

5. 調査、予測及び評価の結果

5.1 水環境（水質：土砂による水の濁り、水温、富栄養化、溶存酸素量）

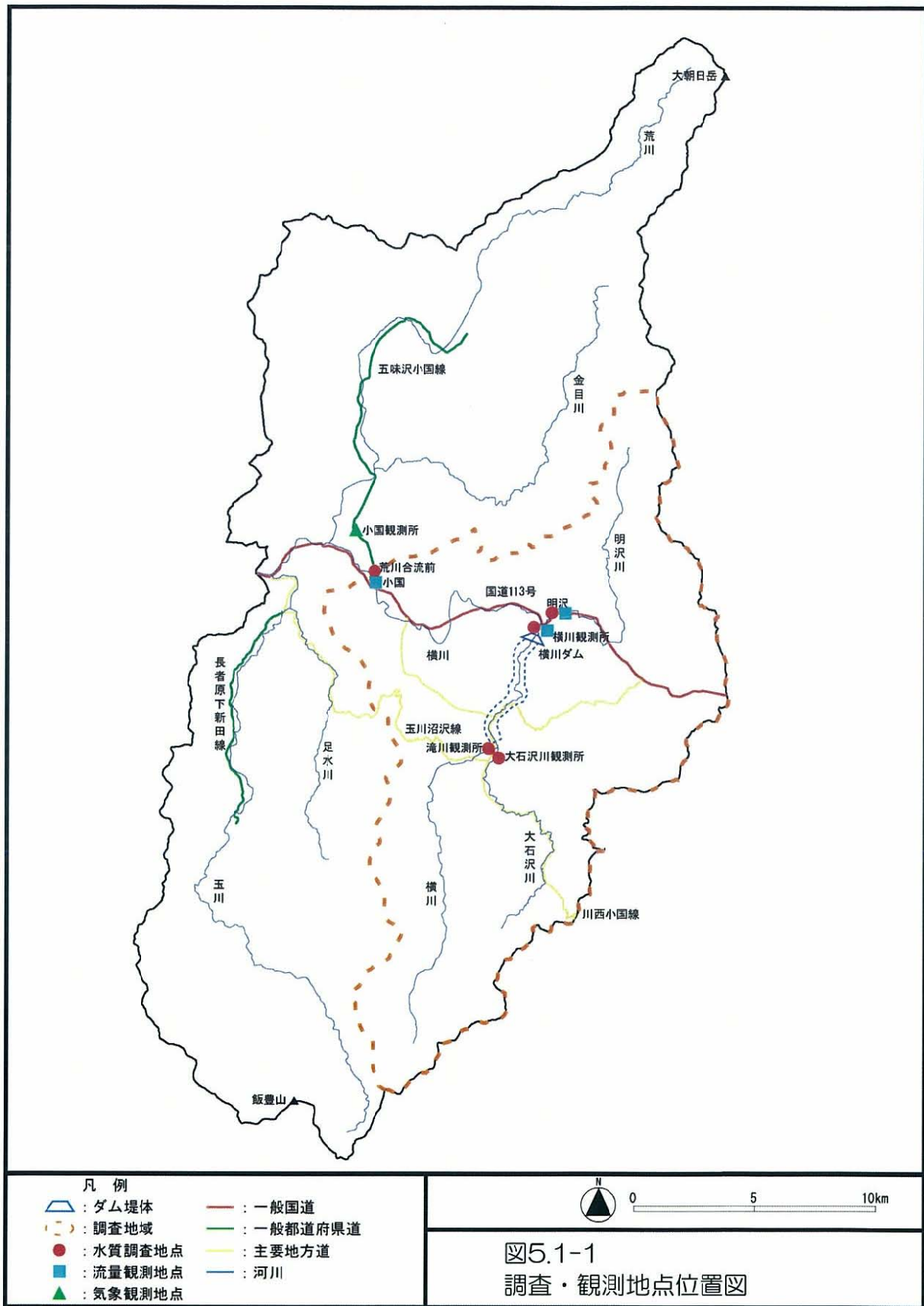
ダム完成後のダム貯水池内およびダム下流の河川での「土砂による水の濁り」、「水温」、「富栄養化」及び「溶存酸素量」の影響について、調査、予測及び評価を行いました。

(1) 調査手法

横川ダム周辺及び下流の水質状況の把握、ダム流入水質の推定のために昭和63年から、水質、水象、気象について、図 5.1-1の地点等で調査を実施しています。

表 5.1-1 調査手法

調査項目	調査方法	調査内容
水質の状況	現地調査 文献調査	山形県及び国土交通省が実施した調査結果から、横川ダム周辺及び下流の水質状況を把握しました。
水象(流量)の状況	現地調査 文献調査	東北電力及び国土交通省が実施した観測結果から横川の流況を把握しました。
気象の状況	文献調査	気象庁による観測結果から横川ダムにおける気象状況を把握しました。

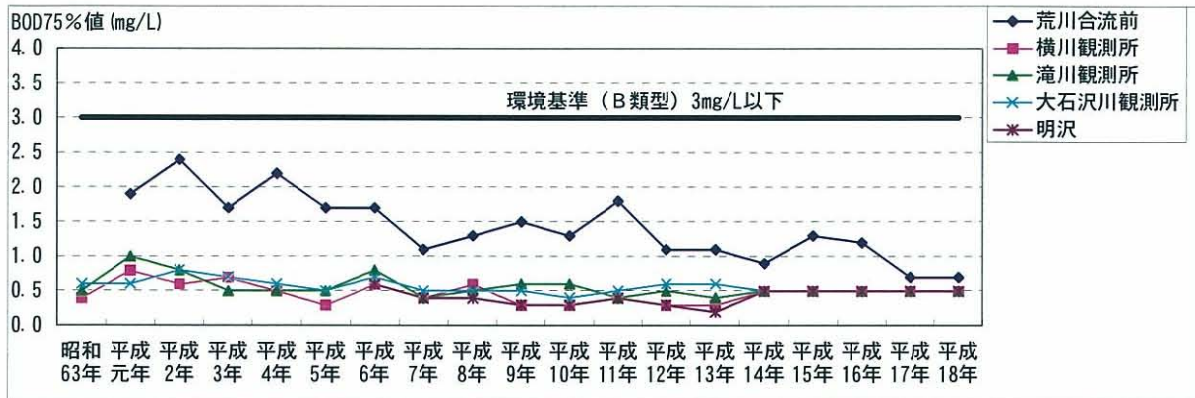


(2) 調査結果

横川は、環境基準河川B類型に指定されており、概ね環境基準を満足しています。

表 5.1-2 生活環境の保全に関する環境基準

項目類型	水素イオン濃度(pH)	生物化学的酸素要求量(BOD)	浮遊物質(SS) ^{*1}	溶存酸素量(DO) ^{*2}
B	6.5 以上 8.5 以下	3mg/L 以下	25mg/L 以下	5mg/L 以上

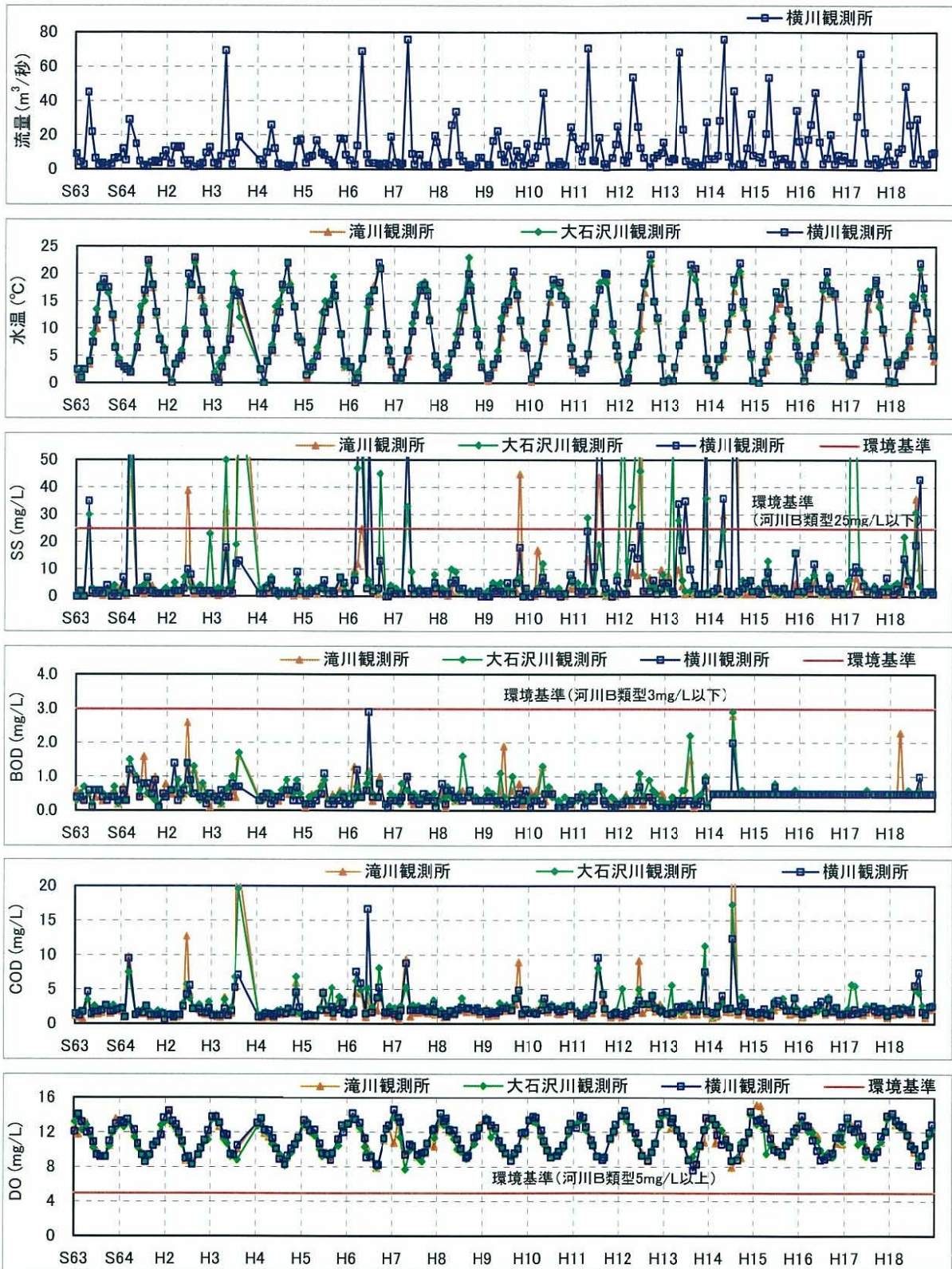


注) 大石沢川観測所(大石沢川)、明沢(明沢川)は、環境基準の設定はありません。

図 5.1-2 BOD75%値の経年変化

横川ダムの上流地点での調査結果は図 5.1-3、4のとおりです。水質については、流量が大きい場合を除き、環境基準を満足しています。なお、流量が大きい場合は降雨の影響により流域土壌の流出があり、これに由来するSS、BOD、CODが高くなるものと考えられます。

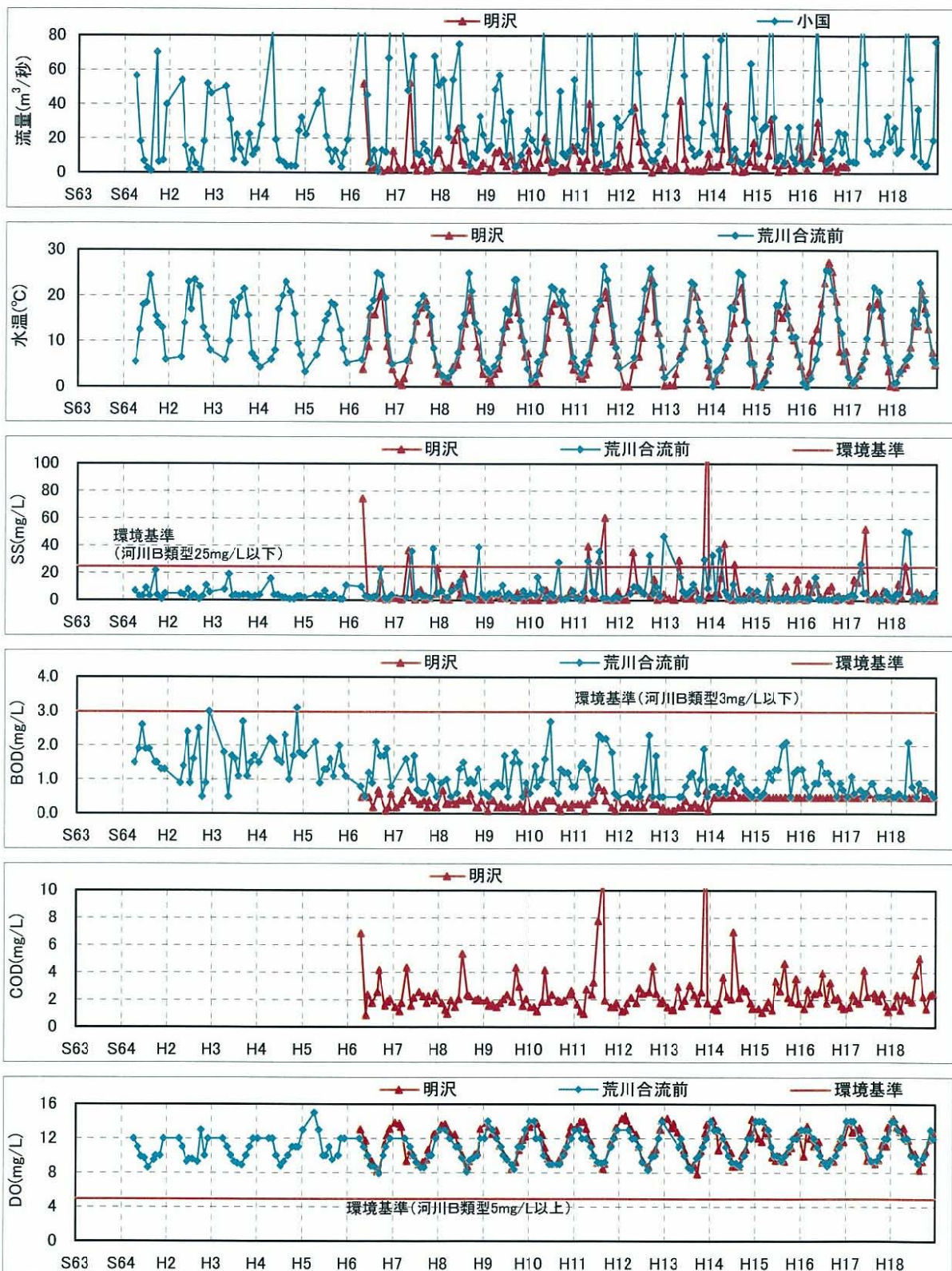
*1 S S: 水の濁りの原因となる水中に浮遊・懸濁している土壌などの量
 *2 D O: 水中に溶解している酸素ガスの量



注1) ここでは、定期（平常時）調査の結果を示しており、基本的に出水時のデータは含んでいません。

注2) 流量は、各観測所における日平均流量を示します。

図 5.1-3 横川ダムの流入河川（滝川観測所、大石沢川観測所）及びダム直下地点（横川観測所）の水質調査結果



注1) ここでは、定期（平常時）調査の結果を示しており、基本的に出水時のデータは含んでいません。

注2) 流量は、各観測所における日平均流量を示します。

図 5.1-4 横川ダムの下流地点（明沢、荒川合流前）の水質調査結果

(3) 予測手法

ダム供用後は、貯水池に河川水を貯留し、これを利用するため、貯水池内では水深、流速などが現状から大きく変化します。横川ダム貯水池の回転率*1は18回/年程度となり、比較的回転率が高いダムですが、貯水池は成層化*2し、貯水池内及びダム放流水の水温、水質が変化することが考えられるとともに、成層化された際には、底層の溶存酸素量（DO）低下が考えられます。

また、出水時には、ダムに流入するSS等の濃度が高くなり、これらが貯水池内に滞留することから、貯水池内やダム放流水の土砂による水の濁りが大きくなると考えられます。

さらに、図 5.1-5に示すポーレンワイダーモデル*3による簡易予測を行った結果、横川ダムは富栄養化現象の発生の可能性が低いと考えられますが、滞留時間、流入負荷量は年によって異なるため、富栄養化の予測が必要と考えられます。

以上のため、予測対象とする影響要因と環境影響の内容は表 5.1-3のとおりと考えました。

これらの影響を把握するため、ダム貯水池内とダム下流河川において水質予測を行いました。予測地域、予測地点を図 5.1-6に、予測手法の概要を表 5.1-4に示します。

表 5.1-3 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	土地又は工作物の存在及び供用時の土砂による水の濁り、水温、富栄養化及び溶存酸素量に係る水環境の変化

*1 回転率：年間流入量を貯水容量で割った値。年間に貯水池内の水が入れ換る回数の目安を示す。20回/年以下では成層が形成される可能性があります。

*2 成層化：春から夏にかけて貯水池の上層が温められ、上層に密度の小さい温かい水、下層には密度の大きい冷たい水が存在し、その密度差によって上層水と下層水が分離することです。

*3 ポーレンワイダーモデル：湖沼の水質と栄養塩負荷量・湖盆形態・水理学的条件等の統計的な関係から、湖沼の水質を概略的に予測するモデルです。

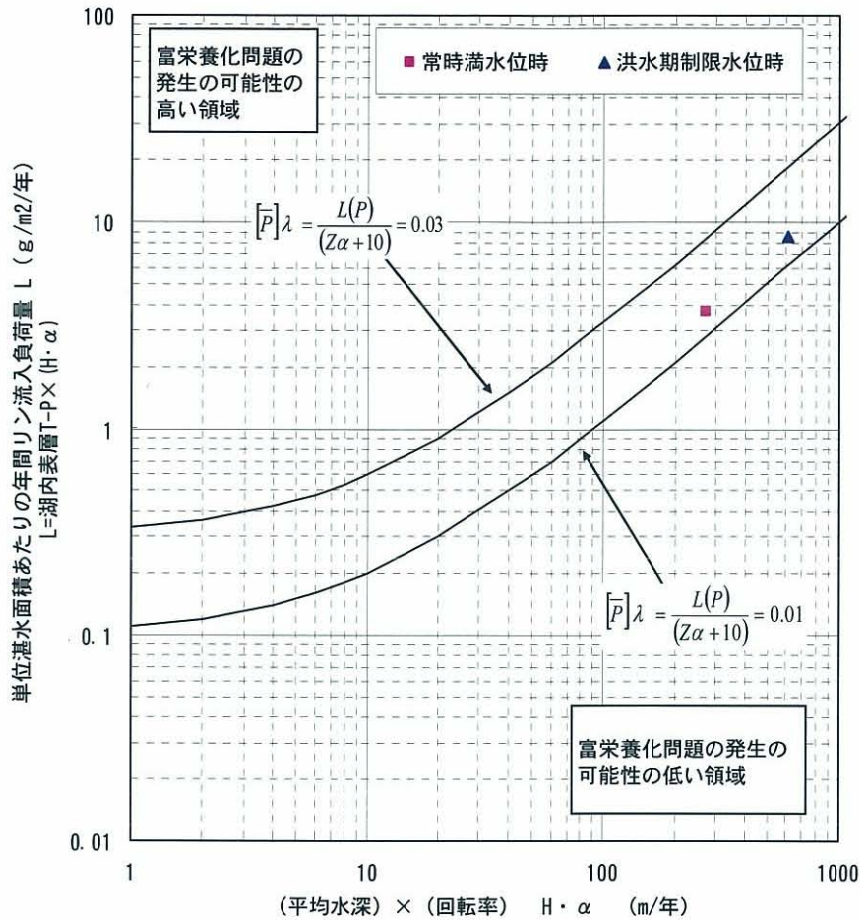
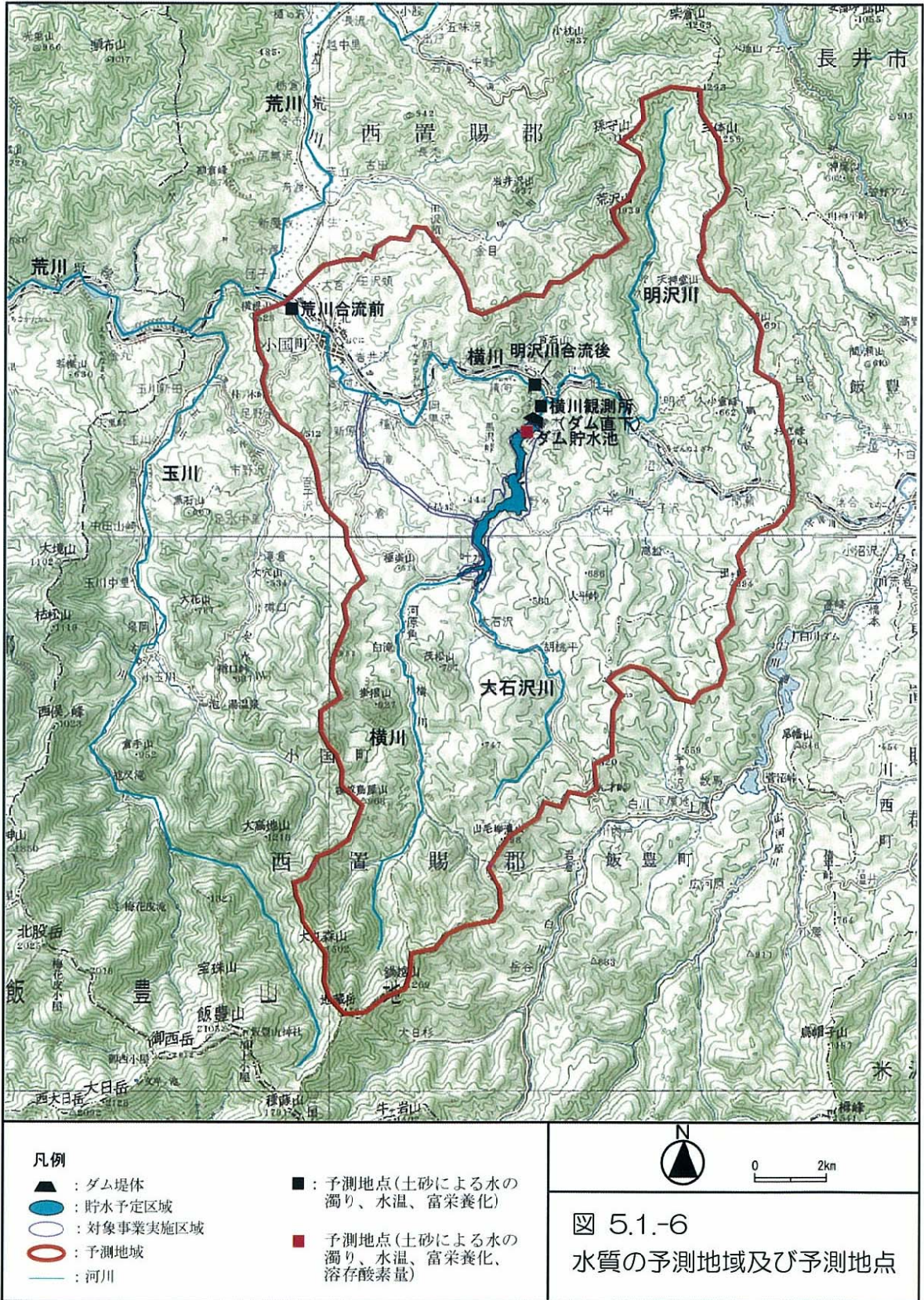


図 5.1-5 ボーレンワイダーモデルによる概略検討

表 5.1-4 予測手法の概要

	土砂による水の濁り	水温	富栄養化	溶存酸素量
予測の基本的な手法	貯水池水質予測計算(鉛直二次元モデル) 流下過程での希釈及び沈降を考慮した河川水質予測計算	貯水池水温予測計算(鉛直二次元モデル) 流下過程での輻射等を考慮した河川水温予測計算	貯水池水質予測計算(鉛直二次元モデル) 流下過程での希釈、沈降、分解等を考慮した河川水質予測計算	貯水池水質予測計算(鉛直二次元モデル)
予測地域	横川の荒川合流前地点上流域			
予測地点	ダム貯水池地点、ダム直下地点(横川観測所)、明沢川合流後地点、荒川合流前地点			ダム貯水池地点
予測対象時期等	ダムの供用が定常状態である試験湛水終了後の治水、利水面で安定的なダム管理が行われている時期			



貯水池内は、貯水池内の形状を図 5.1-7のようなメッシュ状に分割し、貯水池内部の流れ、水温、水質及び放流水の水温、水質を予測しています。予測する項目は、ダム完成後に変化が考えられるSS、水温、COD*1、窒素、リン、クロロフィルa*2、溶存酸素量（DO）です（表 5.1-5参照）。また、予測条件となるダムへの流入水質は、流入河川などで実施した平常時調査、出水時調査結果から流量と水質の相関関係を基に設定しています。

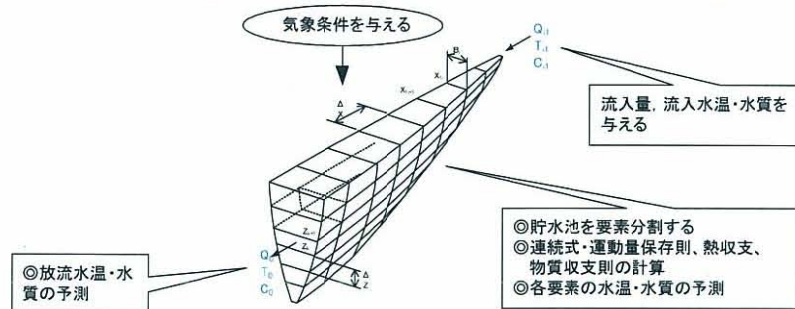


図 5.1-7 貯水池水質予測モデルの概念図

表 5.1-5 環境影響の内容と予測項目

	環境影響の内容	予測項目
ダム	土砂による水の濁り	SS
	水温	水温
	富栄養化	COD、窒素、リン、クロロフィル a
	溶存酸素量	溶存酸素量（DO）
下流河川	土砂による水の濁り	SS
	水温	水温
	富栄養化	BOD

下流河川は支川などの流入（図 5.1-8参照）による水温・水質の変化と、河川を流れる際の日射等による水温変化、懸濁物質の沈降、自浄作用による水質変化などを総合的に表したモデルにより予測しています。予測する項目は、ダム完成後に変化が考えられるSS、水温、BODです。また、予測条件となる流入河川や流域からの流入水質は、流入河川などで実施した平常時調査、出水時調査結果から流量と水質の相関関係を基に設定しています。

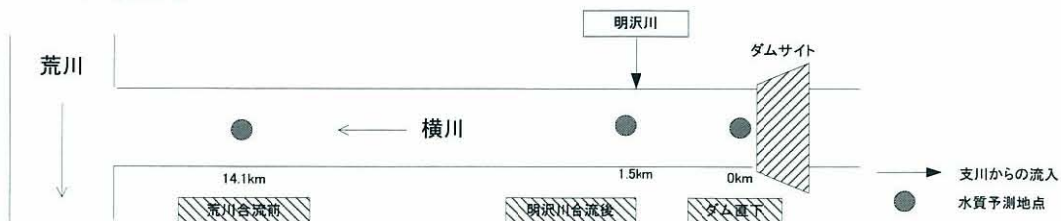


図 5.1-8 ダム下流河川水質予測モデルにおける支川の流入の状況

*1 C O D : 湖沼や海の水などに含まれる有機物や無機物を化学的に酸化するときに消費される酸素の量

*2 クロロフィルa : 葉緑素系色素の一つ。水中の植物プランクトン等に含まれており、測定値から水中の植物プランクトンの量を推定することができます。

(4) 予測結果

平成3年～平成12年*1の10カ年の気象、水文、ダム運用等の条件を用いて、ダムを供用した場合の様々な状況における、横川ダムおよび下流河川の水質を予測しました。

ここでは、平成3年～平成12年の予測結果のうち、平均的な流況である平成7年と、流量が少なかった平成4年（一般的に流量が少ない年は水質の悪化が想定されます。）の結果について、土砂による水の濁り、水温、富栄養化、溶存酸素量について予測結果を示します。なお、常に表層から取水することを想定しています。

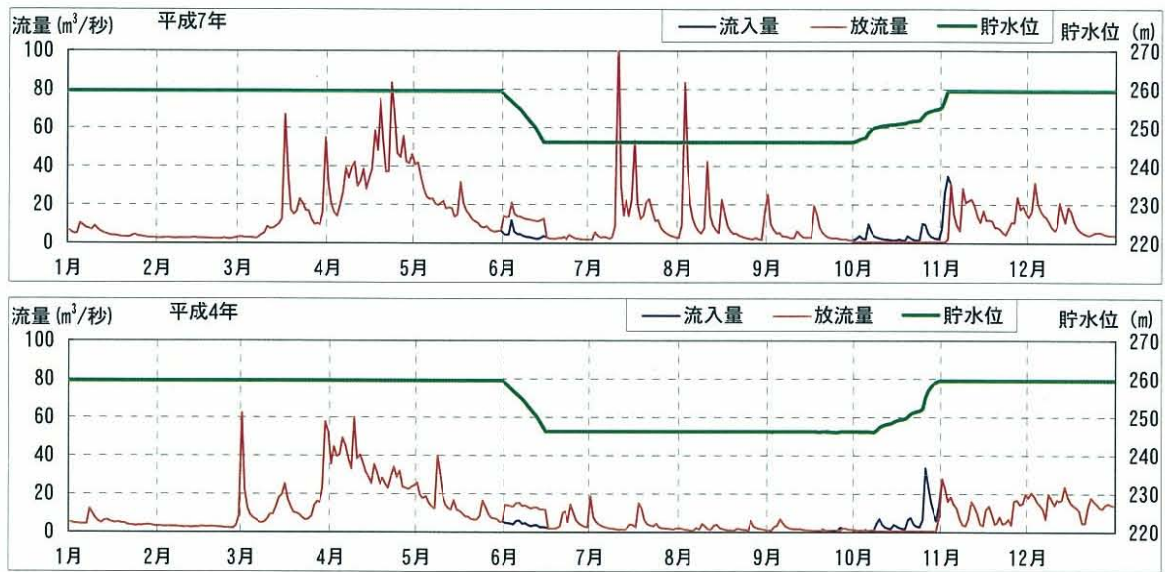


図 5.1-9 予測期間のダム貯水池運用状況

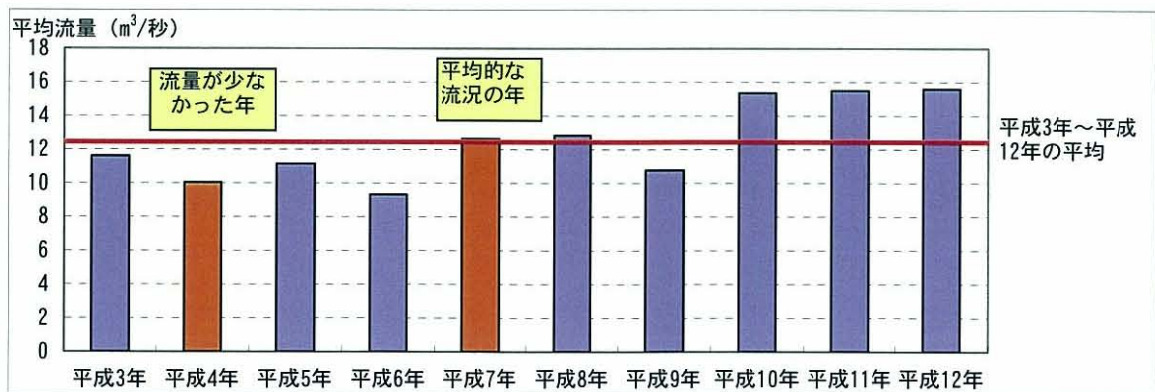


図 5.1-10 横川観測所の平成3年から平成12年の各年の平均流量

注) 平成6年については、明らかに観測異常値と見られる期間があったため、2番目に平均流量が少ない平成4年を「流量が少なかった年」として選定しました。

*1 平成13年以降の水質調査結果は、仮排水路及びダム本体工事等による影響が懸念されるため平成3～12年としました。

1) 土砂による水の濁り

ダム建設後のダム直下でのSSは、ダム建設前と比較して低い値となり、環境基準（河川B類型：25mg/L以下）を満足しない日数も少なくなると予測されます。

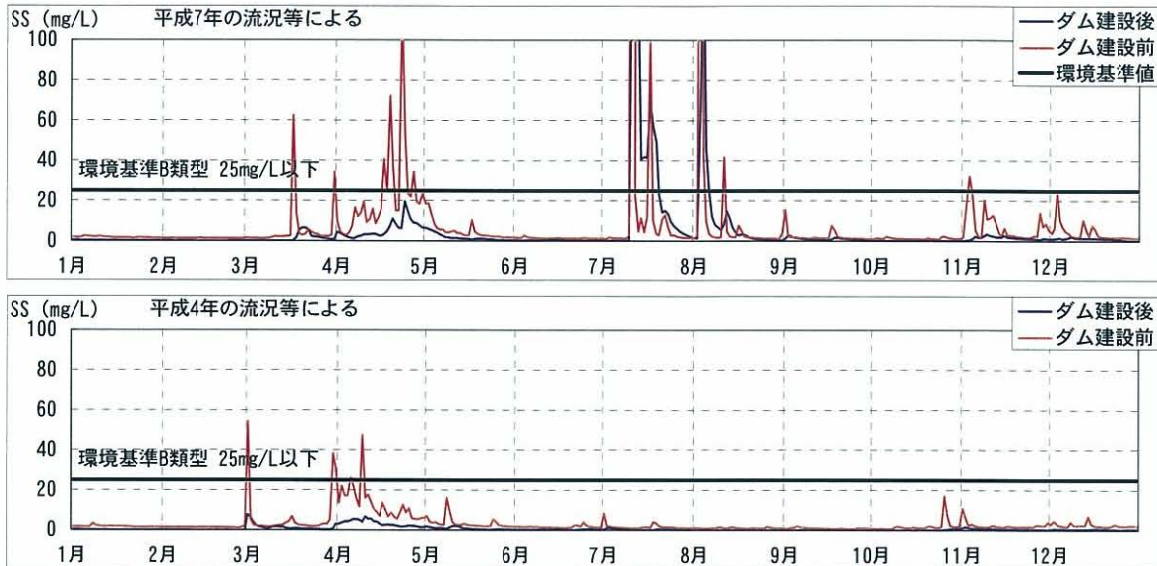


図 5.1-11 ダム直下でのSS予測結果

ダム建設後のダム下流河川のSSは、ダム建設前と比較してほぼ同程度か低い値となり、環境基準（河川B類型：25mg/L以下）を満足しない日数も少なくなると予測されます。

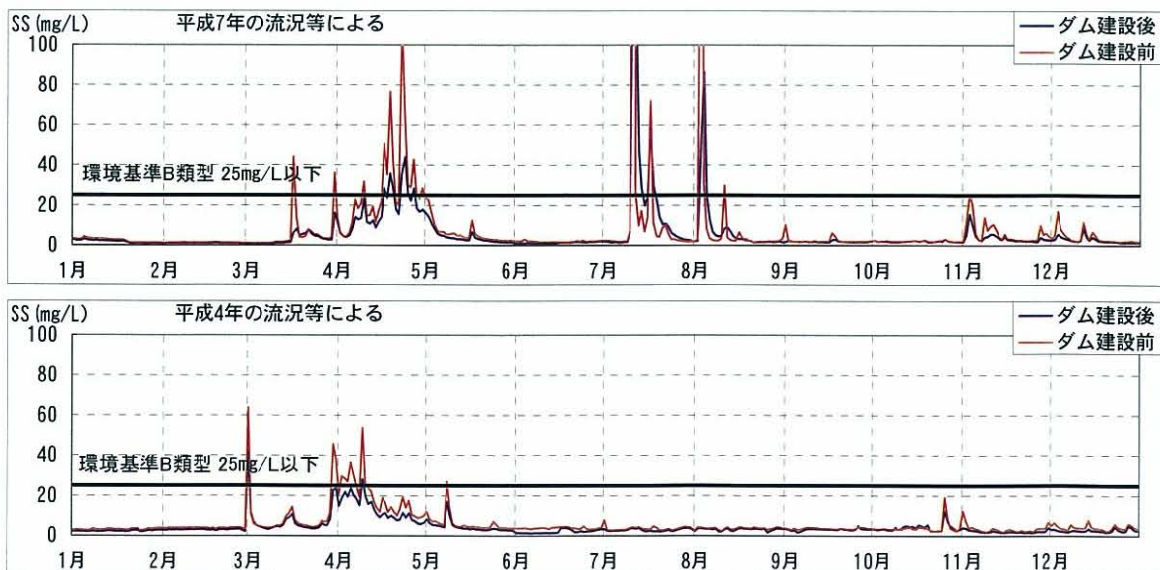


図 5.1-12 ダム下流河川でのSS予測結果（荒川合流前）

2) 水温

ダム建設後のダム直下での水温は、夏季～秋季にかけて、ダム建設前の10カ年変動幅を超えて水温が上昇する場合がありますと予測されます。

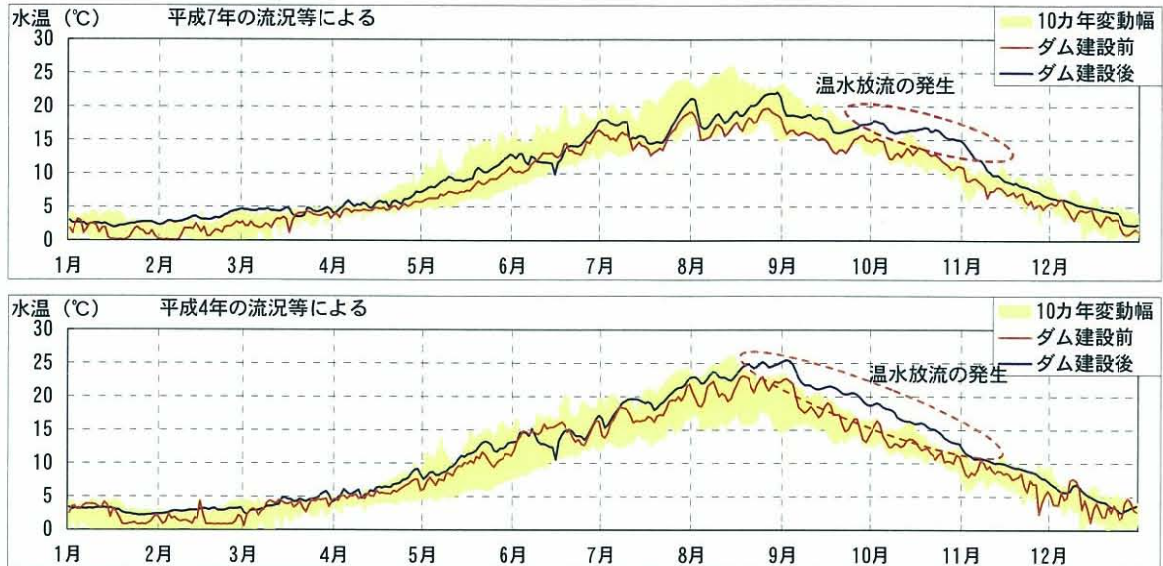


図 5.1-13 ダム直下での水温予測結果

ダム建設後のダム下流河川の水温は、ダム建設前と比較してほぼ同程度となると予測されます。

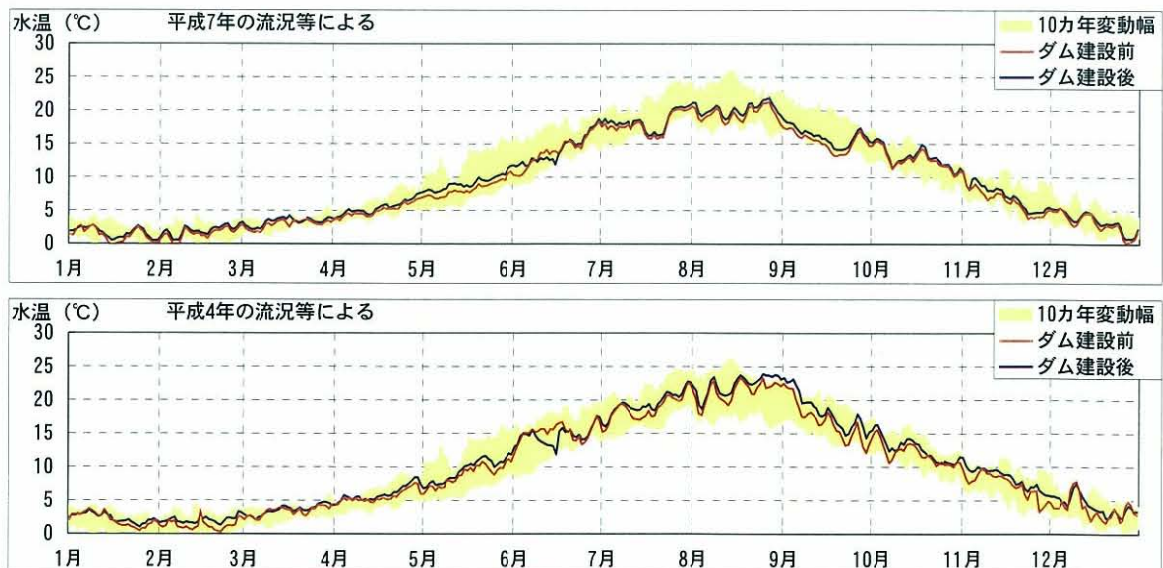


図 5.1-14 ダム下流河川での水温予測結果（荒川合流前）

3) 富栄養化

ダム建設後の貯水池表層のCODは、年平均値で2.0~2.4mg/L、年75%値で2.3~2.8mg/Lとなり、年75%値は、湖沼B類型*1の環境基準(5mg/L以下)を満足すると予測されます。

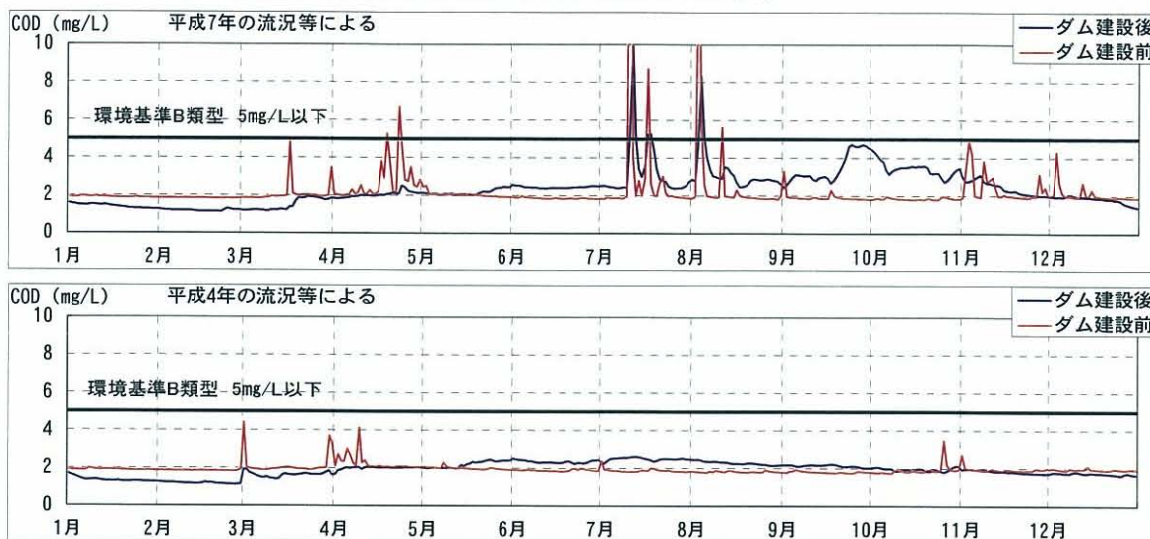


図 5.1-15 ダム貯水池（表層）でのCOD予測結果

ダム建設後の貯水池表層のクロロフィルaは年最大値で5~16 μ g/L、年平均値で2.1~3.0 μ g/Lであり、OECD*2の栄養状態の区分*3から横川ダムの貯水池は中栄養であると予測されます。

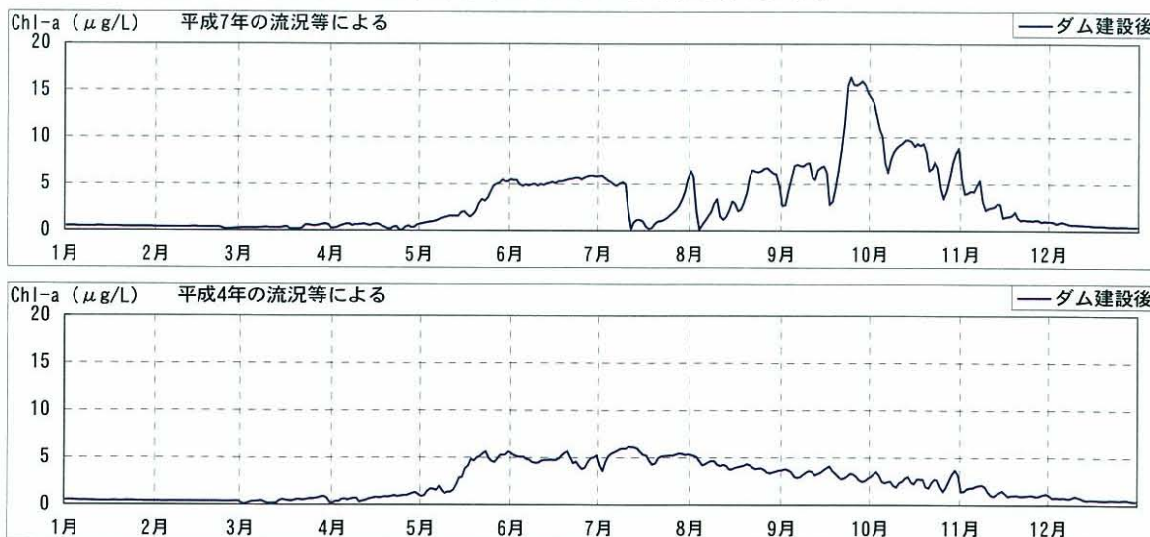


図 5.1-16 ダム貯水池（表層）でのクロロフィルa予測結果

*1 横川ダム貯水池は湖沼B類型に指定されてはいませんが、河川と同じ類型（B類型）を想定して基準値と比較を行いました。

*2 OECD：経済協力開発機構(Organization for Economic Co-operation and Development)

*3 OECDによる栄養状態の区分：富栄養：年最大25 μ g/L、年平均8 μ g/L以上
中栄養：年最大8~25 μ g/L、年平均2.5~8 μ g/L

資料：「(富栄養化防止のための) OECD陸水モニタリング協力計画 総合報告書(原案)」1980年

ダム建設後のダム下流河川のBODは、年平均値で0.8~1.4mg/L、年75%値は0.9~1.9mg/Lとなり、環境基準（河川B類型：3mg/L以下）を満足すると予測されます。

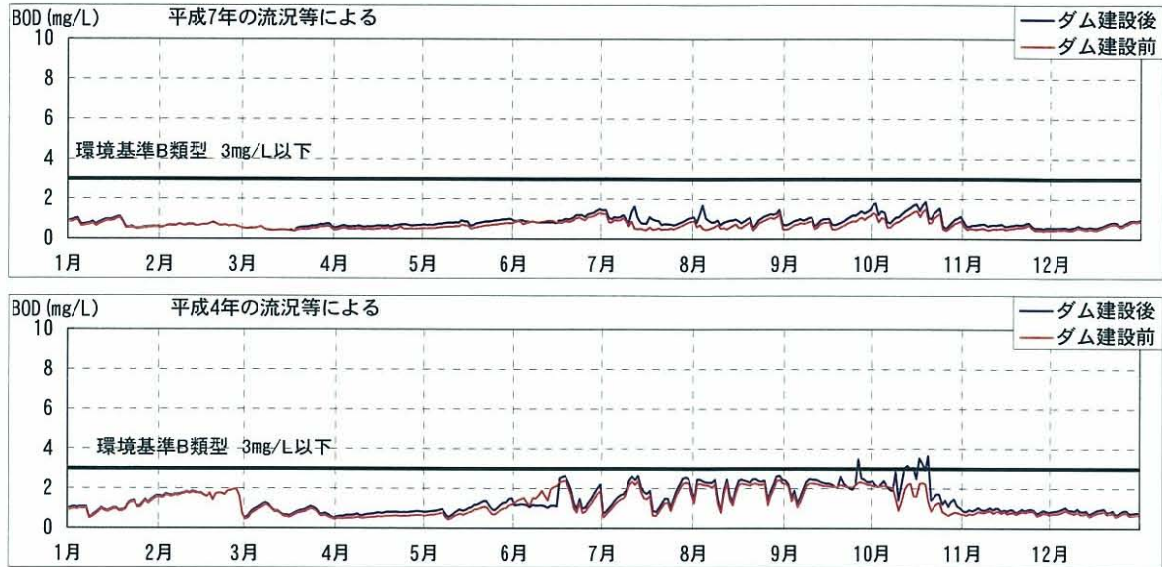


図 5.1-17 ダム下流河川でのBOD予測結果（荒川合流前）

4) 溶存酸素量

ダム建設後のダム貯水池表層のDOは、年平均値で10.4~10.9mg/Lとなり、年平均値は、環境基準（河川B類型：5mg/L以上）を満足すると予測されます。



図 5.1-18 ダム貯水池（表層）でのDO予測結果

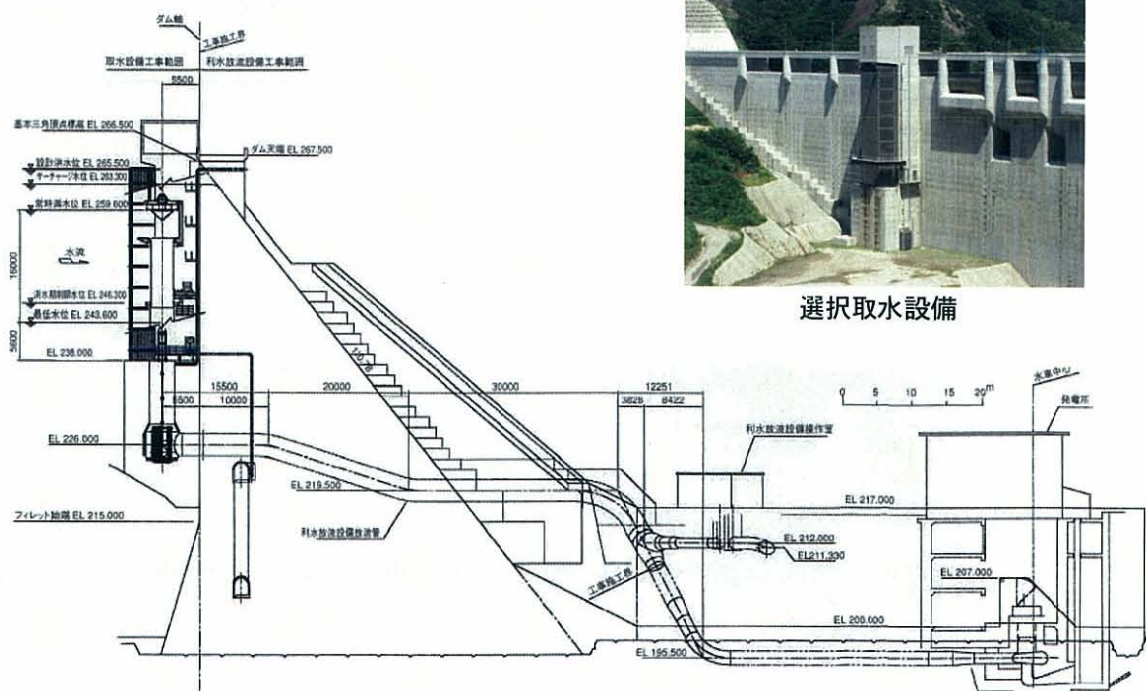
(5) 環境保全措置

予測の結果から、水温について、夏季～秋季にかけて、ダム建設前の10力年変動幅を超えて、水温が上昇する場合（温水放流）があると予測されました。

このため、水温について環境保全措置の検討を行い、環境影響の回避・低減を図ります。

表 5.1-6 環境保全措置の内容

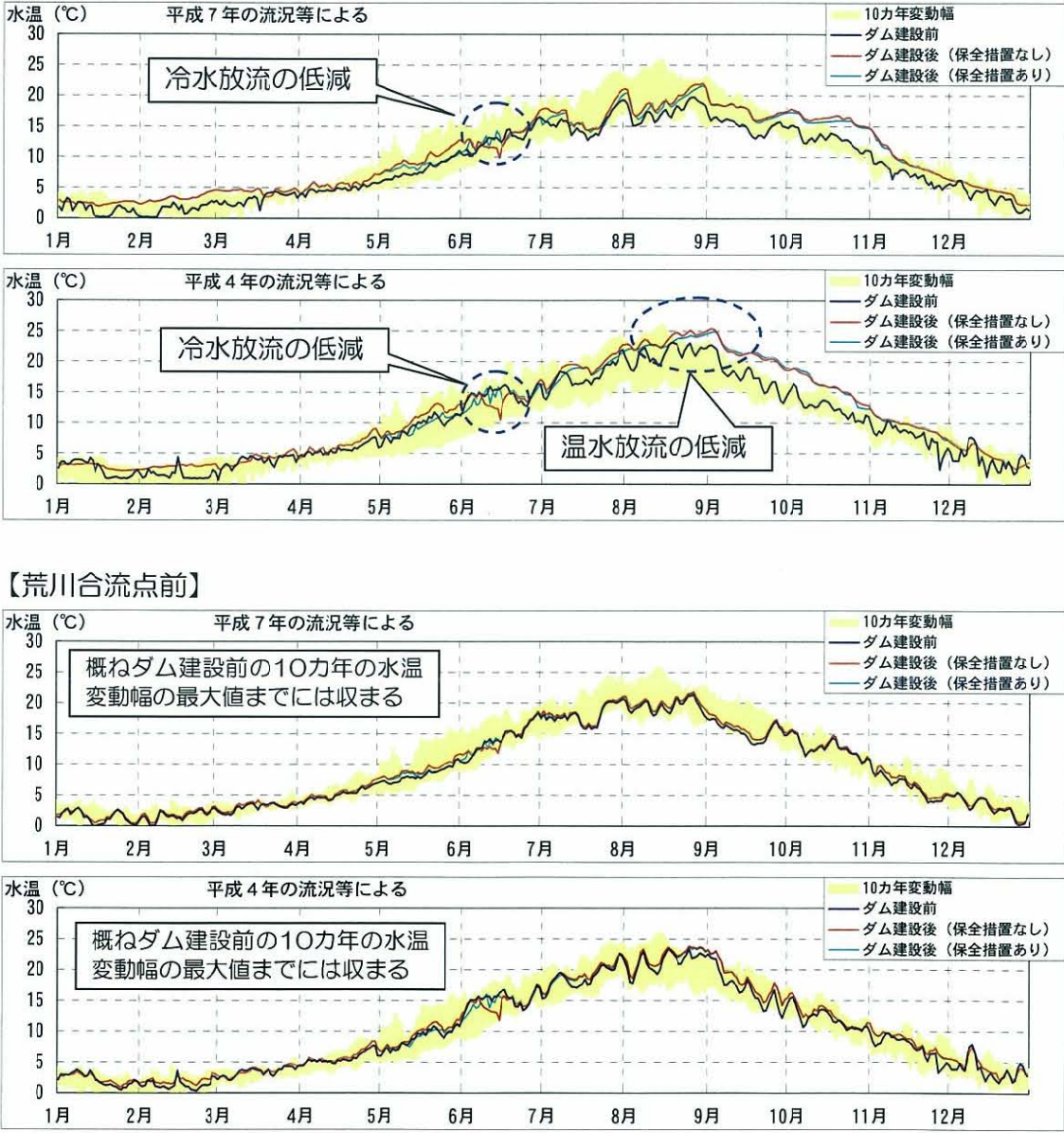
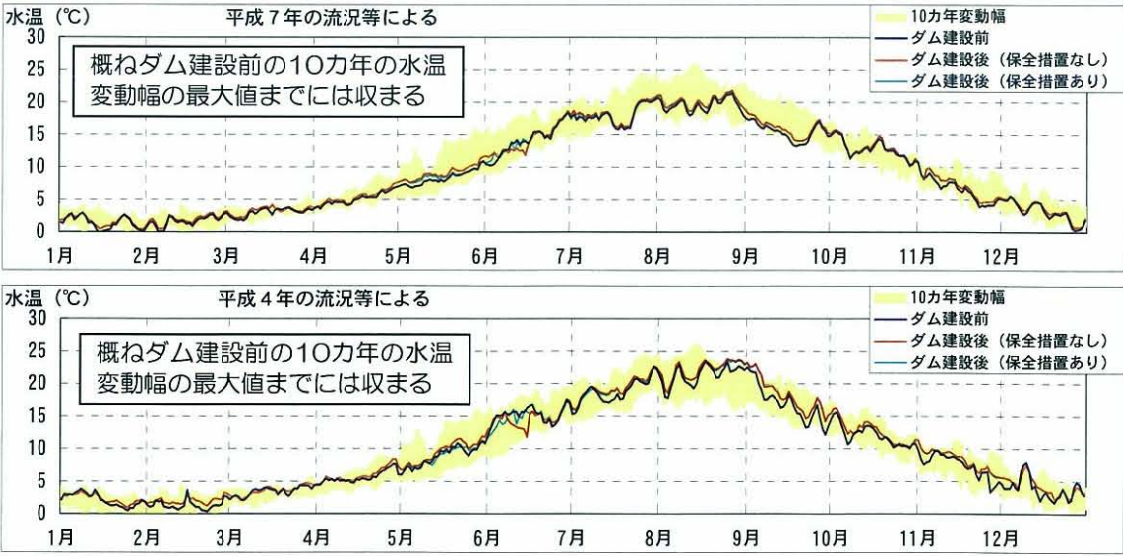
項目	環境保全措置
水温	<p>夏季～秋季に、選択取水設備を適切に運用（できるだけダム建設前の水温に近い位置から取水）することにより、温水放流の低減を図ります。</p> <p>併せて、6月上旬からの水位低下時の冷水放流の傾向が見られる時期にも、選択取水設備を適切に運用することにより、冷水放流の低減を図ります。</p>



選択取水設備

図 5.1-19 選択取水設備

表 5.1-7 環境保全措置の検討結果

予測項目	予測結果
水温	<p>選択取水設備の運用を適切に行うことにより、夏季～秋季では、ダム直下地点（横川観測所）の放流水温は、0.7℃程度（10カ年の7月、8月の水温上昇の低減効果の平均値）低下し、水温の上昇が低減されると予測されます。また、6月上旬については、放流水温はダム建設前の水温と、ほぼ同程度となっており、水温の低下が低減されると予測されます。</p> <p>【ダム直下】</p>  <p>【荒川合流点前】</p> 
土砂による水の濁り 富栄養化 溶存酸素量	<p>選択取水設備の運用に伴う他の水質の変化（例えば、水温ができるだけ低い位置である下層から取水したときの水の濁りの上昇等）は小さいと予測されます。</p>

(6) その他の配慮事項

選択取水設備の運用については、水温、濁度及びDOの自動観測を行うことにより、その効果の監視のためのモニタリング調査を実施します。また、そのモニタリング調査結果を踏まえ、水温に加えて、土砂による水の濁り及びDOを考慮した運用を実施することにより、環境影響の一層の低減を図ります。

(7) 評価の結果

水質については、土砂による水の濁り、水温、富栄養化及び溶存酸素量について調査、予測を行い、その結果を踏まえ、環境保全措置及びその他の配慮事項の検討を行い、水質への影響を低減することとしました。

以上のことから、水質に係る環境影響が事業者の実行可能な範囲内で行える限り回避・低減されていると判断しています。