

第 4 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21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	アオコ対策施設の運用について	1
1.1	アオコ対策施設（プロペラ攪拌式水質改善装置）の概要	1
1.1.1	アオコの発生状況	4
1.2	水質調査結果によるアオコ対策施設の効果検証	6
1.3	アオコ対策装置の運用効果	7
1.4	気温の状況	8
第2章	島地川ダムの水質	9
2.1	島地川ダムの気象状況・水象状況	9
2.2	定期採水	10
2.3	水温及びD Oの経日変化	15
2.4	ダム供用後のD Oの変動状況	18
2.5	島地川ダム貯水池の水質空間分布調査	19
2.6	実証実験時の金属類の変化	26
第3章	高濃度酸素溶解装置について	27

第1章 アオコ対策施設の運用について

本章では、貯水池内のアオコ対策として平成19年度に設置し、平成20年度から稼動を開始したアオコ対策施設（プロペラ攪拌式装置）について、その運用状況等を整理した。

1.1 アオコ対策施設（プロペラ攪拌式水質改善装置）の概要

島地川ダムでは、貯水池内のアオコ対策として、貯水池水質改善技術について平成15年度、平成16年度に実証実験を行い、「島地川ダム湖水質改善対策検討委員会」において対策技術の評価、選定を行った。

その結果に基づき、平成19年度にアオコ対策施設（プロペラ攪拌式装置）を設置し、平成20年度から運用を開始した。

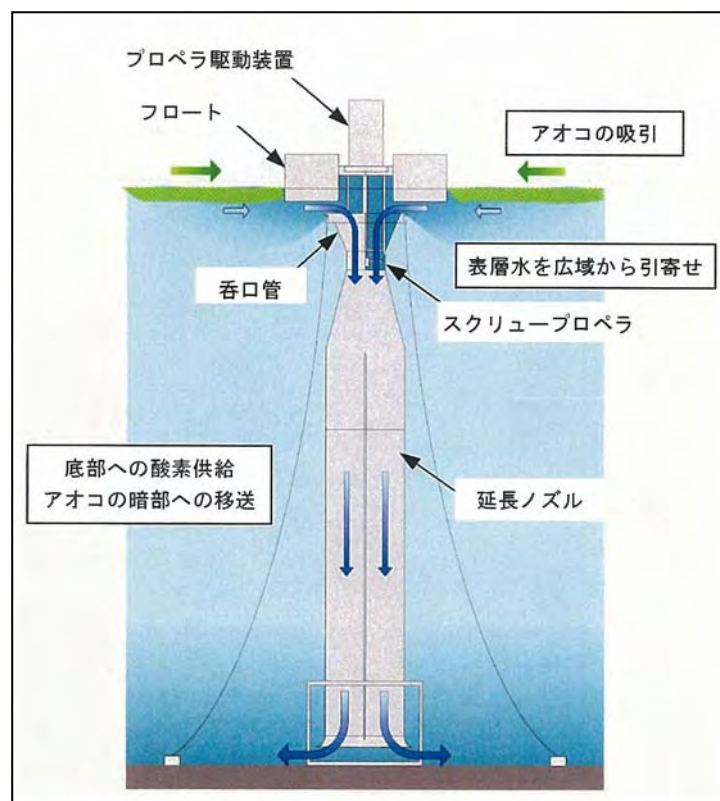


図 1-1 プロペラ攪拌式水質改善装置の概念図

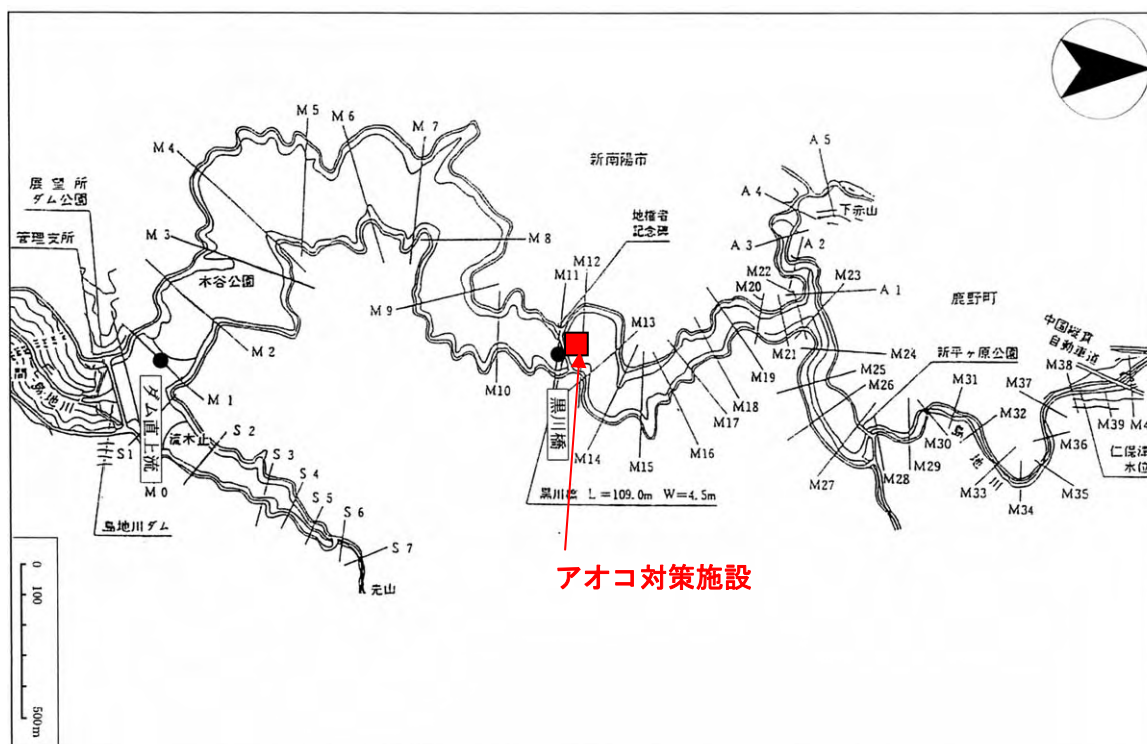


図 1-2 アオコ対策施設の設置箇所



図 1-3 (左) 黒川橋／(右) アオコ対策施設

表 1-1 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

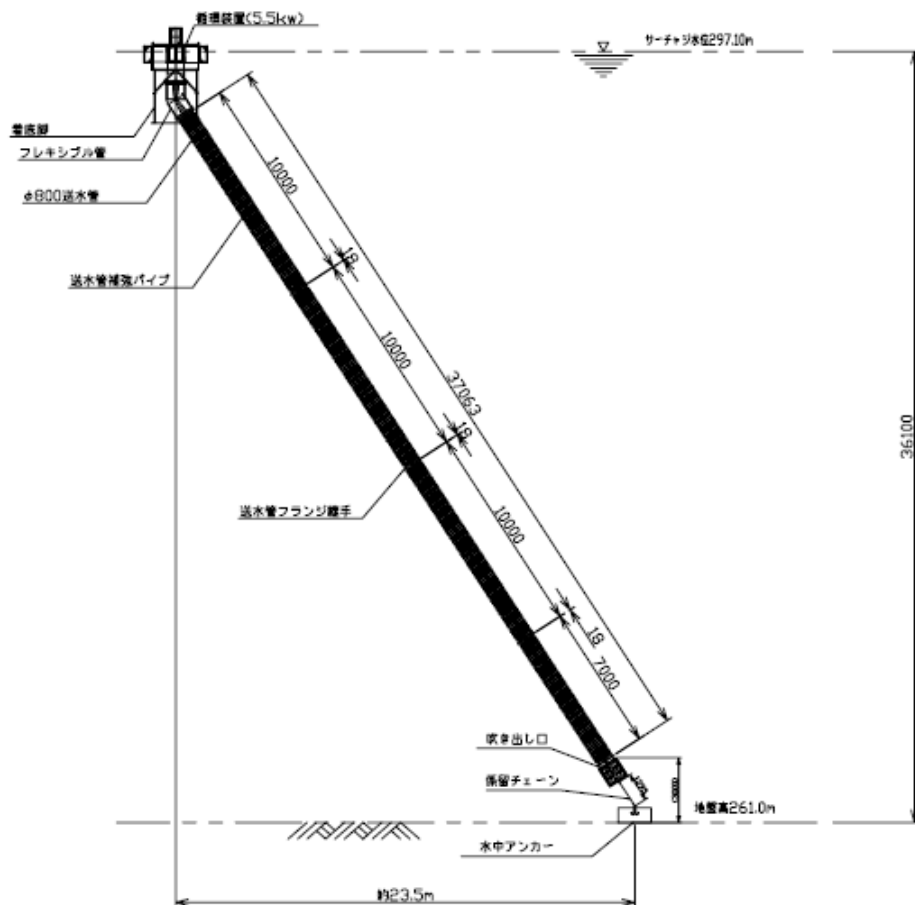


図 1-4 プロペラ攪拌式水質改善装置の構造

1.1.1 アオコの発生状況

平成20年は広範囲にアオコ（特にミクロキスティス）が広がったが、平成21年はアオコらしき濁りを部分的に確認した程度に留まっている（発生時期：6/15～9/28）。

平成21年は平成20年と比べて発生時期は概ね同時期であるが、発生の規模が大きく減少した。これは次ページに示すとおり、平成20年の発生状況を踏まえ、対策施設の運用を変更したためであると考えられる。

●平成20年の状況

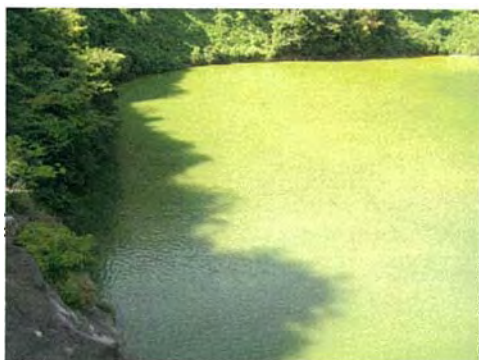
6月16日にM20付近で最初のアオコ発生を確認したが、1週間程度で消滅した。その後、7月にM25付近やM10付近でアオコ発生を確認したものの、数日後には消滅を確認した。8月に入り、8月1日にM25付近で再びアオコ発生を確認し、8月4日にはM17付近まで、8月8日にはM11付近までアオコの流下（拡大）を確認した。このため、8月11日にアオコ対策施設の稼働を開始したが、アオコは直ぐには解消されず、9月5日にはダム湖のほぼ全面にまで拡大した。その後、9月22日以降、アオコは少しずつ減少し、9月29日に消滅を確認した。



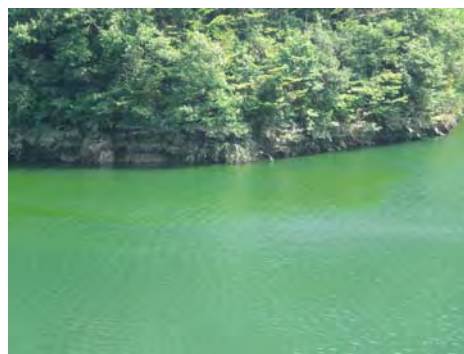
H20年7/25～7/28 (M10付近)



H21年8/19 (M10付近)



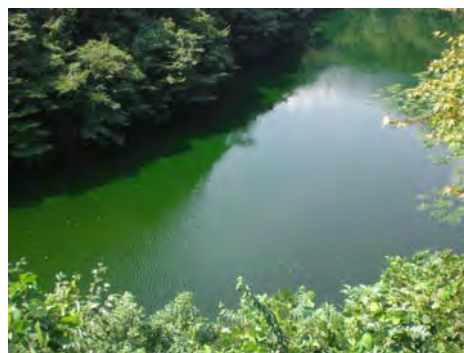
H20年8/1～9/4 (M12付近)



H21年8/19 (M10付近)



H20年8/1～8/11 (M19付近)



H21年8/19 (M21付近)

アオコ対策施設の運用に対する方針の違いは以下のとおりである。

【平成20年】

発生したアオコを底層に封じ込め、
増殖を防ぐ

【平成21年】

アオコが発生しにくい水温状況を形
成する。

この方針に従い、今年度は表層水温が上昇し始める3月23日から運転を開始し、11月6日（金）まで連続（※5月上旬と9月上旬に2回、1週間以内の異常停止が発生している）で施設の運転を行った。

p. 10の図 2-2及びp. 11の図 2-3に示すとおり、平成20年と平成21年では表層のT-N、T-P、COD等に大きな違いがみられないこと、後述のp. 6において、表層水温の成層形成状況をかなり解消していることから、これはアオコ対策施設を3月末から運転したことによる効果であると考えられる。

このため、今後のアオコ対策施設の運用方針・運用方法を以下のとおり設定した。

【アオコ対策施設（プロペラ攪拌式装置）の運用方針・運用方法(案)】

- ・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
- ・運用管理指標 : 水温勾配（0～3m）＝0.5℃/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。初期は小流量運転とし、運用管理指標を見ながら、大流量運転に切り替えるものとする。

※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）

1.2 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 1-5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】

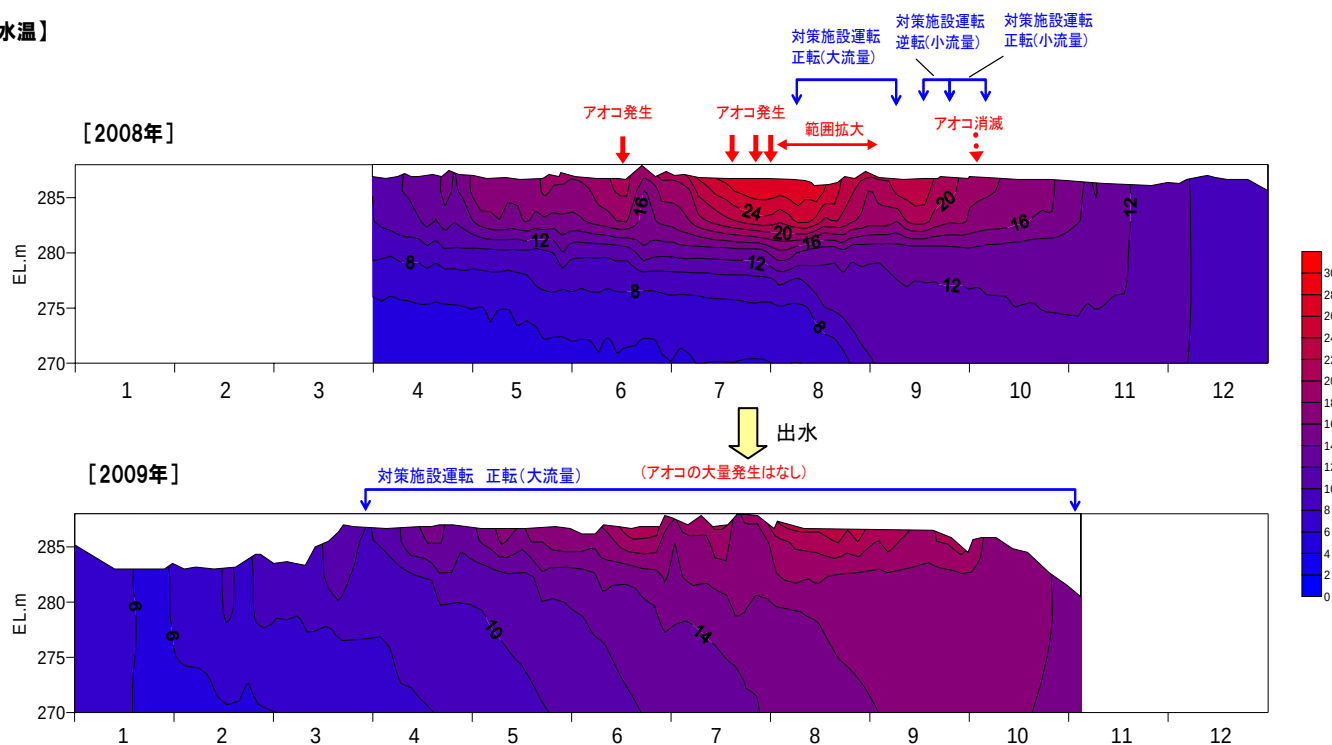


図 1-5 水温鉛直分布（黒川橋地点）

また、ダムサイトでの水温観測結果を図 1-6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。

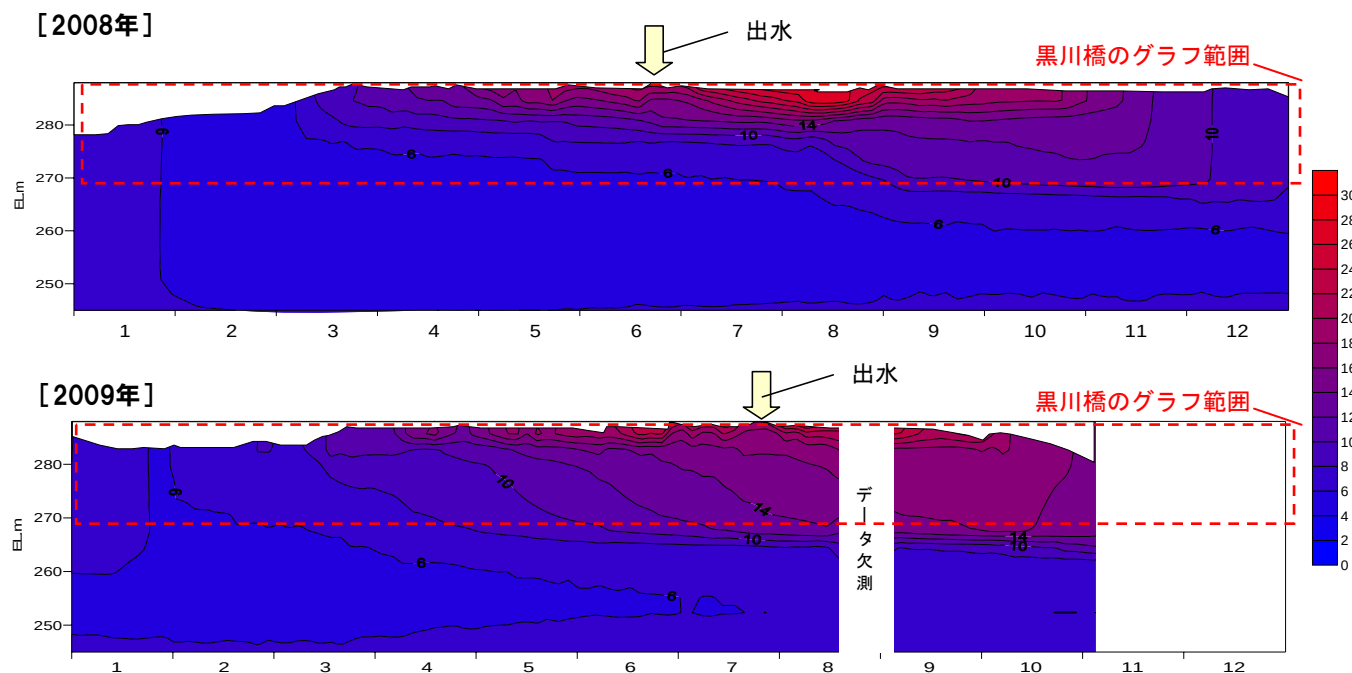


図 1-6 水温鉛直分布（ダムサイト）

1.3 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 1-7に示す。

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、目標とする $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ は満足していないが、水温勾配の分布は、昨年と比べ分散している（ばらついている）ことがわかる。

今年は6月下旬と7月下旬にまとまった降雨があり、その影響で水温が上昇しなかったことが十分に考えられるものの、降雨の状況が昨年と変わらない5月から6月の黒川橋地点の下層の水温は $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ 程度であり、昨年より $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 程度高くなっていることや、8月下旬から9月の水温躍層が小さいことなどから、これはアオコ対策装置の運用効果であると考えられる。

このような状況を踏まえ、次年度も引き続き、平成21年と同様の運用方針に基づいて、アオコ対策装置の運用を行う予定である。

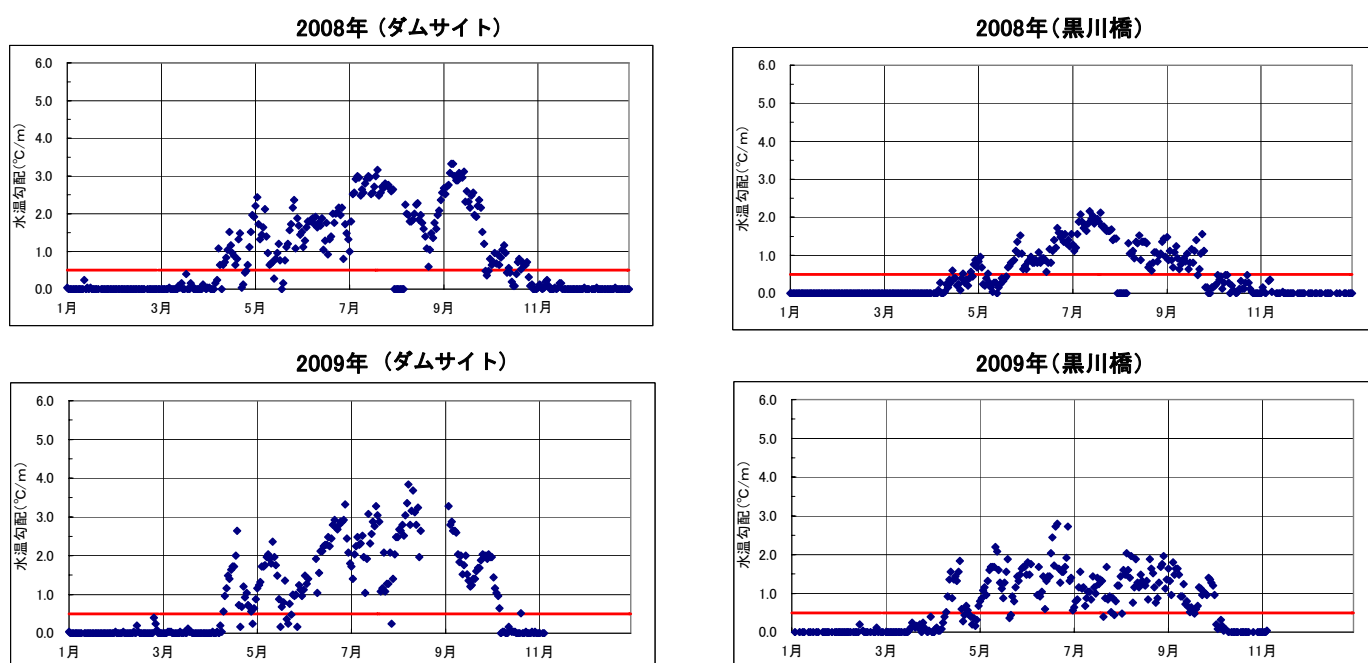


図 1-7 水温勾配の季節的变化

1.4 気温の状況

平成11年～平成21年の防府における日平均気温を以下に示す。

平成21年は月平均気温の最大値も最低値もなく全体として概ね平年どおりの気温であったが、7月は平成11年～20年の平均値と比較して1.2℃気温の低い状況であった。7月19日～26日は中国・九州北部豪雨が発生しており、7月21日に日降水量が144mmを記録している。

マイクロスティスが広範囲に広がった平成20年と比べると、7月の平均気温では平成20年が27.5℃、平成21年が25.2℃と2.3℃低い状況である。

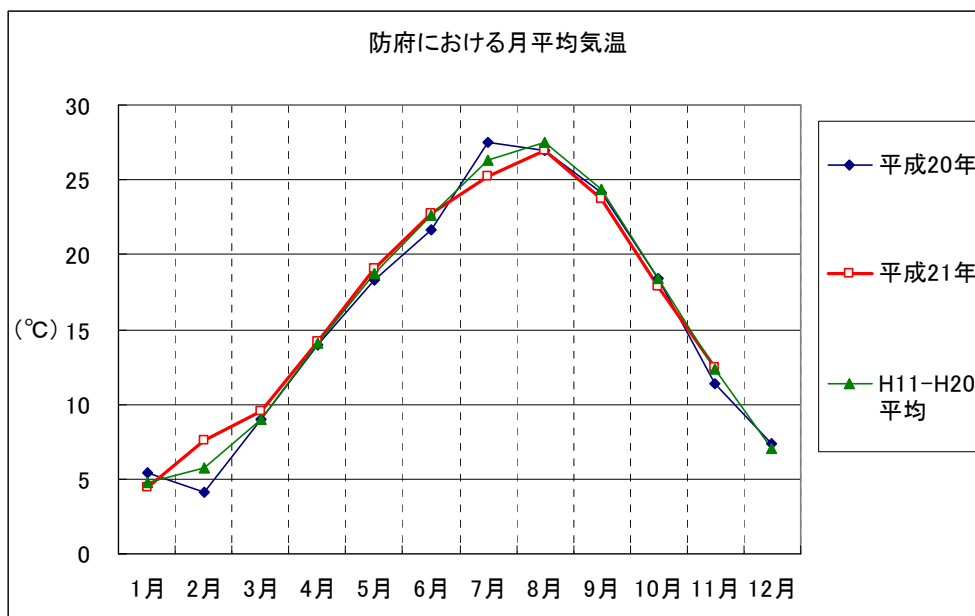


図 1-8 防府観測所における月平均気温

表 1-2 防府観測所における月平均気温（平成11年～平成21年）

	H11年	H12年	H13年	H14年	H15年	H16年	H17年	H18年	H19年	H20年	10年平均	H21年
1月	5.1	6.1	4.3	6.2	1.2	4.0	4.6	5.1	5.4	5.4	4.7	4.4
2月	5.3	4.2	6	6.3	6.2	6.6	4.6	5.9	7.8	4.1	5.7	7.6
3月	9.9	8.6	9	10.7	8.2	9.1	8.0	8.0	8.9	9.0	8.9	9.5
4月	13.7	13.4	14.2	15.3	14.8	14.8	14.8	13.0	13.1	14.0	14.1	14.2
5月	18.7	18.4	19.3	19	19.2	19.2	18.4	18.6	18.7	18.3	18.8	19.1
6月	22.5	22.2	22.8	22.8	22.2	23.2	23.9	22.7	22.4	21.7	22.6	22.7
7月	24.8	27	27.2	27	24.5	28.0	26.5	26.2	25.0	27.5	26.4	25.2
8月	26.8	27.6	27.9	27.4	26.7	27.5	27.6	28.5	27.7	27.0	27.5	27.0
9月	25.5	23.6	23.5	24	24.5	24.3	25.2	23.1	25.9	24.2	24.4	23.7
10月	18.5	18.8	18.5	17.4	16.9	17.9	19.1	19.6	19.4	18.4	18.5	17.9
11月	12.1	13.3	11.3	9.3	14.8	13.5	12.3	13.5	11.8	11.4	12.3	12.5
12月	6.5	7.4	6.3	7.3	7.4	8.8	3.8	7.4	7.8	7.4	7.0	

※赤色はH11-H21年最大値、青色はH11-H21年最小値を示す

第2章 島地川ダムの水質

2.1 島地川ダムの気象状況・水象状況

島地川ダムにおける平成21年の降雨量、流入量等を以下に示す。参考として、平成20年も合わせて示す。

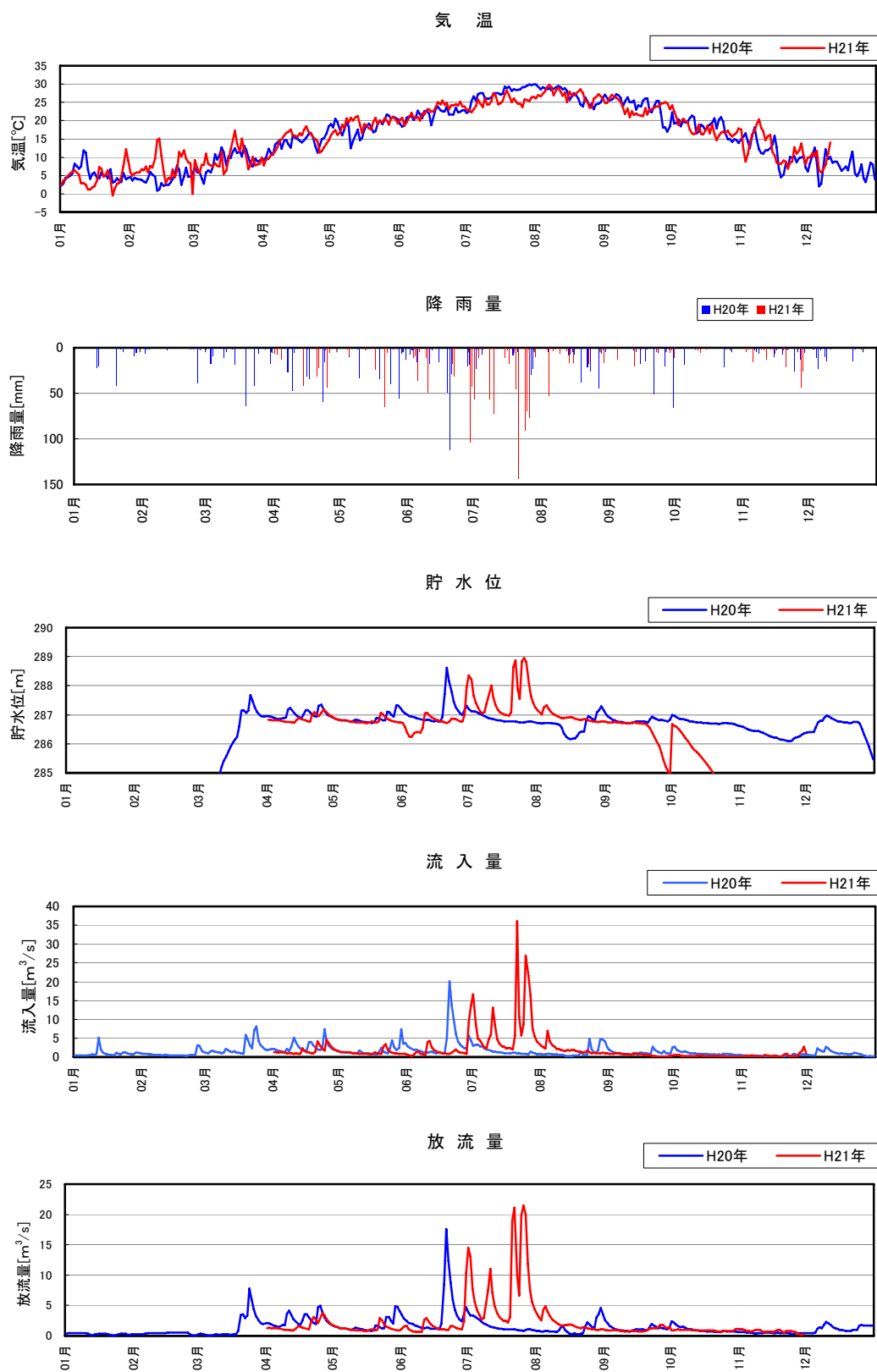


図 2-1 島地川ダム気象・水文の状況（平成 20 年・平成 21 年）

2.2 定期採水

定期採水・分析による島地川（ダム直下流、仁保津、ダムサイト、黒川橋）の水質調査結果を以下に示す。

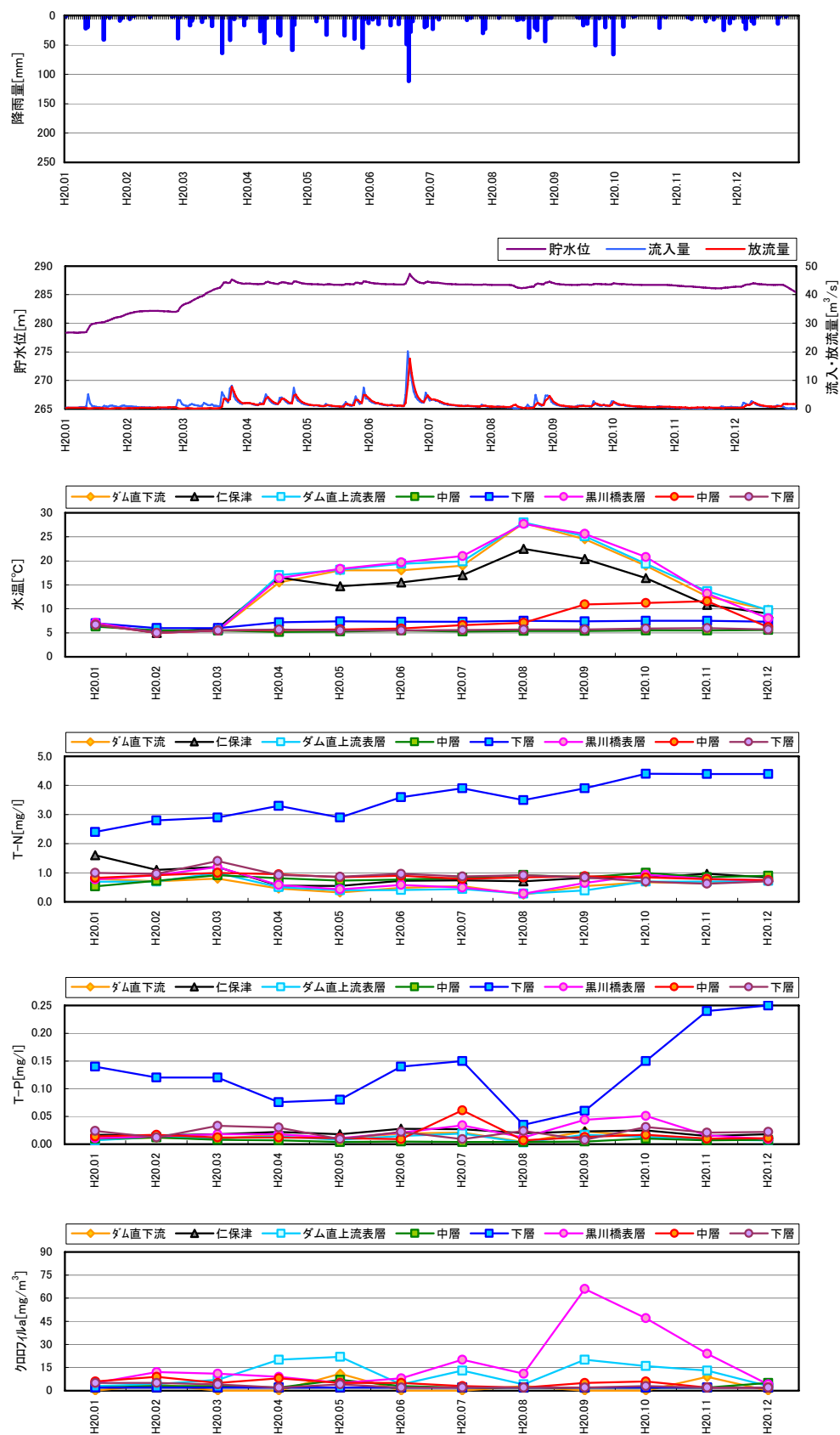


図 2-2 島地川ダム気象・水文・水質等の状況（平成 20 年）[1/2]

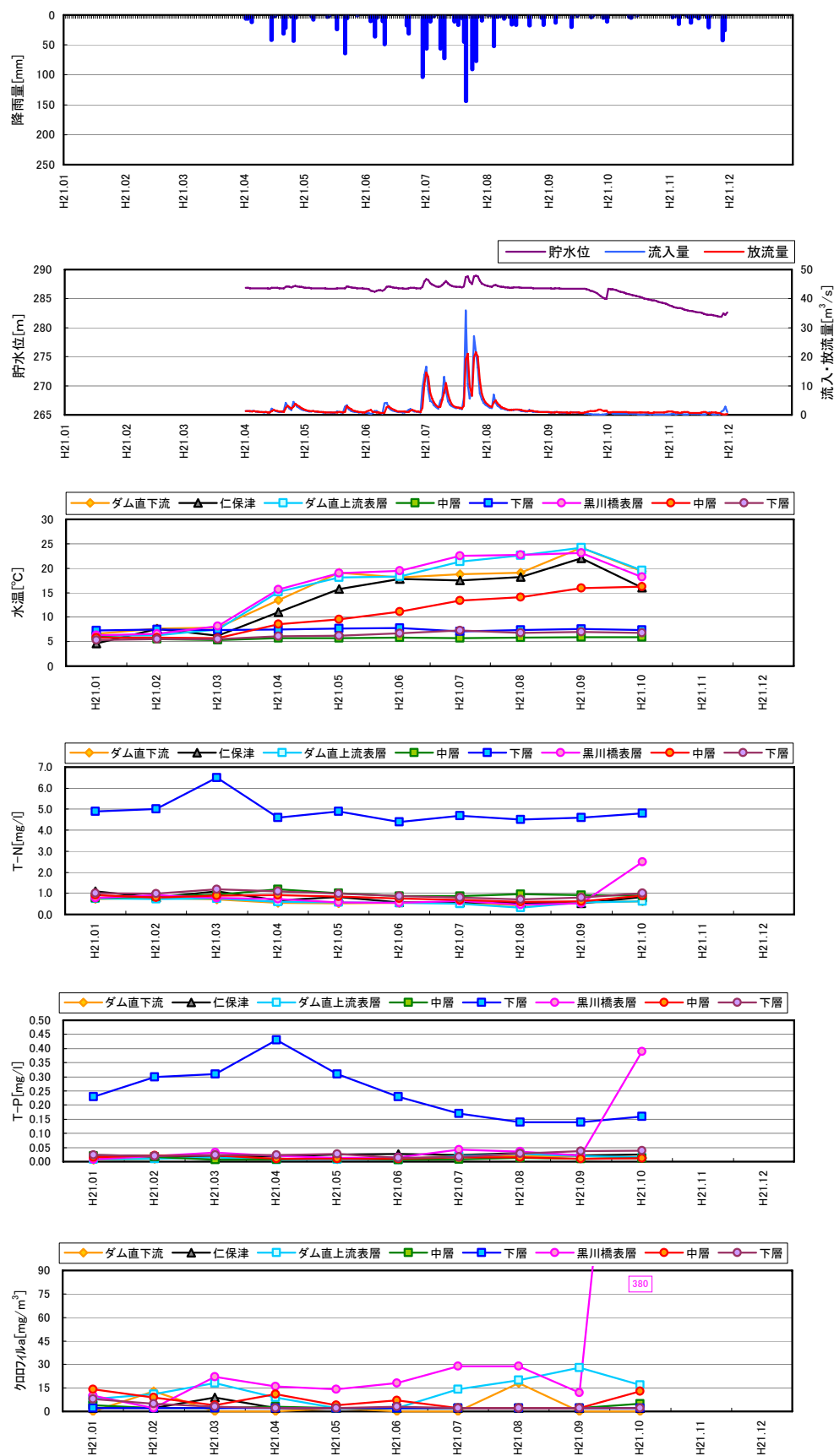


図 2-3 島地川ダム気象・水文・水質等の状況（平成 21 年）[1/2]

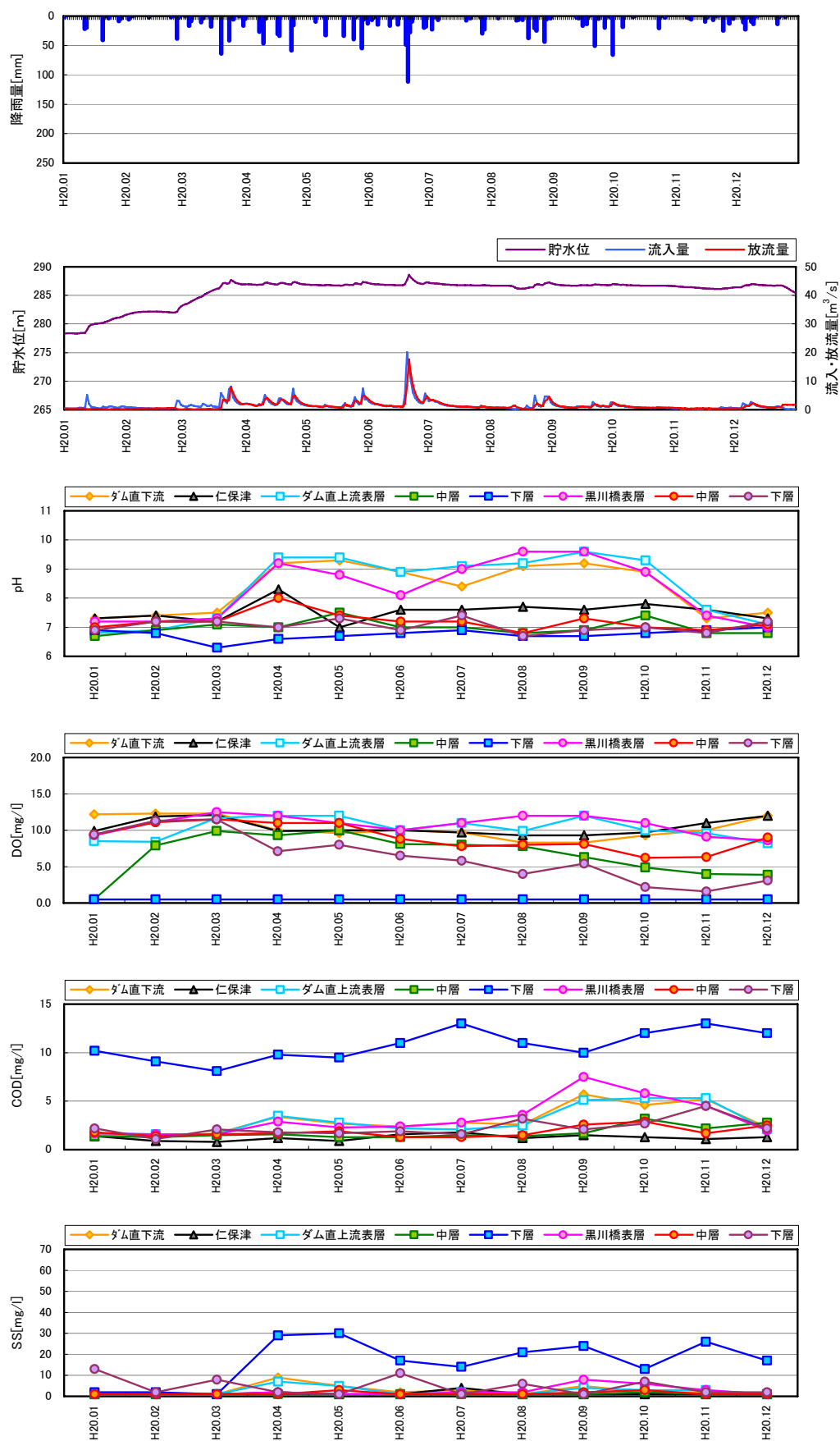


図 2-4 島地川ダム気象・水文・水質等の状況（平成 20 年）[2/2]

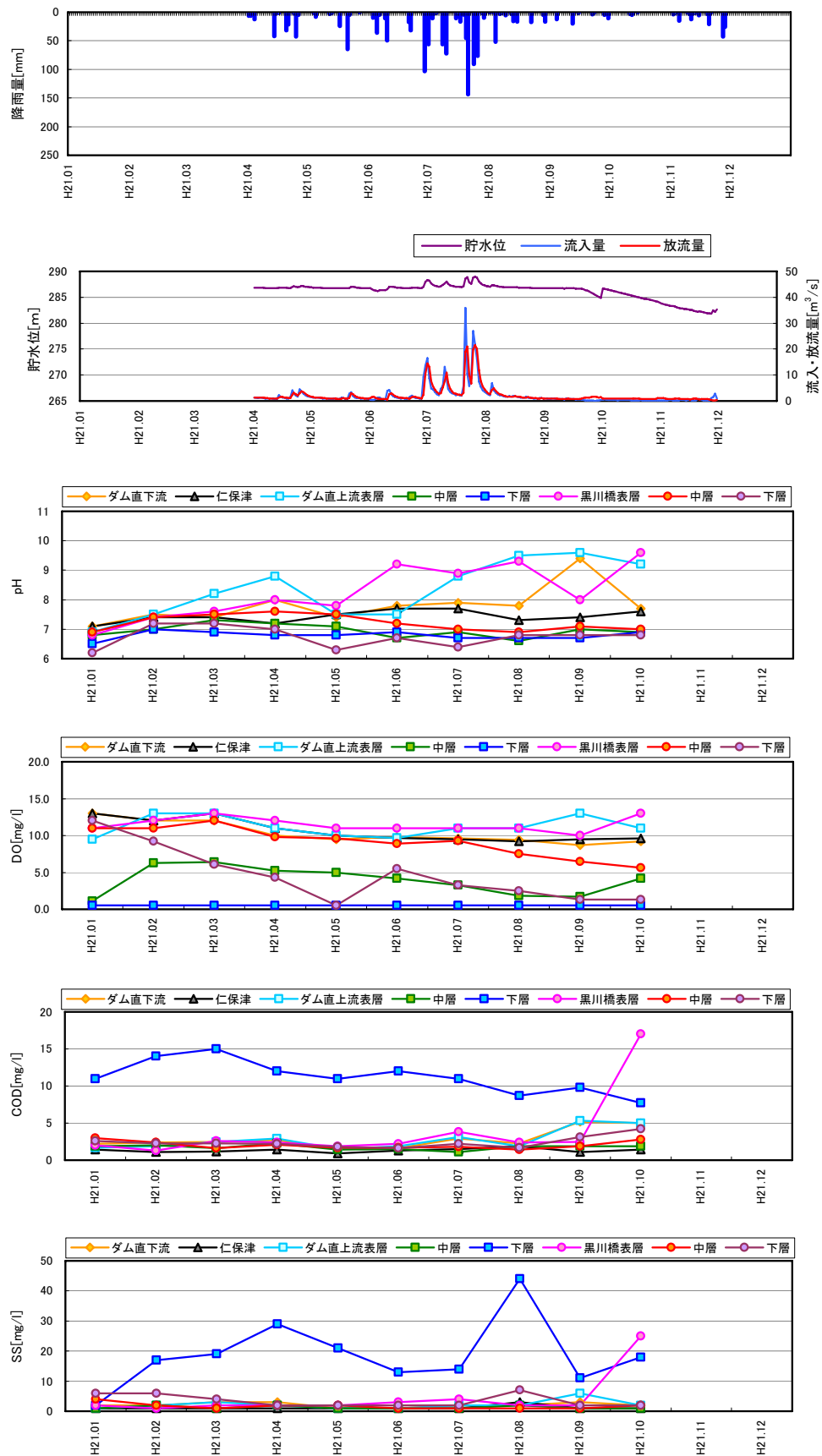


図 2-5 島地川ダム気象・水文・水質等の状況（平成 21 年）[1/2]

島地川（ダム直下流、仁保津、ダムサイト、黒川橋）の水質調査結果をまとめると、以下のとおりである。

【水温】

水温は、7月までは仁保津、貯水池内表層（ダム直上流、黒川橋）とも、昨年と同様の傾向を示しているが、今年の8月は仁保津、貯水池内とも、昨年より5℃程度低い値となっている。また、中層・下層については、ダム直上流は昨年と大きく変わっていないが、黒川橋の中層については、7月、8月の値が昨年に比べ、6～7℃高い値を示している。

【総窒素】

ダム直上流の下層を除き、ダム直下流、仁保津、貯水池内（ダム直上流、黒川橋）とも、概ね1mg/Lを下回っている。ダム直上流の下層は、今年の夏季から冬季にかけて増加傾向を示し、今年の3月にピークを示している。その後は4～5mg/Lの範囲で推移している。

【総リン】

総窒素と同様、ダム直上流の下層を除き、流入、放流、貯水池内とも、概ね0.05mg/Lを下回っている。ダム直上流の下層は、総窒素と同様、今年の夏季から冬季にかけて増加傾向を示し、今年の4月にピークを示している。その後、8月まで減少傾向を示している。

【クロロフィルa】

アオコが貯水池全面へ拡がりを示した際の昨年9月の黒川橋表層では60 mg/m³を示しているが、その後、減少しており、今年の夏季は30 mg/m³程度であった。

【pH】

ダム直上流表層の7月、8月、黒川橋表層の6月～8月は、pH値 9程度を示しており、植物プランクトンの増殖による影響は推察されるが、ダム直下流は8以下で推移している。

【DO】

ダム直下流、仁保津、貯水池内表層（ダム直上流、黒川橋）とも、10mg/L前後で推移しており、概ね同様の変動傾向を示している。ダム直上流下層は年間を通して0.5mg/Lを下回っており、無酸素状態になっている。ダム直上流中層や黒川橋中層、下層は、これらの中間的な値であり、同様の傾向を示している。

【COD】

ダム直上流の下層を除き、ダム直下流、仁保津、貯水池内（ダム直上流、黒川橋）とも、3～5mg/L程度あるいはそれ以下となっている。ダム直上流の下層は、今年の3月に15mg/Lの値を示しており、窒素、りんと同様、貯水池内の内部生産が行われたと推察される。

【SS】

SSについても、ダム直上流の下層を除き、ダム直下流、仁保津、貯水池内（ダム直上流、黒川橋）とも、概ね5mg/L以下を示している。ダム直上流の下層は、調査時期によって値は異なるが、10～40mg/L前後の値を示しており、同様の傾向であると考えられる。

2.3 水温及びDOの経日変化

M1において、自動観測機により毎日の水質鉛直分布が把握されている。

この結果を基にすると、EL. 260m以深は水温が年間通じて6℃程度であると想定される。このため、2月以外は表層部との水交換は生じていないと想定される。

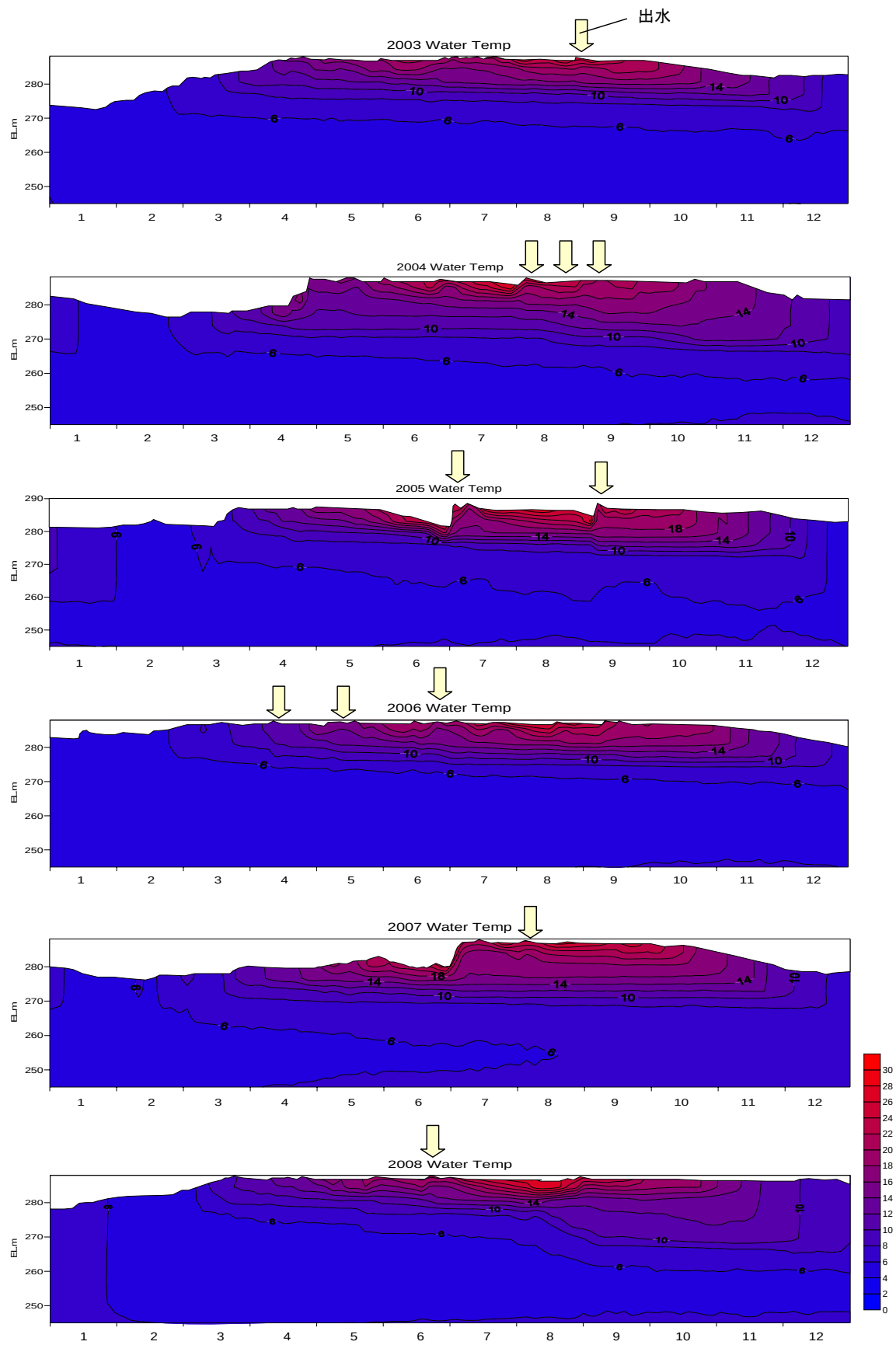


図 2-6 水温鉛直分布の経日変化（平成 15 年 1 月～平成 20 年 12 月）[ダム直上流]

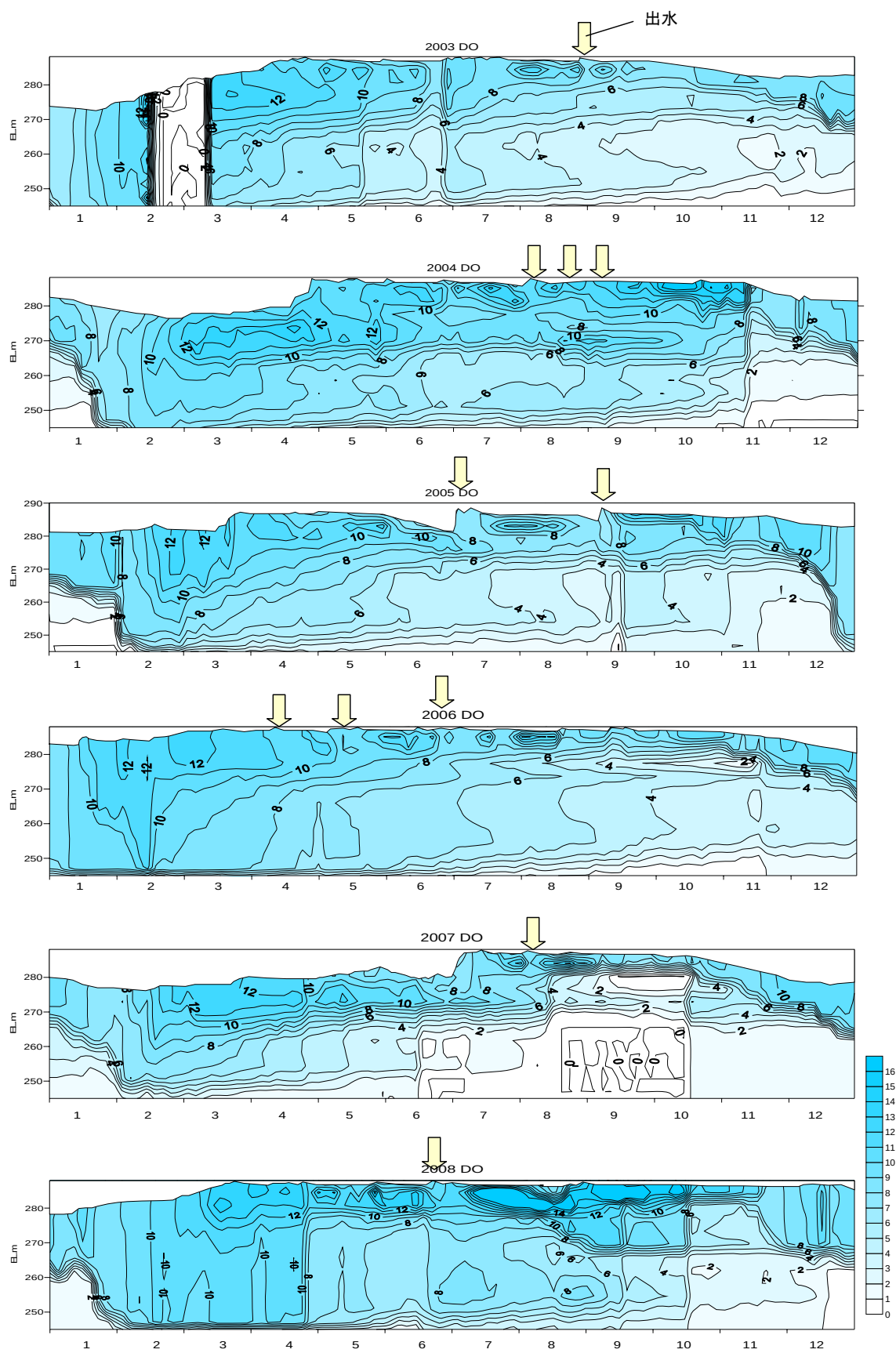


図 2-7 DO 鉛直分布の経日変化 (平成 15 年 1 月～平成 20 年 12 月) [ダム直上流]

2.4 ダム供用後のD_Oの変動状況

ダム直上流地点（M1）のD_O経年変化の詳細は以下に示すとおりである。

供用3年目にあたる昭和60年以降、底層のD_Oは常に0に近い値を示している。

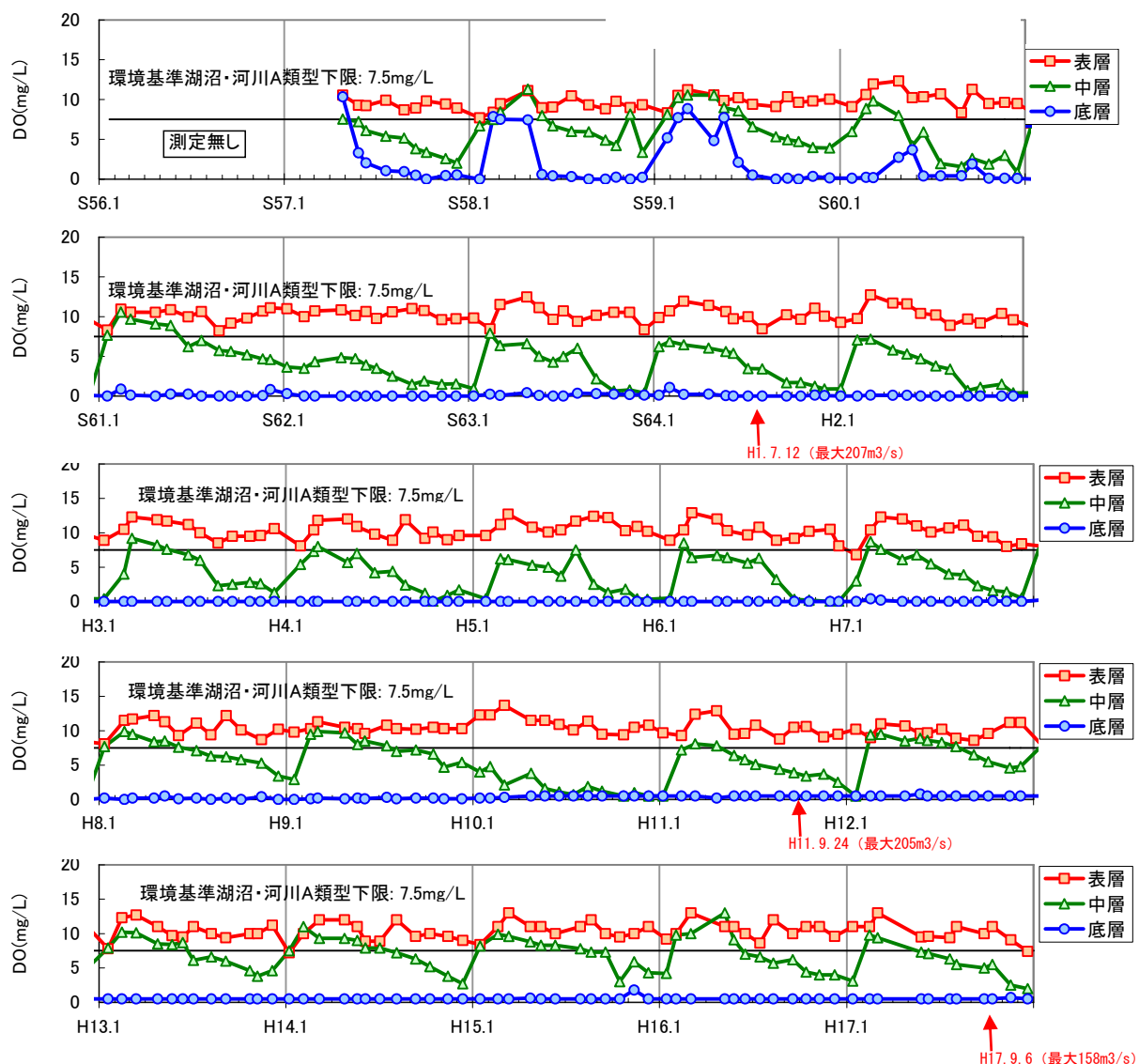


図 2-8 底層のD_O経年変化詳細（M1）

2.5 島地川ダム貯水池の水質空間分布調査

縦断方向の水質特性を把握するため、平成21年10月26日に、M0（ダム直上流）～M11にかけてポータブル機器を用いて縦断方向の水質を観測した。この結果、M0～M11までは水平に層をなしており、鉛直方向の水質に以下の特徴があることが確認された。

【確認された事項】

- ダムサイト～M11までの区間では、水温成層や溶存酸素はほぼ水平に層をなしており、2箇所の自動観測結果がダムサイト～M11の区間全体を代表できる
- 場所によらず水温躍層の位置を境に急激に水質が変化する
- ECは水深以外にも底質からの距離によっても上昇する
- クロロフィルaはM10～M11に設置されたフェンスによって遮られ、下流には通過していない（ただし、アオコの最盛期の結果ではない）

表 2-1 水質空間分布調査概要

項目	内 容
調査目的	高濃度酸素溶解装置設置に先立ち、貯水池の水質空間分布を把握する。 また、ダムサイト及び黒川橋（M11）で水質の自動観測が行われているが、これらの連続データがどれくらい貯水池全体に適用できるかを把握する。
調査日	平成21年10月26日
調査日の天候	曇後晴
調査項目	水温（℃）、溶存酸素（mg/L）、クロロフィルa（ $\mu\text{g/L}$ ）、EC（ $\mu\text{S/cm}$ ）
調査箇所	M0、M1、M2、M3、M4、M6、M8、M9、M10、M11
調査深度	表層～水深45m（水温変化に応じて、1mピッチ～5mピッチ）

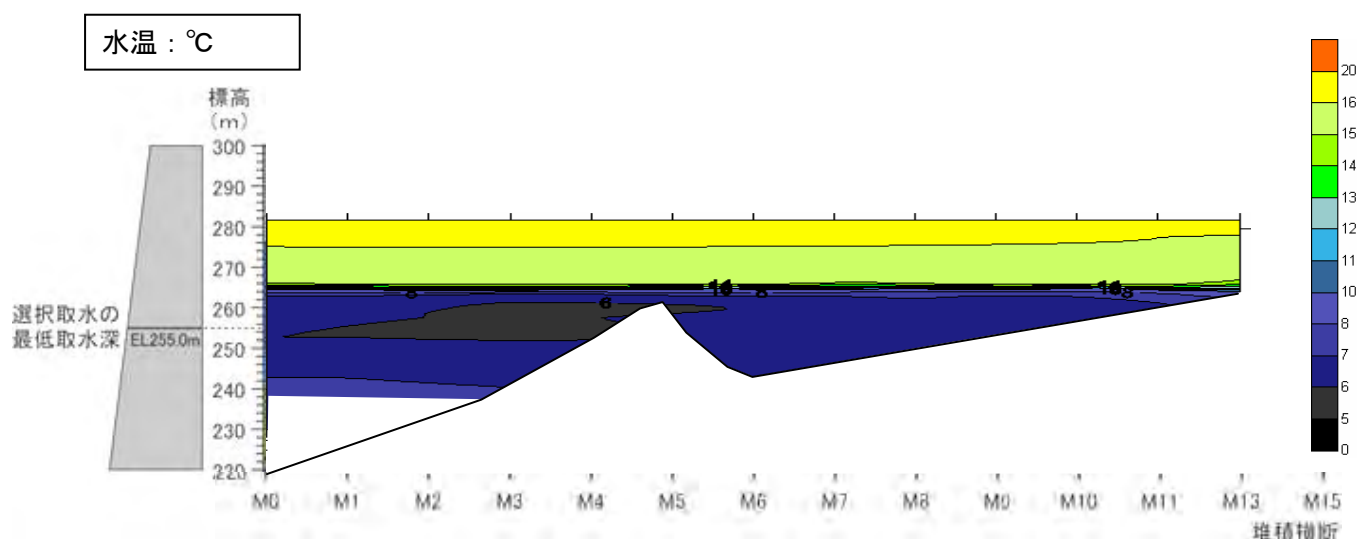


図 2-9(1) 貯水池空間分布調査結果：平成21年10月26日

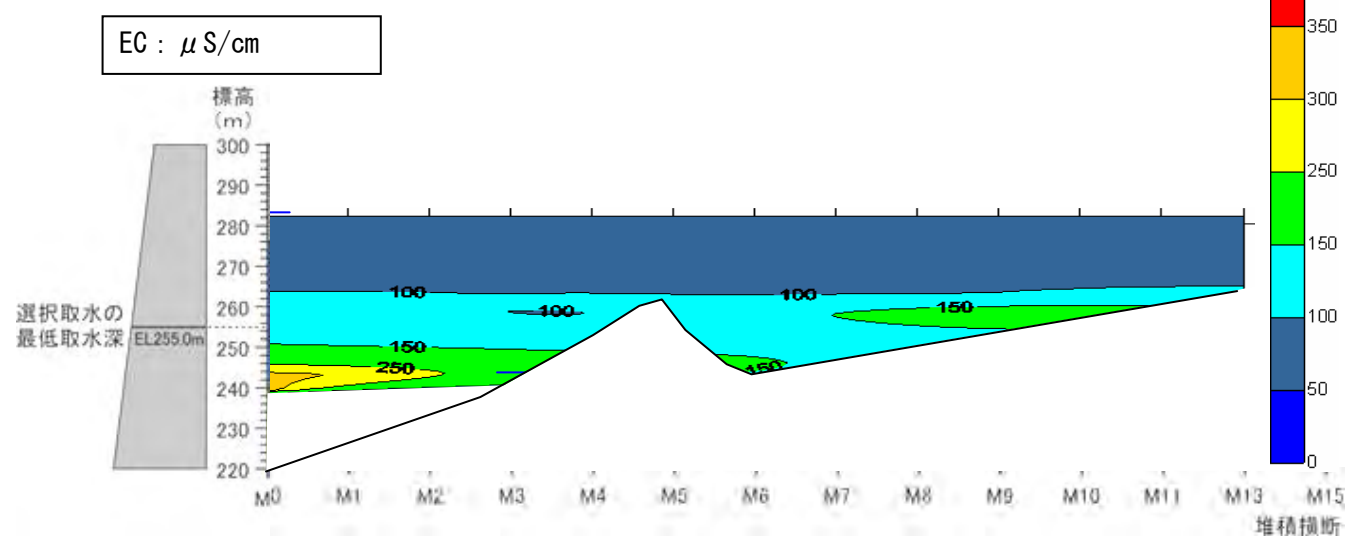
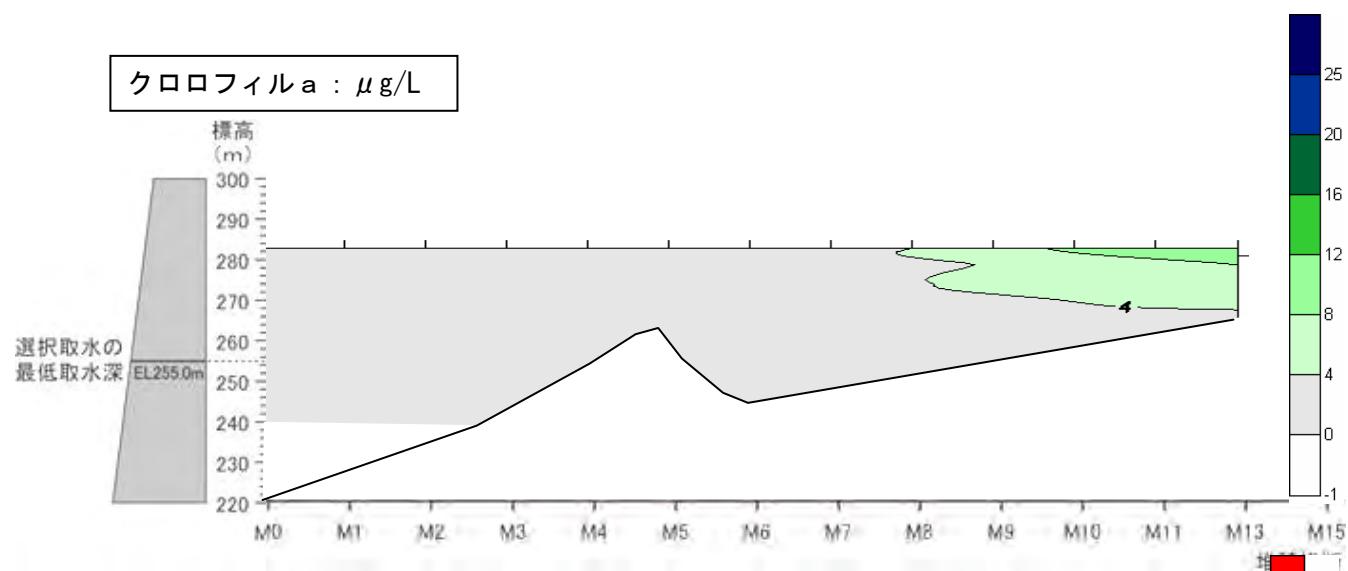
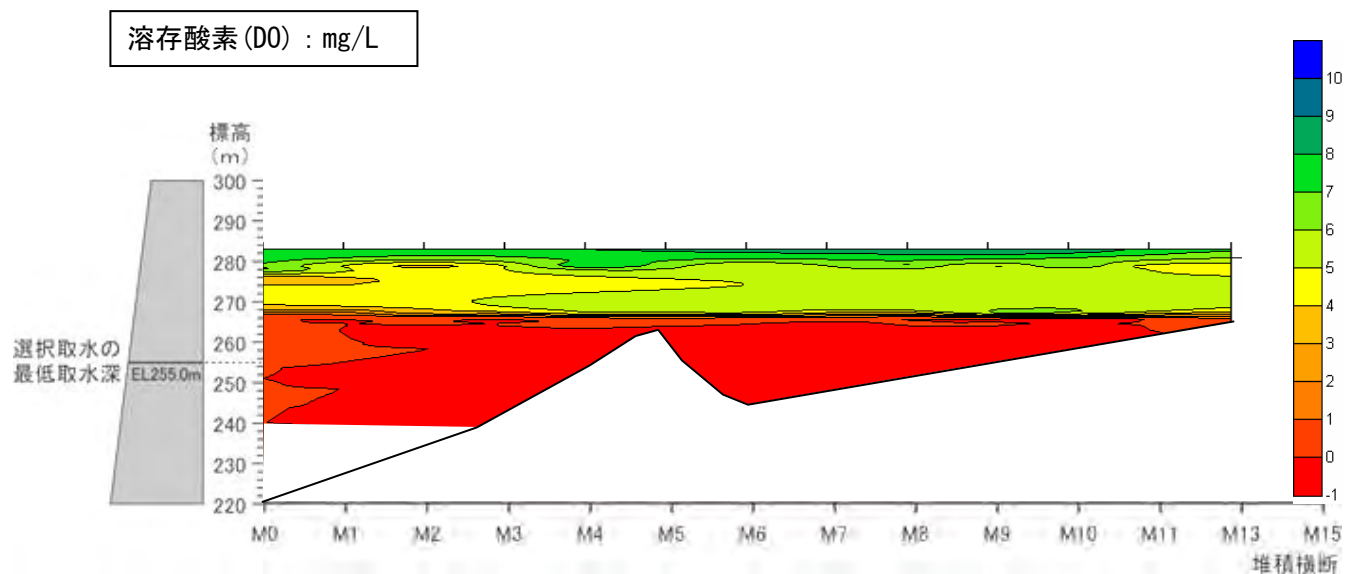


図 2-9(1) 貯水池空間分布調査結果：平成21年10月26日

●水温調査結果（℃）

平成21年10月26日（貯水位＝282.6 EL. m）

(EL. m)	M0	M1	M2	M3	M4	M6	M8	M9	M10	M11
283	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温	水温
282	16.3	16.3	16.6	16.4	16.7	16.6	16.6	16.6	16.4	16.4
281	16.3									
280		16.3								
279	16.3									
278		16.3	16.2	16.2	16.3	16.2	16.2	16.1	16.2	16
277	16.3									
276										
275	15.9									
274										
273	15.9	15.9	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
272										
271	15.8									
270										
269	15.7									
268		15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.5
267	15.5	15.5	15.3							
266	14.5	14.7	15	14.8	15.2	15.1	14.3	15.2	15.3	15.1
265	11	10.6	11.8	11.5	11.1	10.2	9.7	10.9	9.1	11.2
264	7.6	7.7	7.8	7.3	7.3	7.6	7.3	7.6	7.6	7.9
263	6.9	6.8	6.7	6.3	6.7	6.8	7.3	6.8	7	7.5
262										7.1
261	6.5	6.4								
260									6.4	
259										
258	6.2	6.1	6	5.9	6	6.2		6.5		
257										
256										
255										
254										
253	6	6								
252										
251										
250	6.4									
249										
248	6.5	6.4	6.3	6.2						
247										
246										
245										
244										
243	7	7								
242										
241										
240										
239	7.2									
238		7.2								

●濁度調査結果（度）

(EL. m)	M0	M1	M2	M3	M4	M6	M8	M9	M10	M11
283	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度	濁度
282	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.6	1.5	2	2
281	1.3									
280		1.3								
279	1.2									
278		0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	1.1	0.9	1.4	1.1
277	1.2									
276										
275	0.5									
274										
273	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	1	1.3	1.1	1.5
272										
271	0.8									
270										
269	0.7									
268		0.9	0.9	1	1.2	1	1.1	1.3	1.6	2
267	0.9	0.8	1.1							
266	0.8	0.9	1.1	1.4	1.4	1.2	1.5	1.2	3.7	3.7
265	4.2	3.9	2.6	2.2	1.8	1.2	1.2	1.4	2	2.3
264	25	2	1.8	1.3	0.9	1.1	1.6	1	4	2.4
263	2.7	2.5	1	0.6	1.1	1	1.6	3.2	2	1.1
262										1.2
261	6.5	3.6								
260									7	
259										
258	0.7	2.6	2.2	0.8	4.2	2.2		2		
257										
256										
255										
254										
253	4.1	3.6								
252										
251										
250	1.6									
249										
248	1.2	0.8	0.8	0.8						
247										
246										
245										
244										
243	1.3	1.5								
242										
241										
240										
239	1.8									

●D0調査結果 (mg/L)

平成21年10月26日 (貯水位＝282.6 EL. m)

(EL. m)	M0	M1	M2	M3	M4	M6	M8	M9	M10	M11
283	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0	D0
282	0	1	2	3	4	6	8	9	10	11
281	7.5	7.2	7.9	7.8	8	8.4	8.7	9	9	7.6
280	7.5									
279		7.1								
278	7.3									
277		4.8	3.5	4.7	8.4	4.6	7.4	4.4	7.2	4.4
276	7.4									
275										
274	3.4									
273										
272	4.1	4	4.4	4.6	4.6	5	5.3	5.2	5.4	5.6
271										
270	4.2									
269										
268	4.2									
267		4.1	4.5	5.1	5.4	5.5	5.8	5.6	5.7	5.9
266	3.4	2.8	3.8							
265	1.2	1.1	3.6	2.8	4.8	5	2.8	6	5.7	4
264	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
263	0.1	0	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0.1	0	0.1
262	0.1	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
261										0
260	0.1	0								
259									0	
258										
257	0.1	0	0	0	0	0		0		
256										
255										
254										
253										
252	0	0								
251										
250										
249	0									
248										
247	0	0	0	0						
246										
245										
244										
243										
242	0	0								
241										
240										
239										
238	0									

●クロフィル a 調査結果 (μg/L)

平成21年10月26日 (貯水位=282.6 EL. m)

(EL. m)	M0	M1	M2	M3	M4	M6	M8	M9	M10	M11
283	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a	クロフィル a
282	0	1	2	3	4	6	8	9	10	11
281	2.6	2.2	2.8	2.1	3.2	4	3.7	6.5	9	11.8
280	2.8									
279		2.4								
278	2.5									
277		1.4	1.2	1.7	1.3	2.2	3.3	4.2	6	7
276	2.8									
275										
274	1									
273										
272	0.8	1	0.7	0.7	0.8	1.8	3.2	6.2	6	6.8
271										
270	0.8									
269										
268	0.8									
267		0.9	0.7	0.8	0.9	1.1	1.5	1.9	3.6	5.5
266	0.8	0.8	0.8							
265	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.1	1	1.8	1.9	2.6
264	1.3	1.1	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	1	0.8	1.1
263	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1.3	1.2
262	0.9	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	1	1	1.1
261										1.1
260	1.6	1								
259									1.7	
258										
257	1.2	0.9	0.8	0.5	1.1	1.1		1.2		
256										
255										
254										
253										
252	1.1	1								
251										
250										
249	1									
248										
247	1	0.7	0.9	0.8						
246										
245										
244										
243										
242	1.4	1.4								
241										
240										
239										
238	1.5	1.7								

●EC調査結果 (μ S/cm)

平成21年10月26日 (貯水位=282.6 EL. m)

(EL. m)	M0	M1	M2	M3	M4	M6	M8	M9	M10	M11
283	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
282	0	1	2	3	4	6	8	9	10	11
281	64	66	64	64	63	65	65	65	64	67
280	64									
279		64								
278	64									
277		64	64	64	64	64	68	65	64	68
276	64									
275										
274	63									
273										
272	63	67	67	67	70	67	67	63	68	67
271										
270	65									
269										
268	65									
267		67	67	67	69	70	68	70	70	69
266	65	64	67							
265	60	60	67	67	70	70	86	70	68	73
264	89	90	84	90	89	87	89	85	90	86
263	95	95	95	90	94	97	94	97	100	114
262	102	103	100	100	100	95	96	100	110	127
261										133
260	111	104								
259									102	
258										
257	103	103	102	100	98	140		173		
256										
255										
254										
253										
252	106	106								
251										
250										
249	156									
248										
247	178	174	174	158						
246										
245										
244										
243										
242	305	298								
241										
240										
239										
238	332	334								

2.6 実証実験時の金属類の変化

表 2-2 溶解性鉄の低減状況（平成16年：M6 機器より上流10m）

標高(EL. m)	7/7(mg/L)	7/12	7/22	7/26(mg/L)	9/4	減少量 (mg/L)
250	10	実験開始	実験終了	0.75	D0=0に戻る	9.25
245	26			0.59		25.41
241	52			0.95		51.05

表 2-3 溶解性マンガンの低減状況（平成16年：M6 機器より上流10m）

標高(EL. m)	7/7(mg/L)	7/12	7/22	7/26(mg/L)	9/4	減少量 (mg/L)
250	4.5	実験開始	実験終了	8.2	D0=0に戻る	-3.7
245	6.1			7.5		-1.4
241	8.7			7.8		0.9

表 2-4 全ヒ素の低減状況（平成16年：M6 機器より上流10m）

標高(EL. m)	7/7(mg/L)	7/12	7/22	7/26(mg/L)	9/4	減少量 (mg/L)
250	0.028	実験開始	実験終了	0.022	D0=0に戻る	0.006
245	0.03			0.026		0.004
241	0.09			0.045		0.045

(1) 高濃度酸素溶解装置の概要

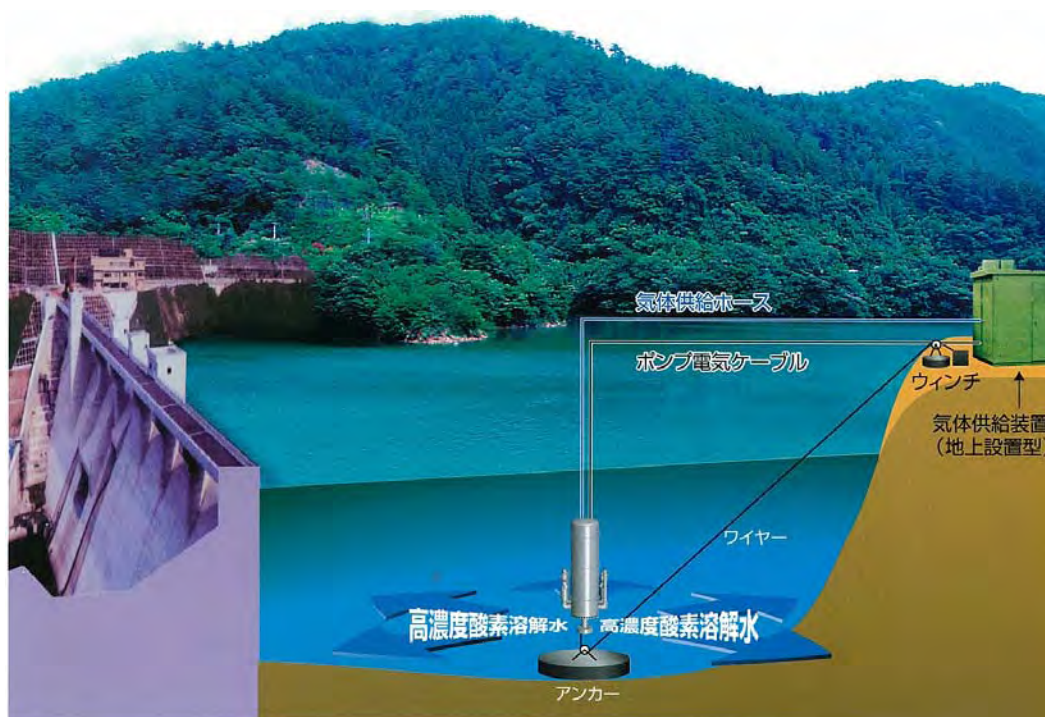


図 3-1 高濃度酸素溶解装置（湖底アンカー式）概念図

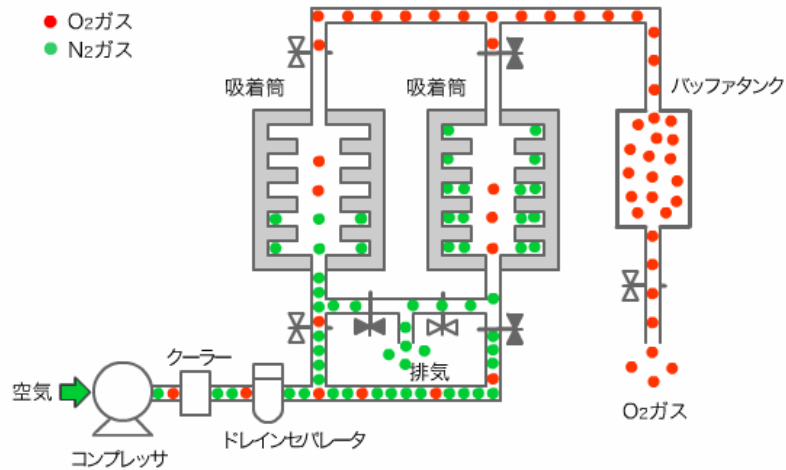
高濃度酸素水溶解装置には、湖底アンカー方式とフロート船方式がある。今回選定した湖底アンカー式は湖面にはウインチにつながるワイヤーのみが存在し、景観に与える影響は小さい。



図 3-2 高濃度酸素溶解装置（湖底アンカー式）概念図

(2) 酸素発生装置の原理（陸上部）

ゼオライトと呼ばれる吸着剤を用いて、空気中より酸素を選択的に取り出す。吸着剤はアルカリ土類金属を含む結晶性含水アミノ珪酸塩で、多数の細孔を有しており、酸素より窒素を多量に吸着する。



<http://www.sdk-kk.co.jp/prd/gas/02.html>

図 3-3 酸素発生装置の原理

(3) 気液溶解装置の原理（水中部）

水中部の気液溶解装置については、陸上部から酸素が送られてくるため、溶解させる気体量が小さくて済むため、小型の気液溶解装置で対応ができる。

底層では水压により気体の体積が減少しており、より多くの酸素を溶解させられる特徴がある。

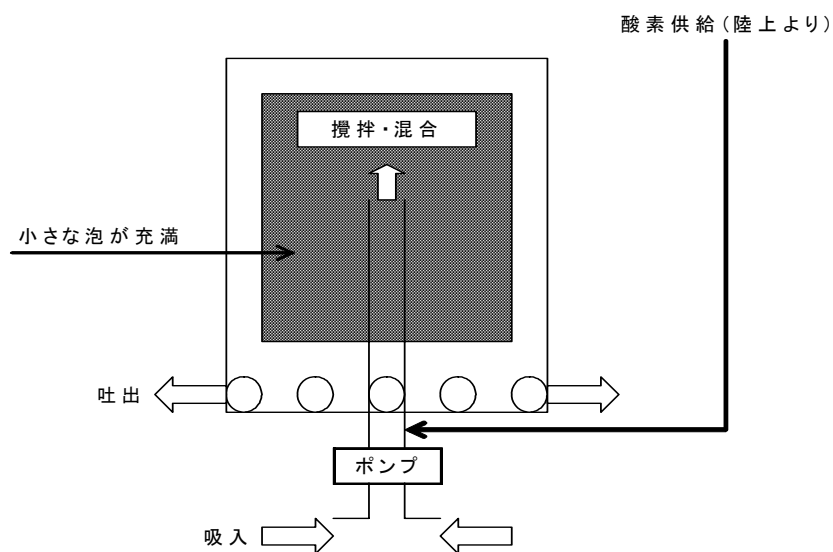


図 3-4 気液溶解装置の原理