

## 5 水質

### 【予測に対する基本的な考え方】

水質については、事業により表-5.1 に示すような項目において周辺環境に影響を及ぼす可能性を予測しました。このうち、水素イオン濃度 (pH) は、コンクリート打設や基礎処理工等の工事において使用するセメントが pH=10~11 程度のアルカリ性を示し水質への影響が予想されることから選定したものです。

表-5.1 水質に及ぼす環境影響の要因

	工事中的の影響 (工事の実施)	建設後の影響 (設備の存在)
水素イオン濃度	・ ダム堤体の工事	—
土砂による水の濁り		—
富栄養化	—	・ ダムの供用 ・ 貯水池の存在
水温		
溶存酸素量		

### 【予測に必要な調査結果の概要】

水質に関する調査は昭和 61 年から、河川流量は昭和 63 年から継続して実施しています。

大山ダムが建設される赤石川は、土砂による水の濁り、溶存酸素等において環境基準※に比較しても良好な値となっていますが、次に示す富栄養化に関する項目に関しては、全く問題がない数値とはいえない値となっています。

- ・ 全窒素 (T-N) : 概ね 0.5mg/L 前後で推移していますが、このままでは富栄養化の可能性を否定できない数値となっています。なお、竹の迫地点では他地点の 2 倍程度の値となっています。
- ・ 全リン (T-P) : 概ね 0.03mg/L 前後で推移しており、このままでは富栄養化の可能性を否定できない数値となっています。

※大山ダムが建設される赤石川は、水質に係る環境基準の類型指定が行われていないため、大山川 (筑後川) の赤石川との合流点における環境基準である河川 A 類型の数値と比較しました。

### 【予測結果及び環境保全対策の概要】

#### 1. 工事中的の影響

- ・ 土砂による水の濁り :

工事中的の掘削法面の裸地から発生する濁水の流出を抑制するため、一定規模以上の裸地が発生する工事箇所においては沈砂地を設置するとともに、郷土種を利用した法面の緑化を行います。また骨材製造設備やダム本体工事箇所には濁水処理設備を設置し濁水の発生を抑制します。

- ・水素イオン濃度：

ダム本体工事箇所の濁水処理設備では、セメント成分を中和し pH 調整した上で放流を行います。

## 2. 工事中的影響

ダム建設後の水質への影響を予測しましたが、環境保全対策を行わない場合（取水は通年表層取水）、濁水の長期化のおそれは少ないものの、水温（温水の放流）及び富栄養化への影響が予測されます。このため、選択取水設備及び曝気設備を設置し環境保全対策に努めていきます。

- ・土砂による水の濁り：

SS(浮遊物質)が5mg/Lを上回る年間の日数は、ダム建設前の40.7日が28.6日に、また25mg/L（環境基準：河川A類型）では11.1日から3.3日に減少するものと予測されます。

- ・富栄養化：

曝気設備を運用することにより、クロロフィルa濃度が一時的に高い場合もありますがその後低濃度に回復することが期待できます。年平均値で比較した場合、環境保全対策なしの場合の19.2 $\mu$ g/Lに比べて9.6 $\mu$ g/Lに低減します。また、BOD（生物化学的酸素要求量）も、ダム建設前の水質に近い数値での放流が可能となると予測しています。

- ・水温：

選択取水設備を流入水と同じ水温層からの取水する運用を行うことにより、温水の放流を相当程度減少させることができますが、秋季から冬季にかけてダム建設前より温かい水温での放流の傾向は残るものと予測しています。

- ・溶存酸素量：

概ね10mg/L前後の数値となっており、ダム建設後も環境基準(河川A類型)7.5mg/Lを満足できるものと予測しています。

## 5.1 調査結果

### 5.1.1 調査手法

現地調査等の調査手法、項目、地点及び時期を表-5.2、表-5.3、図-5.1 にそれぞれ示します。

表-5.2 現地調査等の調査手法

調査項目		調査方法	調査地点	調査内容	調査頻度
水質	定期調査 (低水時)	現地調査	ダムサイト、赤石川 流入、竹の迫、川平 橋、吾々路川	水温、pH、BOD、SS、DO、COD、 T-N、NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、 T-P、PO <sub>4</sub> -P、流量	年 12 回
	高水時調査 (出水時)	現地調査	ダムサイト	水温、pH、BOD、SS、DO、COD、 T-N、NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、 T-P、PO <sub>4</sub> -P、流量	別表参照
流量		現地調査	ダムサイト	水位、流量	毎時、日平均
気象		現地調査	川久保気象観測所	降雨量、気温、風速、 湿度、日照時間	毎日
		既存資料の引用	日田測候所	降雨量、気温、風速、 湿度、日射量、雲量	毎日
土質		既存資料の引用	ダム流域	土質、地質	
流域の汚濁負荷量		既存資料の引用	ダム流域	排出負荷量	

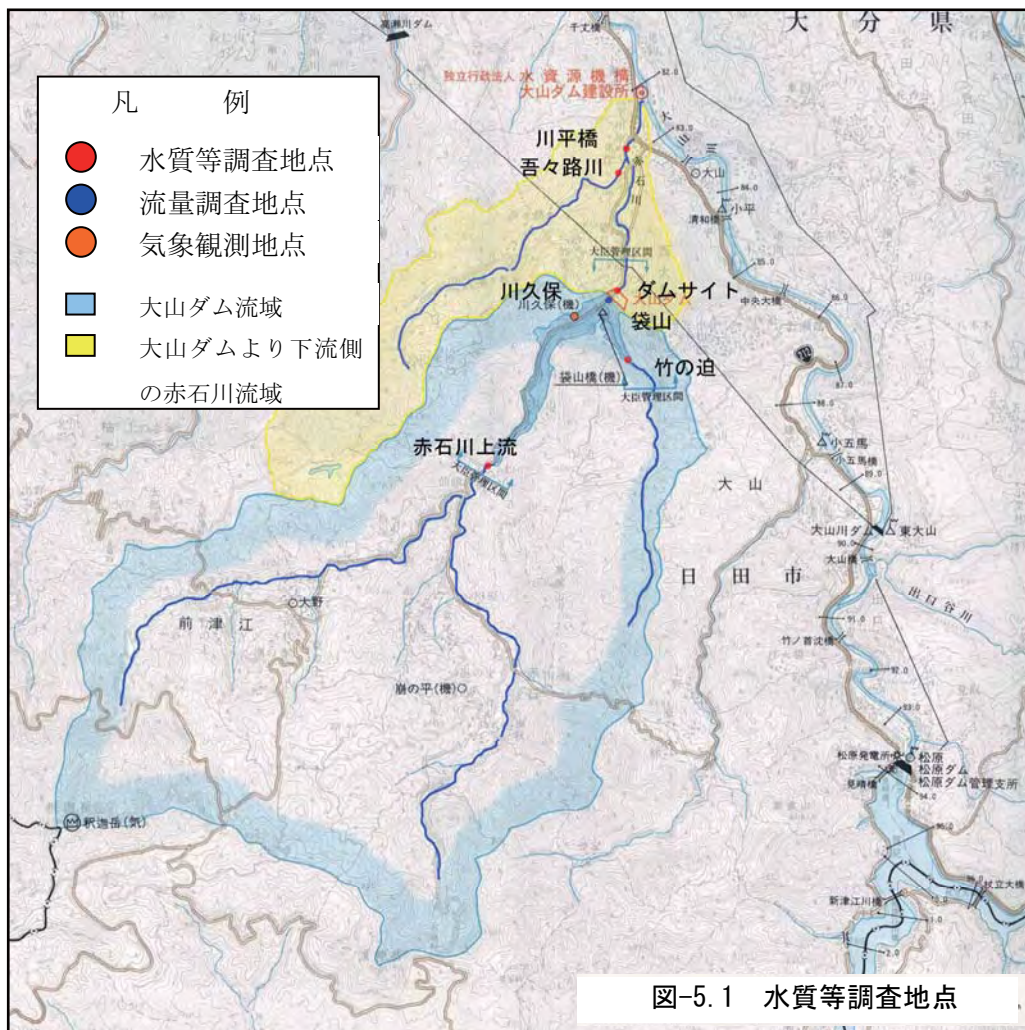


表-5.3 現地調査等の調査時期

種別	流量	水質												気象		
河川名	赤石川						竹の迫川			吾々路川			川久保			
地点名	袋山	赤石川 上流		ダム サイト		川平橋		竹の迫			吾々路川		観測所			
調査項目	定期調査(低水時)※1、健康項目※2、出水時調査※3 (調査回数)												気象 ※4			
	定 期	健 康	出 水	定 期	健 康	出 水	定 期	健 康	出 水	定 期	健 康	出 水		定 期	健 康	出 水
昭和 61 年		4			4	1		4			4					
昭和 62 年		9			9	1		9			9					○
昭和 63 年	○	11			11	1		11			11					○
平成元年	○	12			12	1		12			12					○
平成 2 年	○	12			12	1		12			12					○
平成 3 年	○	12			12	1	1	12			12					○
平成 4 年	○	11			11	1	1	11			11					○
平成 5 年	○	1			1	1	2	1			1					○
平成 6 年	○	12			12	1	2	12			12					○
平成 7 年	○	12			12	1	3	12			12					○
平成 8 年	○	12			12	1	1	12			12					○
平成 9 年	○	12			12	1	3	12			12					○
平成 10 年	○	12			12	1	3	12			12					○
平成 11 年	○	12			12	1	1	12	1		12					○
平成 12 年	○	11			11	1	2	11			11	1				○
平成 13 年	○	11			11	1	2	11			11					○
平成 14 年	○	12			12	1	2	12			12					○
平成 15 年	○	11	1		11	1	1	11	1		11	1				○
平成 16 年	○	12	1		12	1	2	12	1		12	1		6	1	○
平成 17 年	○	12	1		12	1	2	12	1		12	1		12	1	○

注1) 1月から12月の間に1回以上調査を実施した年を○とした。

注2) 吾々路川については、H16.7から水質調査を開始した。

注3) ※1 定期調査(低水時)：調査項目は表-5.2に掲載。

注4) ※2 健康項目(低水時)：カドミウム、1.1.1-トリクロロエタン、シアン、1.1.2-トリクロロエタン、鉛、1.1-ジクロロエチレン、クロム(6価)、シス-1.2-ジクロロエチレン、ヒ素、1.3ジクロロプロペン(D-D)、総水銀、チウラム、アルキル水銀、シマジン(CAT)、PCB、チオベンカルブ(ベンチオカーブ)、トリクロロエチレン、ベンゼン、テトラクロロエチレン、セレン、四塩化炭素、フッ素、ジクロロメタン、ホウ素、1.2-ジクロロエタン

注5) ※3 出水時調査：水温、濁度

注6) ※4 気象観測：気温、風速、湿度、日照時間及び雨量(昭和62年より開始)

## 5.1.2 調査結果

### (1) 水質

水質調査結果の概要を表-5.4に、調査結果を図-5.2に示します。なお、赤石川は河川の水質環境基準の類型指定を受けていないために、大山川（筑後川）の赤石川との合流地点での環境基準（河川A類型）と比較を行いました。

表-5.4 現況調査結果の概要

項目	現況調査結果の概要
水温	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、平均値が15℃前後で推移している。また、竹の迫地点の水温変化の幅は他の地点より小さくなっている。
BOD	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、概ね2mg/L未満で変化している。環境基準値(河川A類型)と比較すると、環境基準値を満足した数値であり、地点間に大きな違いは認められない。CODもBODに似た傾向を示している。
SS	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、概ね5mg/L未満で変化している。川平橋地点では、河川工事等の影響で高い濃度が認められる場合がある。環境基準値(河川A類型)と比較すると、環境基準値を満足した数値であり、地点間に大きな違いは認められない。
T-N	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、概ね0.5mg/Lで変化しており、1.0mg/Lを超えることはないが、このままでは富栄養化の可能性を否定できない数値となっている。竹の迫地点では、他の地点に比べ2倍程度の濃度となっている。
T-P	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、概ね0.03mg/Lで変化しており、0.05mg/Lを超えることはほとんどないが、このままでは富栄養化の可能性を否定できない数値となっている。また、地点間に大きな違いは認められない。
DO	ダムサイト地点では、平成2年から平成16年の間で、8mg/Lから13mg/Lの範囲で推移している。環境基準値(河川A類型)と比較すると、環境基準値を満足した数値である。

◎環境基準 (S46.12.28 環境庁告示第 59 号) 生活環境の保全に関する環境基準 (抜粋)

1. 河川 (湖沼を除く)

類型	項 目				大腸菌群数
	水素イオン	生物化学的 酸素要求量	浮遊物質	溶存酸素	
	PH	BOD	SS	DO	
A	6.5 以上 8.5 以下	2mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1000MPN/ 100mL 以下

利用目的の適応性：水道 2 級、水産 1 級、水浴及び B 以下の欄に掲げるもの。

基準値は日間平均値とする。

◎ 用語の説明

**BOD (生物化学的酸素要求量)**：水中の比較的分解されやすい有機物が好気性微生物によって酸化分解される時に消費される酸素量で、河川の水質汚濁指標として用いられます。数値が大きいほど有機物濃度が高いことを示し、水産用水としては、ヤマメ、イワナなどの清水性魚類で 2mg/L 以下、サケ、マス、アユなどで 3mg/L 以下、コイ・フナなどで 5mg/L 以下が望ましいとされています。

**COD (化学的酸素要求量)**：水中の有機物を過マンガン酸カリウム等の酸化剤で酸化する時に消費された酸化剤の量を酸素量に換算した数値で、主に湖沼や海域の水質汚濁指標として用いられます。

水産用水としては、サケ、マスなどで 3mg/L 以下、コイ・フナなどで 5mg/L 以下が望ましいとされています。BOD と COD の間には、水域によって異なりますが、ある程度の相関があります。

**クロロフィル a**：クロロフィルは葉緑素とも呼ばれ光合成色素の一つ。a, b, c がありますが、このうちクロロフィル a は、藻類現存量の指標として用いられます。数値が大きい場合、植物プランクトンが増加しており、アオコ、淡水赤潮が発生して水道のカビ臭やろ過障害が起こることがあります。

**SS (浮遊物質又は懸濁物質)**：一般に孔径 0.5~1 $\mu$ m のフィルターに残存する成分で、粘土鉱物に由来する微粒子、動植物プランクトン及びその死骸、下水等に由来する有機物などが含まれます。通常の河川で 25mg/L 以下ですが、洪水時には数千 mg/L 以上になることもあります。

**T-N (全窒素)**：有機態及び無機態窒素として存在する水中の窒素の総量。0.15mg/L 以上の場合、貯水池の富栄養化の可能性があるとされています。

**T-P (全リン)**：有機態及び無機態リンとして存在する水中のリンの総量。0.02mg/L 以上の場合、貯水池の富栄養化の可能性があるとされています。

**DO (溶存酸素)**：水中に溶解している酸素ガスで、河川の自浄作用や魚類をはじめとする水性生物に不可欠なものです。魚介類が良好な状態で生存するためには 5mg/L 以上が必要、また 2mg/L 以下では嫌気性となり底質中から鉄やマンガンが溶出したり硫化水素等の悪臭物質が発生するとされています。



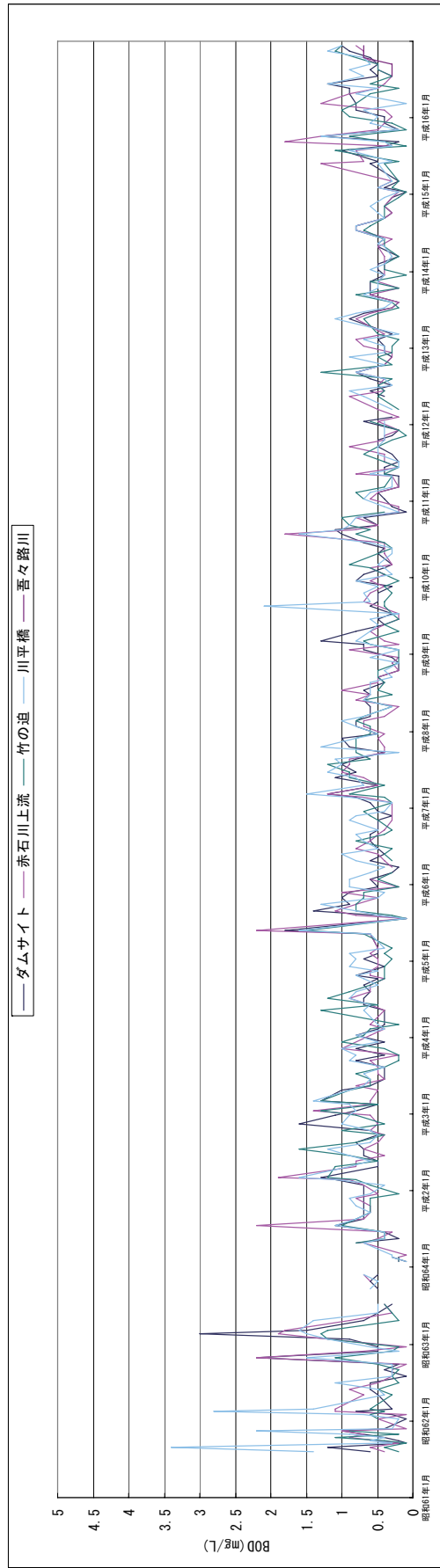
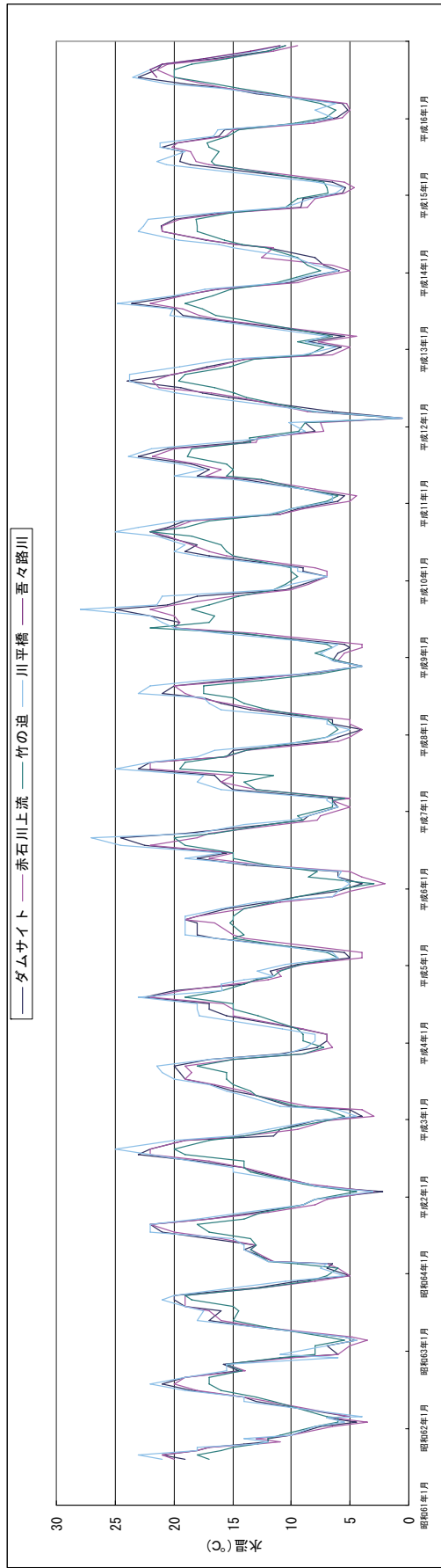
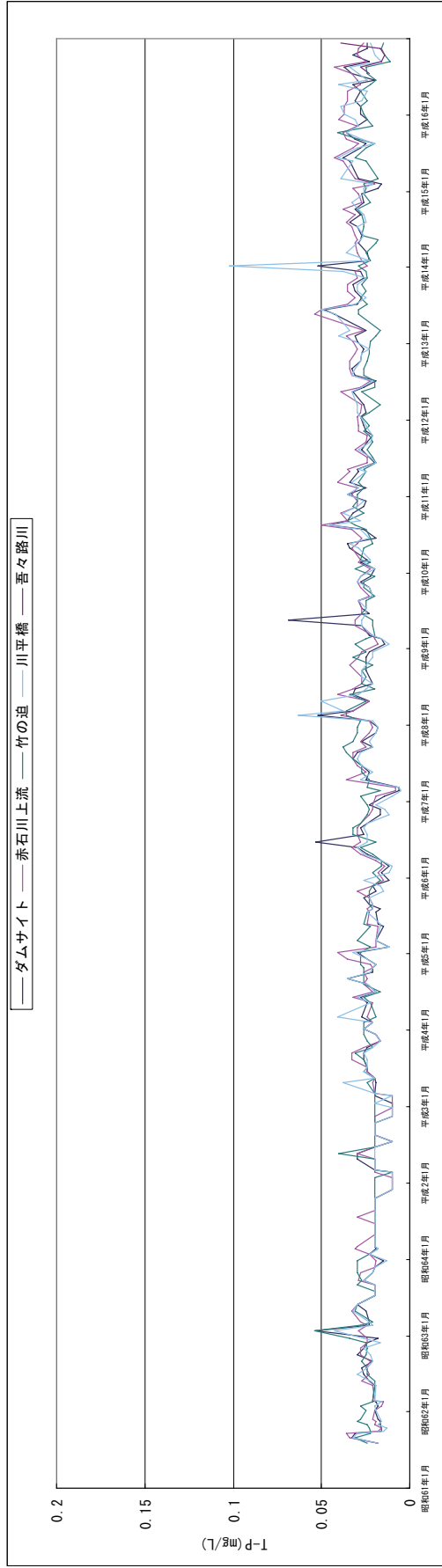


図-5.2(1) 赤石川各地点の水質の経年変化（現況）







5-9

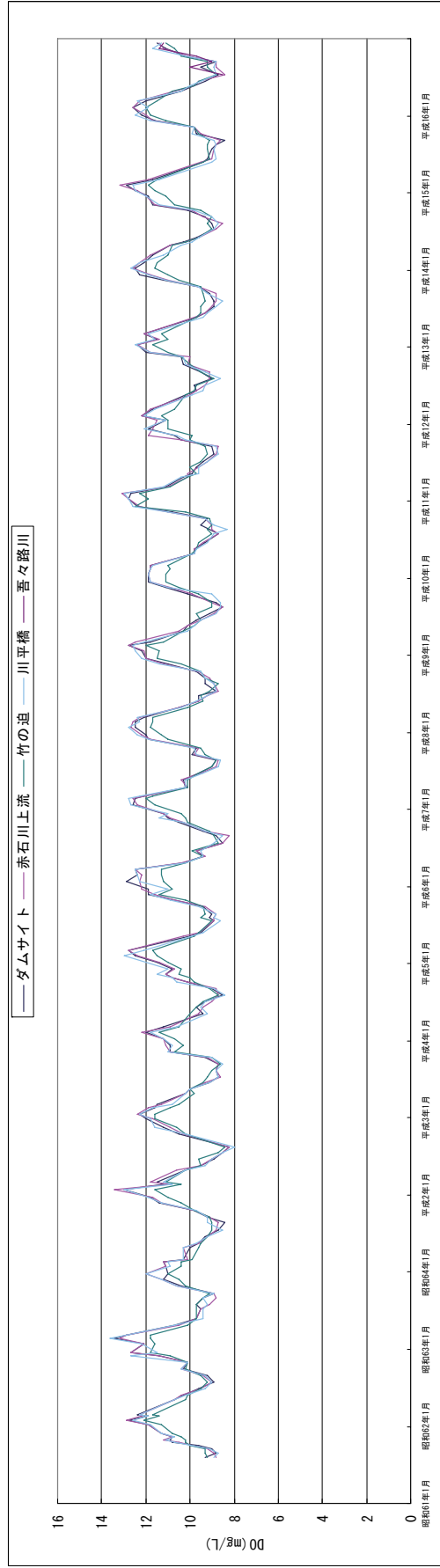


図-5.2(3) 赤石川各地点の水質の経年変化（現況）

## (2) 流域の汚濁負荷状況

- ・大山ダムに關係する市町村は、日田市の大山町、前津江町の2町となっています。ダム上流域の人口は約1100人であり、家畜として牛が約300頭飼育されています。主要な排水処理は合併浄化槽と汲み取りであり、公共下水道が大山町で一部供用中です。
- ・ダムサイト上流域の面積の90%は山林であり、大規模な事業場等はほとんどありません。
- ・ダムサイト下流域の人口は約200人であり、主要な排水処理は下水道と合併浄化槽であり、家畜等は飼育されていません。
- ・将来的には人口が減少するものとして予測されており、排出負荷量は微減ないしは横這いと算定されます。
- ・水質項目別の負荷量配分をみると、BODは生活系と自然系の割合が高く、CODは自然系の割合が高く、T-N、T-Pは産業系の割合が高くなっています。
- ・現況年は平成16年としました。将来年は、ダム完成後であり日田市の合併計画書より将来人口を設定されている平成27年としました。
- ・負荷量の算定は、「流域別下水道総合計画調査 指針と解説 平成11年版」の値と、関連町村および大分県へのアンケートにより収集したフレームと原単位で設定しました。

排出負荷量の変化を表-5.5、図-5.3に示します。

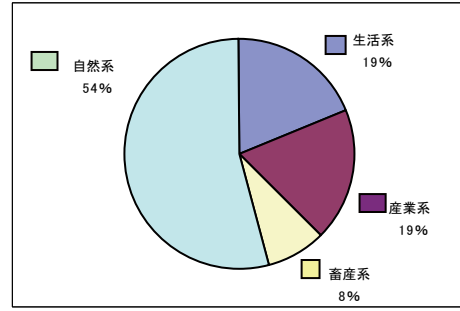
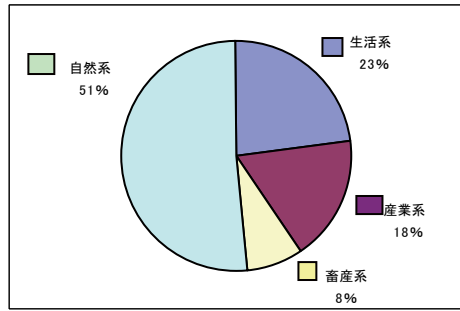
表-5.5 排出負荷量の変化

		ダム上流					ダム下流			計
		梅木川	赤石川 上流部	赤石川 ダム上流	竹の迫	小計	赤石川 ダム下流	吾々路川	小計	
現況 排出負荷 (g/日)	BOD	64,342	25,731	4,668	5,276	100,017	10,869	9,567	20,436	120,453
	COD	111,549	56,781	17,699	19,072	205,101	16,761	26,318	43,079	248,180
	T-N	48,553	10,540	2,613	2,883	64,589	3,192	4,165	7,357	71,946
	T-P	5,509	899	121	133	6,662	275	286	561	7,223
将来 排出負荷 (g/日)	BOD	61,394	23,735	4,068	5,232	94,429	9,779	9,381	19,160	113,589
	COD	110,366	55,979	14,912	19,041	200,298	15,991	26,187	42,178	242,476
	T-N	48,539	10,531	2,200	2,857	64,127	2,542	4,054	6,596	70,723
	T-P	5,495	891	97	130	6,613	200	273	473	7,086
比率 (将来/現況)	BOD	0.95	0.92	0.87	0.99	0.94	0.90	0.98	0.94	0.94
	COD	0.99	0.99	0.84	1.00	0.98	0.95	1.00	0.98	0.98
	T-N	1.00	1.00	0.84	0.99	0.99	0.8	0.97	0.90	0.98
	T-P	1.00	0.99	0.80	0.98	0.99	0.73	0.95	0.84	0.98

現 況

将 来

BOD



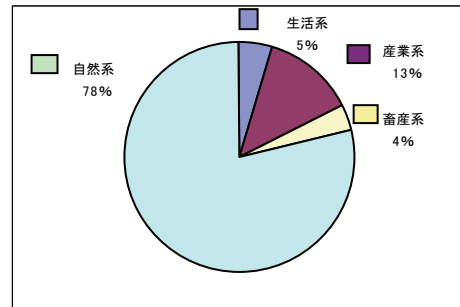
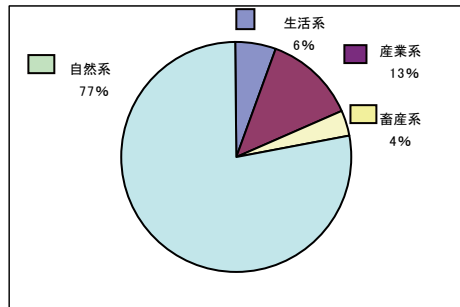
単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
27,640	21,124	9,486	62,203	120,453

単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
21,376	21,124	9,486	61,603	113,589

COD



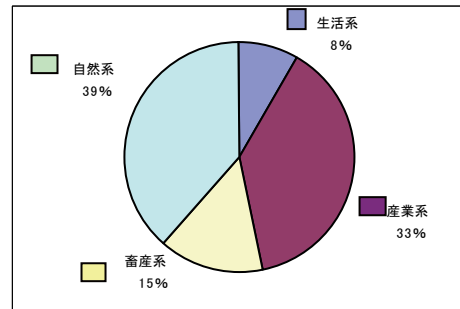
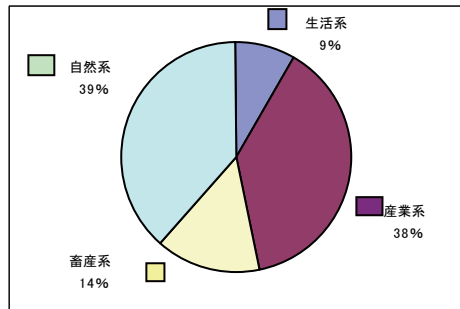
単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
14,529	31,584	8,874	193,193	248,180

単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
11,612	31,584	8,874	190,406	242,476

T-N



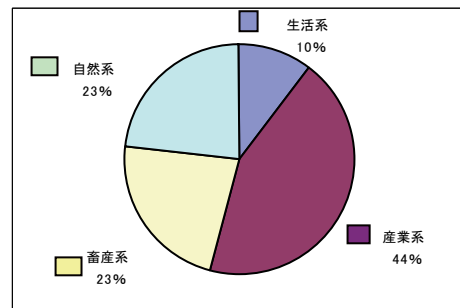
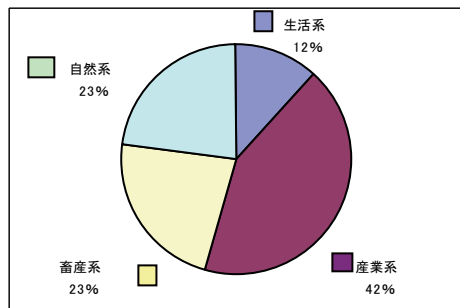
単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
6,796	27,089	10,302	27,759	71,946

単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
5,986	27,089	10,302	27,346	70,723

T-P



単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
857	3,065	1,632	1,669	7,223

単位:g/日

生活系	産業系	畜産系	自然系	合計
744	3,065	1,632	1,645	7,086

図-5.3 ダム上下流域の排出負荷量の変化

## 5.2 工事実施に伴う水質への影響

### 5.2.1 予測結果

#### (1) 予測手法

##### i) 影響の想定

水質に関する影響評価において、対象とする影響要因と環境影響の内容を表-5.6に示します。

表-5.6 予測対象とする影響要因と環境影響の内容

	影響要因	環境影響の内容
工事の実施	ダム堤体の工事	・ダム堤体の工事に伴い発生する濁水及びアルカリ分の流出が、河川水質へ影響を及ぼすことが想定される。
	ダム堤体の工事 原石採取の工事 建設発生土受入地の工事 道路の付替の工事 施工設備及び工事用道路の 設置の工事	・工事区域の裸地から発生する濁水が、河川水質へ影響を及ぼすことが想定される。

予測地域は、調査地域と同様とします（図-5.1 参照）。

予測は、水質予測モデルによる予測とし、予測の対象時期は、流況等の変化を反映するため、利水計算の最新年である平成元年～平成10年の連続する10ヶ年としました。

ii) 影響予測の考え方

ア) 影響予測の概要

工事の実施について、ダム事業により影響を与えると予想される水質予測に必要な項目、予測の実施項目（評価項目）を整理し、工事の実施による影響検討フローを図-5.4に示します。

・予測手法について

水質予測は、流下過程における物質の希釈、沈降等を考慮した予測計算を実施します。（図-5.5 参照）

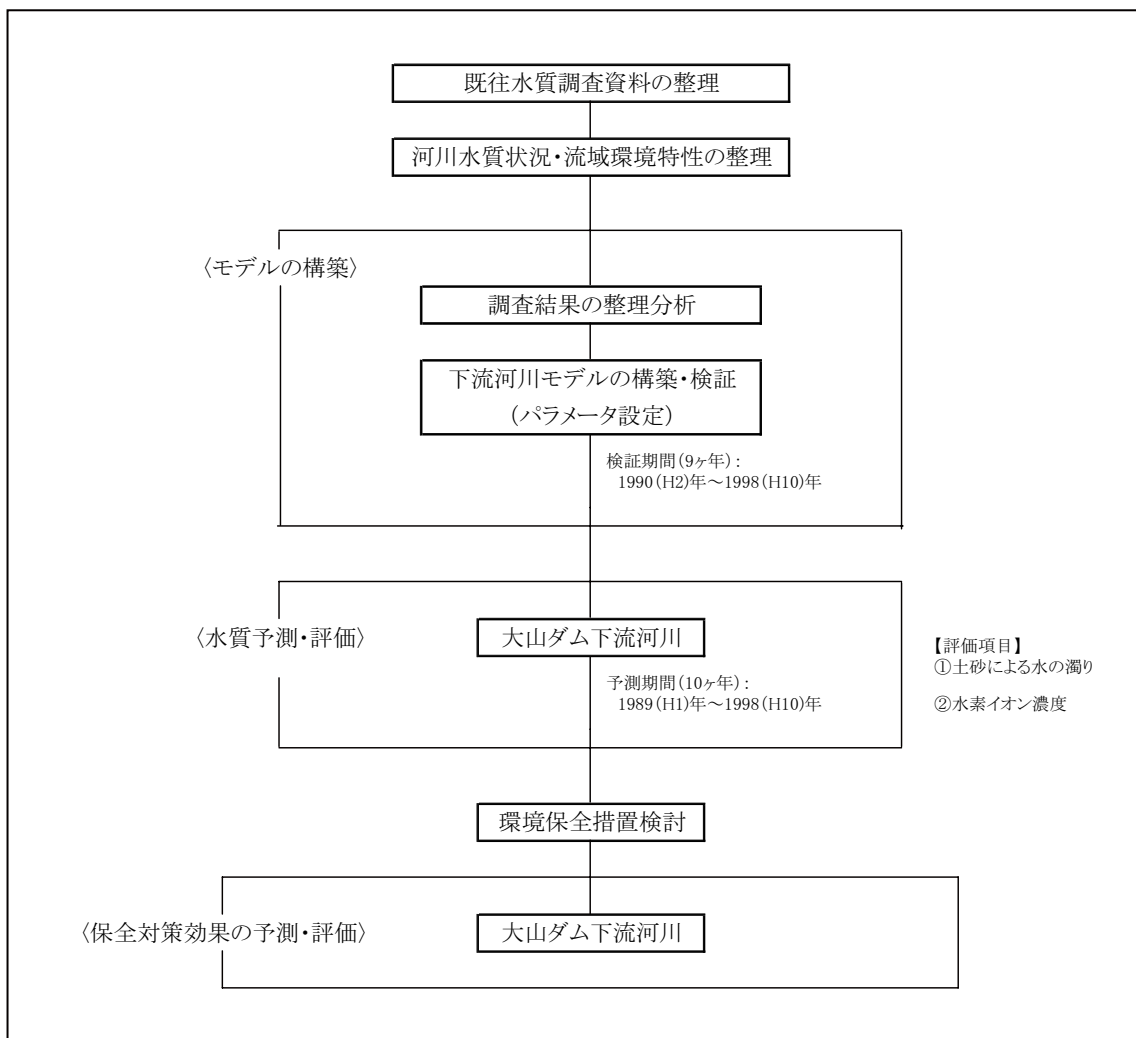


図-5.4 工事の実施による影響予測フロー

## 5.2.2 予測の結果及び環境保全対策

### (1) 水質予測モデルの概要

水質予測モデルの概要を図-5.5 に示します。

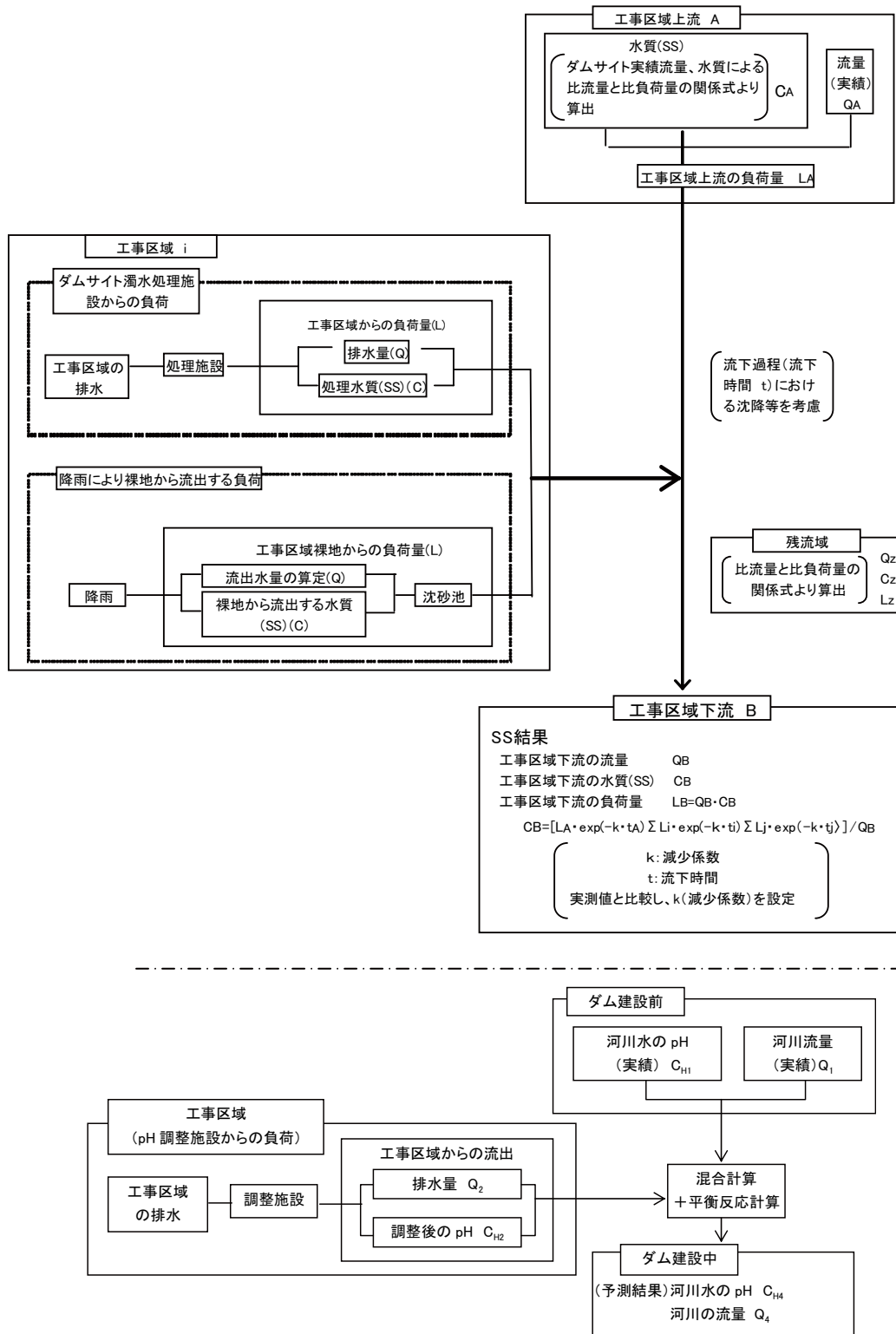


図-5.5 工事の実施による水質の予測計算フロー



(2) 水質予測に係る諸条件

i) 土砂による水の濁り

入力条件の概要を表-5.7 に示します。

表-5.7 河川 SS 水質予測モデルの予測計算の入力条件の概要

項目	内容	
水理条件	・流量は、ダムサイト(袋山)地点の実測値を用いて設定した。	
水質条件	・河川の SS は、ダムサイト地点の流量と SS の関係式より算出した。 ・吾々路川及び残流域からの水質は、吾々路川地点の流量と SS の関係式より設定した。	
気象条件	・降雨量は、川久保観測所の実測値を用いた。	
工事の実施条件	・工事区域における裸地面積が最大となる時期の条件を設定した。	
発生濁水	(降雨に伴い工事区域の裸地から発生する濁水)	・ SS の発生原単位は、降雨量 10mm/時未満は 1,800mg/L、降雨量 10mm/時以上は 3,000mg/L とした。 ・流出する濁水量は、合理式から算出した。 ・仮締切堤内では、降雨 30mm/日以上で裸地から発生する濁水について SS の沈降を考慮した。
	(ダムサイト濁水処理施設)	・濁水処理施設の放流水質は、SS25mg/L とした。 ・濁水処理施設は、作業濁水以外に降雨 30mm/日まで発生する濁水を処理するものとした。(濁水処理施設能力 270m <sup>3</sup> /時) ・濁水処理施設能力以上の流出水は、仮締切堤内に貯留後放流されるものとした。
計算期間	平成元年～平成 10 年 10 ヶ年	

ii) 水素イオン濃度

入力条件の概要を表-5.8 に示します。

表-5.8 河川水素イオン濃度予測モデルの予測計算の入力条件の概要

項目	内容
水理条件	流量は、ダムサイト(袋山)地点の実測値より設定した。
水質条件	河川水素イオン濃度は、ダムサイト(袋山)地点の実測値より設定した。
放流量条件	ダムの堤体の工事に伴う排水量は、工事計画から最大となる時期の値を設定した。
放流水	pH 調整用中和設備の放流水の pH は、下限値 5.8、上限値 8.6 とした。
計算期間	平成元年～平成 10 年 10 ヶ年

(3) 予測結果及び環境保全対策

i) 土砂による水の濁り（環境保全対策の実施による下流河川の予測）

工事の実施に伴う裸地等の増加によって濁水の発生が懸念されるため、予測に際しては、環境保全対策として、SSの低減効果が期待される「沈砂池の設置」の場合についても同様に検討を行いました。

沈砂池の設置条件は、各々の裸地面積より流出量を算出し、沈砂池容量を除すことにより滞留時間を求め、滞留時間に見合う放流水質の検討により、SSの関係を求め、以下のような条件にて予測を行います。

- ①原石山 (沈砂池容量) 200 m<sup>3</sup>
- ②建設発生土受入地 ( // ) 1,536 m<sup>3</sup>及び貯砂ダム 2,100 m<sup>3</sup>
- ③付替道路関係 ( // ) 4 m<sup>3</sup>・裸地 1,000m<sup>2</sup> に付き 1箇所

工事前と工事中について、ダムサイト地点、川平橋地点の予測対象期間における各SS濃度範囲の頻度分布を表-5.9及び図-5.6～7に示します。

表-5.9 工事前と工事中のSSの濃度範囲における頻度分布の比較

単位：10ヶ年の平均日数／年間

	0<5mg/L		5mg/L<25 mg/L		25 mg/L<	
	ダム サイト	川平橋	ダム サイト	川平橋	ダム サイト	川平橋
工事前	329.5	328.1	24.4	25.9	11.3	11.2
工事中（沈砂池なし）	253.1	257.8	74.6	77.5	37.5	38.4
工事中（沈砂池あり）	313.8	315.5	39.9	38.4	11.5	11.3

- ・工事中(沈砂池あり)は、工事中(沈砂池なし)に比べ、0～5mg/Lの出現日数が増加し、5mg/Lを上回る日数は減少します。
- ・工事中(沈砂池あり)は、工事前に比べ、0～5mg/Lの出現日数が減少し、5mg/Lを上回る日数は増加しますが、その大部分は環境基準値(河川A類型SS25mg/L以下)相当を満足すると考えられます。

環境保全対策の実施(沈砂池の設置)により、工事中(沈砂池なし)と比べ5mg/Lを上回る日数は半減し、工事前と比べ5mg/Lを上回る日数は16日程度増加しますが、そのうち、環境基準値(河川A類型SS25mg/L以下)相当を満たさない日数は同程度になると予測され、土砂による水の濁りの影響は小さいと予測しています。

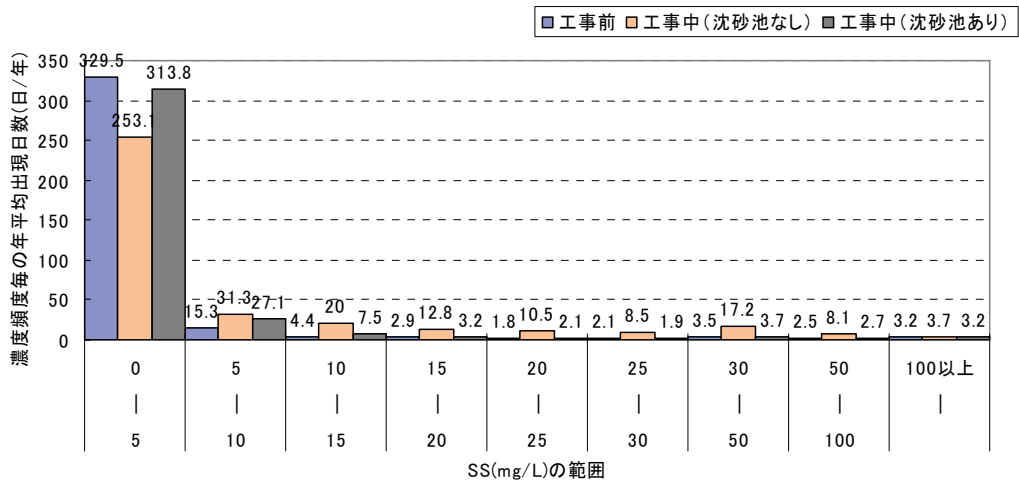


図-5.6 工事前と工事中のSSの濃度範囲における頻度分布の比較  
(ダムサイト地点)

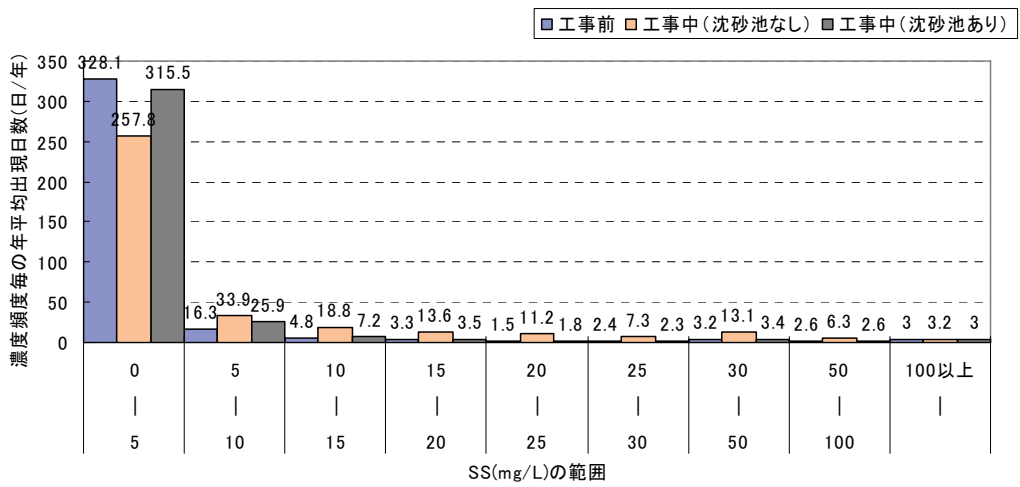


図-5.7 工事前と工事中のSSの濃度範囲における頻度分布の比較  
(川平橋地点)

ii) 水素イオン濃度 (pH)

pH 予測結果を表-5.10、図-5.8 に示します。

ダムサイト地点において、工事前の pH は 7.0~8.1 の範囲でした。

工事中における pH は、濁水処理設備において pH8.6 の濃度で放流を行った場合には、工事前と比較して上限を 0.1 上回ると考えられます。また、pH 5.8 の濃度で放流を行った場合には、工事前と比較して下限を 0.2 下回ると考えられます。

濁水処理後の pH は、工事前の値と比較してわずかに上下限で超過しますが、環境基準値(河川 A 類型 pH6.5~8.5)相当の範囲内であり、工事の実施による pH の影響は小さいと予測されます。

表-5.10 工事前と工事中の水素イオン濃度 (pH) の予測結果

区分	ダムサイト地点			
	工事前 pH	工事中 pH		環境基準値
		pH5.8 で河川に放流した場合	pH8.6 で河川に放流した場合	
最大値	8.1	8.0	8.2	8.5
最小値	7.0	6.8	7.2	6.5

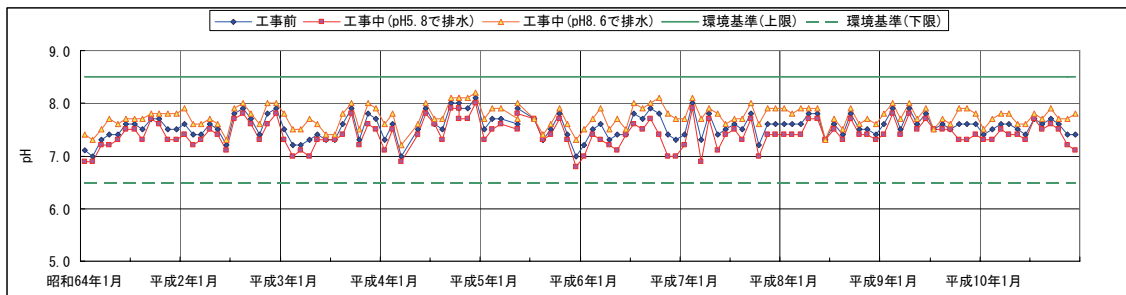


図-5.8 工事中の pH 予測結果(ダムサイト地点)



濁水処理設備 (滝沢ダムの例)

### 5.3 ダム完成後の水質への影響

#### 5.3.1 予測手法

##### (1) 影響の想定

水質に関する影響評価において、対象とする影響要因と環境影響の内容を表-5.11に示します。

表-5.11 予測対象とする影響要因と環境影響の内容

影響要因		環境影響の内容
土地又は工作物の存在及び供用	ダムの供用及び貯水池の存在	・ダムの供用及び貯水池の存在による濁水の長期化、水温変化及び富栄養化等が、貯水池やダムの下流の河川水質へ影響を及ぼすことが想定される。

予測地域は、調査地域と同様とします（図-5.1 参照）。

予測は、水質予測モデルによる予測とし、予測の対象時期は、流況等の変化を反映するため、利水計算の最新年である平成元年～平成10年の連続する10ヶ年としました。

##### (2) 影響予測の考え方

ダムの存在及び供用の各々について、ダム事業により影響を与えると予想される水質予測に必要な項目、予測の実施項目（評価項目）を整理し、存在及び供用時における水質予測の影響予測フローを図-5.9に示します。

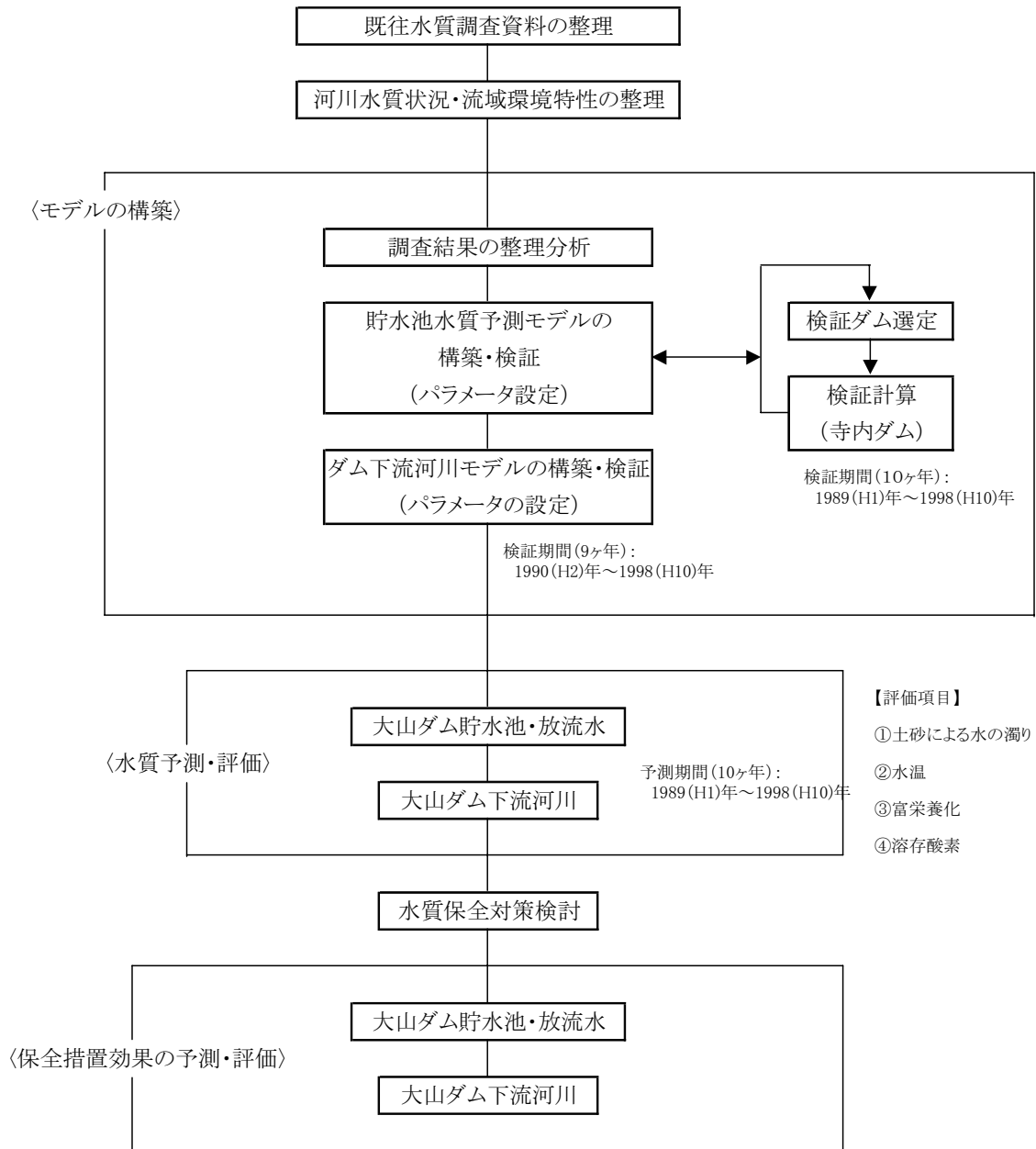


図-5.9 存在及び供用時における影響予測フロー



### (3) 水質予測モデルの概要

大山ダムの存在及び供用時の水環境への影響を予測する水質予測モデルには、「ダム貯水池予測モデル」及び「ダム下流河川予測モデル」を用います。

#### i) ダム貯水池予測モデル

大山ダムのダム貯水池予測モデルは、建設省土木研究所水資源開発研究室モデル(以下、「土研モデル」という)を改良したものをを用います。

土研モデルは鉛直一次元貯水池水質解析モデルであり、予測項目は、水温、濁度、植物プランクトン(クロロフィル a)、動物プランクトン(炭素濃度)、DO、COD75%値、無機態リン、有機態リン、無機態窒素及び有機態窒素の10項目で構成されています。このうち有機態リン及び窒素は植物プランクトン・動物プランクトンを含んだものとして取り扱っています。

本シミュレーションでは、このモデルにさらに粒子態リンをモデル中で表現しました。土研モデルではリンを無機態及び有機態に分類していますが、出水時に増加するリンは土壌に吸着しているリンである可能性が高いと考えたため、本モデルでは別途粒子態リンという形態を与えることで、濁質とともに沈降させることとしました。

また、従来、日射の水中での減衰はクロロフィル a 濃度によるもののみを考慮していましたが、貯留水の濁りに含まれた土壌による減衰も考慮する必要があると考えました。そこで、日射を濁度及びクロロフィル a 濃度の両方で減衰させる関数形を作成し、モデルに組み込みました。

図-5.10 に貯水池内水質変化機構概念を、図-5.11 に鉛直一次元モデル概念を示します。

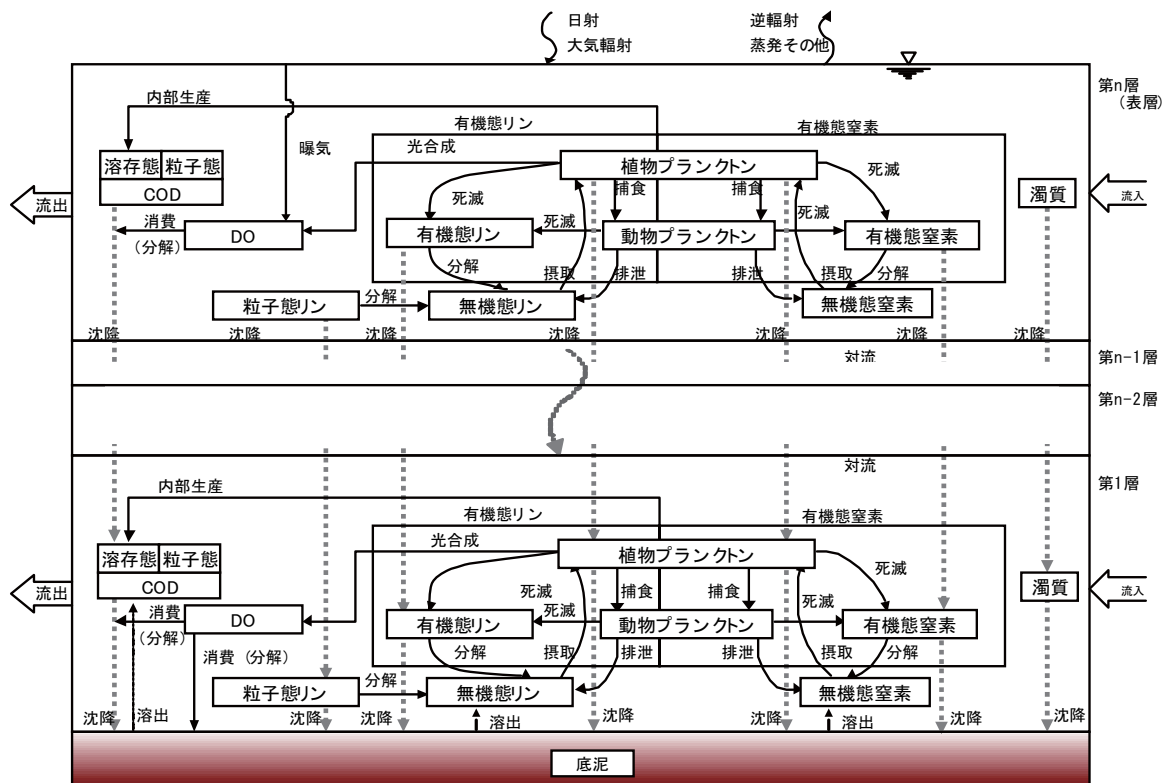


図-5.10 貯水池水質変化機構概念図

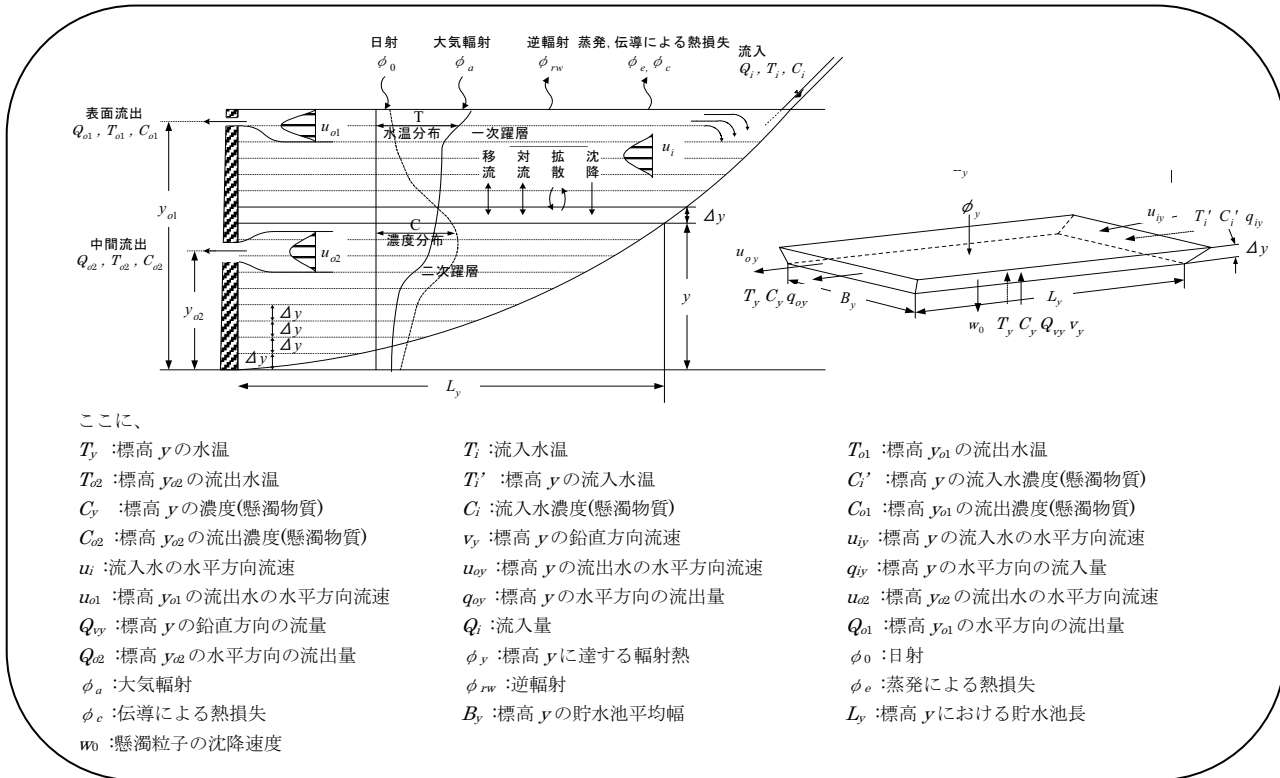


図-5.11 鉛直一次元モデル概念図

(4) 水質予測に係る諸条件

i) 貯水池の水質予測

大山ダムの水質予測に係る諸条件の概要を表-5.12 に示します。

表-5.12 大山ダム貯水池水質予測計算条件の概要

項目	設定概要		
水理条件	袋山地点の流量を用いて、半旬の利水計算結果から日流入量、放流量を算出した。 貯水位は流入量、放流量から H-V を用いて算出した。 貯水池形状データは 2m ピッチで作成しました。		
水質条件	項目は水温、SS、粒度分布、S・COD、P・COD、COD75%値、S・I-P、S・O-P、P・P、T-P、I-N、O-N、T-N、DO、クロロフィル a とした。 袋山地点の水質と流量から求められた L-Q 式により与えた。将来水質は将来と現況の比率で与えた。		
気象条件	気温(°C)	川久保地点の観測データを用いました。日射量は日照時間からオングストローム式で換算した。	欠測については、日田測候所の値を用いて日田側候所と川久保地点の関係式から換算した。
	日射量(cal/cm <sup>2</sup> /日)		
	風速(m/s)		
	湿度(%)		
	雲量(10分比)	雲量は日田測候所のデータを用いた。	
ダム放流設備	選択取水設備、常用洪水吐		
計算期間	平成元年～平成10年 10ヶ年		

ii) ダム運用条件

大山ダムの運用条件を表-5.13 に示します。

表-5.13 大山ダム運用条件

低水放流時	選択取水設備	最大取水量 14.0m <sup>3</sup> /s (取水深 2.5m、取水範囲 EL. 245.0m～206.20m) ※放流量が 14.0m <sup>3</sup> /s を越えた時点で取水を停止し、常用洪水吐に切りかえる。
洪水時	常用洪水吐き	最大放流量 210m <sup>3</sup> /s(サーチャージ水位時) (敷高：常時満水位 EL. 245.0m)
	非常用洪水吐き	計画規模以上の洪水時に使用する (敷高：サーチャージ水位 EL. 259.0m)。

### 5.3.2 貯水池の水質予測

予測は、ダム建設前(大山ダムのない場合)とダム建設後(大山ダムのある場合；ただし選択取水設備の運用は通年表層取水。以下「保全対策なし」と記載)について行いました。

建設前	大山ダムのない状態の水質 (ダムサイト地点の河川水質)
建設後(保全対策なし)	大山ダム建設後の放流水質(通年表層取水)

#### (1) 土砂等による水の濁り(SS)

土砂等による水の濁り(SS)に関する予測結果を表-5.14~16、図-5.12 に示します。

- ・建設後(保全対策なし)の放流SSはダム建設前の水質と比べ、10ヶ年最大値と各年の平均値は低くなる傾向にあり、最小値の範囲は大きくなると予測しています。
- ・放流SSが流入SSを上回る日数は10ヶ年平均で316.6日ですが、そのうち296.4日は放流SSが5mg/L以下の日数であり、放流SSが25mg/Lを超える日数は0日と予測しています。
- ・建設後(保全対策なし)の放流SSが5mg/Lを超過する日数は建設前と比較して10ヶ年平均で40.7日から40.6日となると予測しています。
- ・建設後(保全対策なし)の放流SSが10mg/L及び25mg/Lを超過する日数はそれぞれ20.9日から9.1日に、11.1日から3.8日に減少すると予測しています。

以上から、建設後(保全対策なし)のSSについては、建設前と比べて概ね同程度あるいは減少傾向を示すと予測しています。

表-5.14 大山ダム放流水質予測結果(SS)【保全対策なし】

単位:mg/L

	建設前			建設後(保全対策なし)		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
10ヶ年平均	204.0	4.8	0.7	41.8	4.2	1.8

表-5.15 放流SSが流入SS(建設前のSS)を上回る日数とその内訳【保全対策なし】

単位:日数

	建設後放流SSが 流入SSを上回る 日数	放流が流入を上回る日数の内訳			
		5mg/L	5~10mg/L	10~25mg/L	25mg/L
10ヶ年平均	316.6	296.4	19.3	0.9	0.0

表-5.16 放流 SS 及び流入 SS (建設前の SS) が  
5mg/L、10mg/L、25mg/L を超過する日数【保全対策なし】

単位：日数

	5mg/L超過日数		10mg/L超過日数		25mg/L超過日数	
	建設前	ダム建設後 (保全対策なし)	建設前	ダム建設後 (保全対策なし)	建設前	ダム建設後 (保全対策なし)
10ヶ年平均	40.7	40.6	20.9	9.1	11.1	3.8

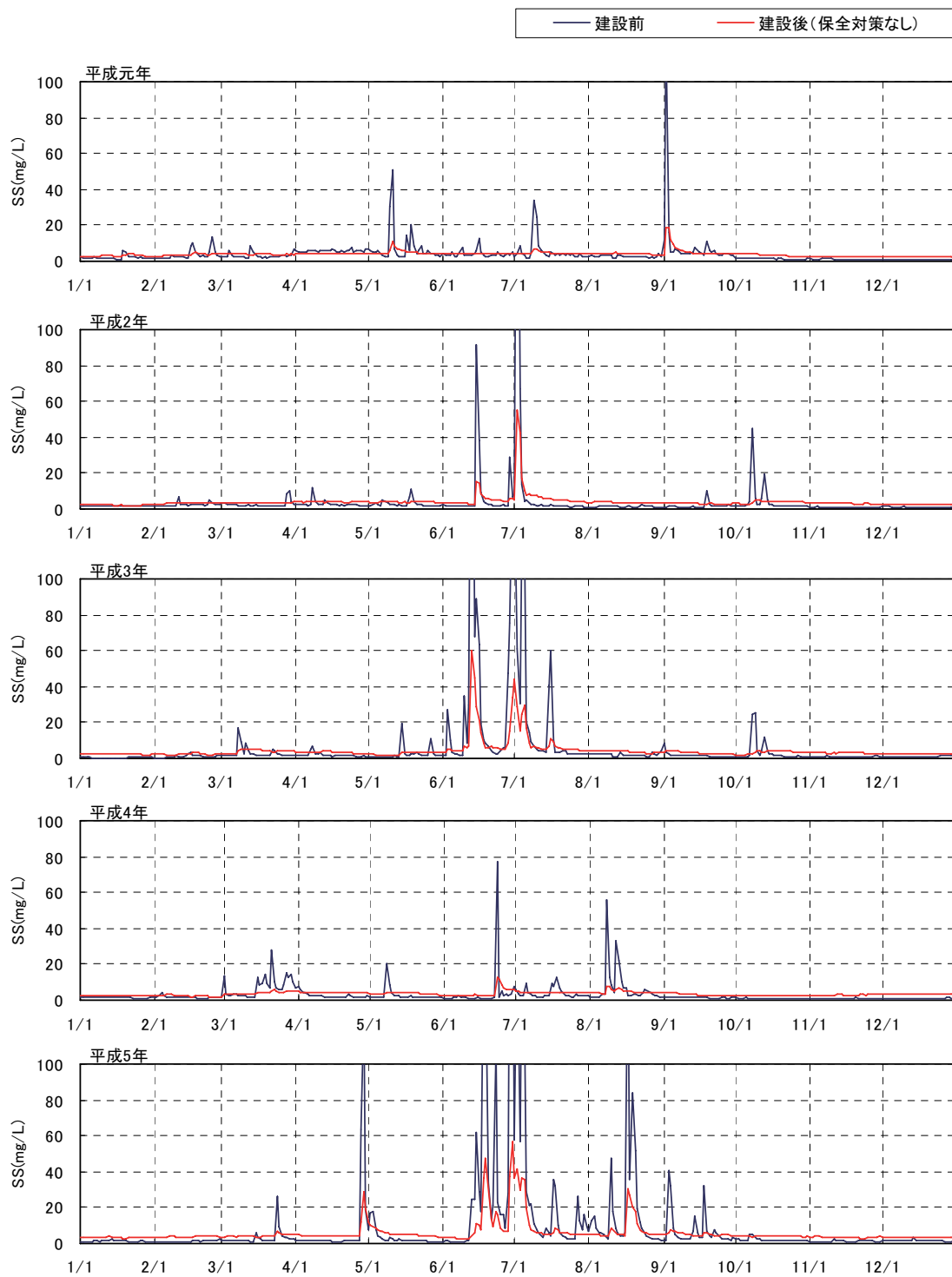


図-5.12(1) 大山ダム放流水質時系列図(SS)【保全対策なし】



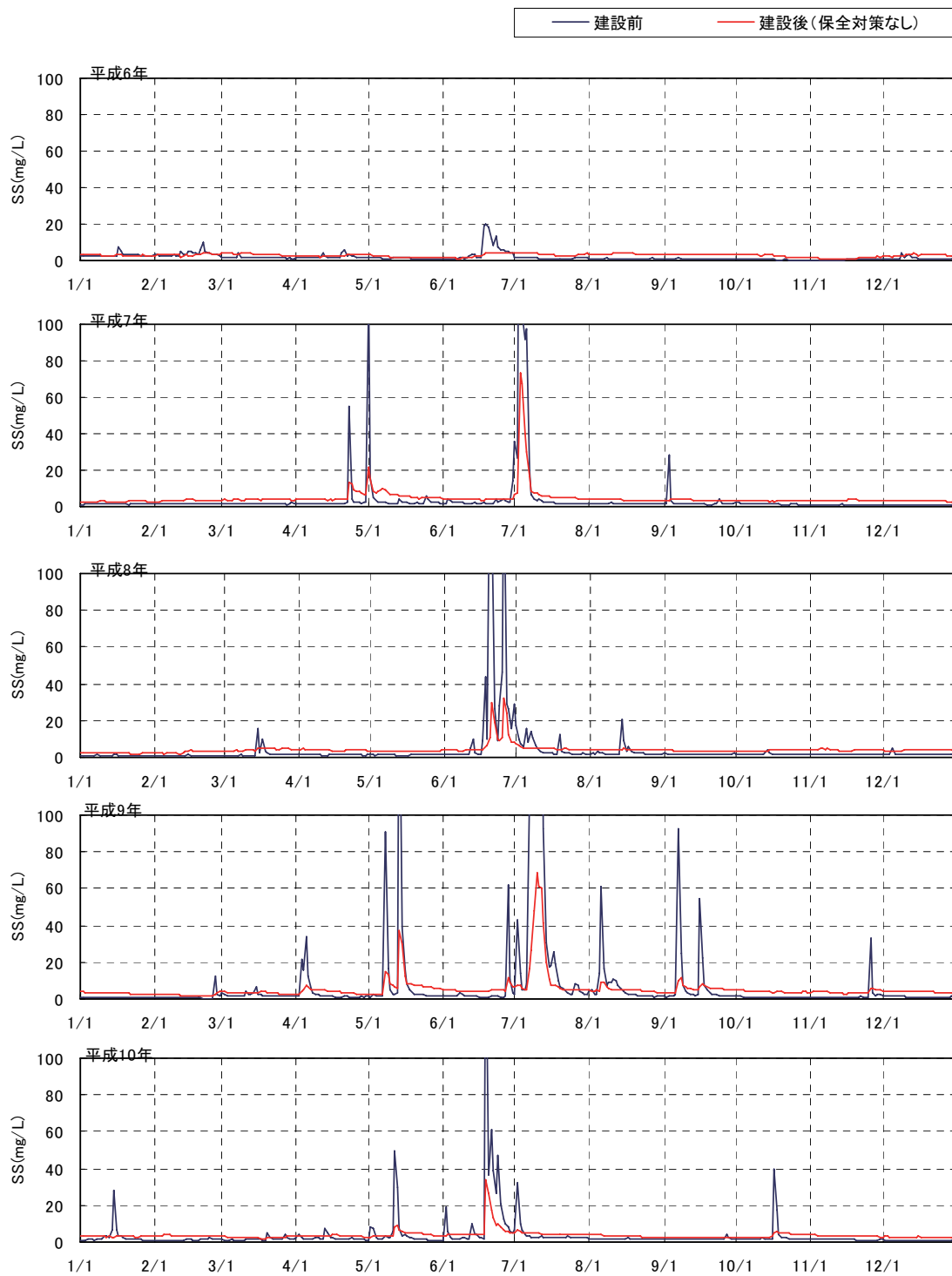


図-5.12(2) 大山ダム放流水質時系列図(SS)【保全対策なし】

## (2) 水温

水温に関する予測結果を表-5. 17、図-5. 13～14 に示します。

- ・一般に貯水池表層水温は日射による受熱により、夏季には流入水温を上回っています。建設後（保全対策なし）は表層取水を行っていることから、建設後の放流水温は貯水池表層水温の傾向と等しく、多くの年の放流水温は日々の10ヶ年最大水温を上回っており、流入水温よりも高い傾向を示すと予測しています。
- ・平成6年7月から8月にかけては、湯水時の利水補給に伴う水位低下の影響によって表層温水の流出の後に放流水温の低下が発生すると予測しています。平成6年を除けば多くの年で長期間、日々の10ヶ年最大水温を上回っており、10ヶ年平均で365.2日中177.4日が温水放流になると予測しています。

以上から、放流水温については、建設前に比べて建設後（保全対策なし）は温水傾向を示すと予測しています。

表-5. 17 放流水温が日々の10ヶ年最大水温を上回る日数【保全対策なし】

年	月												年間 合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平成元年	9	2	2	5	5	13	18	21	15	31	24	12	157
平成2年	2	1	6	4	15	28	26	31	30	27	22	17	209
平成3年	4	0	14	13	20	12	18	31	30	24	10	22	198
平成4年	9	2	4	17	27	17	12	14	30	30	6	2	170
平成5年	0	0	2	5	22	18	6	12	14	19	22	14	134
平成6年	3	0	2	18	31	20	16	8	25	29	17	7	176
平成7年	0	0	0	0	18	19	22	31	30	31	18	9	178
平成8年	0	0	4	0	5	13	19	31	30	29	26	5	162
平成9年	0	0	8	10	21	19	10	25	20	29	13	18	173
平成10年	3	0	5	22	27	14	28	31	30	31	18	8	217
10ヶ年平均	3	0.5	4.7	9.4	19.1	17.3	17.5	23.5	25.4	28	17.6	11.4	177.4

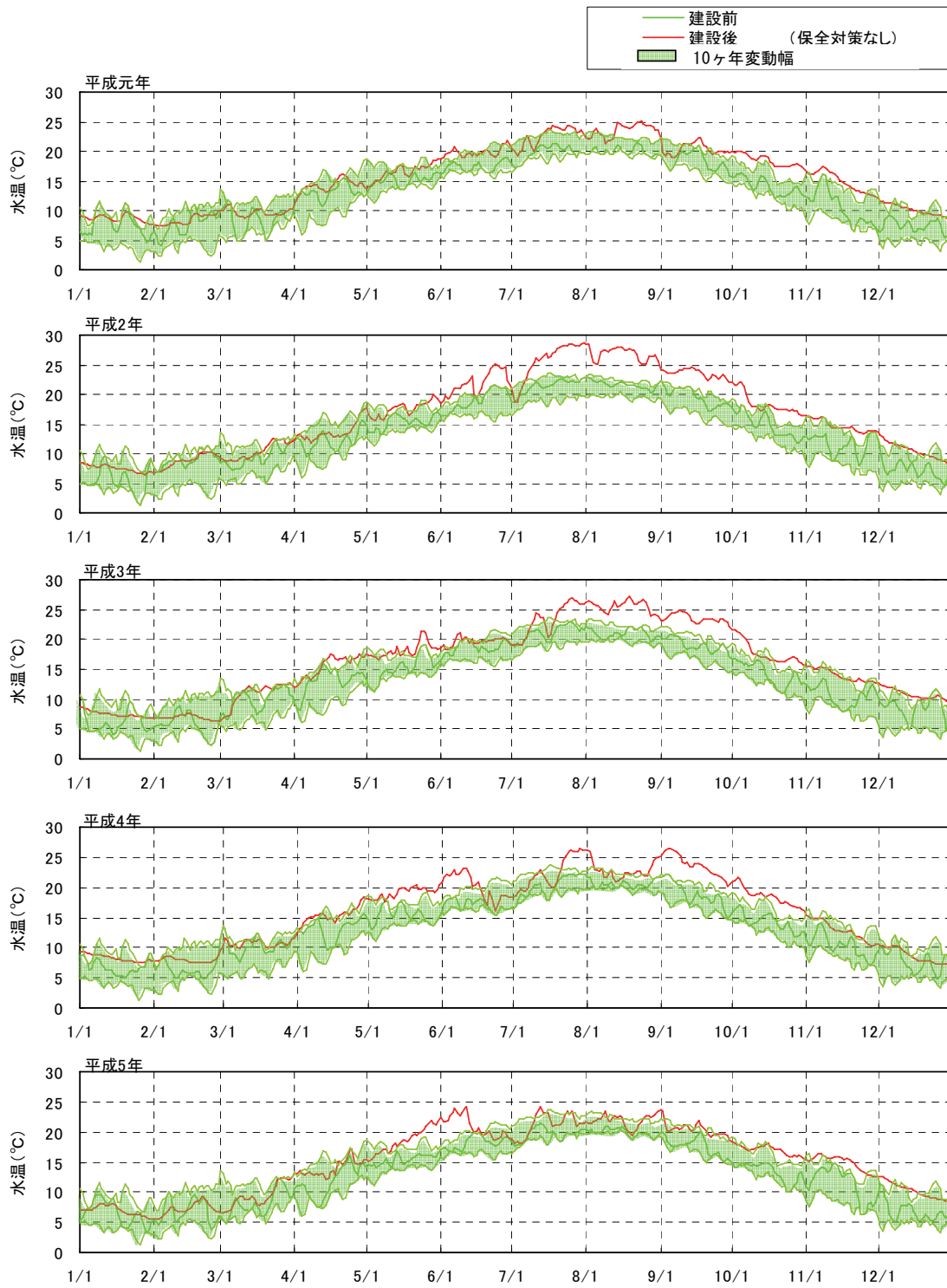


図-5.13(1) 大山ダム放流水質時系列図(水温)【保全対策なし】

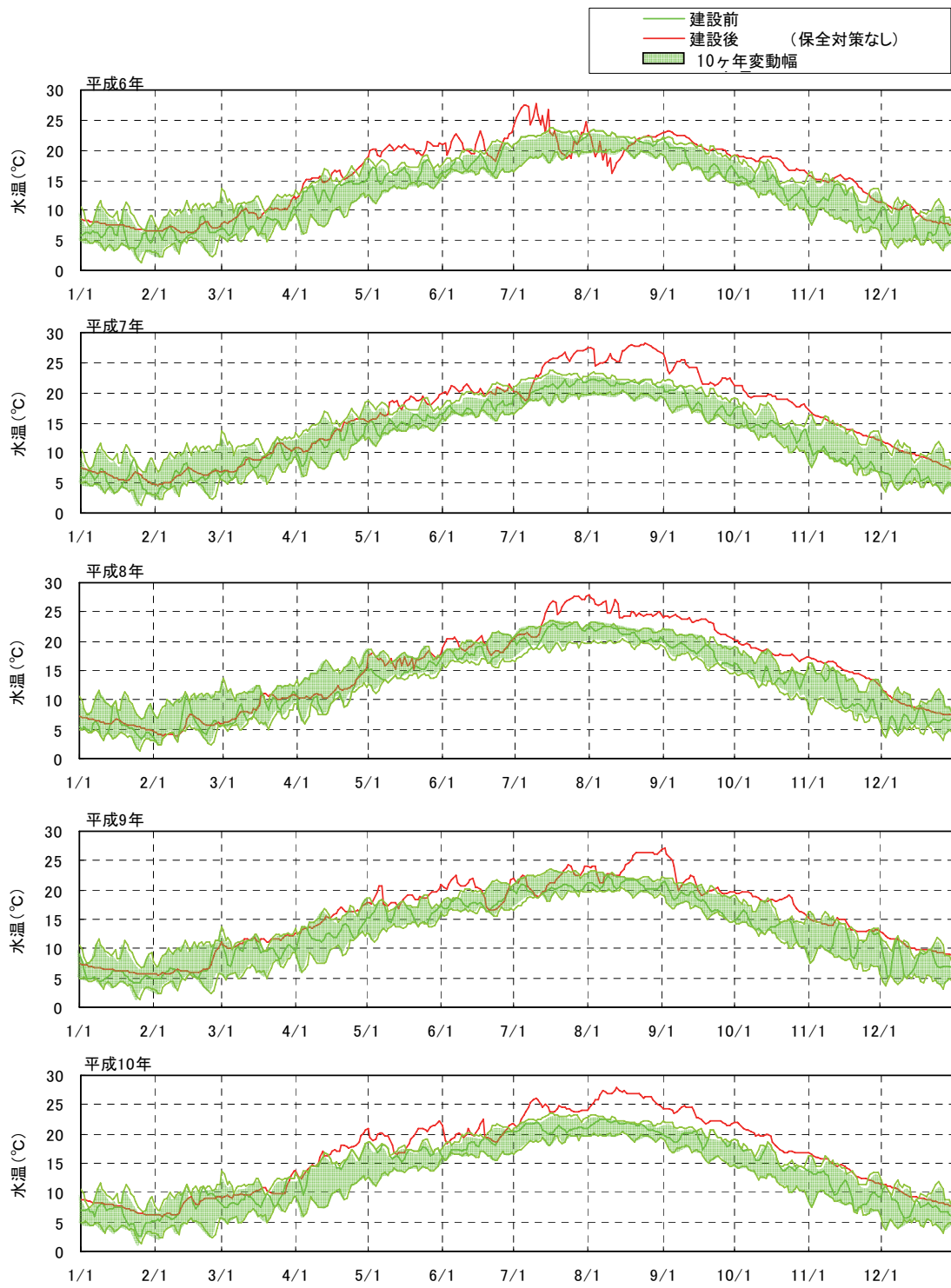


図-5.13(2) 大山ダム放流水質時系列図(水温)【保全対策なし】

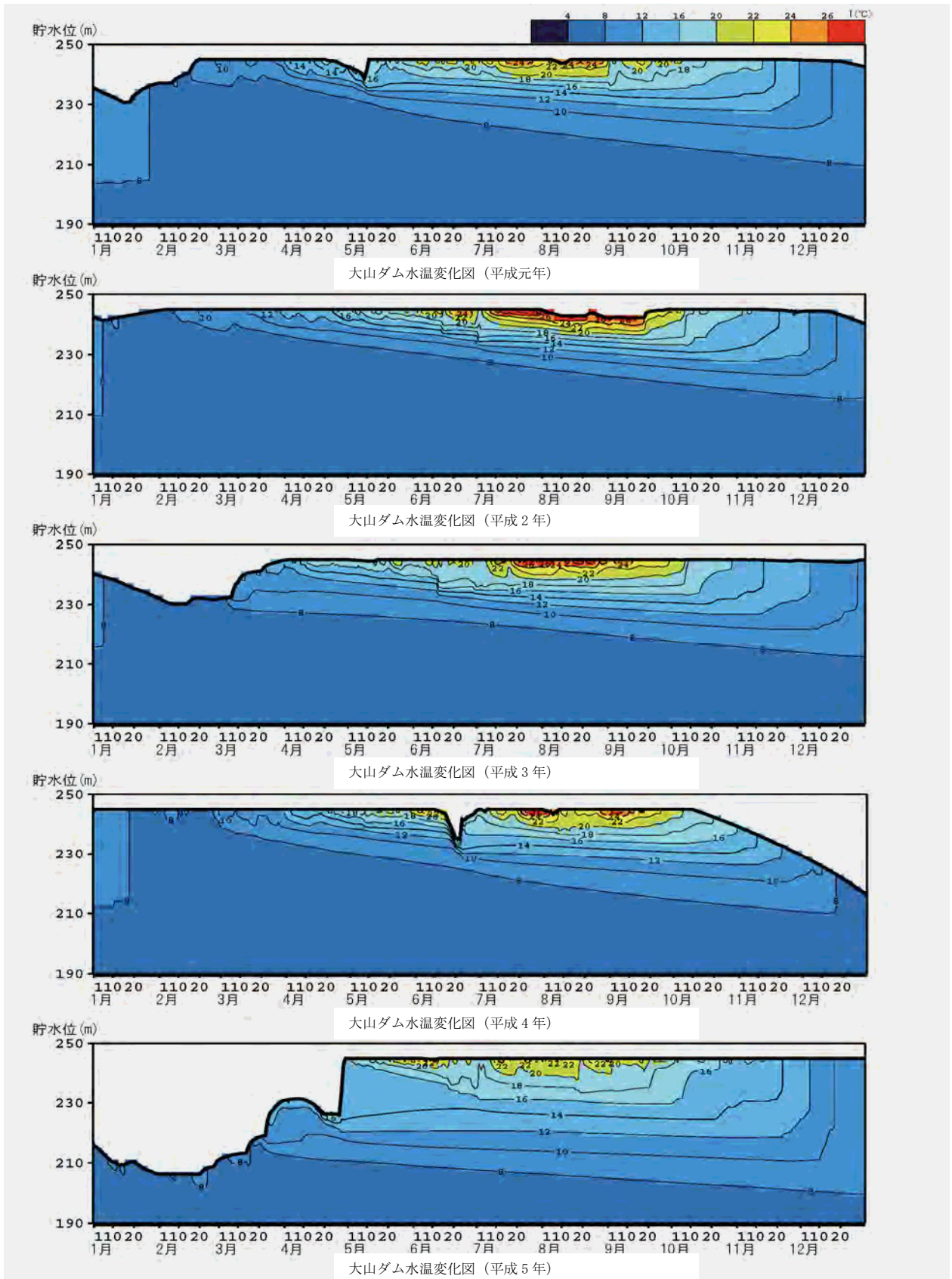


図-5.14(1) 大山ダム貯水池内水質鉛直分布時系列図(水温)【保全対策なし】

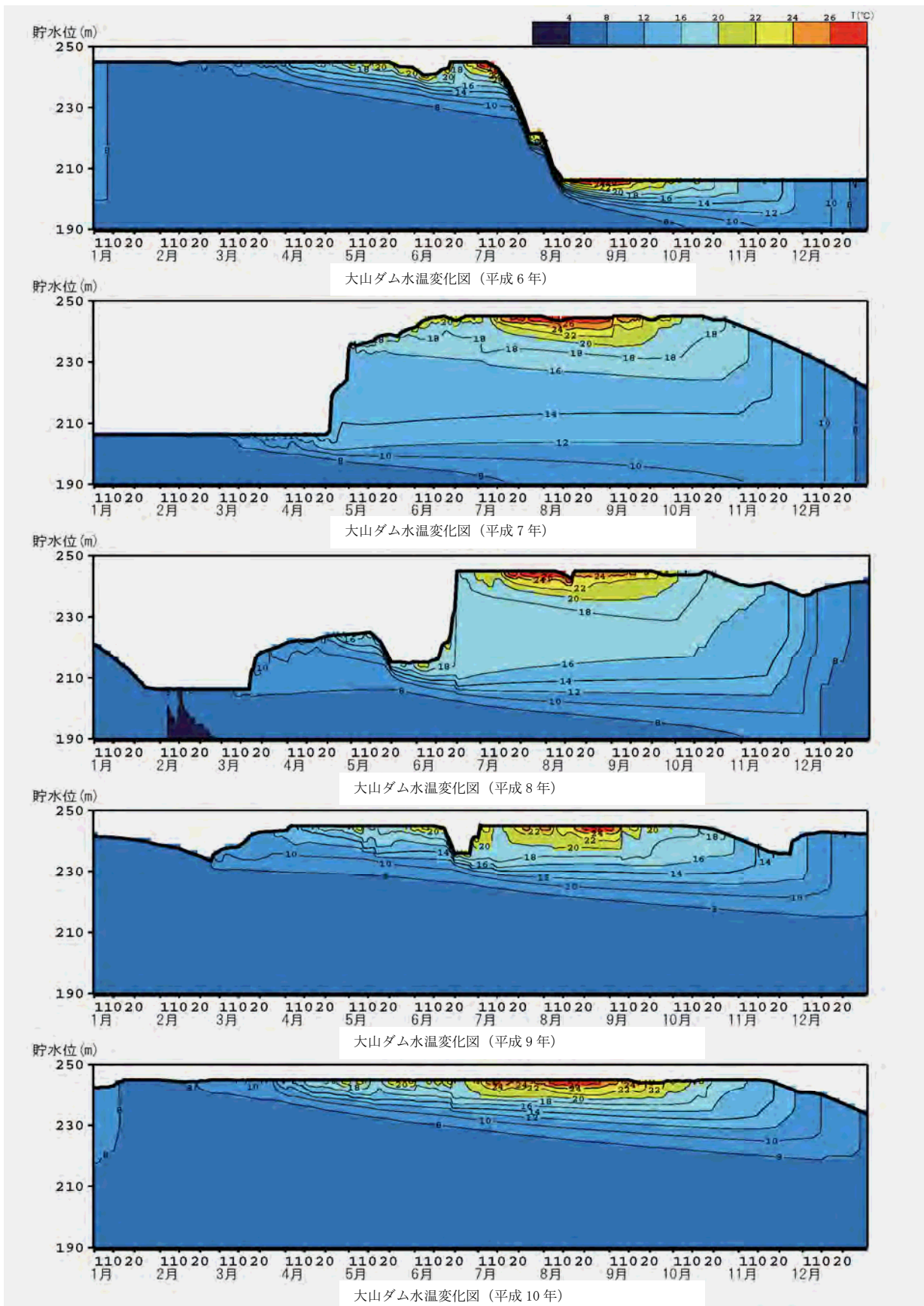


図-5.14(2) 大山ダム貯水池内水質鉛直分布時系列図(水温)【保全対策なし】



### (3) 富栄養化

富栄養化に関する予測結果を表-5.18、図-5.15 に示します。

- ・表層のクロロフィル a 濃度の 10 ヶ年平均は 19.2  $\mu\text{g/L}$  と予測され、ほぼ全年に渡って高い数値を示しています。
- ・OECD による栄養度区分（表-5.19）と比較すると、表層のクロロフィル a では富栄養に相当すると考えられます。

以上から、建設後（保全対策なし）の水質は、富栄養化による影響があるものと予測しています。

表-5.18 大山ダム貯水池表層水質予測結果(クロロフィル a) 【保全対策なし】

単位:  $\mu\text{g/L}$

	建設後（保全対策なし）		
	最大値	平均値	最小値
10 ヶ年平均	28.3	19.2	2.2

表-5.20 OECD による栄養度区分

Trophic Category 栄養分類	$[\overline{Chl}]$	$[\overset{\text{max}}{Chl}]$
	$\mu\text{g/L}$	
ultra-oligotrophic 極貧栄養	$\leq 1.0$	$\leq 2.5$
Oligotrophic 貧栄養	$\leq 2.5$	$\leq 8.0$
Mesotrophic 中栄養	2.5~8	8~25
Eutrophic 富栄養	8~25	25~75
Hypertrophic 過栄養	$\geq 25$	$\geq 75$

$[\overline{Chl}]$ :クロロフィル a の年間平均値  $[\overset{\text{max}}{Chl}]$  クロロフィル a の年間ピーク値

出典:OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters.

Vollenweider, R. A. & J. Kerekes, Synthesis Report(1980)をもとに作成しました。

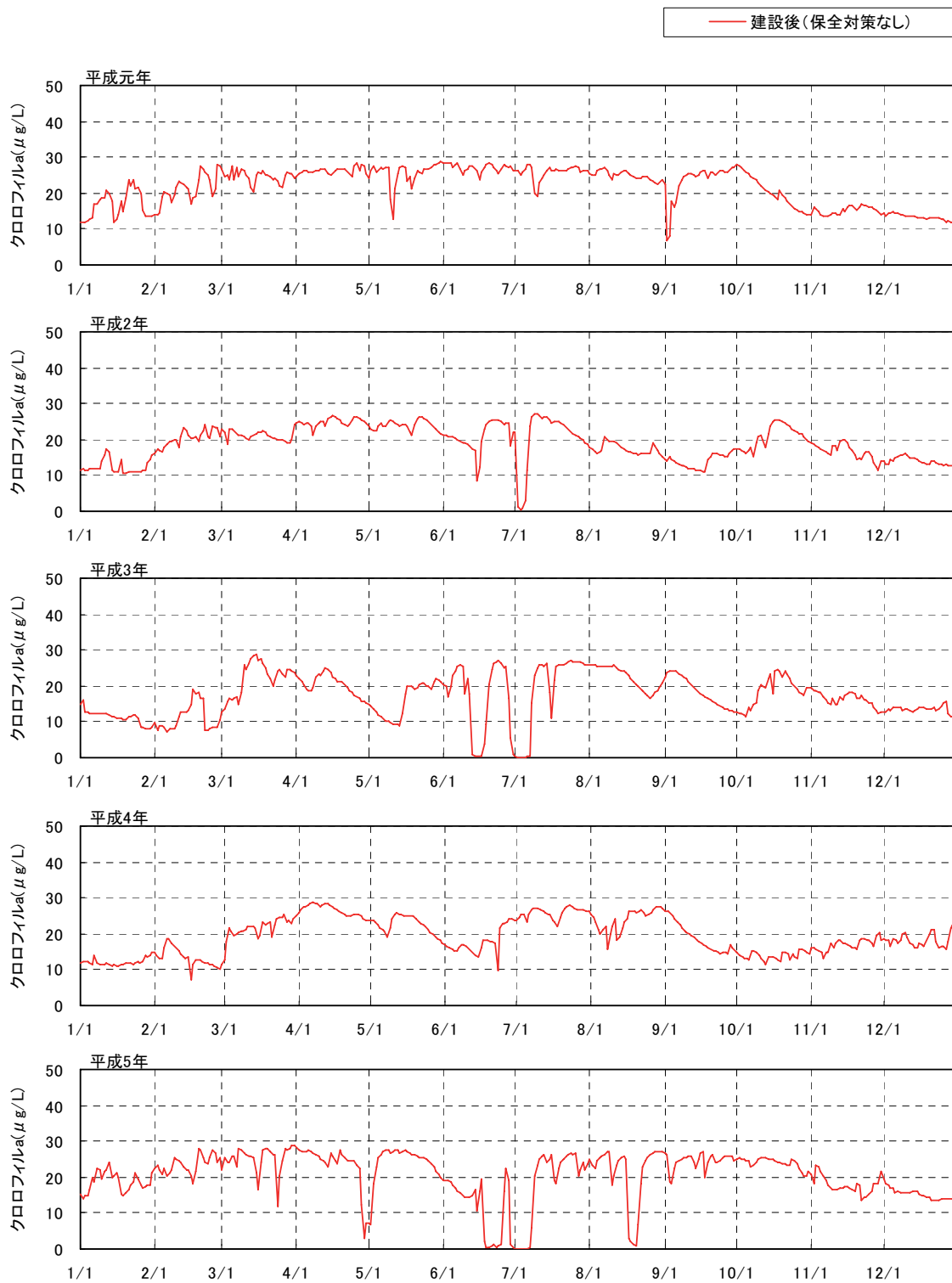


図-5.15(1) 大山ダム貯水池表層水質時系列図(クロロフィル a)【保全対策なし】

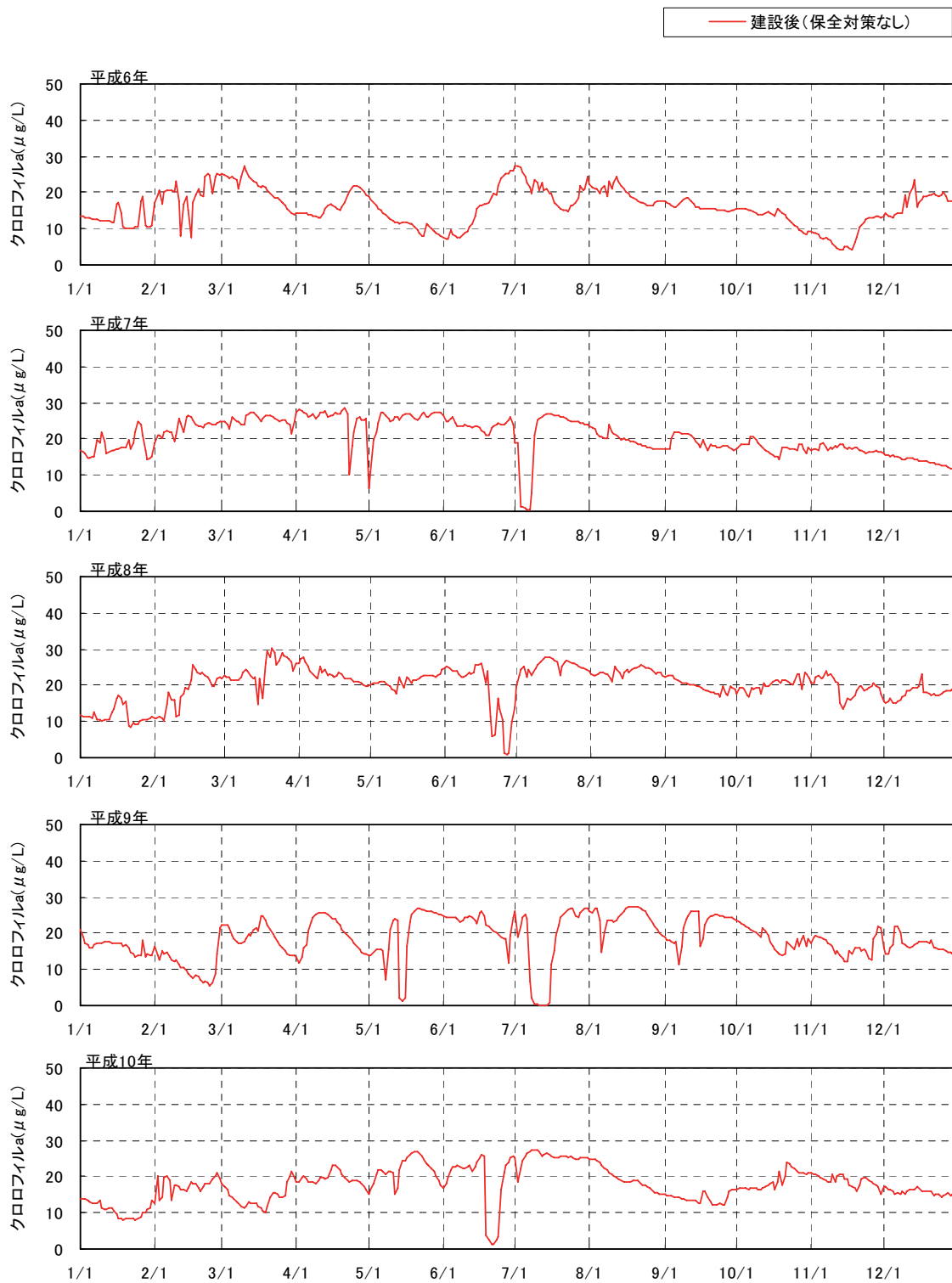


図-5.15(2) 大山ダム貯水池表層水質時系列図(クロロフィル a)【保全対策なし】

#### (4) 溶存酸素量 (D0)

溶存酸素量(D0)に関する予測結果を表-5.20~21、図-5.16~17に示します。

- ・表層 D0 の変動範囲は、建設前の 8.8~14.2 mg/L に対して建設後（保全対策なし）では、5.7~13.3mg/L と予測しています。（表-5.20、図-5.16）
- ・表層 D0 の 10 ヶ年平均は 10.4mg/L であり、環境基準値を満足しています。（表 5-20）
- ・放流 D0 の 10 ヶ年平均は 10.8mg/L から 10.2mg/L へとわずかに低下すると予測していますが、環境基準値を満足しています。ただし、貯水池内水質鉛直分布時系列図(D0)に示すとおり、中層から底層にかけて、主に夏季から初冬に貧酸素化を示す場合があると予測しています。（表-5.21、図-5.17）

以上から、建設後（保全対策なし）の D0 は、表層 D0 及び放流 D0 とも建設前よりもやや低下傾向となりますが、各年の平均値は環境基準値を満足するものと予測しています。湖内の中層から底層では、貧酸素化を示す場合があると予測しています。

表-5.20 大山ダム貯水池表層水質予測結果(表層 D0)【保全対策なし】

単位:mg/L

	建設前			建設後（保全対策なし）		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
10ヶ年平均	13.5	10.8	9.0	12.8	10.4	7.4

表-5.21 大山ダム放流水質予測結果(放流 D0)【保全対策なし】

単位:mg/L

	建設前			建設後（保全対策なし）		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
10ヶ年平均	13.5	10.8	9.0	12.5	10.2	7.3

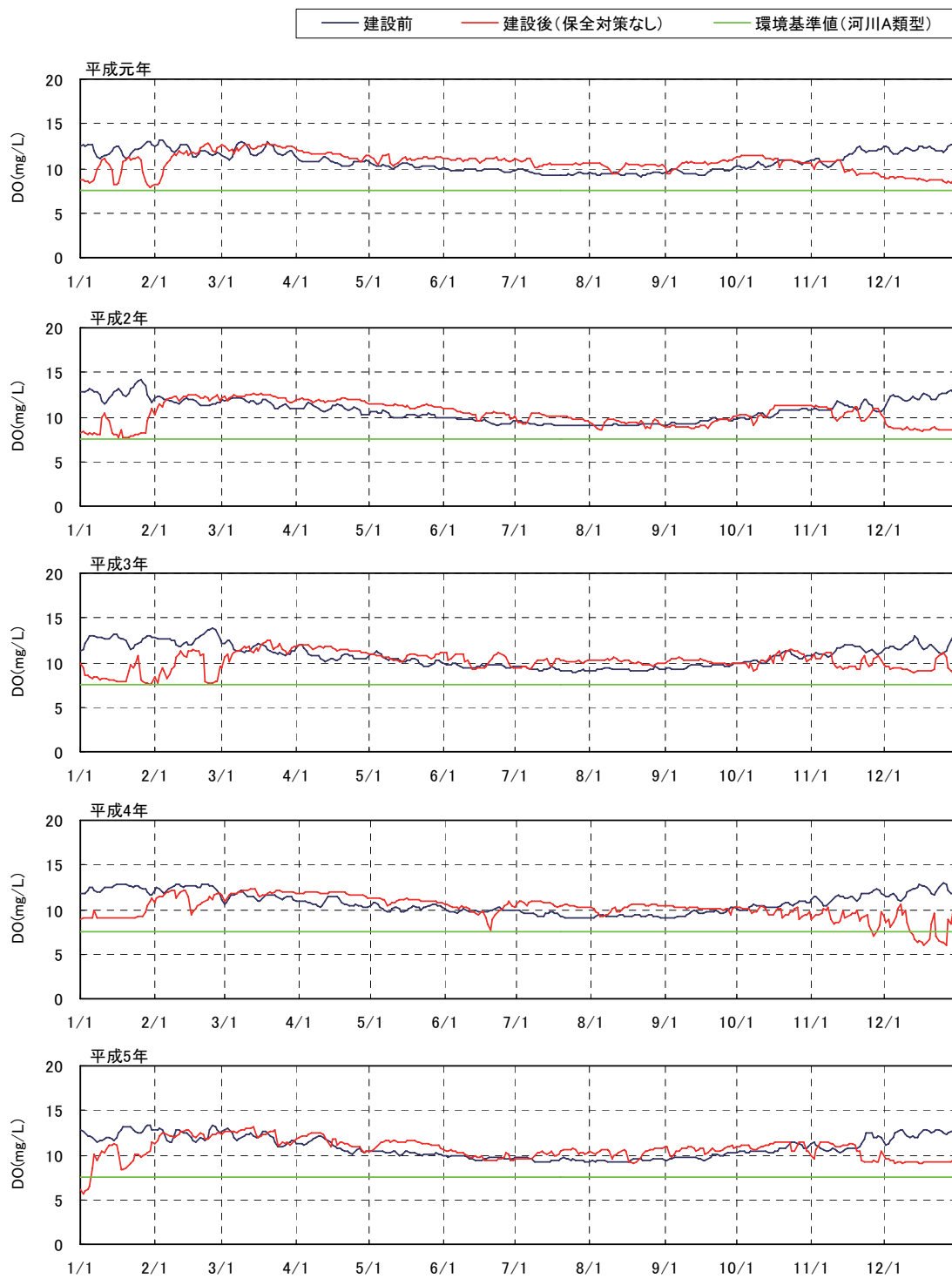


図-5.16(1) 大山ダム表層水質時系列図(表層 D0)【保全対策なし】

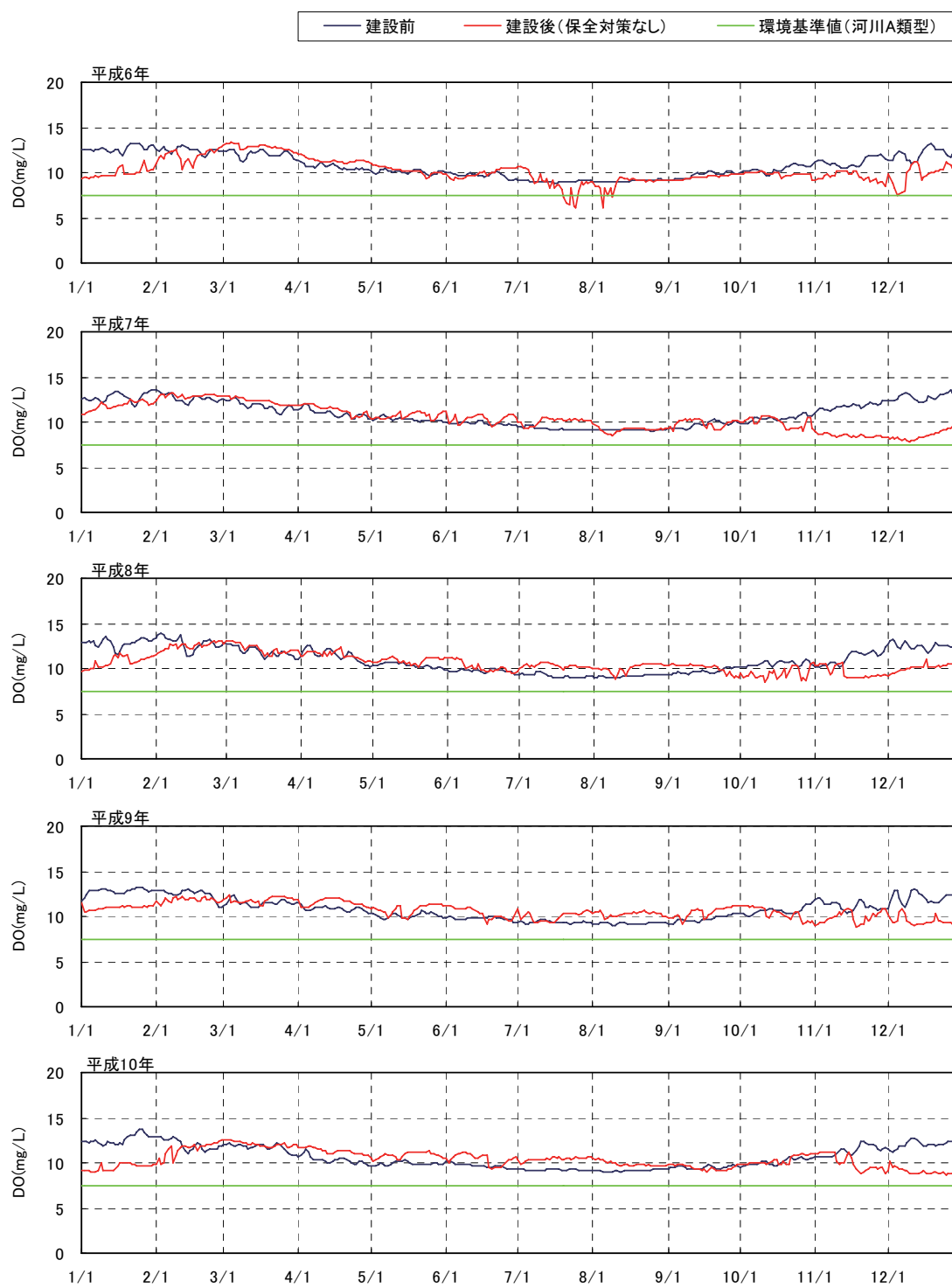
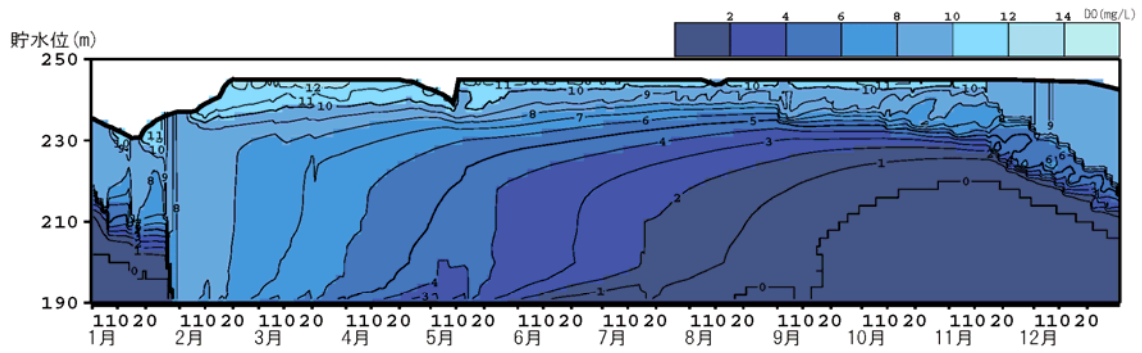
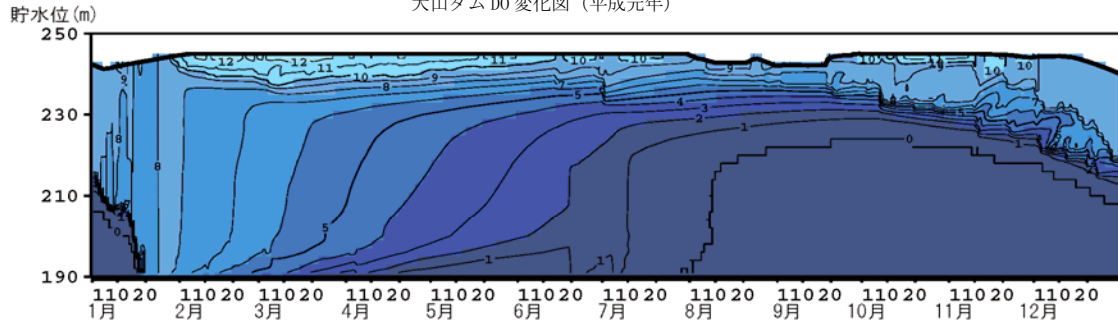


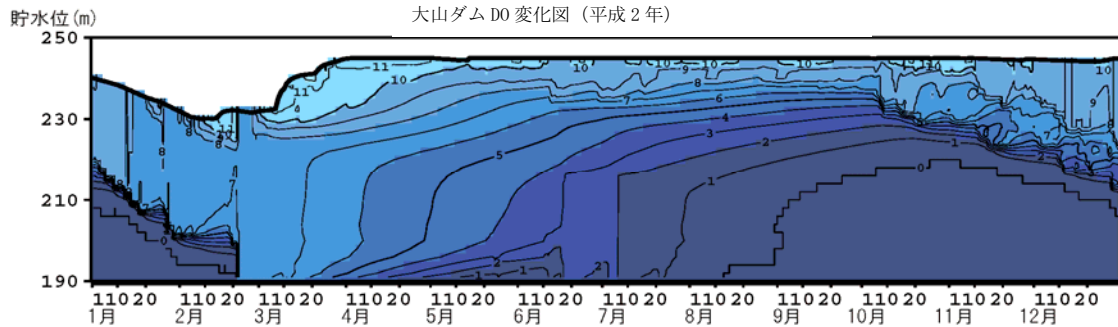
図-5.16(2) 大山ダム表層水質時系列図(表層D0)【保全対策なし】



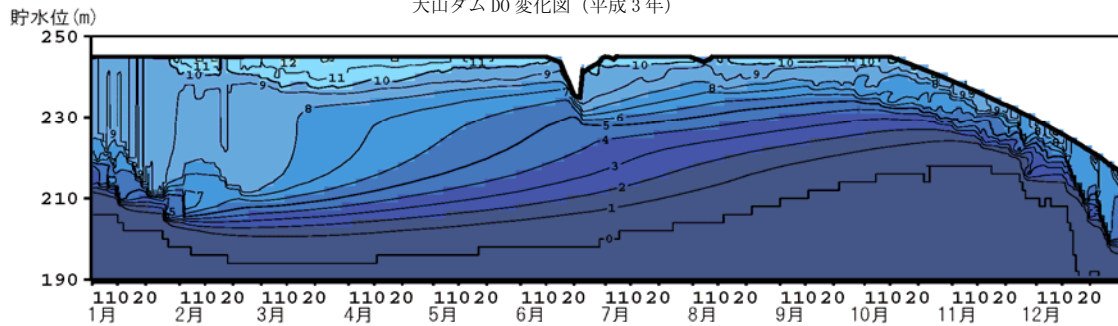
大山ダム DO 変化図 (平成元年)



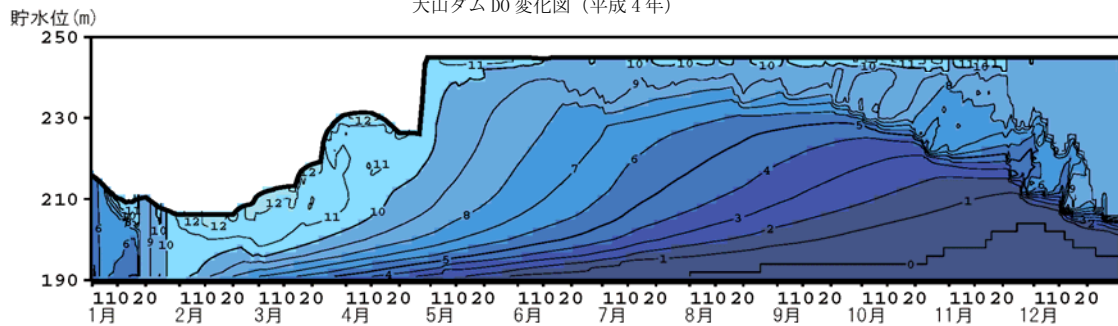
大山ダム DO 変化図 (平成2年)



大山ダム DO 変化図 (平成3年)



大山ダム DO 変化図 (平成4年)



大山ダム DO 変化図 (平成5年)

図-5.17(1) 大山ダム貯水池内水質鉛直分布時系列図(DO)【保全対策なし】

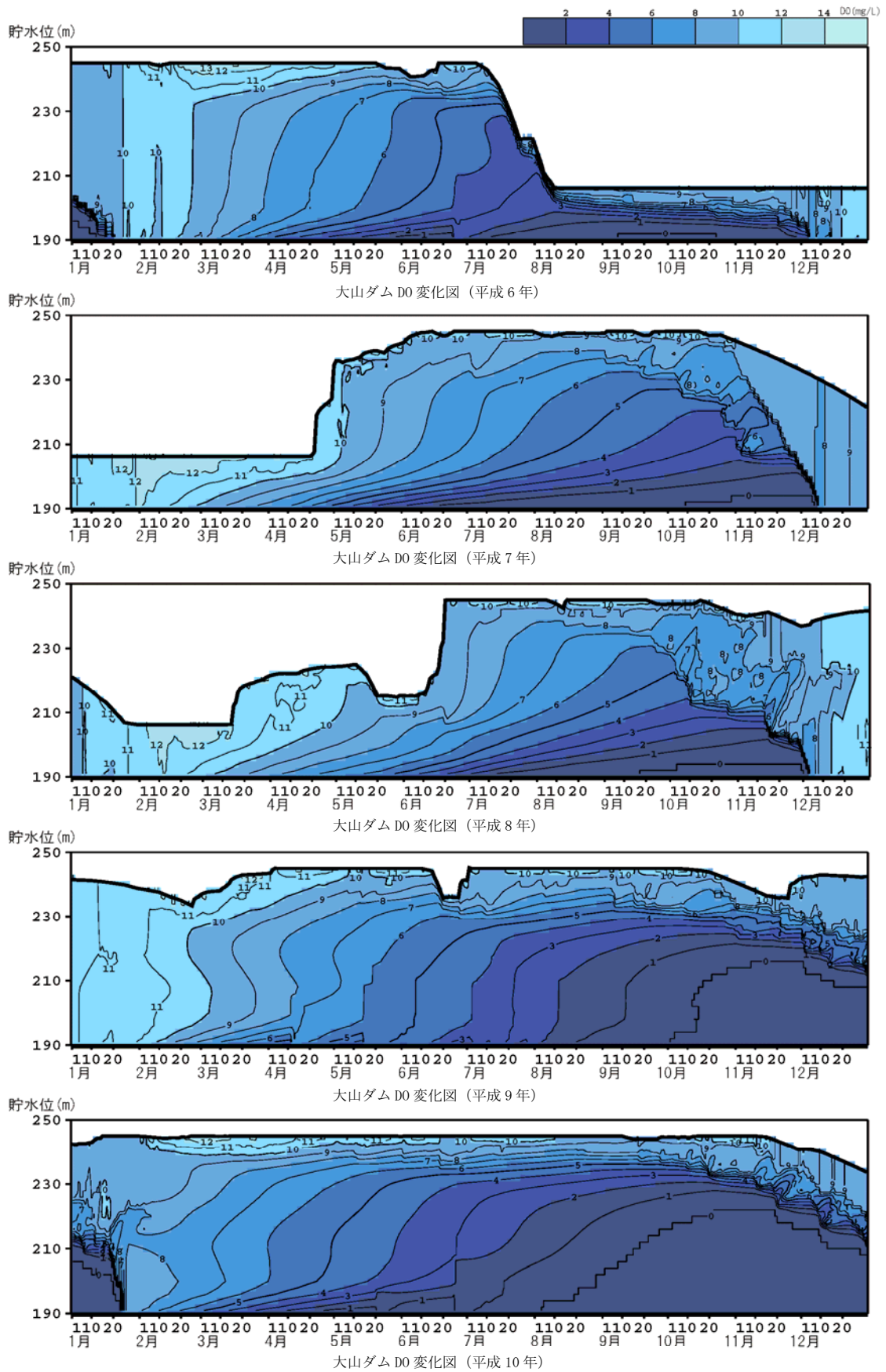


図-5.17(2) 大山ダム貯水池内水質鉛直分布時系列図(DO)【保全対策なし】



### 5.3.3 環境保全対策の検討

#### (1) 環境保全対策項目の検討

建設後（保全対策なし・選択取水設備の運用は通年表層取水）の予測結果を踏まえ、水質への問題の発生が予測されたため、以下に環境保全対策の検討を行いました。

水温及び富栄養化の項目に関して環境保全対策の検討を行うこととしました。

表-5.22 に予測結果の概要と環境保全対策の必要性を示します。

表-5.22 予測結果の概要と環境保全対策の必要性

項目	建設後（保全対策なし）の予測結果の概要	環境保全対策の必要性	備考
富栄養化	富栄養化の各項目は、それぞれ10ヶ年平均で、貯水池表層のクロロフィルaは19.2 $\mu$ g/L、COD75%値は3.2mg/L、T-Pは0.021mg/L、T-Nは0.50mg/L、ダム地点のBOD75%値は1.4mg/Lと予測される。 この結果をOECDによる栄養度区分（表-5.20）にて比較すると、表層クロロフィルaでは富栄養、T-Pによる富栄養化判定例では中栄養から富栄養と相当すると考えられ、富栄養化による影響があると予測される。	必要	SS等が下流に影響を与えないことを確認する必要がある。 環境保全対策の重要性は最も高い。
水温	水温は、建設後（保全対策なし）の放流水温が10ヶ年最大水温を上回る日数が177.4日と年間のおよそ半分に相当し、下流河川で温水傾向を示すと予測される。	必要	躍層を低下させることにより濁水長期化の可能性がある。 富栄養化の次に環境保全対策の重要性が高いと考えられる。
土砂による水の濁り	土砂等による水の濁りは、放流SSが5mg/Lを上回る日数は40.6日で、ダム建設前の40.7日と概ね同程度であり、25mg/Lを上回る日数は3.8日と、建設前の11.1日より減少するものと予測される。 これにより、放流SS濃度は建設前と概ね同じかそれ以下であり、影響は小さいと予測される。	特別な環境保全対策は必要なし	放流SSが悪化しないことを確認する必要がある。
溶存酸素量(DO)	建設後（保全対策なし）のDOは、表層DO及び放流DOとも建設前よりも低下傾向となるが、各年の平均値は環境基準値を満足するものと予測される。	特別な環境保全対策は必要なし	表層DO及び放流DOが悪化しないことを確認する必要がある。

大山ダム建設後は貯水池の水質が中栄養から富栄養の水質に相当すると考えられることから、富栄養化現象の軽減を第一に考え富栄養化対策を実施します。さらに、下流での水温上昇の影響を低減させることを目的として水温対策を実施します。具体的には、富栄養化対策として曝気設備の運用、水温対策として選択取水が考えられます。

大山ダムにおける環境保全対策を表-5.23 に示します。

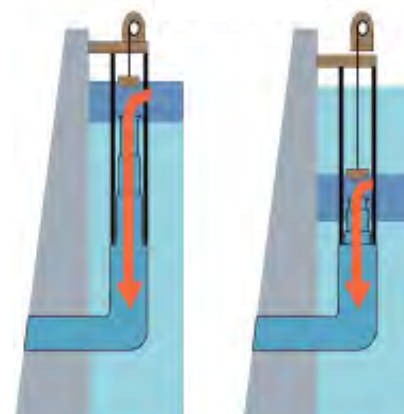
表-5.23 大山ダムにおける環境保全対策

対策項目	影響	対策方法	対策方針
水温	魚類等の水生生物の生息、繁殖への影響	選択取水	ダム直下における水温上昇の影響を低減する(ただし、貧酸素水放流の防止に配慮する)。
富栄養化	藻類の異常増殖に伴う水環境の悪化	曝気設備の運用	貯水池表層における富栄養化の影響を軽減する。

### 選択取水設備の例

選択取水設備により、ダムの表層から深層までの任意の深さを選択して取水します。これにより、適切な水温層からの取水が可能となり、冷水又は温水の放流が緩和されます。

また、濁度の低い層からの取水により、放流水の濁りを抑えることが可能となります。



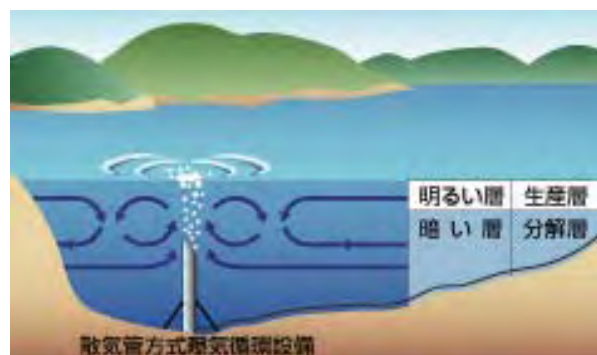
表層で取水する場合

中間で取水する場合

### 曝気設備の例

曝気循環は、気泡の浮力によって周囲の水を上昇させることで、貯水池内に循環する流れを作り出します。

この循環する流れによって、表層水温の低下、植物プランクトンの暗い層への引き込み、藻類の拡散などを生じさせ、植物プランクトンの増殖・集積を抑制します。



## (2) 環境保全対策

### i) 環境保全対策の目的

ダム完成後の水質については、クロロフィル a がほぼ全年に渡って出現しているため、富栄養化対策が最優先課題となっています。したがって、富栄養化対策として効果的な曝気設備の運用を基本的な対策の柱として考え、曝気設備の設置水深や運用期間を検討するとともに、富栄養化に次ぐ課題である温水放流対策に効果のある選択取水設備の運用を組み合わせた環境保全対策の検討が必要です。

そこで、曝気設備の設置深度や運用期間、選択取水設備の運用方法などの組み合わせによる富栄養化及び水温への効果を比較検討したうえで、他の水質項目への影響を確認することとしました。

### ii) 環境保全対策の条件

環境保全対策の検討にあたっては、曝気設備及び選択取水設備の運用条件を次のように設定し、それらの条件を組み合わせて比較検討を行いました。

- ① 曝気設備の設置水深（水面下の 10m、15m）
- ② 取水設備の運用方法（流入水温層取水・表層取水）
- ③ 運用期間（3月～9・10・11月）

検討対象期間の流況、曝気設備位置及び選択取水位置等を図-5.18 に示します。

検討の結果として、曝気設備の運用期間を「3～10月」、曝気設備の設置水深を「水面下の 10m」とし、「流入水温層取水」を実施することが最も効果的であると予測しました。

この環境保全対策の実施によるそれぞれの水質項目への効果・影響について次節で説明します。

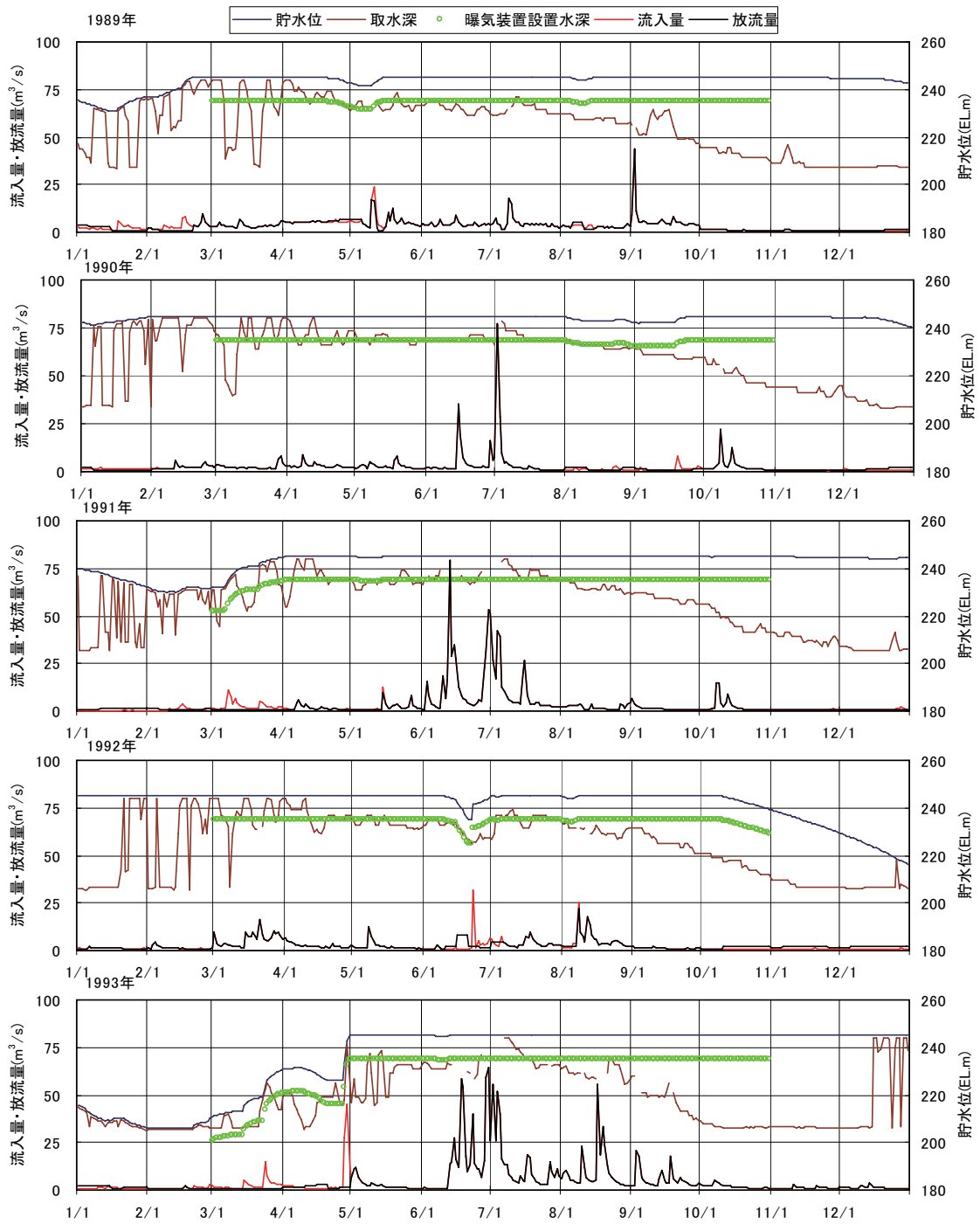


図-5.18(1) 環境保全対策と大山ダムの流入量、放流量、貯水位の関係

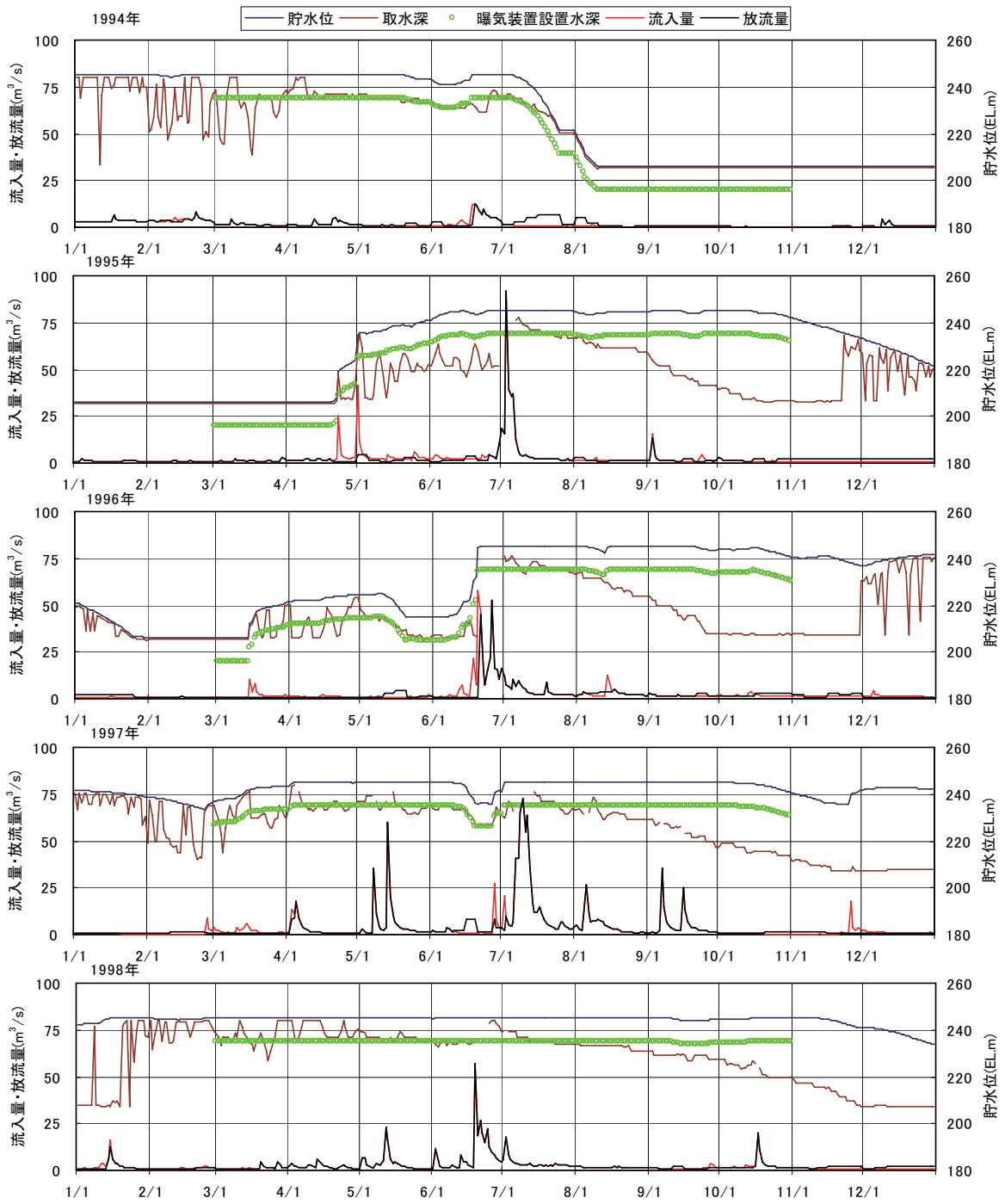


図-5.18(2) 環境保全対策と大山ダムの流入量、放流量、貯水位の関係

iii) 環境保全対策の計算結果

前節で比較検討した環境保全対策のうち、最も効果的と考えられた実施条件の詳細を表-5.24 に示します。

表-5.24 環境保全対策の条件

環境保全対策	条 件			
	曝気設備			
	設置水深	運用期間	曝気空気量	設置台数
	10m	3月～10月	3700L/min	2基
	選択取水運用			
	選択取水運用方法 注)	運用期間	選択取水範囲	
	流入水温層取水	1月～12月	EL. 245.0～206.2m	

注)放流 DO の濃度が 5.0mg/L を下回らない条件で流入水温層相当の層から放流します。

この条件により予測される各水質項目への効果・影響について以下に示します。  
なお、文中やグラフ等に出てくる語句の意味については次の通りです。

建設前	大山ダムのない状態の水質 (ダムサイト地点の河川水質)
建設後 (保全対策なし)	大山ダム建設後の放流水質 (通年表層取水)
建設後 (保全対策あり)	大山ダム建設後の放流水質 (曝気設備運用・選択取水の実施：詳細は表-5.23)

ア) 富栄養化に係る項目(クロロフィル a、COD)

富栄養化に関する予測を表-5.25～26、図-5.19～20 に示します。

- ・ 環境保全対策を実施した場合の表層クロロフィル a 濃度の 10 ヶ年平均値は、最大値では同程度の値となっていますが、平均値では実施しない場合 (19.2 μg/L) の約半分の 9.6 μg/L に改善されています。(表-5.25)
- ・ 時系列で比較すると、環境保全対策を実施しない場合には全年に渡り高濃度であったものが、環境保全対策の実施した場合には、同程度の高濃度になった場合でも後に低濃度に回復するという改善効果があると予測しています。(図-5.19)
- ・ 表層 COD75%値は、環境保全対策の実施によって 2.0mg/L となり、環境基準(湖沼 A 類型:COD3.0mg/L 以下)を満足すると予測しています。(表-5.26)

以上より、環境保全対策の実施は、富栄養化に対する改善効果があると予測しています。

表-5.25 貯水池表層水質（クロロフィル a）【保全対策あり】

単位：μg/L

年	建設後（保全対策なし）			建設後（保全対策あり）		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
平成元年	28.6	22.0	6.8	28.4	10.0	2.5
平成2年	27.1	18.9	0.5	28.8	8.8	0.7
平成3年	28.7	17.2	0.2	31.3	8.6	0.2
平成4年	28.6	19.3	7.4	26.6	6.9	1.6
平成5年	28.7	20.6	0.2	30.5	12.0	0.2
平成6年	27.5	16.0	4.1	26.7	9.3	1.4
平成7年	28.5	20.7	0.3	32.1	11.9	0.6
平成8年	30.4	20.2	0.9	32.5	10.3	1.9
平成9年	27.5	18.7	0.2	29.8	9.0	0.2
平成10年	27.3	17.9	1.3	28.1	8.8	1.4
10ヶ年平均	28.3	19.2	2.2	29.5	9.6	1.1
10ヶ年最大	30.4	22.0	7.4	32.5	12.0	2.5
10ヶ年最小	27.1	16.0	0.2	26.6	6.9	0.2

表-5.26 貯水池表層水質（COD）【保全対策あり】

単位：mg/L

年	建設前				建設後（保全対策なし）				建設後（保全対策あり）			
	最大値	平均値	最小値	75%値	最大値	平均値	最小値	75%値	最大値	平均値	最小値	75%値
平成元年	10.7	1.8	1.1	2.0	5.5	3.0	1.8	3.4	3.6	1.5	0.5	2.2
平成2年	19.2	1.6	1.0	1.6	12.3	2.7	1.6	3.1	8.8	1.4	0.3	1.7
平成3年	19.8	1.7	0.7	1.6	13.2	2.7	1.6	3.1	11.7	1.5	0.4	1.7
平成4年	7.8	1.6	1.1	1.6	4.5	2.6	1.7	3.2	3.3	1.1	0.4	1.4
平成5年	16.0	2.1	1.1	1.9	10.1	3.1	1.8	3.5	7.6	1.9	0.3	2.5
平成6年	3.7	1.3	0.6	1.5	3.5	2.4	0.8	2.8	3.3	1.3	0.3	2.1
平成7年	23.2	1.6	1.2	1.5	15.1	2.8	1.9	3.1	10.2	1.7	0.3	2.6
平成8年	14.2	1.6	1.2	1.5	7.5	2.8	1.9	3.1	6.9	1.5	0.4	2.0
平成9年	18.0	1.8	0.8	1.7	11.6	3.0	1.7	3.4	9.4	1.7	0.4	1.9
平成10年	14.0	1.6	1.0	1.6	8.6	2.6	1.7	3.0	5.0	1.4	0.3	1.9
10ヶ年平均	14.7	1.7	1.0	1.7	9.2	2.8	1.7	3.2	7.0	1.5	0.4	2.0
10ヶ年最大	23.2	2.1	1.2	2.0	15.1	3.1	1.9	3.5	11.7	1.9	0.5	2.6
10ヶ年最小	3.7	1.3	0.6	1.5	3.5	2.4	0.8	2.8	3.3	1.1	0.3	1.4

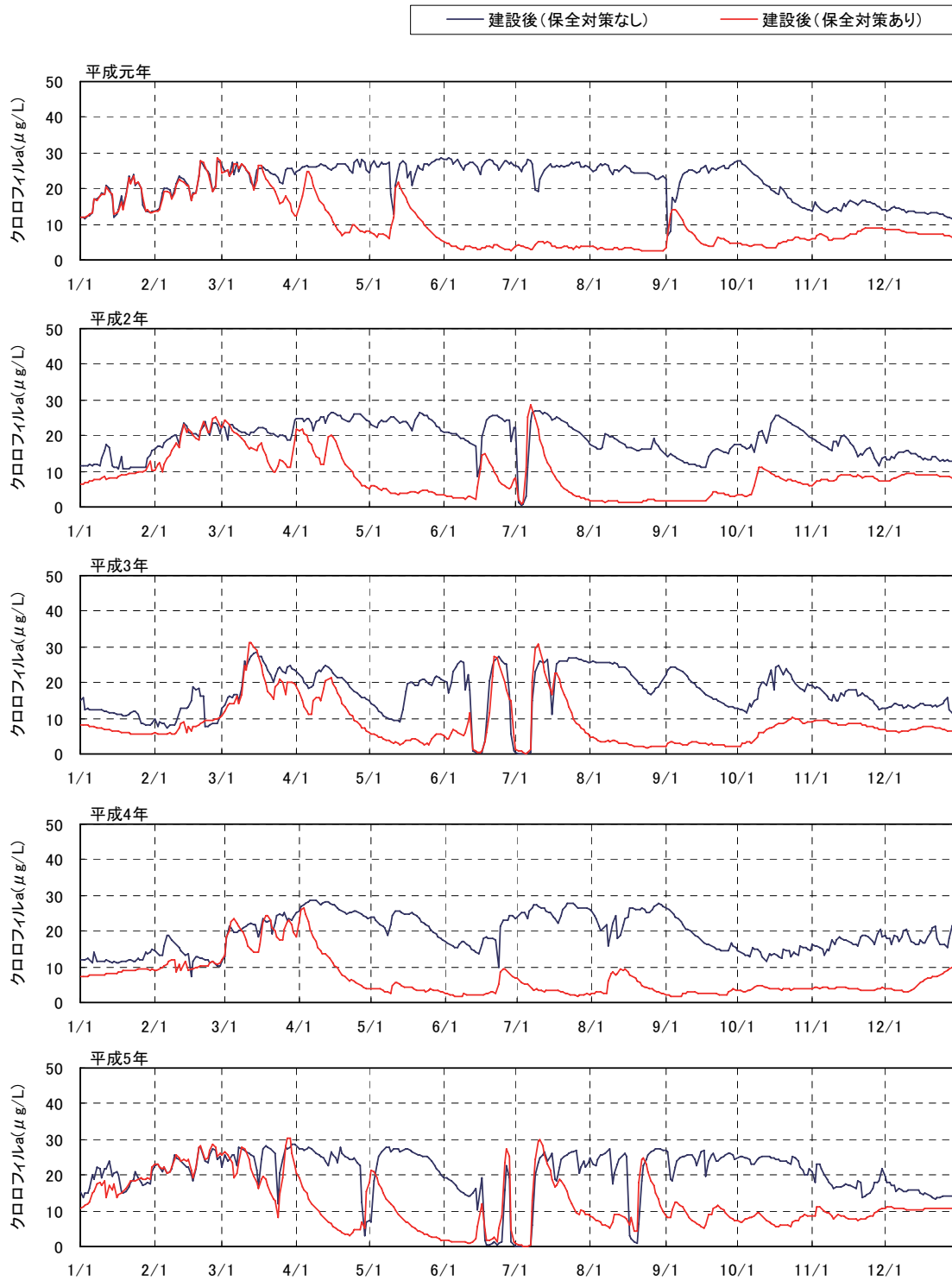


図-5.19(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(クロロフィル a)【保全対策あり】



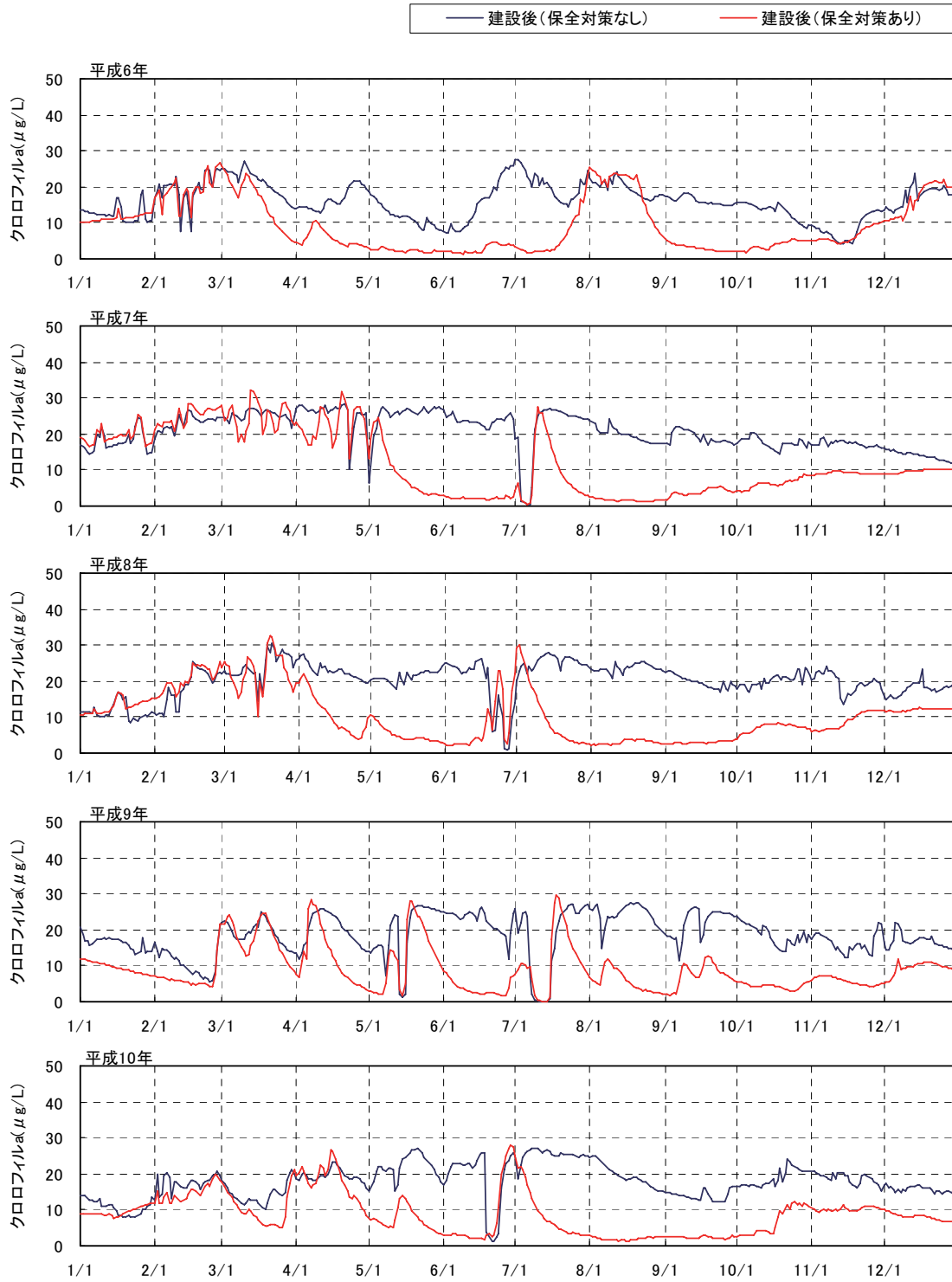


図-5.19(2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(クロロフィル a)【保全対策あり】

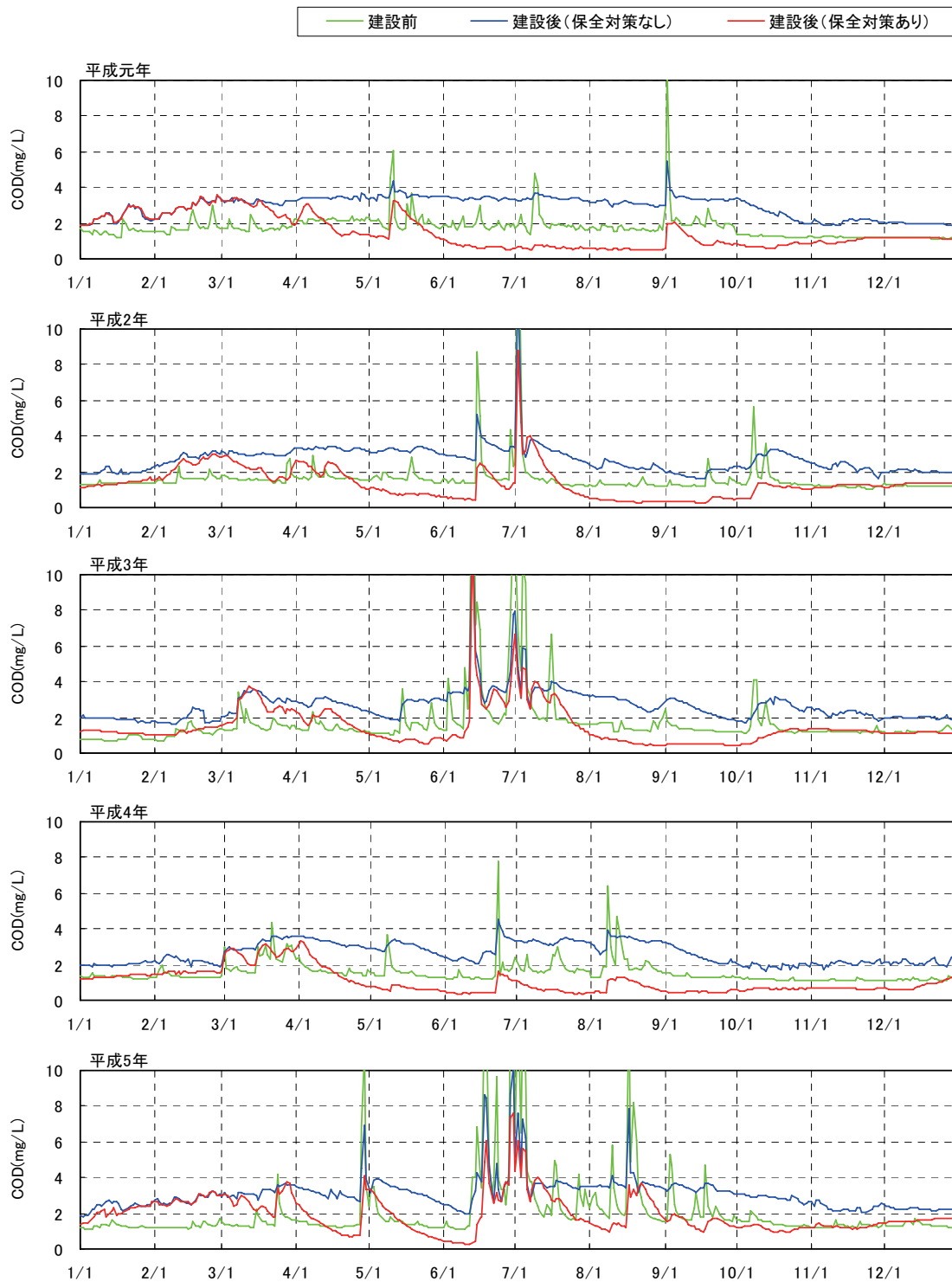


図-5.20(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(COD)【保全対策あり】

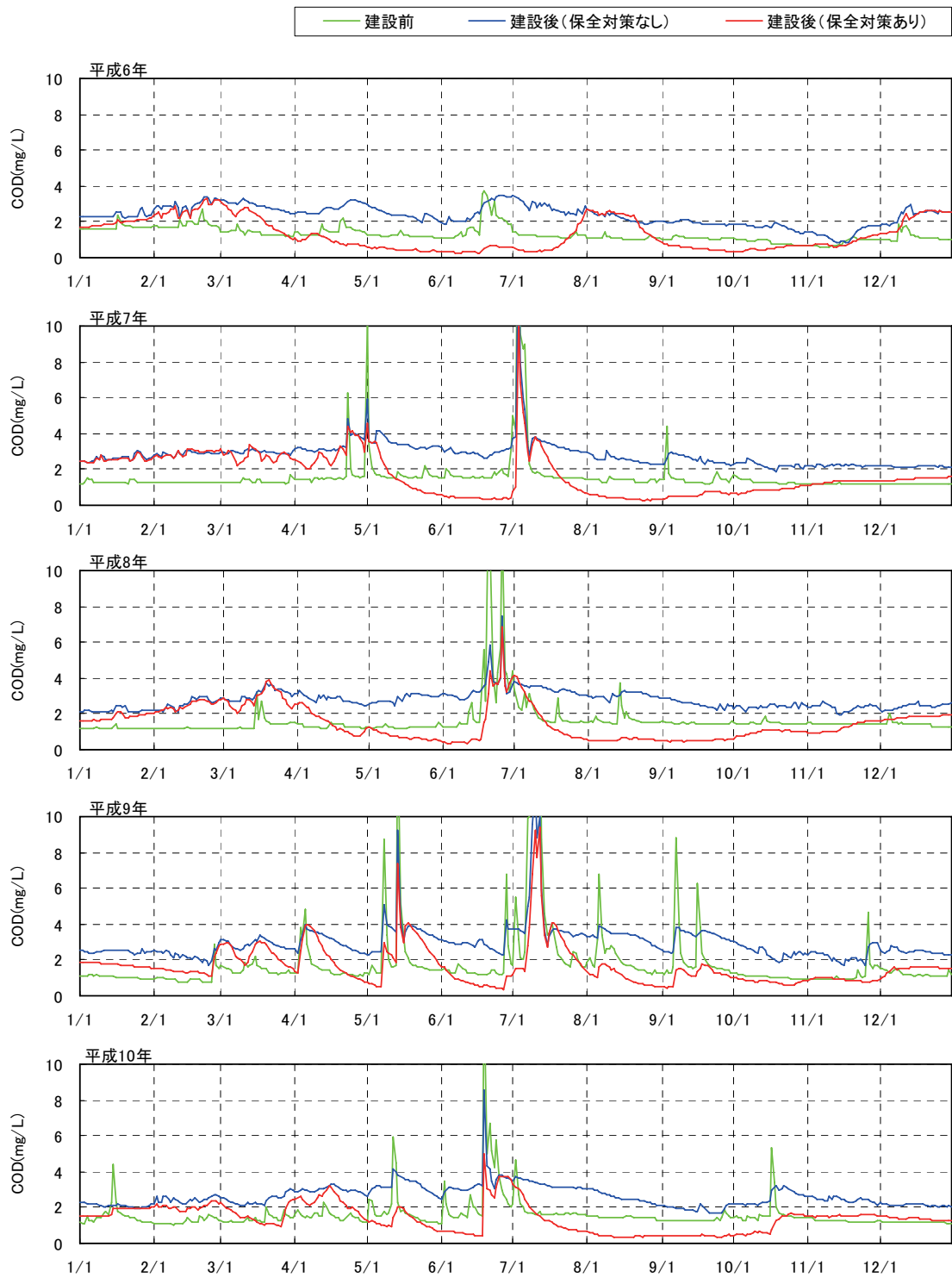


図-5. 20 (2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(COD)【保全対策あり】

イ) 水温

水温に関する予測結果を表-5.27～28、図-5.21 に示します。

- ・環境保全対策を実施した場合の放流水温が、日々の10ヶ年最大水温を上回る日数の10ヶ年平均は110.7日であり、環境保全対策を実施しない場合(177.4日)に比べて低減すると予測しています。
- ・放流水温が、日々の10ヶ年最小水温を下回る日数は、利水補給に伴う水位低下の影響によって10ヶ年平均は2.6日となり、環境保全対策を実施しない場合(1.8日)に比べて僅かに増加すると予測しています。

以上から、環境保全対策を実施した場合、温水放流については改善傾向を示すものと予測しています。

表-5.27 放流水温が日々の10ヶ年最大水温を上回る日数【保全対策あり】

単位：日

建設後（保全対策あり）														建設後 （保全対 策なし） （年間）
年	月												年間合計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
平成元年	8	2	0	3	2	2	0	0	5	5	8	29	64	157
平成2年	17	2	0	1	5	14	15	29	21	8	9	23	144	209
平成3年	18	4	2	3	5	7	7	8	11	7	2	22	96	198
平成4年	18	5	1	3	4	7	4	6	10	4	15	27	104	170
平成5年	4	0	0	0	0	6	0	1	2	10	19	27	69	134
平成6年	9	1	0	1	15	13	20	11	30	31	28	15	174	176
平成7年	0	0	0	0	0	0	4	21	6	23	30	24	108	178
平成8年	2	0	1	0	0	4	11	13	3	23	30	26	113	162
平成9年	9	2	2	0	10	6	0	6	2	8	11	28	84	173
平成10年	17	3	2	14	22	4	4	21	15	24	2	23	151	217
10ヶ年平均	10.2	1.9	0.8	2.5	6.3	6.3	6.5	11.6	10.5	14.3	15.4	24.4	110.7	177.4

表-5.28 放流水温が日々の10ヶ年最小水温を下回る日数【保全対策あり】

単位：日

建設後（保全対策あり）														建設後 （保全対 策なし） （年間）
年	月												年間合計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
平成元年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成2年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成3年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成4年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成5年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成6年	0	0	0	0	0	0	9	16	0	0	0	0	25	14
平成7年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平成8年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
平成9年	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
平成10年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10ヶ年平均	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	1.8

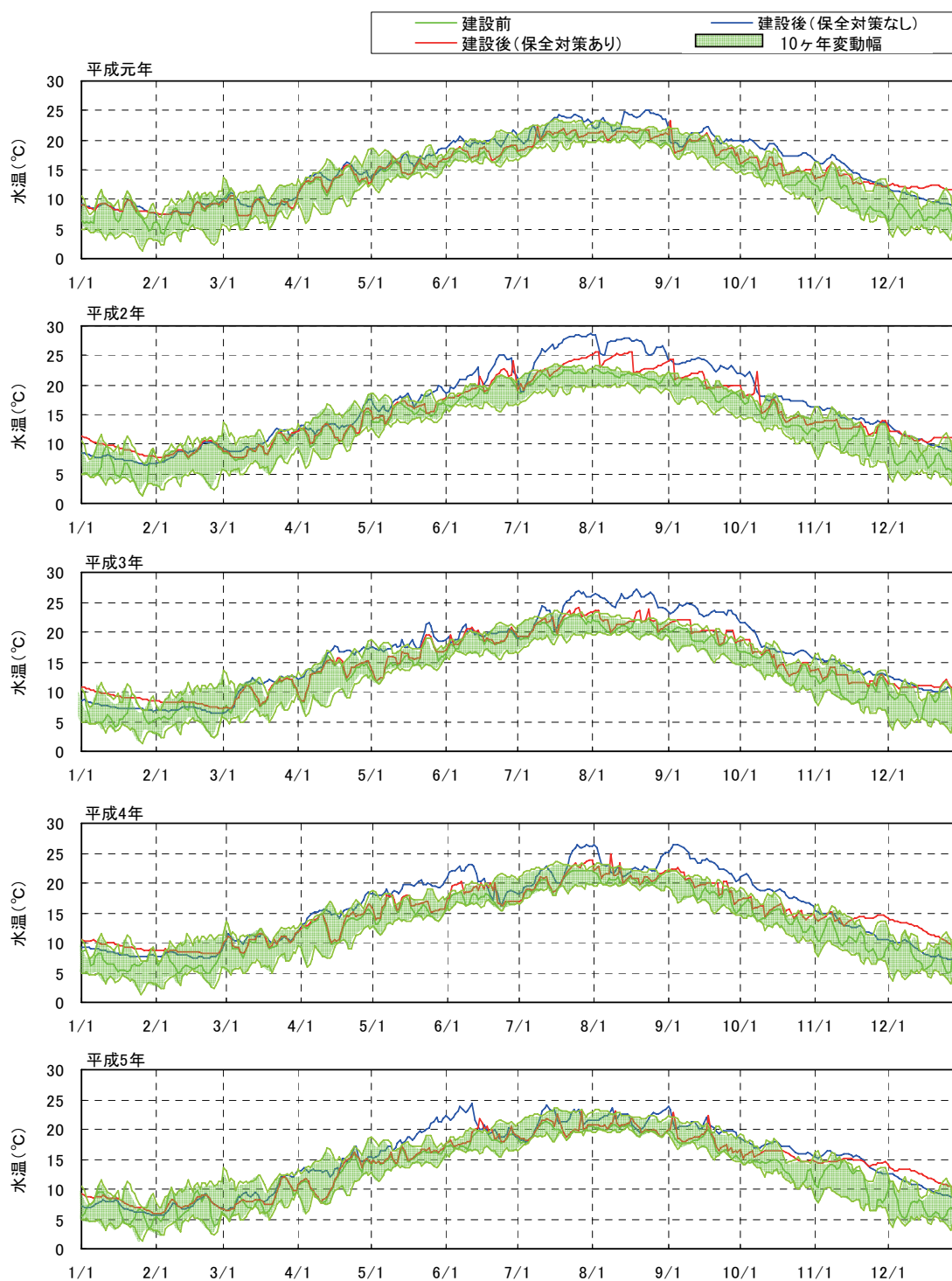


図-5.21(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(水温) 【保全対策あり】

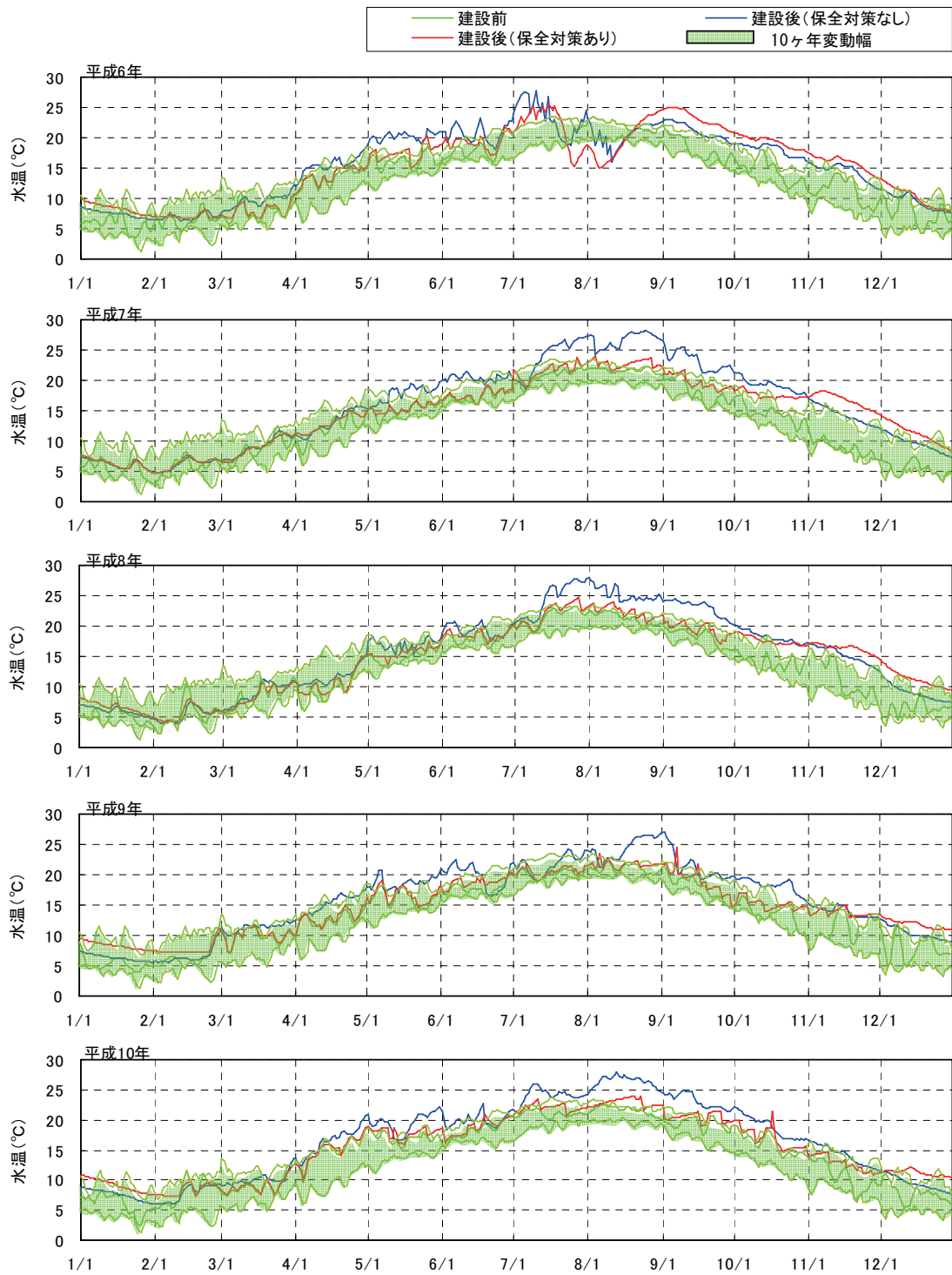


図-5.21(2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(水温)【保全対策あり】

ウ) 土砂等による水の濁り (SS)

土砂等による水の濁り (SS)に関する予測結果を表-5.29~31、図-5.22 に示します。

- ・環境保全対策を実施した場合の放流 SS は環境保全対策を実施しない場合に比べて、10 ヶ年最大値及び最小値ならびに平均値のいずれにおいても、低くなる傾向にあると予測しています。(表-5.29)
- ・環境保全対策を実施した場合の放流 SS が流入 SS を上回る日数は、環境保全対策を実施しない場合(316.6 日)に比べて、10 ヶ年平均で 182.4 日と半減しています。そのうち 168.6 日は放流 SS が 5mg/L 以下の日数であり、環境基準を満足した範囲内のことであり、放流 SS が環境基準 (25mg/L 以下) を満足しない日数は 0.2 日と予測しています。(表-5.30)
- ・環境保全対策を実施した場合の放流 SS が 5mg/L を超過する日数は 10 ヶ年平均で 28.6 日となっており、ダム建設前や環境保全対策なしの場合 (約 40 日) に比べて減少すると予測しています。(表-5.31)

以上から、環境保全対策を実施した場合の SS については、環境保全対策を実施しない場合と比べて改善傾向を示すと予測しています。

表-5.29 大山ダム放流水質予測結果(SS) 【保全対策あり】

単位：mg/L

年	建設前			建設後(保全対策なし)			建設後(保全対策あり)		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
平成元年	126.0	4.0	1.0	18.6	3.9	2.1	18.0	2.0	0.5
平成2年	287.5	3.6	0.7	55.2	3.9	2.0	39.5	2.3	0.8
平成3年	299.2	6.2	0.3	60.5	4.4	1.4	53.8	2.9	0.7
平成4年	77.5	3.0	0.8	13.0	3.5	1.9	15.1	1.7	0.5
平成5年	222.8	9.7	0.8	57.0	5.9	2.5	48.3	4.7	0.7
平成6年	20.0	1.8	0.2	4.6	2.8	0.8	4.1	1.7	0.3
平成7年	370.6	4.3	1.1	73.5	4.7	2.4	64.4	3.7	0.7
平成8年	188.2	4.1	1.1	32.2	4.1	2.0	29.3	2.6	0.6
平成9年	263.6	7.7	0.4	68.8	5.3	1.3	59.5	3.8	0.8
平成10年	184.4	3.6	0.8	34.1	3.6	1.8	22.2	2.1	0.7
10ヶ年平均	204.0	4.8	0.7	41.8	4.2	1.8	35.4	2.8	0.6
10ヶ年最大	370.6	9.7	1.1	73.5	5.9	2.5	64.4	4.7	0.8
10ヶ年最小	20.0	1.8	0.2	4.6	2.8	0.8	4.1	1.7	0.3

表-5.30 放流 SS が流入 SS を上回る日数とその内訳【保全対策あり】

単位：日

年	建設後放流SSが流入SSを上回る日数		放流が流入を上回る日数の内訳							
			5mg/L		5～10mg/L		10～25mg/L		25mg/L	
	保全対策なし	保全対策あり	保全対策なし	保全対策あり	保全対策なし	保全対策あり	保全対策なし	保全対策あり	保全対策なし	保全対策あり
平成元年	272.0	58.0	258.0	49.0	12.0	6.0	2.0	3.0	0.0	0.0
平成2年	338.0	199.0	314.0	182.0	23.0	15.0	1.0	2.0	0.0	0.0
平成3年	315.0	185.0	299.0	172.0	16.0	10.0	0.0	3.0	0.0	0.0
平成4年	319.0	80.0	312.0	76.0	6.0	2.0	1.0	2.0	0.0	0.0
平成5年	288.0	206.0	238.0	171.0	47.0	25.0	3.0	8.0	0.0	2.0
平成6年	317.0	181.0	317.0	181.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平成7年	348.0	301.0	312.0	269.0	35.0	27.0	1.0	5.0	0.0	0.0
平成8年	333.0	199.0	330.0	196.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0
平成9年	312.0	278.0	264.0	253.0	48.0	22.0	0.0	3.0	0.0	0.0
平成10年	324.0	137.0	320.0	137.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10ヶ年平均	316.6	182.4	296.4	168.6	19.3	16.9	0.9	2.7	0.0	0.2
10ヶ年最大	348.0	301.0	330.0	269.0	48.0	109.0	3.0	8.0	0.0	2.0
10ヶ年最小	272.0	58.0	238.0	49.0	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表-5.31 放流 SS もしくは流入 SS が 5mg/L、10mg/L、25mg/L を超過する日数【保全対策あり】

単位：日

年	5mg/L超過日数			10mg/L超過日数			25mg/L超過日数		
	建設前	保全対策なし	保全対策あり	建設前	保全対策なし	保全対策あり	建設前	保全対策なし	保全対策あり
平成元年	78	23	11	13	4	3	4	0	0
平成2年	21	31	21	12	5	4	6	2	2
平成3年	40	45	34	28	14	15	18	7	7
平成4年	41	20	10	16	2	3	4	0	0
平成5年	81	106	74	51	27	30	29	13	11
平成6年	16	0	0	6	0	0	0	0	0
平成7年	15	46	40	12	9	13	9	4	4
平成8年	31	24	23	19	8	8	10	2	2
平成9年	54	88	58	35	17	17	20	8	7
平成10年	30	23	15	17	5	5	11	2	0
10ヶ年平均	40.7	40.6	28.6	20.9	9.1	9.8	11.1	3.8	3.3
10ヶ年最大	81	106	74	51	27	30	29	13	11
10ヶ年最小	15	0	0	6	0	0	0	0	0



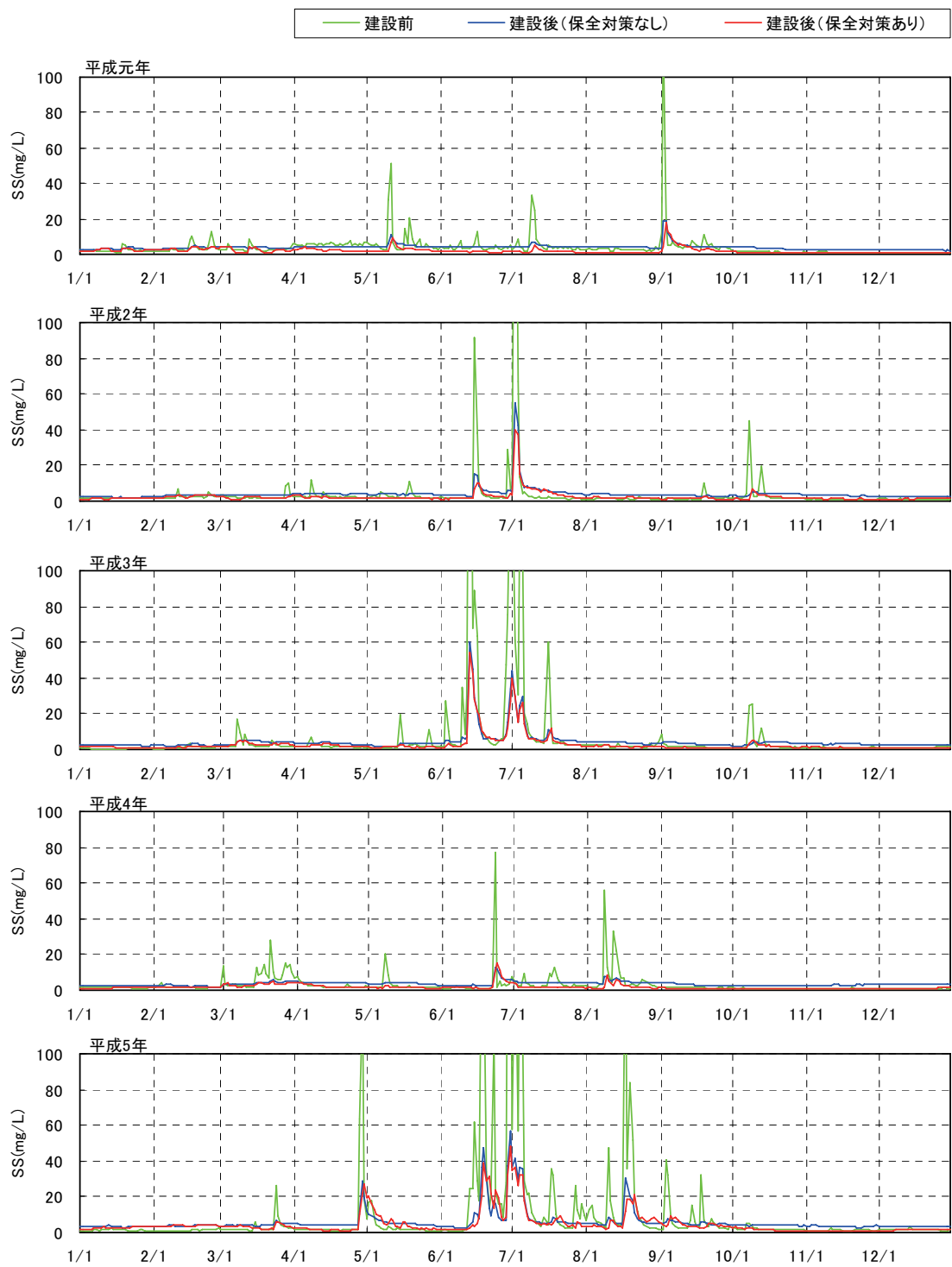


図-5.22(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(SS)【保全対策あり】

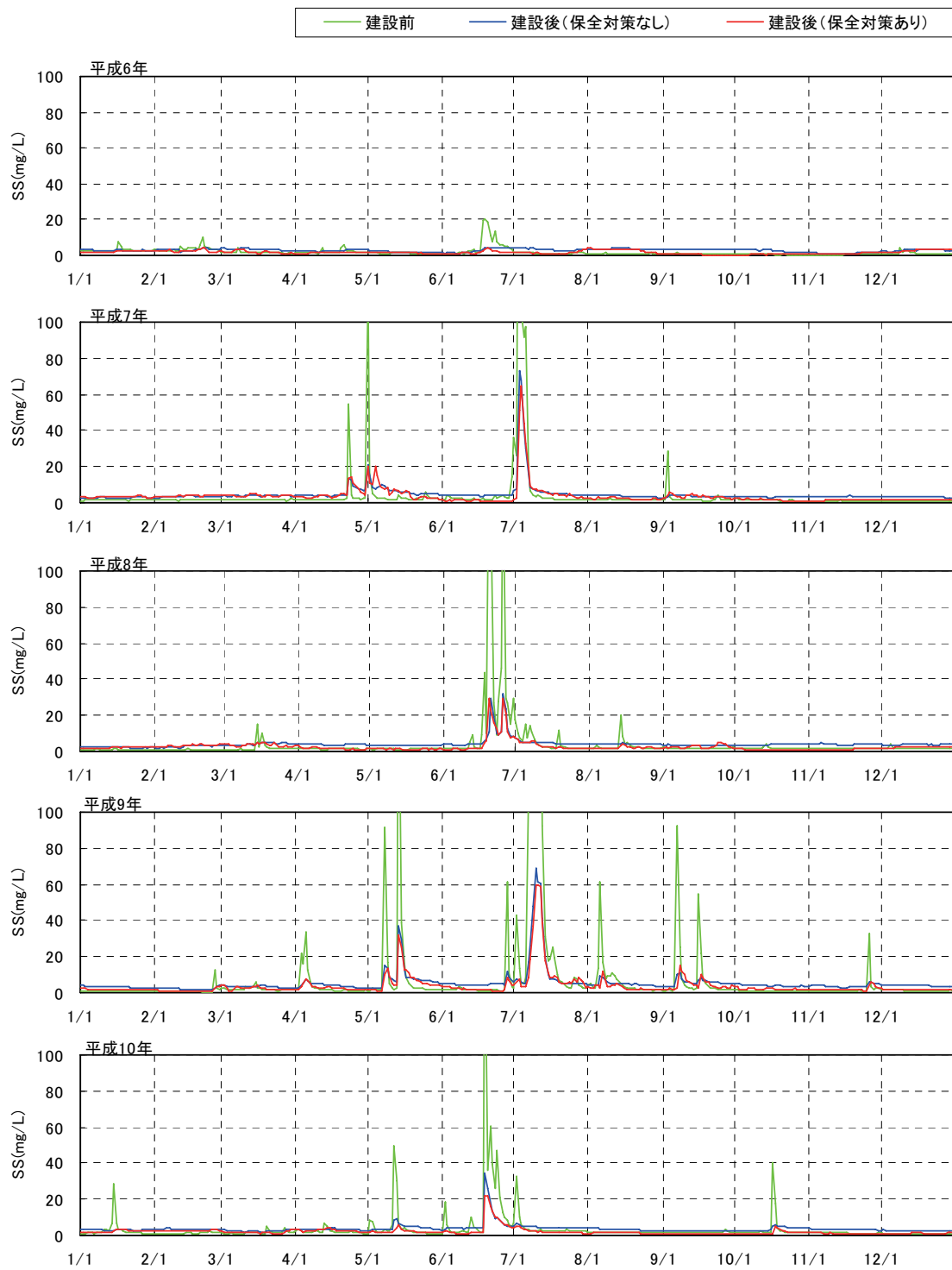


図-5.22(2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(SS)【保全対策あり】

エ) 溶存酸素 (D0)

溶存酸素量(D0)に関する予測結果を表-5.32～33、図-5.23 に示します。

- ・ 表層 D0 の変動範囲は、環境保全対策を実施した場合には 8.1～13.7mg/L であり、ダム建設前の 8.8～14.2 mg/L に比べて若干低下すると予測しています。ただし、環境保全対策を実施しない場合と比較した場合、最低値に明確な差があり、対策により改善されています。(表-5.32)
- ・ 表層 D0 (保全対策あり) の 10 ヶ年平均値は 10.0mg/L であり、環境基準 (7.5mg/L 以上) を満足すると予測しています。(表-5.32)
- ・ 放流 D0 の 10 ヶ年平均は 10.2mg/L (保全対策なし) から 9.3mg/L (保全対策あり) へとわずかに低下すると予測していますが、環境基準を満足しています。(表-5.33)

以上から、ダム建設後 (保全対策あり) の D0 は、表層 D0 及び放流 D0 ともダム建設前よりも低下傾向となりますが、各年の平均値は環境基準を満足するものと予測しています。なお、赤石川への放流時には、放流水が空気と触れることで、酸素を取り込みことができるため、影響は小さくなると考えています。

表-5.32 貯水池水質 (表層 D0) 【保全対策あり】

単位 : mg/L

年	建設前			建設後 (保全対策なし)			建設後 (保全対策あり)		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
平成元年	13.2	10.8	9.1	12.8	10.7	7.9	13.0	10.0	8.5
平成2年	14.2	10.7	9.0	12.6	10.4	7.6	12.8	9.9	8.1
平成3年	13.8	10.7	8.9	12.4	10.2	7.5	12.6	9.9	8.3
平成4年	13.0	10.8	9.1	12.4	10.2	6.0	12.6	9.9	8.4
平成5年	13.4	10.9	9.2	13.1	10.7	5.7	13.3	10.3	8.8
平成6年	13.3	10.8	8.8	13.3	10.2	6.1	13.7	10.1	8.3
平成7年	13.6	10.9	9.0	13.2	10.5	7.9	13.2	10.0	8.1
平成8年	13.9	10.9	8.9	13.1	10.6	8.6	13.0	10.0	8.2
平成9年	13.2	10.8	9.0	12.3	10.6	8.9	12.2	9.9	8.3
平成10年	13.7	10.6	9.0	12.6	10.4	8.3	12.7	9.9	8.2
10ヶ年平均	13.5	10.8	9.0	12.8	10.4	7.4	12.9	10.0	8.8
10ヶ年最大	14.2	10.9	9.2	13.3	10.7	8.9	13.7	10.3	8.8
10ヶ年最小	13.0	10.6	8.8	12.3	10.2	5.7	12.2	9.9	8.1

表-5.33 貯水池水質（放流 D0）【保全対策あり】

単位：mg/L

年	建設前			建設後（保全対策なし）			建設後（保全対策あり）		
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値
平成元年	13.2	10.8	9.1	12.4	10.5	8.0	12.4	8.9	5.4
平成2年	14.2	10.7	9.0	12.4	10.2	7.6	12.3	8.9	5.3
平成3年	13.8	10.7	8.9	12.3	10.0	7.6	12.0	8.9	5.3
平成4年	13.0	10.8	9.1	12.1	10.0	6.1	11.9	9.2	5.4
平成5年	13.4	10.9	9.2	13.0	10.5	5.7	12.6	9.8	6.6
平成6年	13.3	10.8	8.8	13.0	9.8	5.6	12.8	9.9	8.2
平成7年	13.6	10.9	9.0	12.6	10.2	7.8	12.9	9.5	5.2
平成8年	13.9	10.9	8.9	12.6	10.4	8.1	12.9	9.8	5.5
平成9年	13.2	10.8	9.0	12.2	10.5	8.4	11.5	9.0	5.3
平成10年	13.7	10.6	9.0	12.4	10.3	8.4	12.1	9.0	5.5
10ヶ年平均	13.5	10.8	9.0	12.5	10.2	7.3	12.3	9.3	5.8
10ヶ年最大	14.2	10.9	9.2	13.0	10.5	8.4	12.9	9.9	8.2
10ヶ年最小	13.0	10.6	8.8	12.1	9.8	5.6	11.5	8.9	5.2

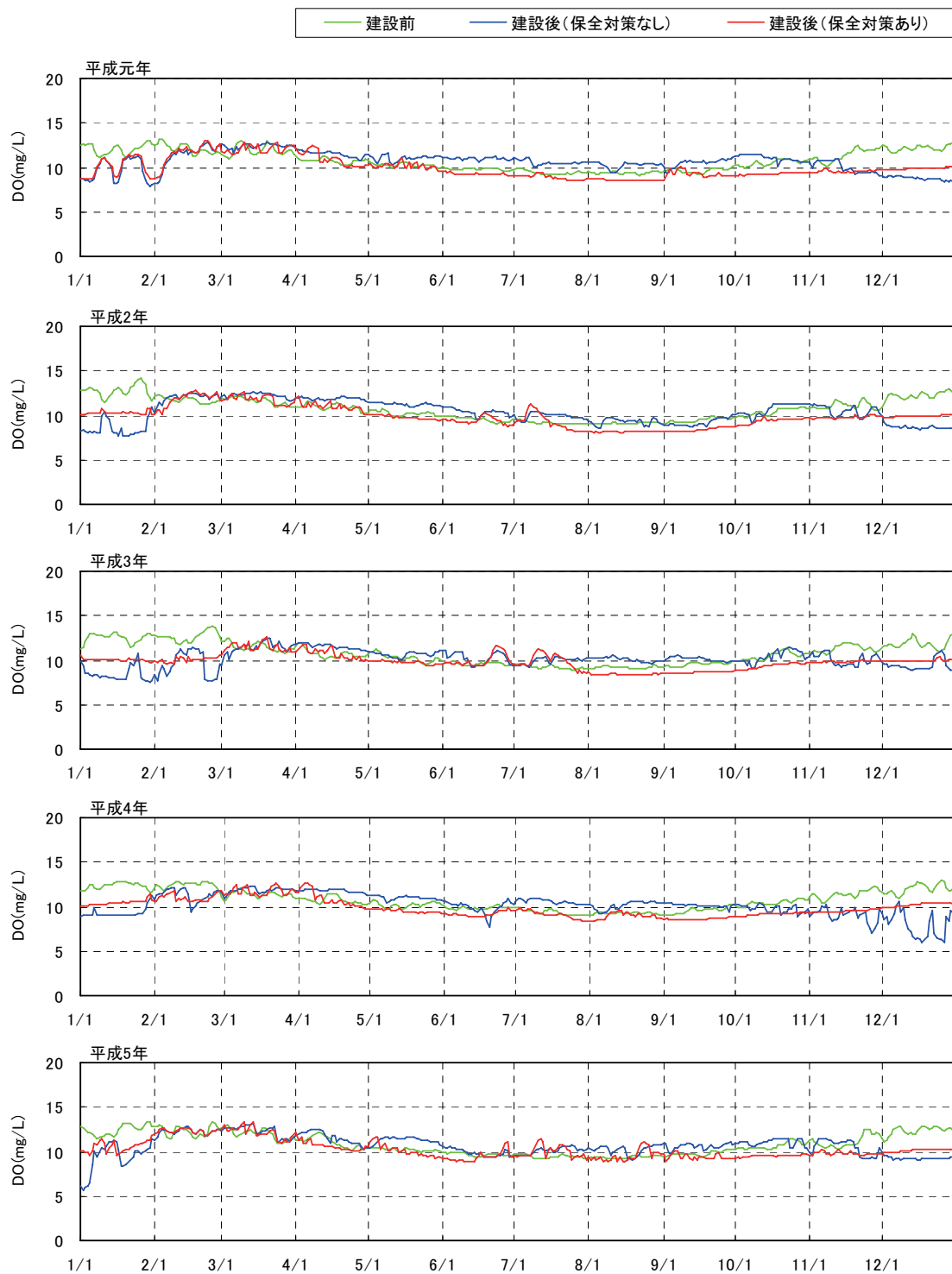


図-5.23(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(DO)【保全対策あり】

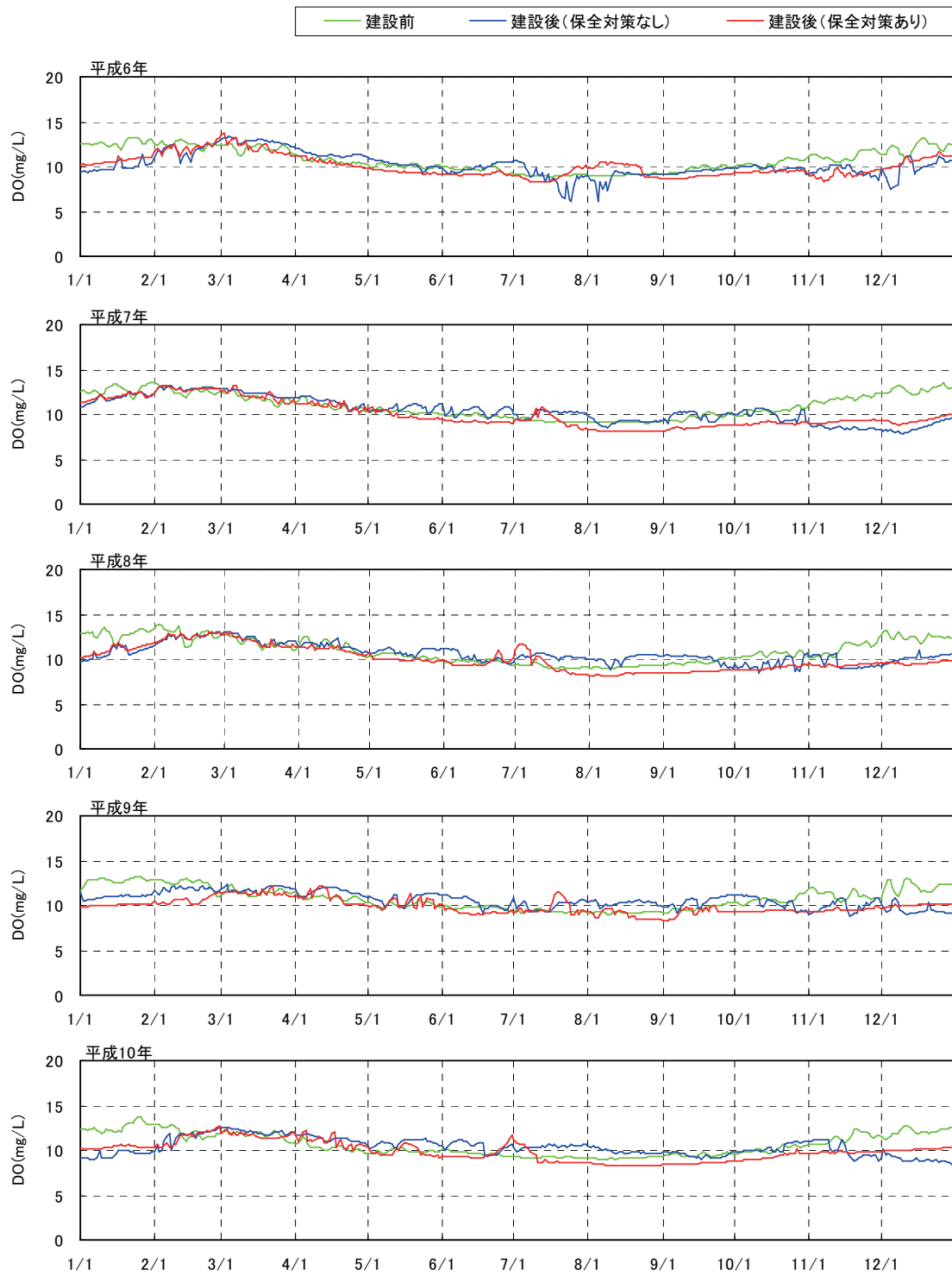


図-5.23(2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(DO)【保全対策あり】

オ) 生物化学的酸素要求量 (BOD)

ダムからの放流水の生物化学的酸素要求量 (BOD) に関する予測結果を表-5. 34、  
図-5. 24 に示します。

- BOD の 10 ヶ年平均 (75%値) は 1. 4mg/L (保全対策なし) から 1. 0mg/L (保全対策あり) へ改善されています。また、環境基準を満足する数値となっています。
- BOD の変動範囲は、環境保全対策を実施した場合には 0. 2~2. 3mg/L であり、保全対策なしの 0. 4~2. 5 mg/L より改善されています。(表-5. 34)

以上から、保全対策の実施により、ダム建設前に近い BOD での放流が可能となり、また、環境基準を満足するものと予測しています。

表-5. 34 貯水池水質 (放流 BOD) 【保全対策あり】

単位 : mg/L

年	建設前				建設後 (保全対策なし)				建設後 (保全対策あり)			
	最大値	平均値	最小値	75%値	最大値	平均値	最小値	75%値	最大値	平均値	最小値	75%値
平成元年	1. 2	0. 5	0. 5	0. 6	1. 8	1. 3	0. 9	1. 4	1. 5	0. 8	0. 4	1. 0
平成2年	1. 5	0. 5	0. 5	0. 5	2. 3	1. 2	0. 9	1. 4	2. 0	0. 7	0. 4	0. 8
平成3年	1. 5	0. 5	0. 5	0. 5	2. 3	1. 2	0. 7	1. 3	2. 1	0. 7	0. 4	0. 8
平成4年	1. 1	0. 5	0. 5	0. 5	1. 8	1. 2	0. 8	1. 4	1. 4	0. 7	0. 3	0. 7
平成5年	1. 4	0. 6	0. 5	0. 5	2. 3	1. 3	0. 9	1. 5	2. 2	0. 9	0. 4	1. 2
平成6年	0. 8	0. 5	0. 5	0. 5	1. 5	1. 1	0. 4	1. 2	0. 4	0. 7	0. 2	1. 0
平成7年	1. 6	0. 5	0. 5	0. 5	2. 5	1. 3	0. 9	1. 4	2. 2	0. 9	0. 4	1. 2
平成8年	1. 3	0. 5	0. 5	0. 5	2. 0	1. 2	1. 0	1. 4	2. 2	0. 8	0. 4	0. 9
平成9年	1. 4	0. 6	0. 5	0. 5	2. 4	1. 3	0. 7	1. 4	2. 3	0. 8	0. 4	1. 0
平成10年	1. 3	0. 5	0. 5	0. 5	2. 1	1. 2	0. 8	1. 3	1. 6	0. 8	0. 4	0. 9
10ヶ年平均	1. 3	0. 5	0. 5	0. 5	2. 1	1. 2	0. 8	1. 4	1. 9	0. 8	0. 4	1. 0
10ヶ年最大	1. 6	0. 6	0. 5	0. 6	2. 5	1. 3	1. 0	1. 5	2. 3	0. 9	0. 4	1. 2
10ヶ年最小	0. 8	0. 5	0. 5	0. 5	1. 5	1. 1	0. 4	1. 2	1. 4	0. 7	0. 2	0. 7

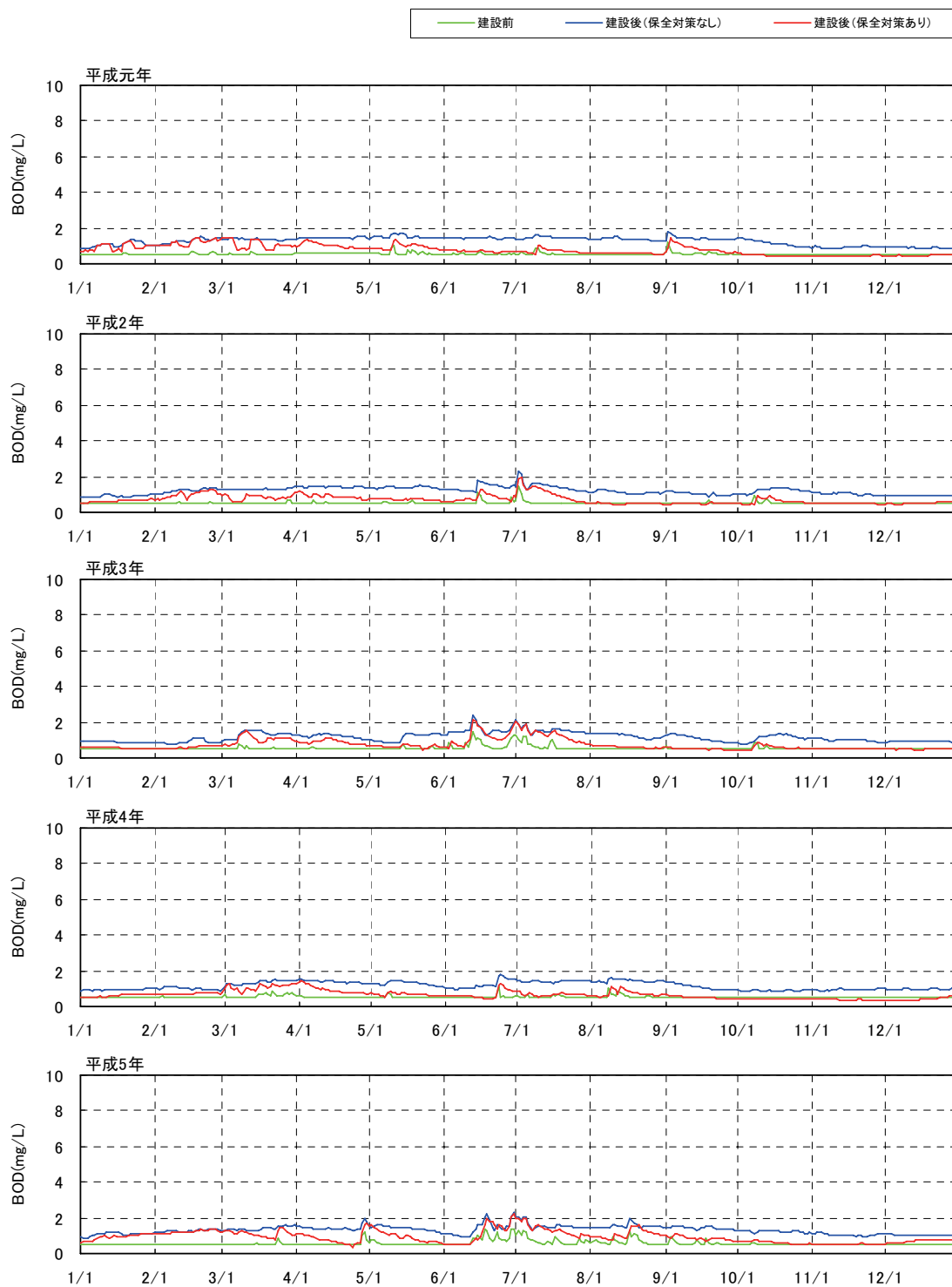


図-5.24(1) 大山ダム放流水質の時系列比較図(BOD)【保全対策あり】



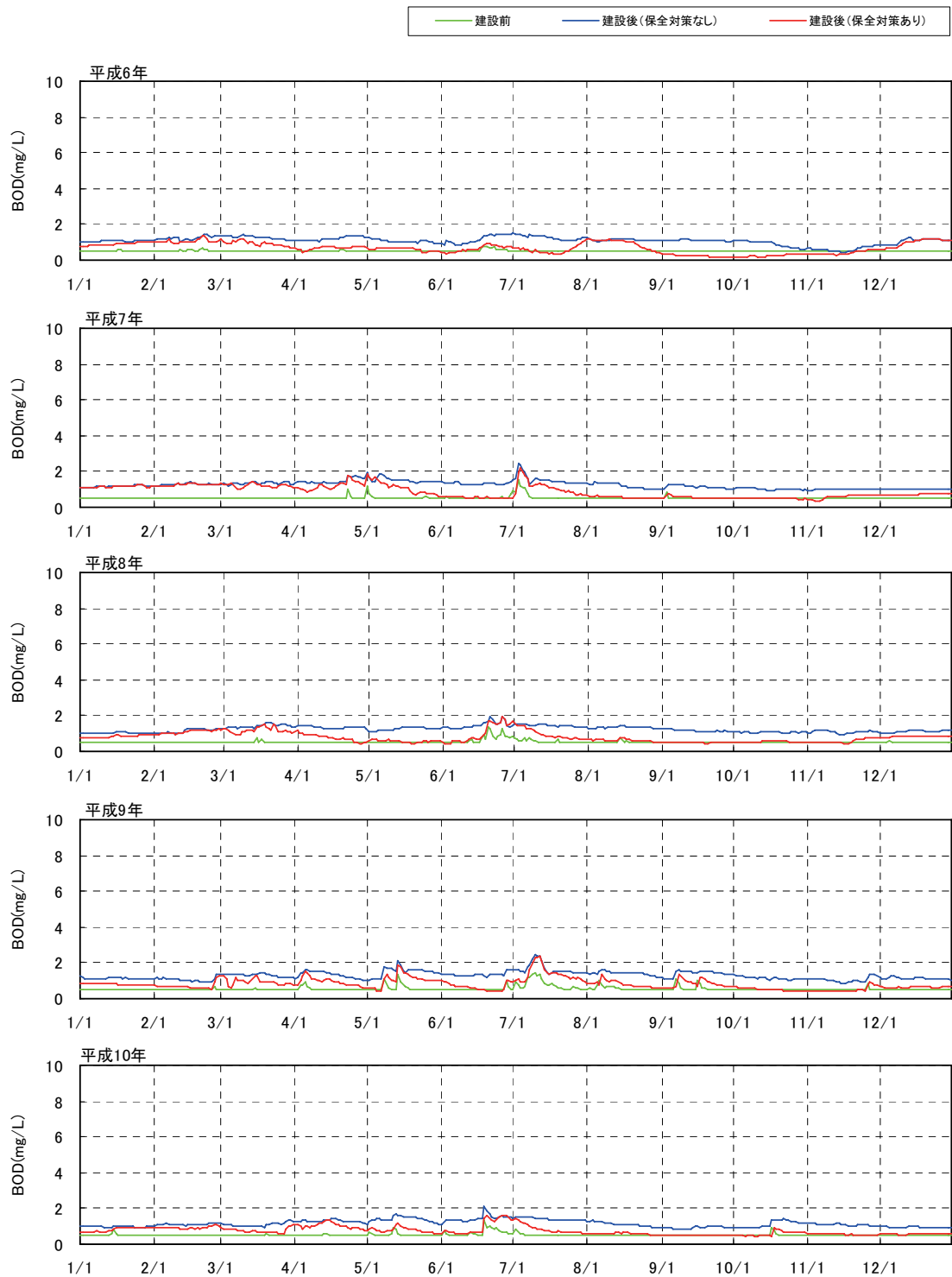


図-5.24(2) 大山ダム放流水質の時系列比較図(BOD)【保全対策あり】

### 5.3.4 評価の結果

水質については、工事の実施及びダム完成後において影響の考えられる土砂による水の濁り、水温、富栄養化、D0 及び水素イオン濃度に対して調査、予測を実施しました。

工事中においては、「水の濁り」に対しては、各工事単位における沈砂池の設置による濁水の流出防止を図るとともに、「水素イオン濃度」に対しては、濁水処理設備の運転によって、放流水質の調整運用を実施することによって保全が可能であると予測しました。

ダムの供用後は、水温及び富栄養化について事業の実施による影響があると判断し、水温に対しては選択取水を、富栄養化に対しては曝気設備の運用を環境保全対策として実施することにしました。

なお、環境保全対策の実施後も、秋季～冬季にかけて温水放流となる傾向が残りますが、ダム下流に生息するアカザやオヤニラミといった重要な種の産卵時期(5～6月)に大きな変化を与えることはないと考えられます。

水質については、気象条件や、流域内の社会的状況及び生活形態の変化により、ダム貯水池への負荷が想定以上に変動することも考えられます。

昭和60年より、継続して実施している水質調査をはじめ、気象観測・流量観測等の諸量について、今後も調査を継続するとともに、水質保全に努めていきます。

表-5.35 大山ダム建設後の貯水池の水質（保全対策あり）

項目		単位	ダム建設前	ダム建設後			
				保全対策なし	保全対策あり		
貯水池	水の濁り (SS)	5mg/L超過	日数	40.7	40.6	28.6	
		10mg/L超過	日数	20.9	9.1	9.8	
		25mg/L超過	日数	11.1	3.8	3.3	
	水温	ダム建設前に比べて放流水温が高い日数	日数	/	177.4	110.7	
		ダム建設前に比べて放流水温が低い日数	日数	/	1.8	2.6	
	富栄養化	クロロフィルa	mg/L	/	19.2	9.6	
		COD	75%値	mg/L	1.7	3.2	2.0
			平均値	mg/L	1.7	2.8	1.5
	溶存酸素濃度 (D0)	表層D0	mg/L	10.8	10.4	10.0	
		放流D0	mg/L	/	10.2	9.3	

- 注)・10 ヶ年平均による結果を示す。  
 ・水温の「ダム建設前に比べて放流水温が高い日数」は、放流水温が日々の10 ヶ年最大水温を上回る日数を示す。  
 ・水温の「ダム建設前に比べて放流水温が低い日数」は、放流水温が日々の10 ヶ年最小水温を下回る日数を示す。