	96.5%	2,989
35	H16.9.7	台風18号	91	63	5,645	4,451	2,559	25.3%	7,536
36	H17.7.3	梅雨前線	250	154	11,439	9,950	2,432	11.4%	18,967
37	H17.9.6	台風14号	366	158	13,622	21,473	3,719	106.1%	-2,124
38	H18.4.11	前線	196	52	9,127	8,548	3,591	20.3%	14,084
39	H18.5.10	前線	149	68	8,560	7,554	3,326	20.1%	12,678
40	H18.6.26	梅雨前線	184	66	10,519	9,994	4,051	19.7%	16,462
41	H21.7.20	梅雨前線	159	125	21,392	19,945	21,982	53.2%	19,355
42	H22.7.12	梅雨前線	298	92	20,253	22,547	21,264	49.7%	21,546
平均放流割合									48.8%
H13-H22の107年					136,665	139,417	151,823		124,458
S57-H22の287年					351,491	384,172	205,462		510,801

ヒ素蓄積量の算出方法

①②ヒ素流入量：No.4～No.42については、出水時調査のL-Q式より算出
No.1～No.3については、最大放流量と総雨量が比較的近似している出水の値を適用（No.1～No.35、No.27、No.3～No.5）

③ヒ素放流量：No.31～42については、放流割合とSS、SS負荷量とヒ素負荷量の相関式から算出
No.4～30については、No.4～30の平均放流割合（46.8%）×流入量として算出

④ヒ素放流割合：No.31,32,35,38～41については、No.4～30の平均放流割合（46.8%）×流入量として算出
No.4～30以外については、No.4～30の平均放流割合（46.8%）×流入量として算出

⑤ヒ素蓄積量：①+②-③

■貯砂ダムによるヒ素除去量の算出

(1) 上流からのSS流入量：L-Q式により求めたSS流入量を上流域の流域面積比で按分
流域面積 32.0 km²
上流域 26.6 km²

(2) 洪水時の平均流入量：各洪水の時間流入量から算出
割合 83.1%

(3) SS沈降速度：洪水時流入量と貯砂ダム有効面積から算定
有効面積 2,800 m² (設定)

(4) 沈降速度：ストークスの式より
係数α 2 (乱流などの影響を考慮した係数)

(5) SS沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
土粒子比重 2.65 (仮定)

(6) SS沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
d≤100 → 25%

(7) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
100<d≤130 → 10%

(8) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(9) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(10) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(11) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(12) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(13) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(14) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(15) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(16) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(17) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(18) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(19) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(20) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(21) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(22) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

(23) ヒ素沈降速度：粒径加積曲線(H20.6.20より)3区分を設定
130<d → 10%

2.4 出水時の水質調査結果

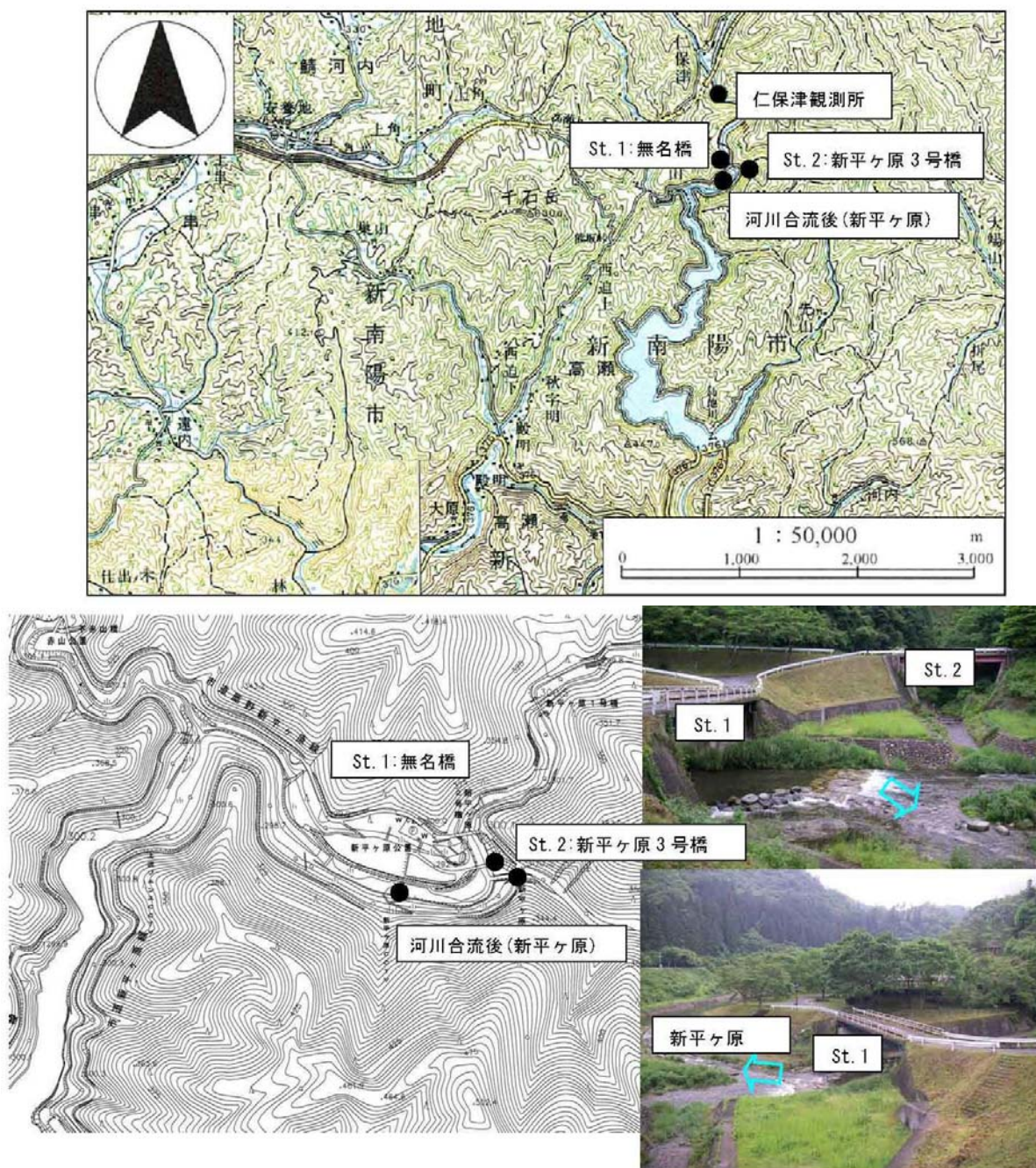


図 2-1 出水時水質調査地点

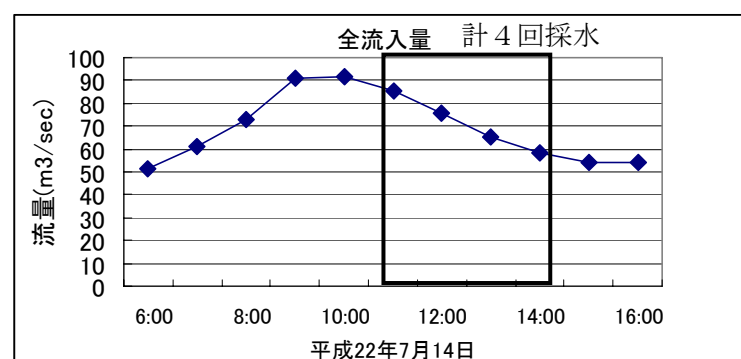
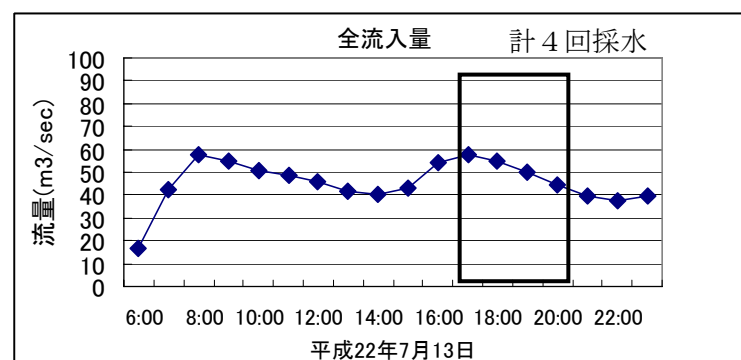
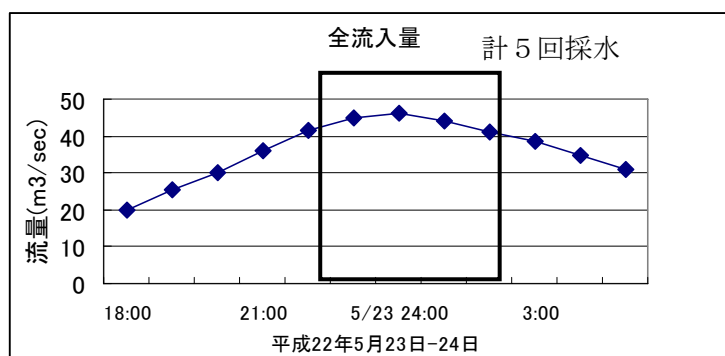
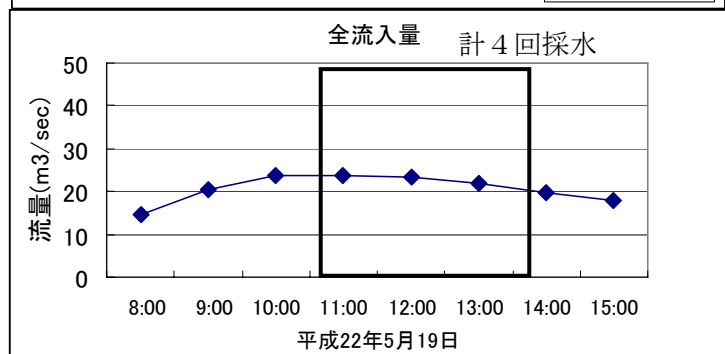
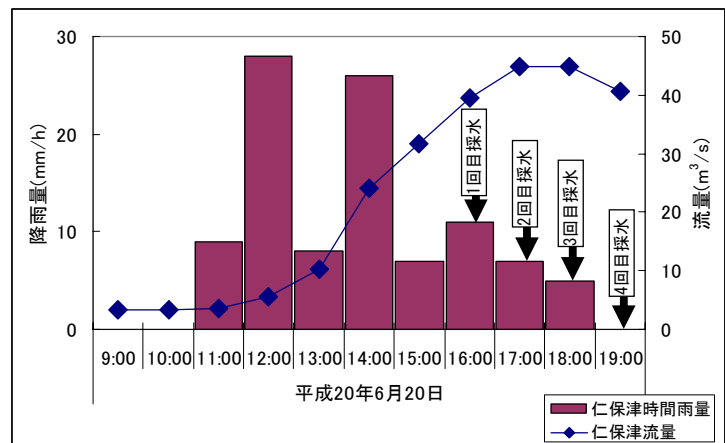


図 2-2 出水時水質調査時の流入量

表 2-6 出水時水質調査結果

調査年月日：平成20年6月20日(島地川ダム出水時流入水調査)

計量対象			調査地点名				St. 1 無名橋				St. 2 新平ヶ原3号橋			
							1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目
現地観測	A 1	採水位置					流心	流心	流心	流心	流心	流心	流心	流心
	A 2	天候					雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨
	A 3	採水時刻	時:分				16:35	17:35	18:35	19:35	16:44	17:42	18:43	19:42
	A 7	採水水深	m				0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	A 8	気温	℃				21.2	21.3	20.4	20.0	21.1	21.6	19.9	20.4
	A 9	水温	℃				17.0	16.2	16.1	16.0	16.5	16.2	16.0	15.3
	A 12	臭気					無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
生活環境	B 1	pH					6.8	6.8	6.8	6.8	6.6	6.7	6.6	6.7
		(水温:℃)					(20)	(20)	(19)	(19)	(20)	(19)	(18)	(18)
	B 3	BOD	mg/L				2.2	1.9	1.5	1.0	0.6	< 0.5	< 0.5	0.5
	B 4	COD	mg/L				25	24	14	8.5	10	6.3	6.1	3.9
	B 5	SS	mg/L				140	130	90	56	54	27	29	15
健康	C 5	ヒ素	mg/L				0.005	0.005	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002
	C 5	ヒ素	mg/Kg				30	33	47	30	46	43	49	48
その他	F 1	濁度	度				39	40	31	20	16	9.2	8.9	4.8
		色度	度				1.2	1.4	1.2	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2
粒度分布			メディアン径	μm			51.323	53.246	59.382	62.926	64.656	68.089	64.254	101.704

			平成22年5月19日				平成22年5月23日		平成22年5月24日		
調査地点名			St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋
現地観測	A 3	採水時刻 時:分	10:50	11:50	12:50	13:50	22:20	23:00	0:00	1:00	2:00
生活環境	B 1	pH (水温:℃)	6.9 (23)	6.9 (23)	6.9 (22)	6.9 (22)	6.8 (20)	6.8 (20)	6.8 (21)	6.9 (21)	6.9 (22)
	B 3	BOD mg/L	1.2	0.9	1.7	1.0	1.9	1.9	1.8	1.2	1.5
	B 4	COD mg/L	6.5	5.3	4.2	3.3	15.0	15.0	8.2	5.7	4.4
	B 5	SS mg/L	34	22	17	15	120	98	62	42	33
健康	C 5	ヒ素 mg/L	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	< 0.001	< 0.001	0.001
	C 5	SS中のヒ素含有量 mg/Kg	34	35	30	28	29	31	33	31	29
その他	F 1	濁度 度	13.0	7.6	5.7	4.1	29.0	27.0	20.0	11.0	8.3
		色度 度	5.3	4.4	4.4	4.1	5.3	5.3	4.7	3.7	3.3

			平成22年7月13日				平成22年7月14日			
調査地点名			St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋	St. 1 無名橋
現地観測	A 3	採水時刻 時:分	17:00	18:00	19:00	20:00	11:00	12:00	13:00	14:00
生活環境	B 1	pH (水温:℃)	6.8 (25)	6.8 (25)	6.8 (24)	6.9 (24)	6.8 (24)	6.9 (24)	6.9 (24)	7.0 (24)
	B 3	BOD mg/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	0.5	< 0.5	0.6	< 0.5	< 0.5
	B 4	COD mg/L	6.9	4.5	3.8	3.0	7.4	5.9	2.8	3.3
	B 5	SS mg/L	54	39	32	22	89	69	50	42
健康	C 5	ヒ素 mg/L	< 0.001	0.001	0.001	< 0.001	0.003	0.002	0.001	0.002
	C 5	SS中のヒ素含有量 mg/Kg	34	27	26	27	31	30	30	28
その他	F 1	濁度 度	14.0	12.0	9.1	7.7	28.0	17.0	12.0	9.7
		色度 度	6.9	5.0	4.0	3.9	6.0	6.5	6.0	5.9

			平成22年5月19日				平成22年5月23日		平成22年5月24日		
調査地点名			St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋
現地観測	A 3	採水時刻 時:分	11:00	12:00	13:00	14:00	22:25	23:05	0:05	1:05	2:05
生活環境	B 1	pH (水温:℃)		(24)	(22)	(23)	(23)	(20)	(21)	(20)	(21)
	B 3	BOD mg/L	< 0.5	< 0.5	1.5	< 0.5	1.3	1.0	1.1	0.9	0.9
	B 4	COD mg/L	2.1	2.0	1.9	1.8	6.8	4.4	3.0	2.6	2.8
	B 5	SS mg/L	2	2	2	2	39	26	15	13	11
健康	C 5	ヒ素 mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	< 0.001
	C 5	SS中のヒ素含有量 mg/Kg	48	45	48	46	49	45	43	40	48
その他	F 1	濁度 度	0.6	0.6	0.7	0.4	7.5	6.0	3.4	2.5	2.8
		色度 度	3.4	3.4	3.1	2.7	3.0	2.9	2.3	2.1	2.4

			平成22年7月13日				平成22年7月14日			
調査地点名			St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋	St. 2 新平ヶ原3号橋
現地観測	A 3	採水時刻 時:分	17:00	18:00	19:00	20:00	11:00	12:00	13:00	14:00
生活環境	B 1	pH (水温:℃)		(25)	(25)	(25)	(25)	(24)	(24)	(24)
	B 3	BOD mg/L	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
	B 4	COD mg/L	3.0	3.8	6.9	3.1	6.7	4.6	4.1	3.3
	B 5	SS mg/L	15	24	46	14	72	49	37	26
健康	C 5	ヒ素 mg/L	0.001	0.002	0.003	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002
	C 5	SS中のヒ素含有量 mg/Kg	38	35	55	43	37	36	36	36
その他	F 1	濁度 度	3.9	7.1	13.0	3.4	16.0	8.2	5.6	5.3
		色度 度	3.6	2.6	2.1	1.8	4.5	3.3	5.1	4.2

第3章 アオコ対策装置の効果検証

3.1 アオコ対策装置（プロペラ攪拌式水質改善装置）の諸元

アオコ対策装置の諸元を以下に示す。

表 3-1 プロペラ攪拌式水質改善装置の設置条件

設置数	1 基
送水能力	1,800 m ³ /hr
循環方向	上から下（但し、逆送も可能とする）
設備設置水位	SWL. 297.100 以下
設備稼働時水位	SWL. 297.100 以下
運転期間	4 月～11 月（連続運転）
吹出口設置位置	EL. 264.000 付近（吹出口上縁が湖底から約 3m 上方）
吸い込み口設置位置	水面
設置位置	黒川橋直上流
電 源	3 相 200V、60Hz（商用電源）
運転操作条件	黒川橋右岸下流に設ける操作盤にて運転操作を行う

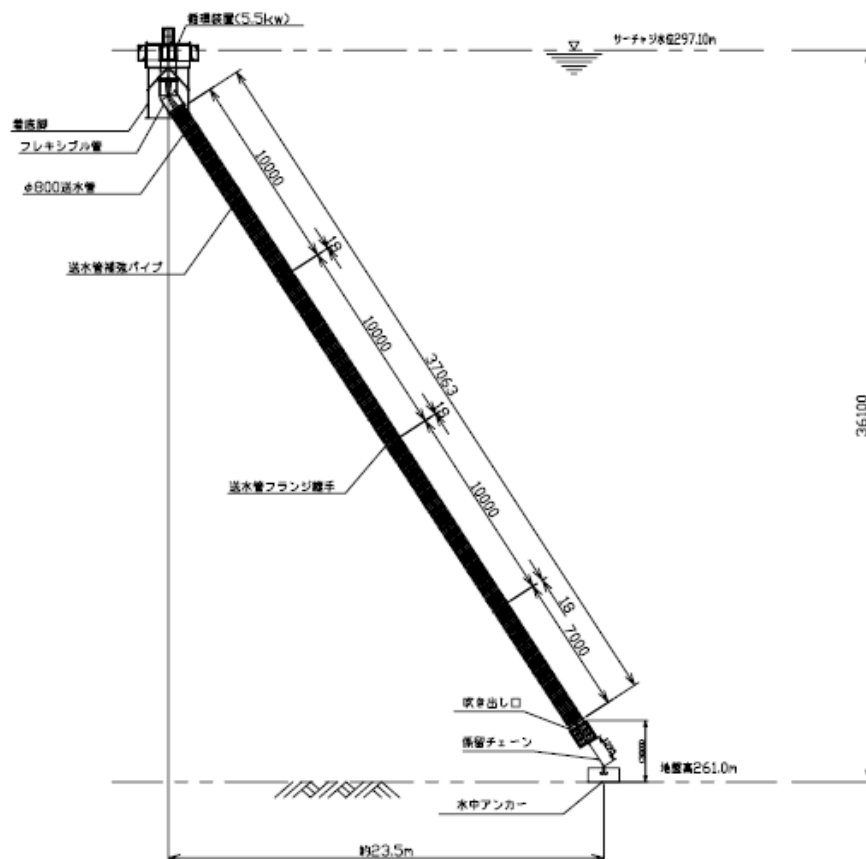


図 3-1 プロペラ攪拌式水質改善装置の構造

3.2 各年のアオコの広がり状況

島地川ダムにおける平成18年～平成22年のアオコの発生状況を平面分布図として以下に示す。本格運用後の平成21年にはアオコの発生はなく、平成22年も限られた範囲に4日出現したのみであり、装置運用の効果が明確に現れていると考えられる。

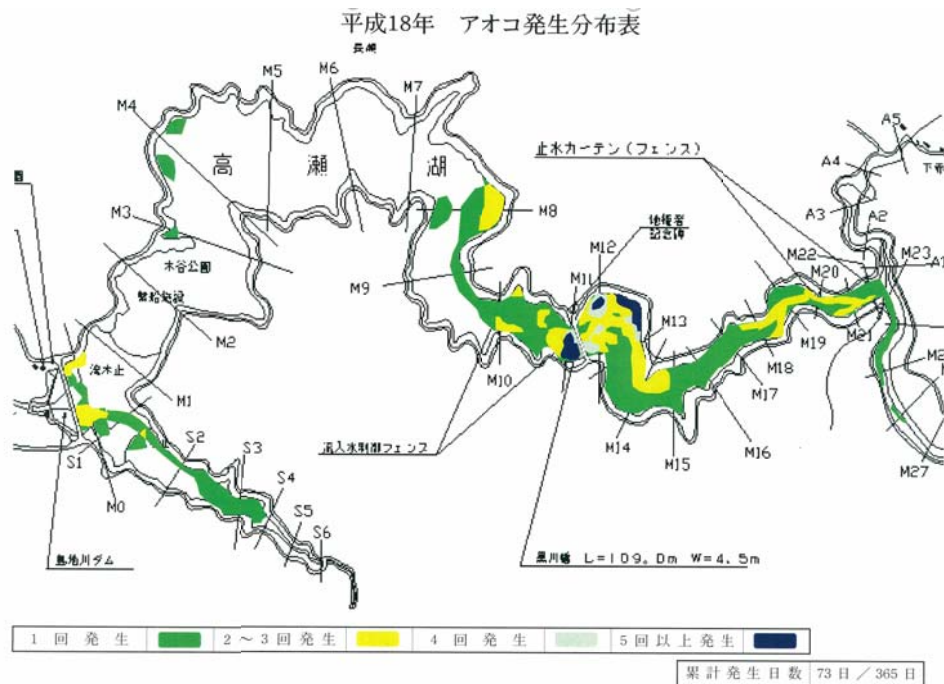


図 3-2 アオコ発生分布図 [平成 18 年]

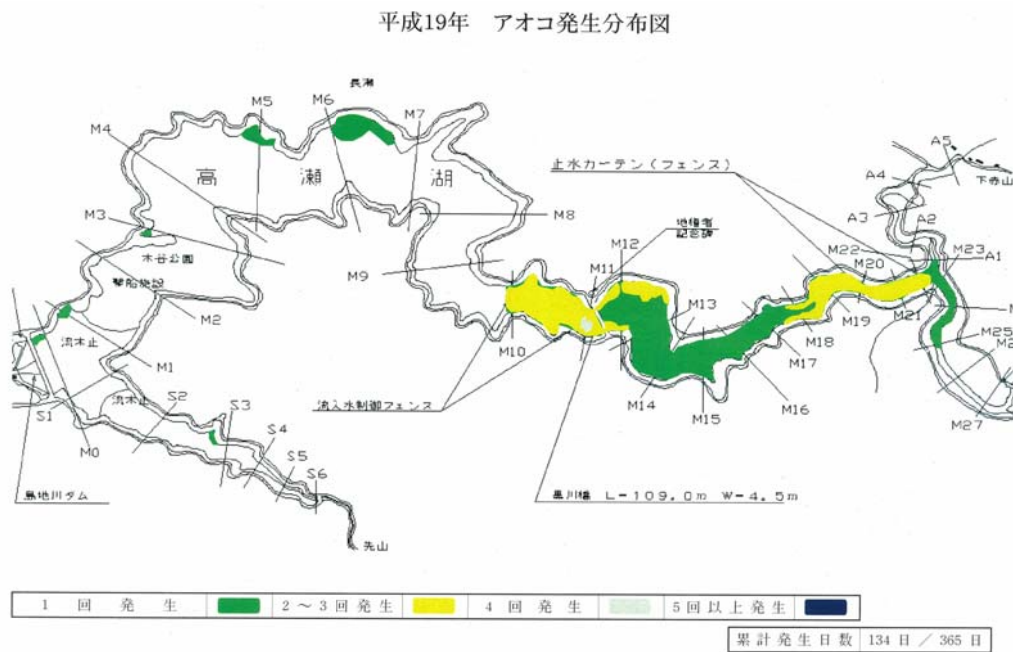


図 3-3 アオコ発生分布図 [平成 19 年]

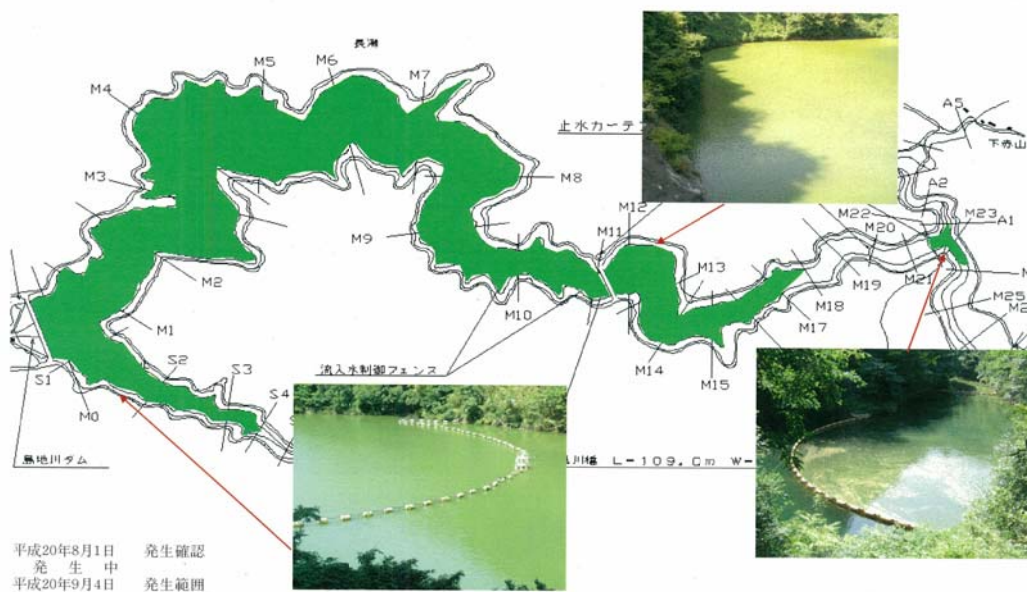


図 3-4 アオコ発生分布図 [平成 20 年 (最大範囲)]

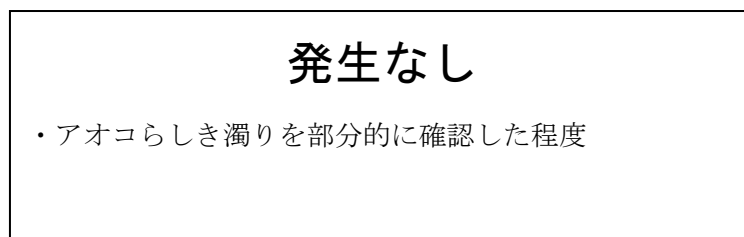


図 3-5 アオコ発生分布図 [平成 21 年]

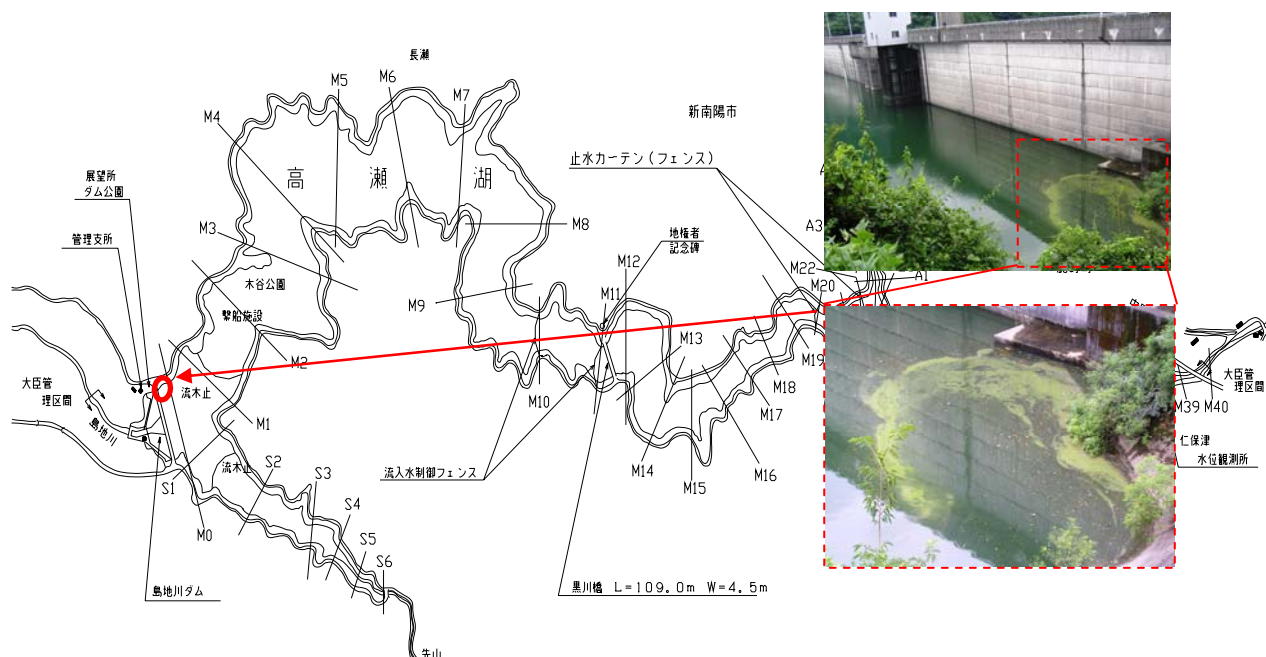
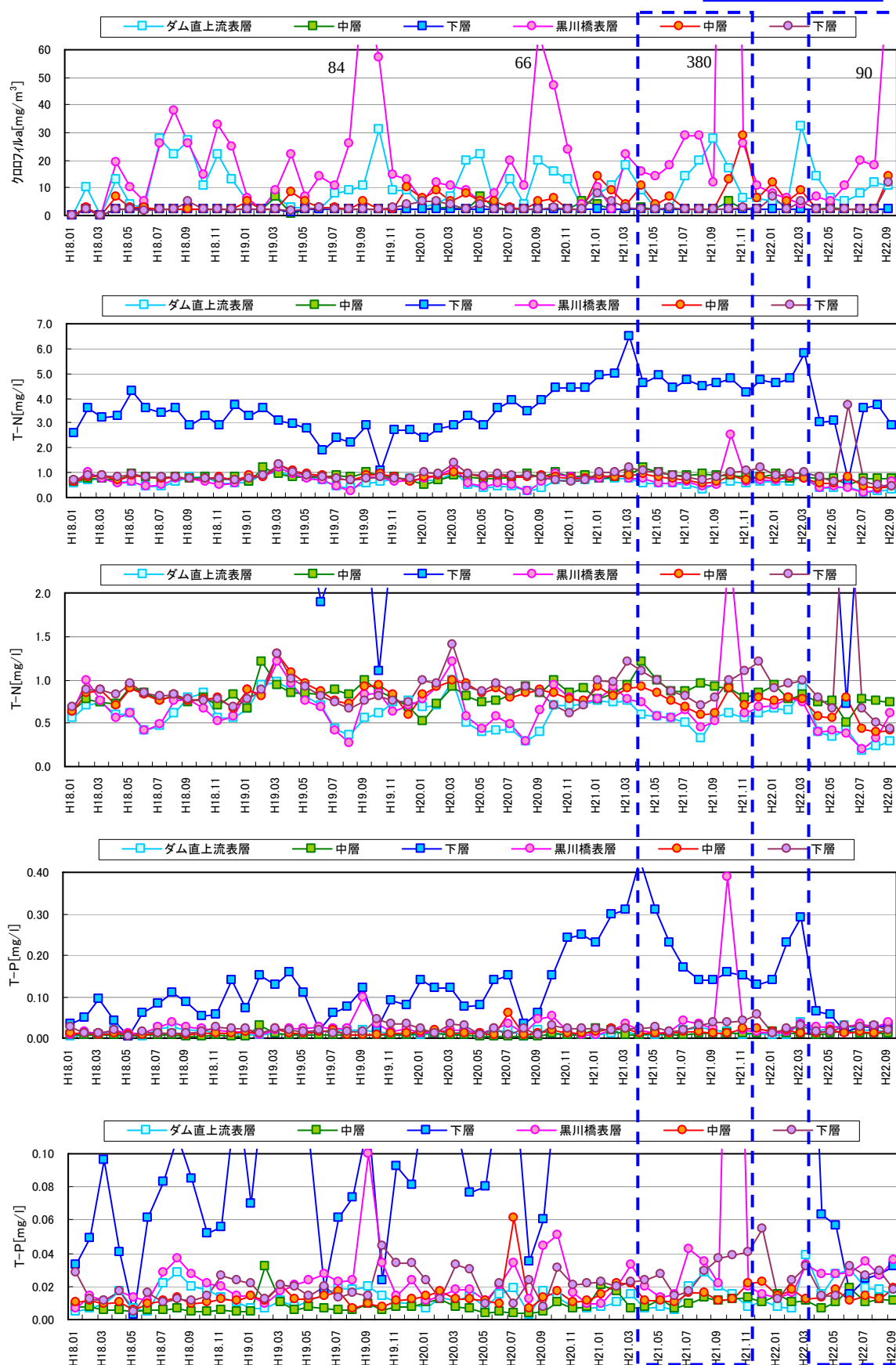


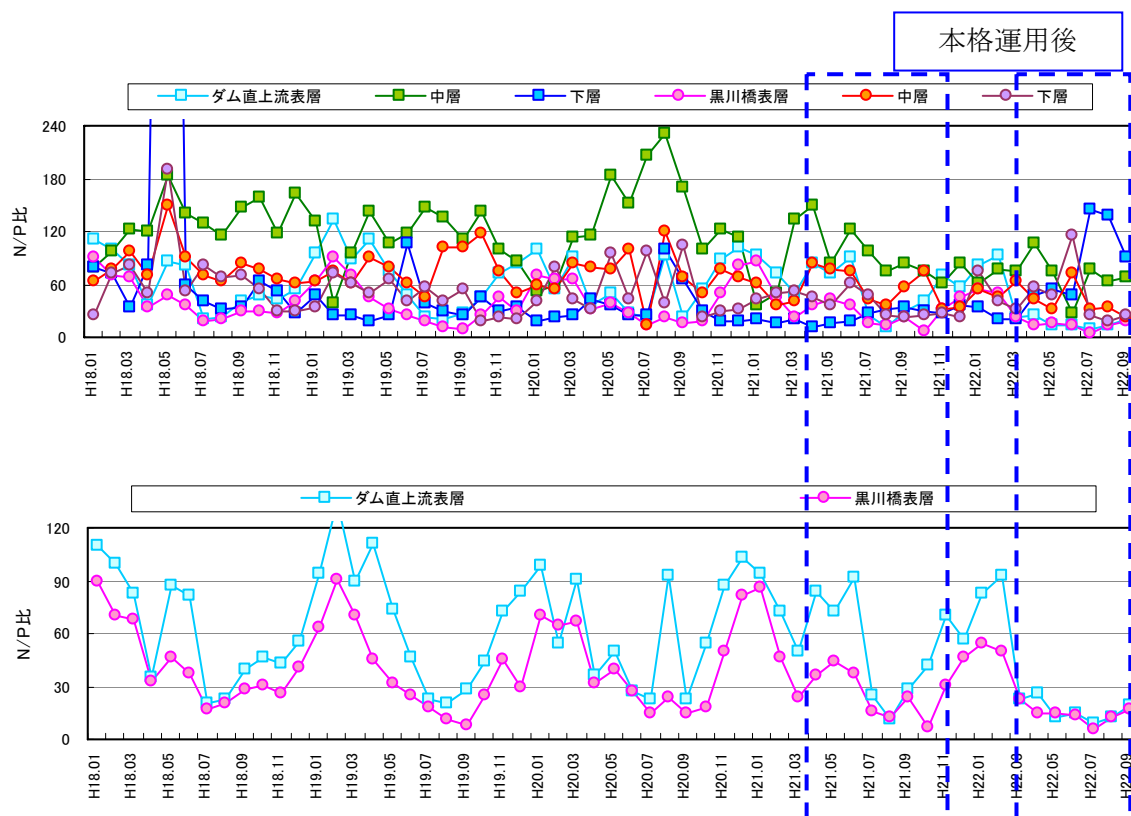
図 3-6 アオコ発生分布図 [平成 22 年]

3.3 水質調査結果によるアオコ対策施設の効果検証

アオコ対策装置の導入前後の水質の状況を比較した。平成22年にダム直上流の下層でT-NとT-Pが減少しているが、これは平成22年設置の高濃度酸素溶解装置の影響であり、アオコ対策装置は富栄養化に関する水質自体は変化させていないと考えられる。



N/P比について、植物プランクトンのN/P比は約7、アオコは13.5であり、これよりN/P比が高いとP制限、低いとN制限になるとされている（手塚公裕ほか：用水と廃水，48，411-423（2006）、藤本尚志ほか：水環境学会誌，18，901-908（1995））。島地川ダムでは平成22年に表層のN/Pが10前後まで下がって来ている。前ページと同様、平成22年設置の高濃度酸素溶解装置の影響であると考えられる。



		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平成15年	ダム直上流	42	106	-	68,280	23,863	3,001	24	3,611	1,658	1,736	2,430	3,520
	黒川橋	89	16	24	85,952	9,920	22,493	12,744	175,032	672	19,186	15,424	278
平成16年	ダム直上流	394	6,936	1,128	410	400	1,180	21,640	197,000	45,486	21,132	24,696	11,100
	黒川橋	274	1,280	54	19,630	1,058	72,000	90,000	87,516	147,744	4,752	38,016	24,228
平成17年	ダム直上流	36,360	61,776	44,928	-	87	15	6,420	75	5,760	10,368	640	66
	黒川橋	45,864	31,068	10,728	-	5,400	333	8,560	1,104	984	1,622	676	221
平成18年	ダム直上流	18	1,300	13,195	8,896	1,439	6	2,122	8,448	6,200	2,830	706	1,240
	黒川橋	37	304	3,640	3,900	1,296	761	158	179	6,200	9,800	4,198	1,240
平成19年	ダム直上流	126	26	37	2,500	13	126	1,600	3,800	396	1,820	132	1,360
	黒川橋	265	63	30	2,400	5,577	1,505	2,200	1,870	57,200	15,100	5,010	1,330
平成20年	ダム直上流	76	87	483	542	172	98	295	117	15,000	218	1,471	11
	黒川橋				244	281	96	244	9,372	142,878	2,386	2,235	17
平成21年	ダム直上流	215	1302	343	34	34	207	154	1966	18	2556	1	1
	黒川橋	139	88	5	93	196	2323	5	121	1	8	7	8
平成22年	ダム直上流	19	27	4224	3970	2085	1052	680	1519	321	191		
	黒川橋	47	21	12	5200	1267	910	7334	3297	725	200		

本格運用後

珪藻	Asterionella
	Fragilaria
	Synedra
	Cyclotella
	Acanthoceros

緑藻	Eudorina
	Pandorina
	Volvox
	Kirchneriella
	Staurostrum

藍藻	Anabaena
	Oscillatoria
	Mycrocystis

黄金色藻	Dinobryon
	Uroglena

注) 1. 優占種は表層の測定結果 (定期水質調査) による。
2. 表中の値は細胞数 (cells/ml) を表す。

図 3-7 植物プランクトン細胞数及び優先する植物プランクトンの種

本格運用後

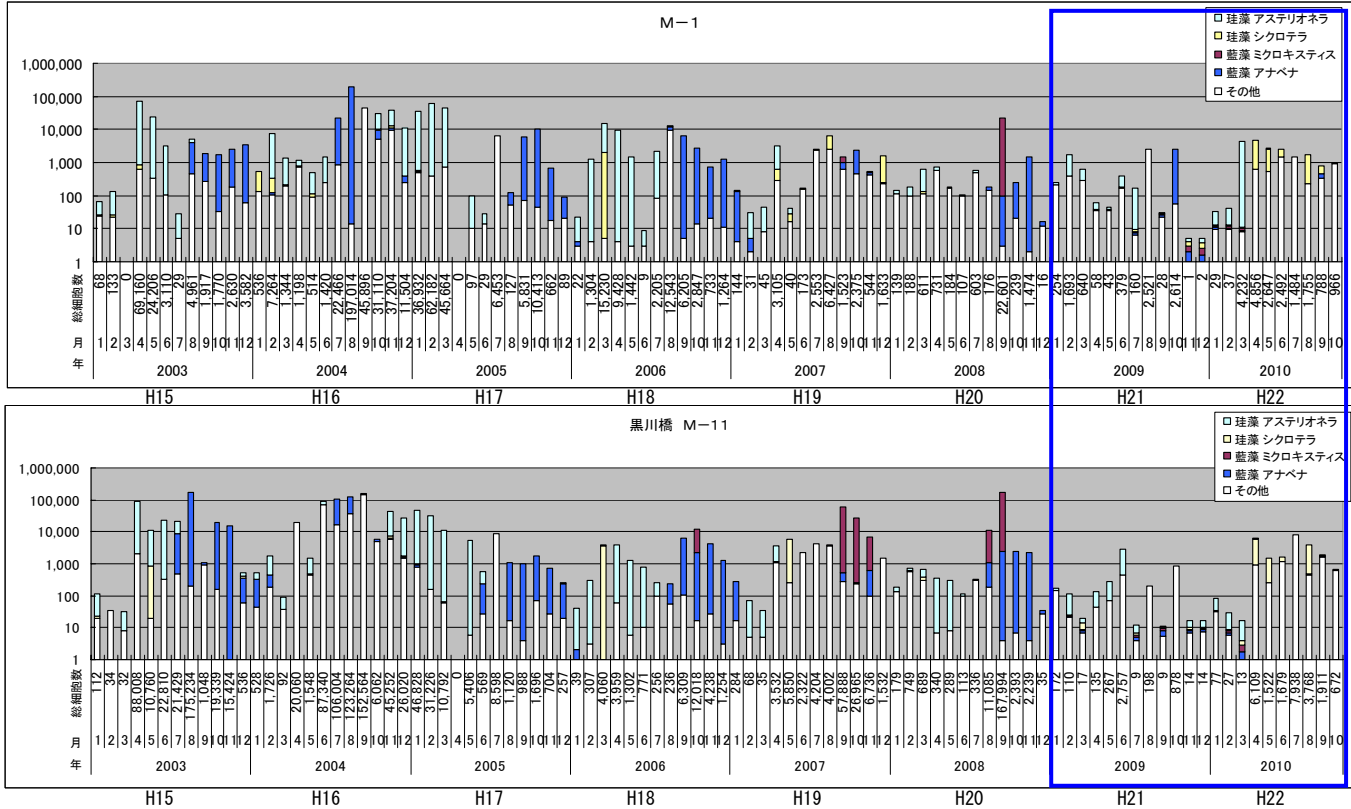


図 3-8 植物プランクトン細胞数の経年変化

3.4 流況等の状況

水質改善施設以外がアオコの低減に及ぼした影響を把握するため、貯水池の水質に影響を及ぼす可能性のある因子について整理した。

3.4.1 貯水池回転率

貯水池の回転率は以下のとおりであり、アオコの発生が抑制されていた平成21年、平成22年は4-10月回転率がアオコ発生があった平成18年よりも小さく、回転率による抑制効果ではないと考えられる。

表 3-2 島地川ダム貯水池回転率

	H18	H19	H20	H21	H22	平均
年間回転率	6.20	2.64	3.59	4.42		4.22
4-10月回転率	5.28	2.22	2.52	3.11	3.71	3.37

※常時満水位容量を用いて（堆砂位含む）算出した。

水温勾配が0.5℃／mを越えることがある期間として、4-10月でも算出した。

3.4.2 気温

近年5年間の月平均気温と、平成11年～平成20年平均と本格運用後2年間(平成21年～平成22年)の比較を下図に示す。

平成21年夏季の気温は平均と比べて低いが、平成22年の夏季はほぼ平年どおりであった。

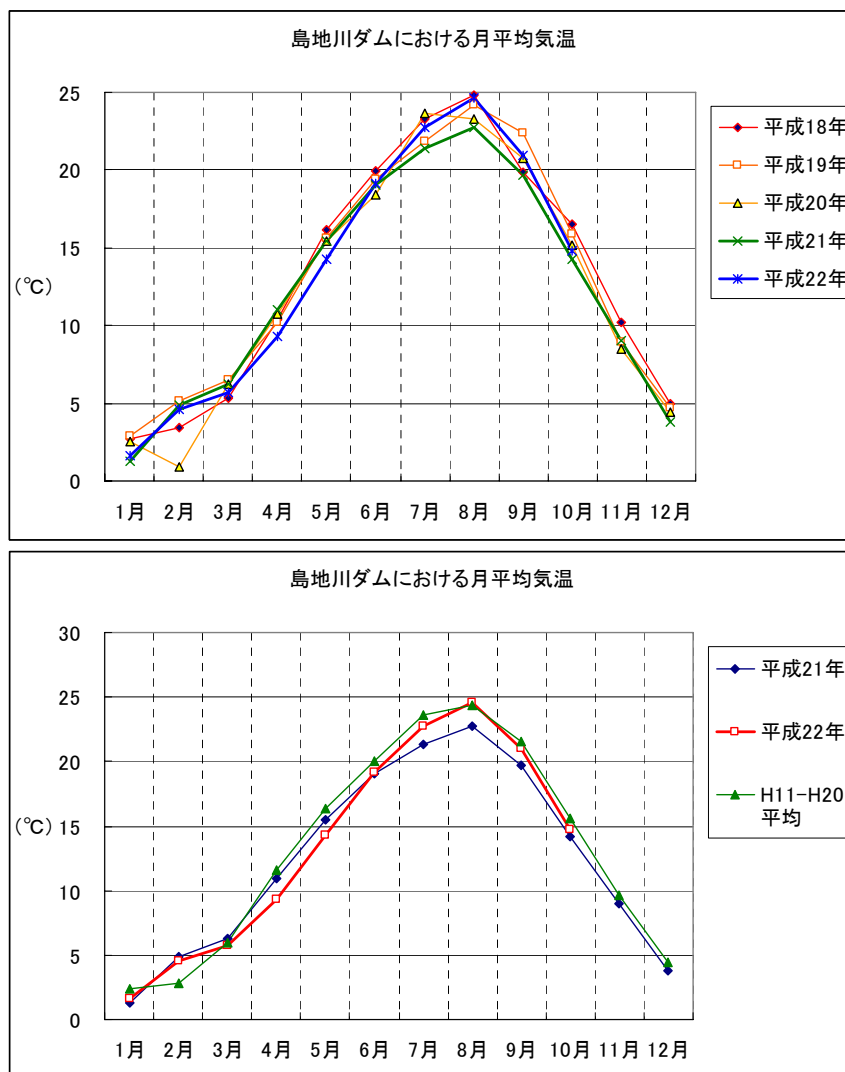


図 3-9 島地川ダムにおける月平均気温

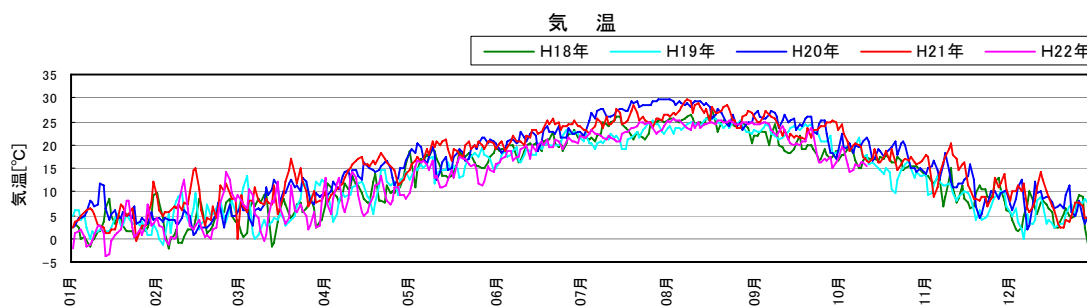


図 3-10 島地川ダムにおける日平均気温

3.4.3 水温鉛直分布

アオコ対策施設の運用状況およびアオコ発生状況、黒川橋地点の水温鉛直分布を図 3-11 に示す。温められた表層水が底層に送られるため、水温勾配が緩くなっていることがわかる。7 月末の出水の前から現象が生じていることから、これは施設の効果であると考えられる。

【水温】

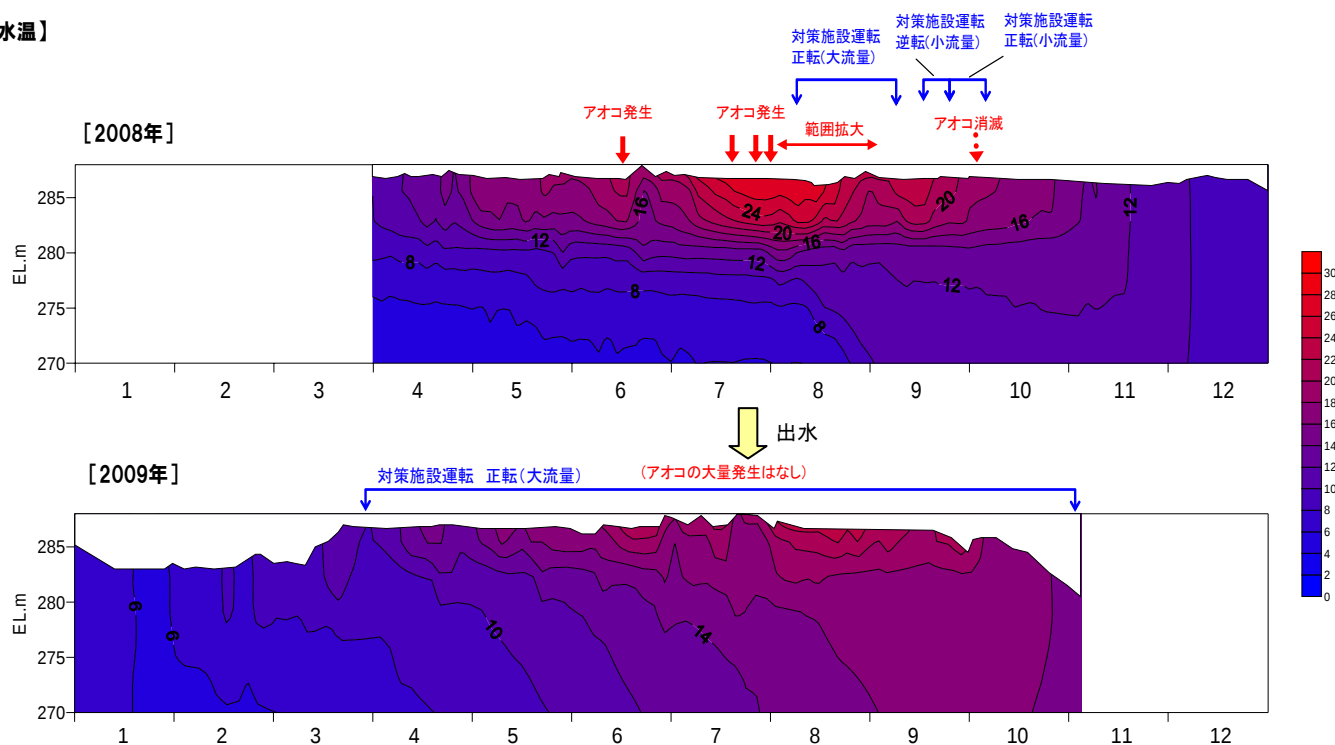


図 3-11 水温鉛直分布（黒川橋地点）

また、ダムサイトでの水温観測結果を図 3-12に示す。ダムサイトにおいて、黒川橋の水温と極めて類似した水温になっている。ダムサイトにおいても水温勾配が緩くなる効果が発揮されている。

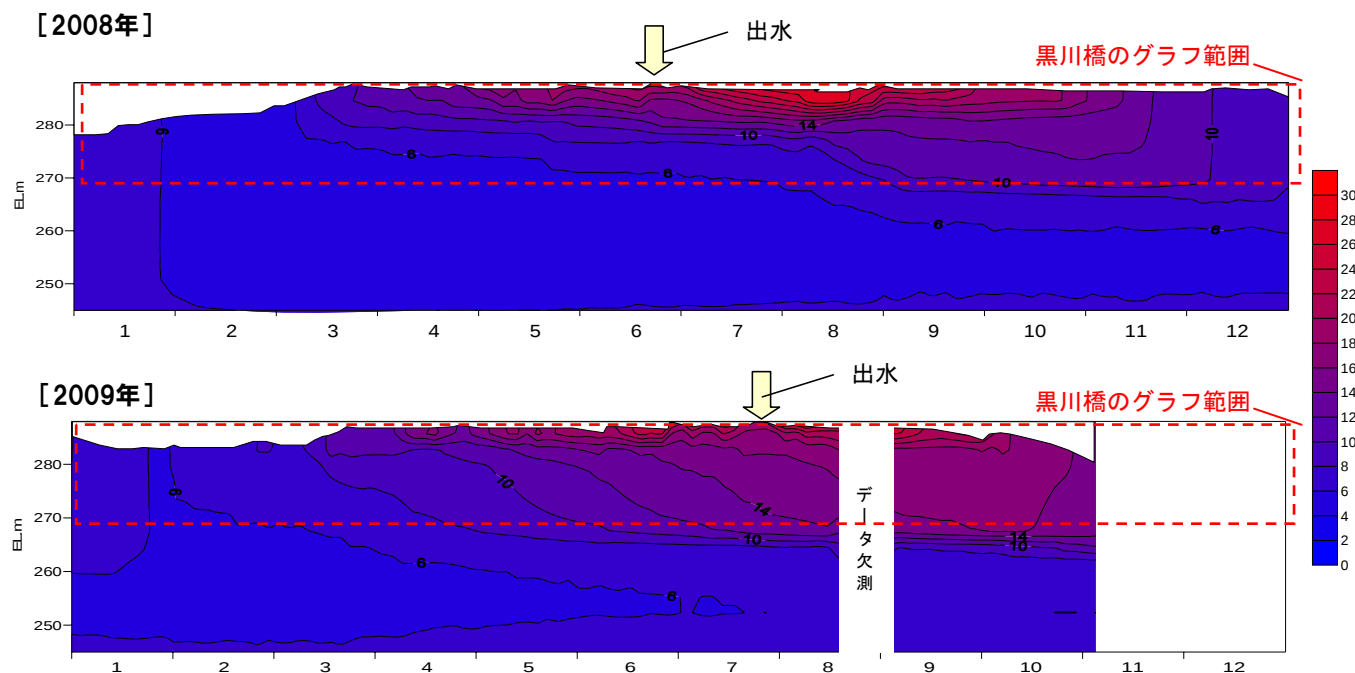


図 3-12 水温鉛直分布（ダムサイト）

3.5 アオコ対策装置の運用効果

ダムサイトおよび黒川橋地点、水温勾配の季節的变化を図 3-14に示す。なお、水温勾配は「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）及びマイクロキスティスの鉛直移動特性（下記文献参照）を踏まえ、表層 3 m、表層 5 m の 2 とおりで整理した。

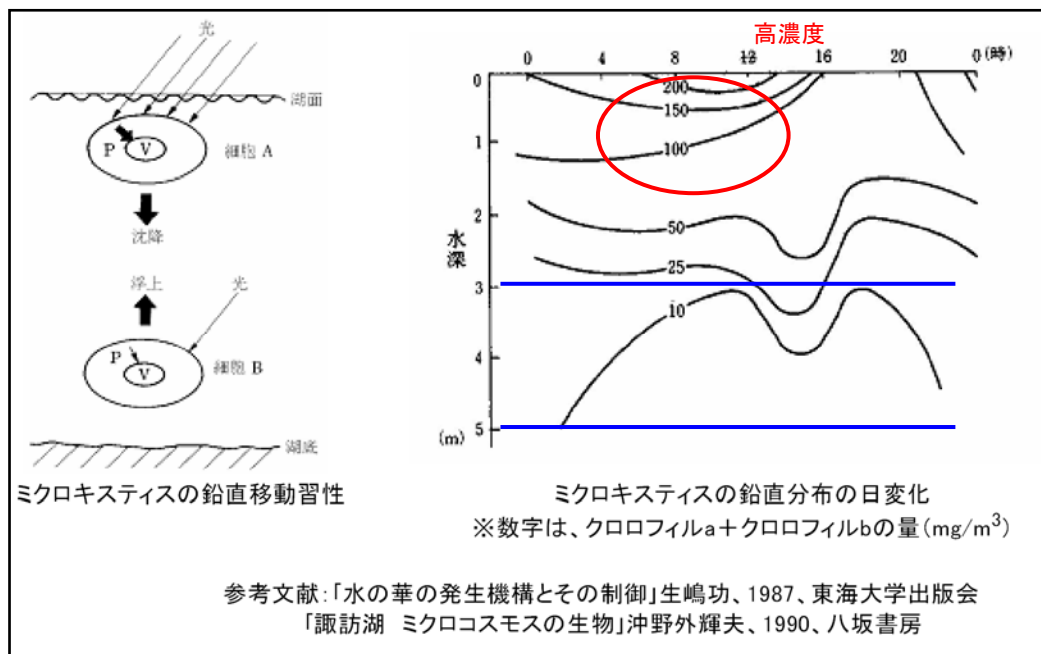
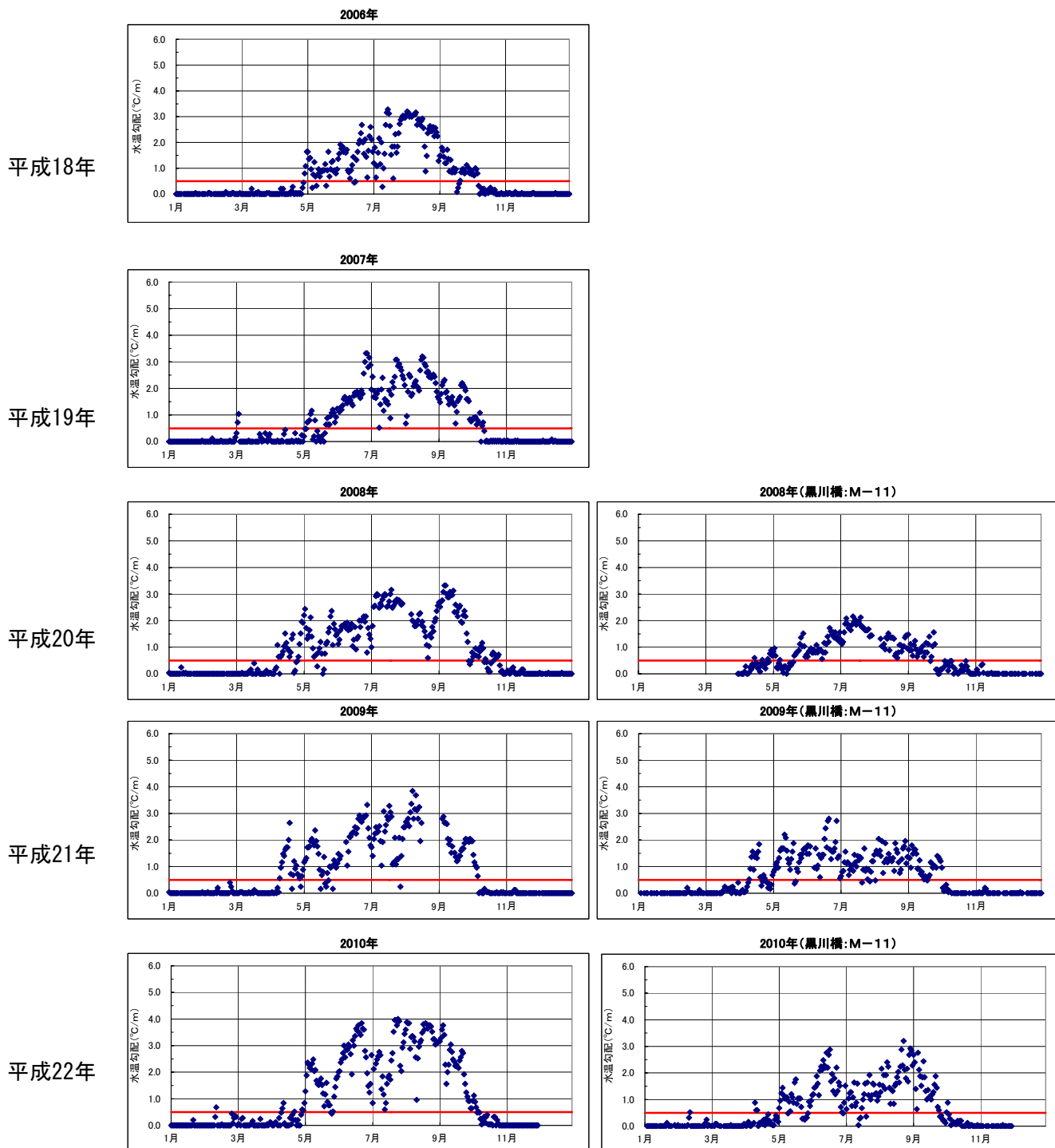


図 3-13 アオコの鉛直方向の移動習性（参考）

水温勾配については、装置を稼動している黒川橋地点の値をみると、夏季においては、常時目標とする $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ は満足させているわけではないが、平成20年（2008年）には5/22～9/22まで4ヶ月連続して水温勾配 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を越えていたのが、平成21年（2009年）は最大で2ヶ月程度の継続となっている。出水の違いもあるものの、出水のない時にも一時的に $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を下回ることがあり、これはアオコ対策装置の運用効果である（出水時に $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を下回らせる効果）と考えられる。

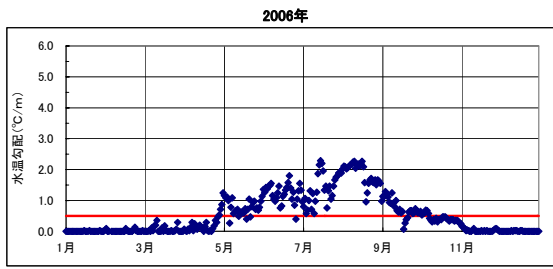


M-0（ダムサイト）

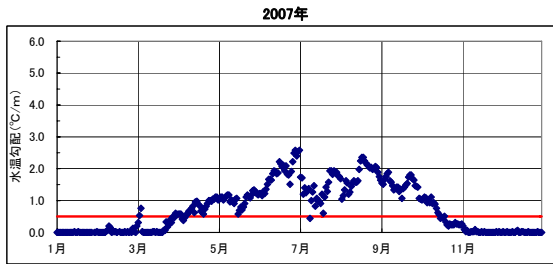
M-11（黒川橋）

図 3-14 水温勾配（表層3m）の季節的变化

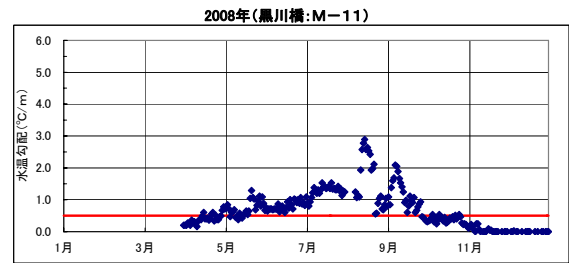
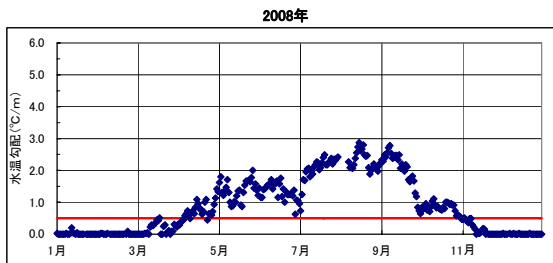
平成18年



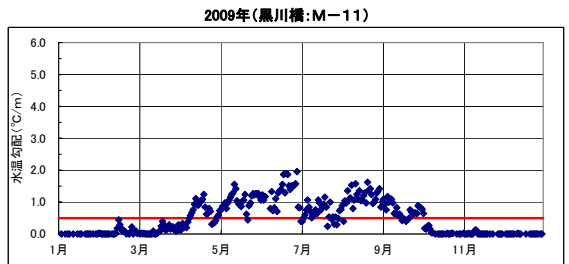
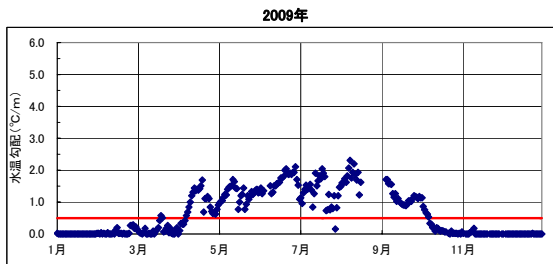
平成19年



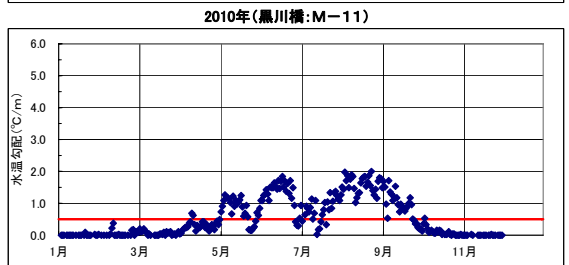
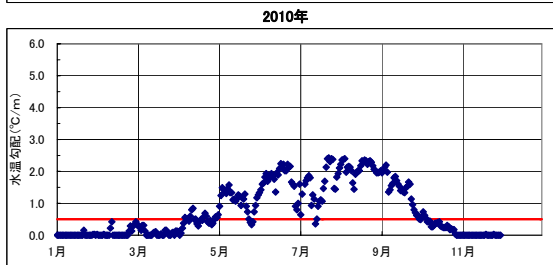
平成20年



平成21年



平成22年



M-0 (ダムサイト)

M-11 (黒川橋)

図 3-15 水温勾配(表層5m)の季節的变化