

大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会
第 6 回 安威川ダム環境改善放流検討部会

水質予測検討について

平成 28 年 11 月 10 日(木)

大 阪 府

■本日の部会での審議内容

環境改善放流を踏まえた水質予測計算を実施し、貯水池内及びダム下流河川の水環境に対する適切な保全措置を検討する。

(今年度の検討内容)

- ・ 環境改善放流を踏まえた水質保全の検討方針 → 本部会で検討（審議事項Ⅱ，Ⅲ）
- ・ 水質の影響検討 → 本部会で中間報告（審議事項Ⅲ，Ⅳ）
- ・ 保全措置の内容 → 次回の部会で検討

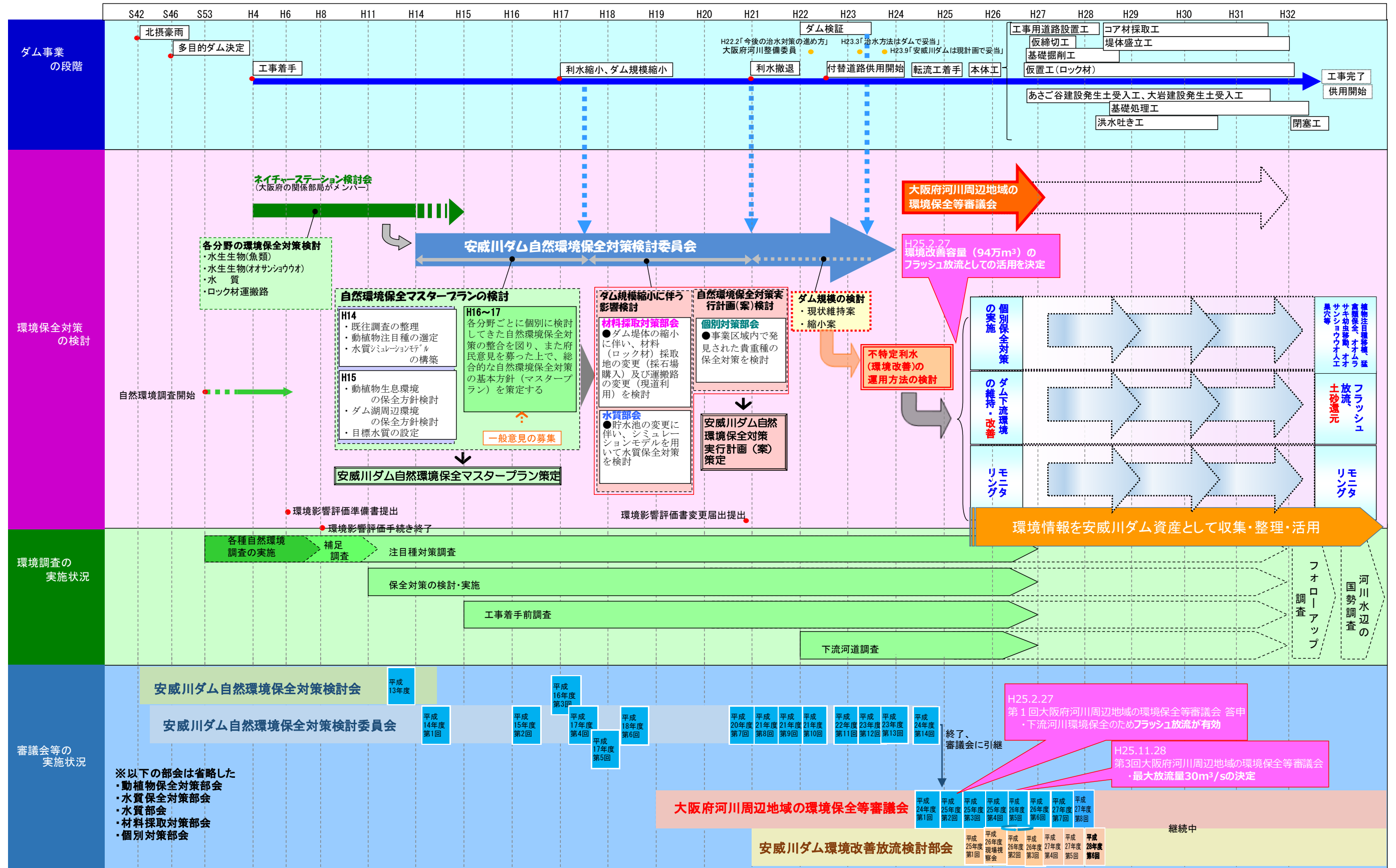
	今回審議事項	お伺いしたいこと
I	○前回審議会指摘事項の対応方針の確認	○前回審議会指摘事項の対応方針は適切か
II	○既往検討の概要及び環境改善放流に伴う与条件の変更	(説明事項：既往検討からの変更点の確認)
III	○対策の目安となる水質、水温の設定	○検討方針、検討項目、検討手法は適切か
IV	○検証ダムの検討結果	○検証結果は適切か
V	○安威川ダムでのシミュレーション	○シミュレーションの方向性は妥当か

■目 次

1. 安威川ダム of 自然環境保全対策検討の主な経過及び既往の審議内容	資料-1
1.1 安威川ダム of 自然環境保全対策検討の主な経過	資料-1
1.2 これまでの「安威川ダム環境改善放流検討部会」の検討経過について	資料-2
2. 既往検討の概要及び環境改善放流に伴う与条件の変更	資料-5
2.1 検討経緯	資料-5
2.2 既往検討結果の概要	資料-5
2.3 環境改善放流による放流条件の変更（平成 27 年度までの検討内容）	資料-6
3. 水質保全方針	資料-7
4. 対策の目安となる水質、水温の設定	資料-8
5. 水質シミュレーションによる水質保全対策検討方針	資料-9
5.1 検討の流れ	資料-9
5.2 予測モデルの構築	資料-10
5.3 予測モデルの検証	資料-12
5.4 安威川ダム of 水質予測計算	資料-23
6. 今後の課題	資料-30

1. 安威川ダムの自然環境保全対策検討の主な経過及び既往の審議内容

1.1 安威川ダムの自然環境保全対策検討の主な経過



1.2 これまでの「安威川ダム環境改善放流検討部会」の検討経過について

平成 25 年 11 月 28 日の第 3 回大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会において「安威川ダム環境改善放流検討部会」の設立が承認されて以降について経緯と主な意見を以下に示す。

表 1-1 安威川ダム環境改善放流検討部会の検討経過 (1/2)

審議会・部会	開催日	提案内容	主な委員意見
安威川ダム環境改善放流検討部会の準備会	平成 26 年 1 月 8 日	1. 設立趣意の確認 2. 安威川ダムの環境改善放流の目的、到達点の共通認識 3. 今取り掛かるべき内容の確認 4. 検討スケジュールの確認	(安威川ダムの環境改善放流の目的、到達点の共通認識について) ○目的を低水路の河床管理に絞ったかどうか。 (取り掛かるべき内容の確認について) ○流量規模によってどの程度の土砂までが動くのか、土砂階層構造を整理しておく必要がある。 ○安威川の今の状況が本当に望ましいのか、目指すべき到達点として妥当なのか、まずそこを明確にしておく必要がある。 ○土砂収支の 50 年間予測結果をみると、年 100m ³ 程度の土砂が減る計算である。 土砂還元については、その量を補うという考え方が良い。 ○夏場に貯水池内が成層している時、放流水が流入水と比べて冷水化していないかという視点が大事。 ○取水口の位置の違いに応じた放流水質の予測結果を整理し、それぞれの特性を示していただきたい。
第 1 回 安威川ダム環境改善放流検討部会	平成 26 年 2 月 24 日	1. 環境改善放流計画 1.1 環境改善放流計画の当初案 1.2 濁水時の対応 2. モニタリング調査計画 2.1 モニタリング調査項目 2.2 調査計画の策定へ向けて	(環境改善放流計画) ○環境改善放流を月 1 回決まった日に実施することは現実的である。住民への周知においても良い。 (モニタリング計画) ○環境改善放流時期と生物のライフサイクルが合うかどうか留意する必要がある。 ○魚種ごとの確認位置だけではなく、確認頻度についても整理する方が良い。 ○魚類の産卵環境が安威川のどこにあるかの現地調査を始めて、ターゲットが見つかり次第モニタリングしていくことが重要である。 ○糸状緑藻類の剥離に有効な手法として土砂還元の適正粒径等や掃流力といった知見の情報を集めていく必要がある。 ○放流時期、放流頻度の検討にあたり、自然出水も考慮した検討もしておいた方がよい。 (取水標高) ○環境改善放流する D0 については、5mg/L 以下であっても放水される瞬間に曝気されるので問題は少ないと思われる。
第 4 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会	平成 26 年 3 月 13 日	1. 第 1 回安威川ダム環境改善放流検討部会の状況について 2. 安威川ダムの工事等における環境保全対策について	○生物は季節によって反応が異なるので、放流の時期が重要である。 ○何をターゲットにするかを明確にしなければ、すれちがいが起こる。 ○指標性のある種でモニタリングを行ない、生息のために必要な条件を明確にして、将来目標を立てる必要がある。
安威川ダム環境改善放流検討部会に関する現場視察会	平成 26 年 5 月 20 日	1. 環境改善放流検討に向けたモニタリング調査策定の流れ 2. 環境改善放流等の効果を確認するための調査項目 2.1 基本的な考え方 2.2 下流河川環境の主な変化とその対策案 2.3 モニタリング調査計画の策定 2.4 調査代表地点について 2.5 指標種について 3. モニタリング調査箇所(河川域情報マップ)	(環境改善放流に係るモニタリング計画について) ○河川の物理環境調査は、生息場の水深変動性に留意し、実施時期に幅を持たせるべきである。 ○典型的な産卵場や生息場を示すようなデータが収集できるように、スケッチ等、瀬・淵、河床材料の分布を把握することも必要。 ○底生動物の解析に当たっては、モニタリング計画で挙げられているような生活型別といった粗めの指標を用いることで良い。 ○一定の調査範囲の中の適正な場所で調査を実施することが重要である。 ○指標種の魚類 3 種は、4～7 月に産卵行動を起こす種が挙がっており、11 月は繁殖期外のため、動きが鈍く目に付きにくく調査時期としては適切ではない。むしろ、繁殖期となる 4～7 月には餌を良く食べ活発に動くため、目に付きやすく調査時期として適切と考える。 ○河床材料については、土砂還元を実施しなければ、(ダム供用後は)圧倒的に砂分が減ってしまうだろう。その行方をどのように追跡していくか、時間軸を見据えた対応戦略を立てていく必要がある。 (モニタリング調査地点の確認) ○是推橋地点は、河床が根固めで固定され単調となっているため、モニタリング地点とはせず、流況による河床変動が大きいと考えられる長ヶ橋地点をモニタリング地点とする方が良い。 (意見支援) ○工事の影響や、ダム供用後の影響、土砂還元の効果を見るのに濁りは分かりやすい指標であり、ダム上流、ダム貯水池内、ダム下流の 3 地点に濁度計を設置することが必要である。
第 5 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会	平成 26 年 7 月 2 日	1. 安威川ダム本体工事における環境保全の取り組みについて 2. 安威川ダム環境改善放流検討部会に関する現場視察会の状況について	安威川ダム環境改善放流検討部会に関する現場視察会実施の報告のみで、議題とはされていない。

表 1-1 安威川ダム環境改善放流検討部会の検討経過 (2/2)

審議会・部会	開催日	提案内容	主な委員意見
第 2 回 安威川ダム環境改善放流検討部会	平成 26 年 10 月 27 日	1. 環境改善放流計画の具体化について 2. 土砂還元計画について 3. モニタリング計画について	(環境改善放流計画について) ○従来の最大 30m ³ /s を規定どおり流すのではなく、目的に応じて中小出水の持つ機能もレビューしながら、放流の仕方について今後整理する。そのためには物理環境(流速、土砂移動)変化や、貯水池の水質変化にともない、どんな生物が生息できるのかを検討する。 (土砂還元計画について) ○どんな粒径の土砂が、どんな出水の時に動くのか、ダムができるとう変わるのかを明らかにすべきである。 (モニタリング計画について) ○ BACI デザインでは、ダム直下流に注目して設定すべきである。 ○ダム建設後発生頻度が大きく低下する 5 月頃の出水が、現状でどのような役割を果たしているのかについて知見が不十分である。特に植物の発芽に対する影響等の把握が必要である。 ○糸状藻類のデータについて整理する必要がある。
第 3 回 安威川ダム環境改善放流検討部会	平成 27 年 1 月 13 日	1. 環境改善放流計画の具体化について 2. 土砂還元計画について 3. 環境改善放流に関するダム運用計画の検討について 4. モニタリング結果について	○ゴールは環境改善放流計画を操作規則に盛り込むことである。 ○検討事項・項目への意見として、放流ピークの時期、ヤナギ・糸状藻類の繁茂の現状把握、濁水でも環境改善放流が可能かどうかを確認すること。 ○放流波形とピーク継続時間の検討、それらを利水計算に反映させること、について協議された。それらの検討を引き続き行うこと。 ○放流計画全体の工程を確定すること。 ○自然出水時の調査やマルチコプターの活用を含めて、年次計画のフローを作成すること。 ○試験施工は 4~5 月になるので、事前に個別協議を行なうこと。 ○50m ³ 一律に置土してフラッシュするのか、河床変動の議論が必要。 ○土砂還元と環境改善放流は操作規則上別のこと。土砂還元はもう少し時間を掛けて議論して良い。
第 6 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会	平成 27 年 2 月 5 日	1. 安威川ダム環境改善放流検討部会の検討内容について 2. 平成 26 年度の安威川ダム環境対策の取り組み状況について 3. 保全措置(実行計画)の再確認について 4. 平成 27 年度工事予定内容と環境保全対策(工事内対応)について	○モニタリングの対照区については、元々の水質環境の相違を認識しておくこと。 ○環境改善放流による生息環境の改善目標については、指標種の生息環境の維持等、具体的に示す必要がある。 ○放流量の設定の考え方を明確にすること。 ○ダム下流河川の環境改善を環境改善放流だけに頼るのではなく、長期的な取り組みとして、関係機関との連携等を検討すべきである。
第 7 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会	平成 27 年 9 月 28 日	1. 今年度の調査、保全等の実施計画について 2. 「安威川ダム自然環境保全対策実行計画(案)[平成 21 年度版]」の更新方針について 3. 周辺開発事業者による猛禽類の調査結果と解析・検討計画(案)	○環境改善放流と水質のシミュレーションは相互に関係する。急激なドローダウンでは水温、濁質の変化の可能性があり、チェックは必要。水質見合いで放流量の調整等は検討しているのか。 ○環境改善放流に関してダム下流へ供給する土砂は、古田井堰から採取する可能性がある。土砂採取と魚類の保全との両立を図る必要がある。
第 4 回 安威川ダム環境改善放流検討部会	平成 27 年 10 月 26 日	1. 実際の流況データに基づく環境改善放流実施状況について 2. 環境改善放流計画の見直し方針について 3. 環境改善放流を考慮した河床変動計算結果について 4. 土砂還元検討方針について 5. 実際の流況データに基づく環境改善放流とダム貯水量の計算結果について 6. 試験施工及びモニタリング結果の中間報告について	○置土砂が流れるかどうかの検討に、何が不足しているのか明確にする必要がある ○20m ³ /s~30m ³ /s 程度の自然出水で、何が変化したのか、調査結果を重ね合わせて検討する必要がある。 ○産卵環境は重要な場であり、調査で構造等を明らかにすることが望ましい。 ○土砂採取場所となる貯水池上流部の検討を進める必要がある。
第 8 回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会	平成 28 年 2 月 4 日	1. 安威川ダム環境改善放流検討部会の検討内容について 2. 平成 27 年度安威川ダム環境対策の取り組み状況について 3. 安威川ダム自然環境保全対策実行計画(案)の改定について 4. 平成 28 年度工事予定内容と環境保全対策(工事内対応)について	○ダム下流の河床高の変化について、ダムなし、ダムあり等で生じる現象の説明をわかりやすくすること。 ○試験施工では想定した流量での環境データの取得に努められたい。 ○水生生物の生息場所は、局所的に集中することがある。土砂採取により河床を攪乱する際には、適宜、調査を行い、重要な種の生息場となっていないか確認すること。

表 1-2 第 5 回安威川ダム環境改善放流検討部会（平成 28 年 1 月 22 日） 主な委員意見と対応結果

出席委員 : 角委員長、養父委員、森下委員（欠席：神田委員）

	主な意見	回答・対応方針
	<環境改善放流及び土砂還元計画について>	
①	・ 一般の方が理解しやすいように丁寧な説明が必要	<ul style="list-style-type: none"> 環境改善放流及び土砂還元計画については、試験施工による自然出水での検証結果を加味し更新する中で、安威川の河道特性や段階毎の検討条件などについて、丁寧な説明資料を作成していく。
②	・ 検討条件についてはダムなし→ダムあり→ダムあり（環境改善放流）→ダムあり（環境改善放流+土砂還元）の 4 パターンを比較し、各々の結果がどのように違うのか丁寧な説明が必要	
③	・ ダムなしで下流の河床に土砂が堆積することや、ダムありで河床が低下するといった現象、また、各々の土砂量の意味をどのように解釈しているのか、丁寧な説明が必要	
④	・ 横断構造物によって下流に流された魚類が遡上できない可能性がある。環境改善の効果を高めるためにも、河道の連続性の確保が重要という認識が必要	
⑤	・ 効率的に土砂を貯め、採取する計画にすることがコスト縮減につながる。採取候補地にインターバルカメラを設置し、土砂の動態を把握することで、効率的に採取できる条件を調べる等、情報を整備し、土砂採取の方法は引き続き検討が必要	
	<モニタリング計画について>	
⑥	・ ゲンジホタル調査を行うなら、カワニナにも着目した調査を行うとよい。また、仔稚魚はサイズも示してほしい。	<ul style="list-style-type: none"> 種間関係を考慮した調査、保全策の検討を行う。仔稚魚の体長について、調査時に記録する。
⑦	・ 流量と底生動物の生活型と関連づけるのは難しい。個体数の変化を解析する方が、流量と底生動物の生息状況の関係が分かりやすい	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング調査結果について、流況と個体数の変化等との関連性について検討する。
⑧	・ 付着藻類のグラフと写真を見ると、出水後は剥離されるが数日で繁茂している。付着藻類は、一時的な出水の効果を評価する指標として適していない。日平均や累積的な流量で評価した方がよい。	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング調査結果について、付着藻類の回復速度を考慮して分析・検討を行う。
⑨	・ 安威川の付着藻類は、写真から判断すると糸状藻類よりも珪藻が多いと考えられる。カワシオグサ等の糸状藻類は固着して剥離には相当な流量が必要であり、環境改善放流での対応は現実的ではない可能性がある。安威川における環境改善放流のターゲットは、糸状藻類よりも珪藻が適している。	<ul style="list-style-type: none"> モニタリング調査結果について、珪藻類を指標とした分析・検討を行う。
⑩	・ 産卵環境の調査では、水質、流速、河床の状態など再現性のあるデータにする必要がある。河川環境情報図で示されている、推定した産卵環境について調査するとよい。	<ul style="list-style-type: none"> 産卵環境の調査において河床等の物理的な情報を把握する。
⑪	・ 産卵環境の保全を検討するうえで、物理環境の解析結果を活用出来るのではないか。また、影響を受けやすい瀬などの分布を把握することで、対策箇所の絞込みができる。	<ul style="list-style-type: none"> 物理環境の解析結果や瀬の分布状況について、産卵環境の保全の検討に反映する。
⑫	・ 魚類以外の重要種（ヤゴの仲間等）の生息環境の保全も考えるべき。	<ul style="list-style-type: none"> 河川環境の保全の検討にあたり、魚類以外の水生生物の生息環境についても対象とする。
<p>(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 自然出水で、環境改善放流計画の検証につながるモニタリング調査を継続する。 環境改善放流や土砂還元計画について、対外的に丁寧な説明を行っていく必要がある。 河道の連続性など、流量や土砂量以外での環境保全の検討が必要である。 		

2. 既往検討の概要及び環境改善放流に伴う与条件の変更

2.1 検討経緯

- 安威川ダムでは、平成8年に大阪府条例に基づく環境影響評価の手続きを実施している。
- その後、平成18～19年度に新規開発容量の縮小に伴う事業計画変更時に、水質予測及び保全対策の検討を行った（以下「既往検討」という）。
- 平成26年からは、新規開発容量を環境改善容量として位置付け、環境改善放流の計画を引き続き検討している。
- 今回の検討では、環境改善放流計画を踏まえた水質予測計算を実施し、貯水池内及びダム下流河川の水環境に対する適切な保全措置を検討する。

(1) 安威川ダム

変更前(環境影響評価書提出時)	変更後	変更の有無
形式:ロックフィルダム	形式:ロックフィルダム	無し
堤高:82.5m	堤高:76.5m	有り
堤頂長:368.5m	堤頂長:337.5m	有り

(2) 貯水池

変更前(環境影響評価書提出時)	変更後	変更の有無
総貯水容量 22,900 千 m ³	総貯水容量 18,000 千 m ³	有り
湛水面積 約 92.4ha (サーチャージ水位(EL.130.6m)時)	湛水面積 約 81ha (サーチャージ水位 EL.125.0m 時)	有り
湛水面積 約 53ha (常時満水位(EL.111.3m)時)	湛水面積 約 34ha (常時満水位(EL.99.4m)時)	有り

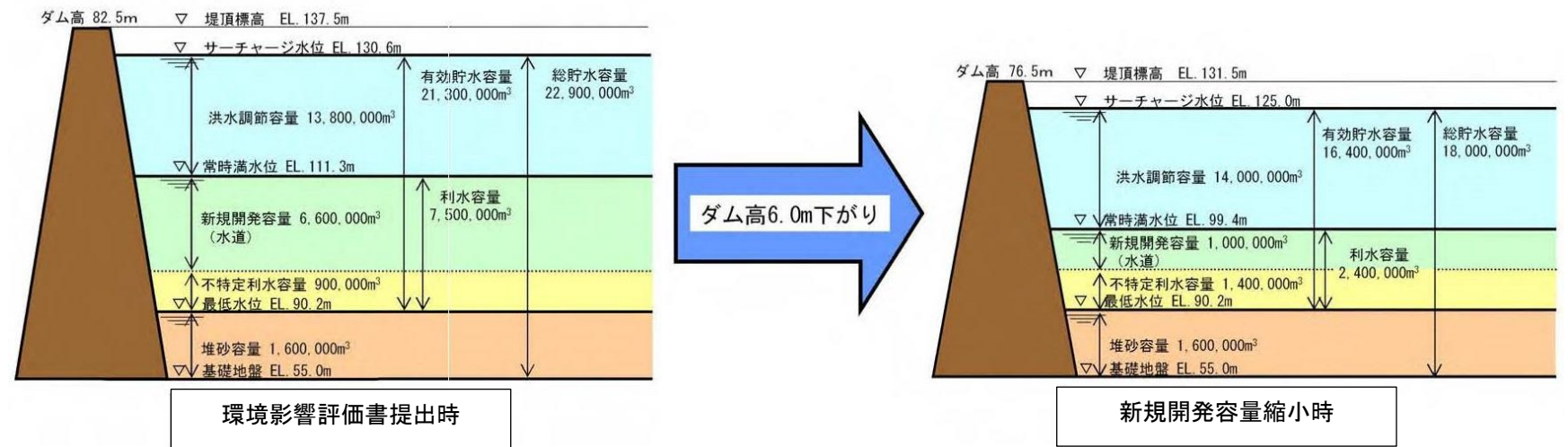


図 2-1 新規開発容量縮小時の変更概要

出典:大阪府河川整備委員会資料

2.2 既往検討結果の概要

事業計画変更に伴い実施した水質影響検討の結果を表 2-1、図 2-2 に示す。

表 2-1 既往検討による水質予測結果の概要

項目	予測結果概要	
濁水長期化	・平成6年から平成16年の連続する11ヶ年の流況を用いた予測では、出水後の濁水長期化が年間で平均52日生じる。そのうち、河川の環境基準値(25mg/L)を超過するのは、年間で平均9日程度である。	
水温	温水	・選択取水による保全措置を講じることで、ダム下流の桑原橋において、建設前の11ヶ年の水温変動の最大値を超過する温水化現象は、15～204日/年(平均112日/年)、上昇する水温は平均で1.05℃程度と予測される。
	冷水	・選択取水による保全措置を講じることで、ダム下流の桑原橋において、建設前の11ヶ年の水温変動の最小値を下回る冷水化現象は、0～22日/年(平均4日/年)、低下する水温は平均で0.52℃程度と予測される。
富栄養化	・図 2-2 に示す Vollen-Weider モデルでは、富栄養領域と中栄養領域の境界となった。 ・鉛直二次元モデルによる予測結果では、表層のCODは3.0mg/Lとなり、湖沼Aタイプの基準値との比較(参考)で基準値(3mg/L)以下を満足している。 ・クロロフィルaは、OECDの富栄養化判定基準(年平均:8μg/L、最大値:25μg/L)を毎年上回る。	
下流河川水質	・桑原橋ではBOD(75%値)は現状の平均1.3mg/Lが1.4mg/Lになると予測される。 ・千歳橋ではBOD(75%値)は現状の平均1.6mg/Lが1.7mg/Lになると予測される。 ・いずれの地点も河川Aタイプの基準値(2mg/L)を満足している。	

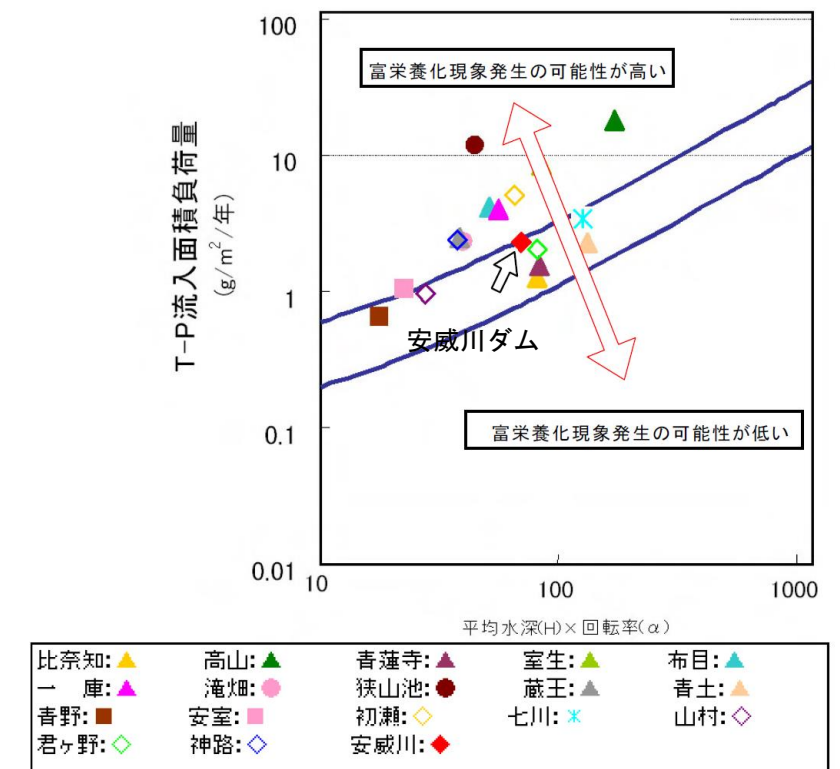
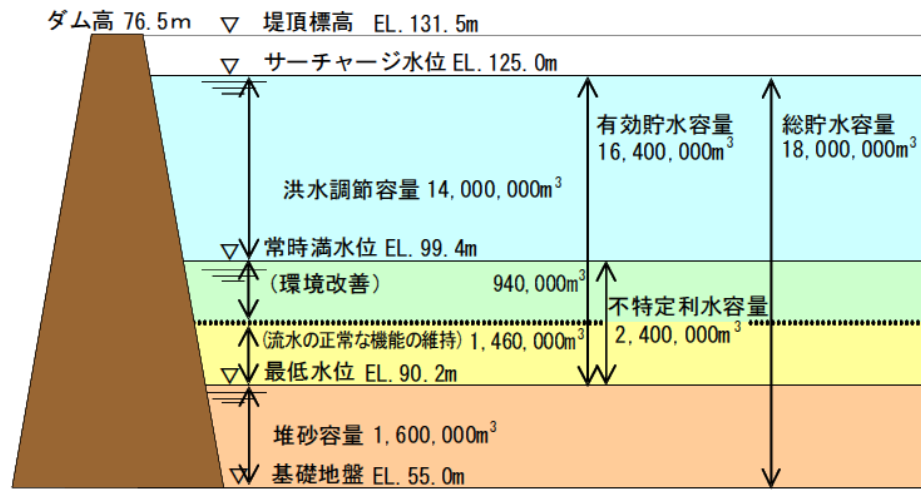


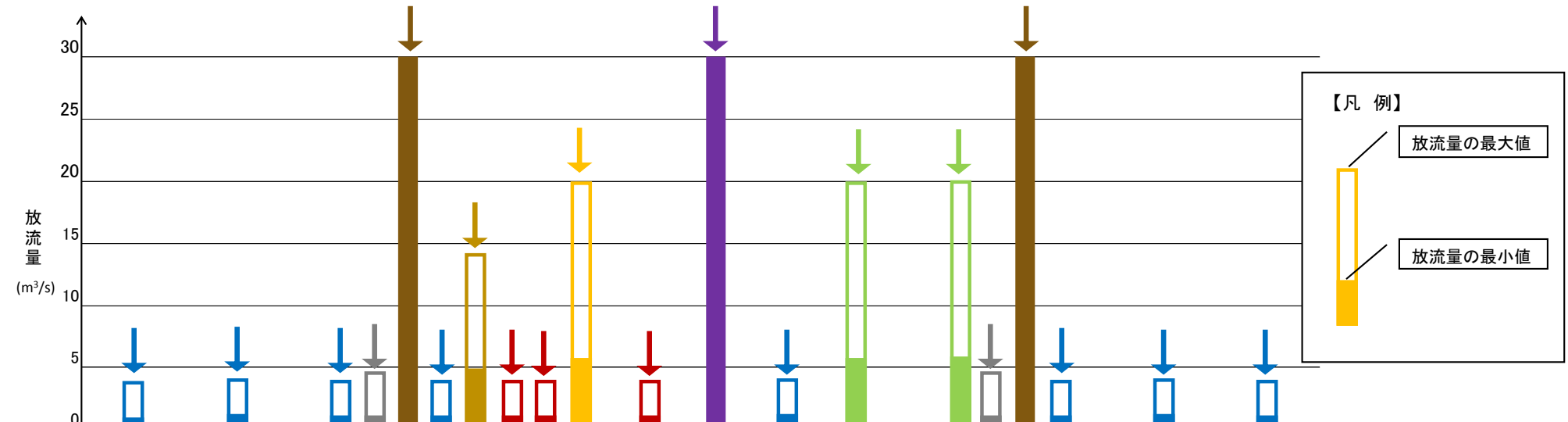
図 2-2 Vollen-Weider モデルによる予測

2.3 環境改善放流による放流条件の変更（平成27年度までの検討内容）

○環境改善放流は、目標とする必要流量毎に、ピーク放流継続時間を2時間として環境改善放流波形を設定した。
 環境改善放流実施予定前後1週間に同等規模の放流がある場合は、環境改善放流を実施しないものとする。
 2000～2008年の実際の流況に当てはめた場合、環境改善放流を実施しない場合に対して、微細粒子の沈殿を防ぐ4 m³/s以上の出水が、自然流況と同等程度に発生する。



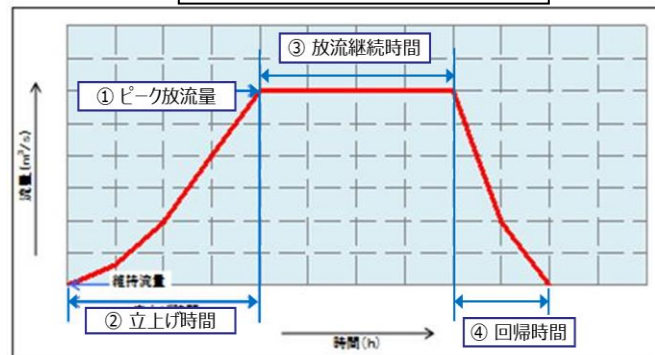
現計画



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	実施時期、頻度
浮き石状態の確保					*								産卵期直前
砂礫河床維持								*	*				月最大が15m ³ /s以上の産卵期自然流況
産卵床の保全(産卵期)						*							産卵期自然流況
付着藻類、付着物の剥離	*	*	*	*			*			*	*	*	通年自然流況
植生、糸状藻類の剥離(最大流量)				*									繁茂期直前
砂礫河原の保全(植生繁茂抑制)										*			砂州冠水(台風期)
カフソグサ 繁茂期				*					*				繁茂期直前
アオミドロ類 繁茂期				*					*				繁茂期直前
ネコヤナギ 種子飛散期					*	*	*	*	*				種子飛散直後
カワヤナギ 種子飛散期					*	*	*	*	*				種子飛散直後
農業・水利 代掻き期					*								流出したシルト分除去
農業・水利 田植時期					*	*							流出したシルト分除去
農業・水利 灌漑期					*	*							流出したシルト分除去

環境改善放流の時期と流量

環境改善放流波形



放流波形と必要容量

ピーク放流量 (m ³ /s)	維持流量 (m ³ /s)	立ち上げ時間 (分)	放流継続時間 (分)	回帰時間 (分)	放流時間 (分)	放流ボリューム (m ³)	日流量換算値 (m ³ /s)
1.0	0.0	60	120	30	210	9,900	0.115
2.0	0.0	60	120	30	210	19,800	0.229
3.0	0.0	60	120	30	210	29,700	0.344
4.0	0.0	60	120	30	210	39,600	0.458
4.8	0.0	60	120	30	210	47,520	0.550
10.0	0.0	60	120	30	210	99,000	1.146
14.6	0.0	90	120	45	255	164,250	1.901
20.0	0.0	90	120	45	255	225,000	2.604
30.0	0.0	120	120	60	300	378,000	4.375

環境改善放流の運用計画案

日付	時間流量 (m ³ /s)	日流量換算値 (m ³ /s)	日付	時間流量 (m ³ /s)	日流量換算値 (m ³ /s)
1月11日	4.0	0.458	6月11日	4.0	0.458
2月11日	4.0	0.458	7月1日	30.0	4.375
3月11日	4.0	0.458	7月21日	4.0	0.458
3月21日	4.8	0.550	8月11日	20.0	2.604
4月1日	30.0	4.375	9月11日	20.0	2.604
4月11日	4.0	0.458	9月21日	4.8	0.550
4月21日	14.6	1.901	10月1日	30.0	4.375
5月1日	4.0	0.458	10月11日	4.0	0.458
5月11日	4.0	0.458	11月11日	4.0	0.458
5月21日	20.0	2.604	12月11日	4.0	0.458

図2-3 安威川ダム環境改善放流検討部会の検討経過 (2/2)

3. 水質保全方針

安威川ダム自然環境保全マスタープラン（平成17年8月）（抜粋）

（安威川ダム建設後に想定される自然環境への影響）

○水質・河川環境への影響

- ・新たに出現するダム湖の水質保全対策を検討するのに先立ち、供用後のダム湖の水質をシミュレーションにより想定しました。その結果、ダム湖上流の面的/点的な汚濁発生源からのリン、窒素、SS（浮遊物質）などの流入により、濁水現象や富栄養化現象が懸念されます。
- ・ダム下流河川では、冷温水現象、濁水長期化現象、富栄養化現象による用水、生態系、景観・親水性への影響が懸念されます。
- ・河川の流況に関しては、流水を確保し、濁水時などにダム下流の流量の安定化を図れます。一方、雨が降ってダム上流で流量が変化してもダム直下流で流況が単調化したりするなど、生態系、景観、親水性への影響が懸念されます。土砂移動に関しては、ダム湖上流端付近の堆砂や下流への土砂移動量低下による、生態系、景観、親水性への影響が考えられます。

（基本目標）

新たに出現する水環境の保全・創出

新たに出現するダム湖及びダム下流における、水質の保全と生態系の保全・創出に取り組みます。

（実施方針）

工事中の濁水対策はもとより、ダム湖の富栄養化・濁水長期化対策やダム下流での濁水長期化・冷温水現象・土砂移動量低下・河川の流況単調化対策を計画的に検討・実施します。

水質の検討状況と今後の課題



4. 対策の目安となる水質、水温の設定

- 安威川ダム自然環境保全マスタープランでは、貯水池及びダム下流河川の水質予測計算により、ダム建設による環境の変化を踏まえ、環境保全対策を検討することとしている。
- 既往検討では、土砂による水の濁り、水温及び富栄養化に対して、選択取水設備、フェンス及び曝気循環施設による対策を案として提示した。
- 今回の検討では、下表に示す考え方を基本として保全対策を検討する。

表 3-1 対策の目安となる水質、水温の設定（案）

項目	対策の目安となる水質、水温の考え方	留意点															
濁水長期化	<p><u>下流河川の濁水長期化日数を可能な限り軽減する</u></p> <p>【選択取水設備及びフェンスの仕様、運用を決定するための目安】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダムからの放流 SS が、同じ流況でのダムの無い状態における SS を連続して超過する日数 	<ul style="list-style-type: none"> ・濁水対策を優先して選択取水設備を運用した場合、冷温水現象を発生させる場合がある。 															
水温	<p><u>放流水温を可能な限り流入水温の変動幅内に収める</u></p> <p>【選択取水設備の運用を決定するための目安】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既往 10 年間の最大、最小水温 	<ul style="list-style-type: none"> ・水温対策を優先して選択取水設備を運用した場合、濁水長期化を助長する場合がある。 ・フラッシュ放流時の一時的な水温の変化 															
富栄養化	<p><u>貯水池内（貯水池表層）におけるアオコ等の水質障害の発生を抑制する</u></p> <p>【曝気循環規模を決定するための目安】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クロロフィル a：最大 25 $\mu\text{g/L}$ 以下（OECD の富栄養化基準） <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">指標</th> <th colspan="3">階級</th> </tr> <tr> <th>貧栄養</th> <th>中栄養</th> <th>富栄養</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>年平均クロロフィル a</td> <td><2.5</td> <td>2.5~8</td> <td>8~25</td> </tr> <tr> <td>年最大クロロフィル a</td> <td><8.0</td> <td>8~25</td> <td>25~75</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters. Vollenweider, R.A. & Kerekes, Synthesis Report (1980)</p>	指標	階級			貧栄養	中栄養	富栄養	年平均クロロフィル a	<2.5	2.5~8	8~25	年最大クロロフィル a	<8.0	8~25	25~75	<ul style="list-style-type: none"> ・曝気循環の導入により、ダム湖内に熱量が蓄積しやすくなるため、温水放流の可能性が増加する。 ・また、温度躍層の表層側が厚くなることによって、濁水の規模によっては濁水長期化を助長する場合がある。
指標	階級																
	貧栄養	中栄養	富栄養														
年平均クロロフィル a	<2.5	2.5~8	8~25														
年最大クロロフィル a	<8.0	8~25	25~75														

5. 水質シミュレーションによる水質保全対策検討方針

5.1 検討の流れ

○安威川ダムでは、環境改善放流（フラッシュ放流）のための容量（940,000m³）を活用して、最大 30m³/s のフラッシュ放流を計画しており、貯水池や下流河川の水質への影響を把握するため、フラッシュ放流による貯水池内の流動変化に留意して、安威川ダム貯水池およびその下流河川において水質予測および水質保全対策の検討を行う。
 ○安威川ダムに適用するシミュレーションモデルは、環境改善容量を活用した貯水池運用とするほか、流入水質、流入水温等の入力条件も時点更新する。

水質の予測手順は以下のとおりである。

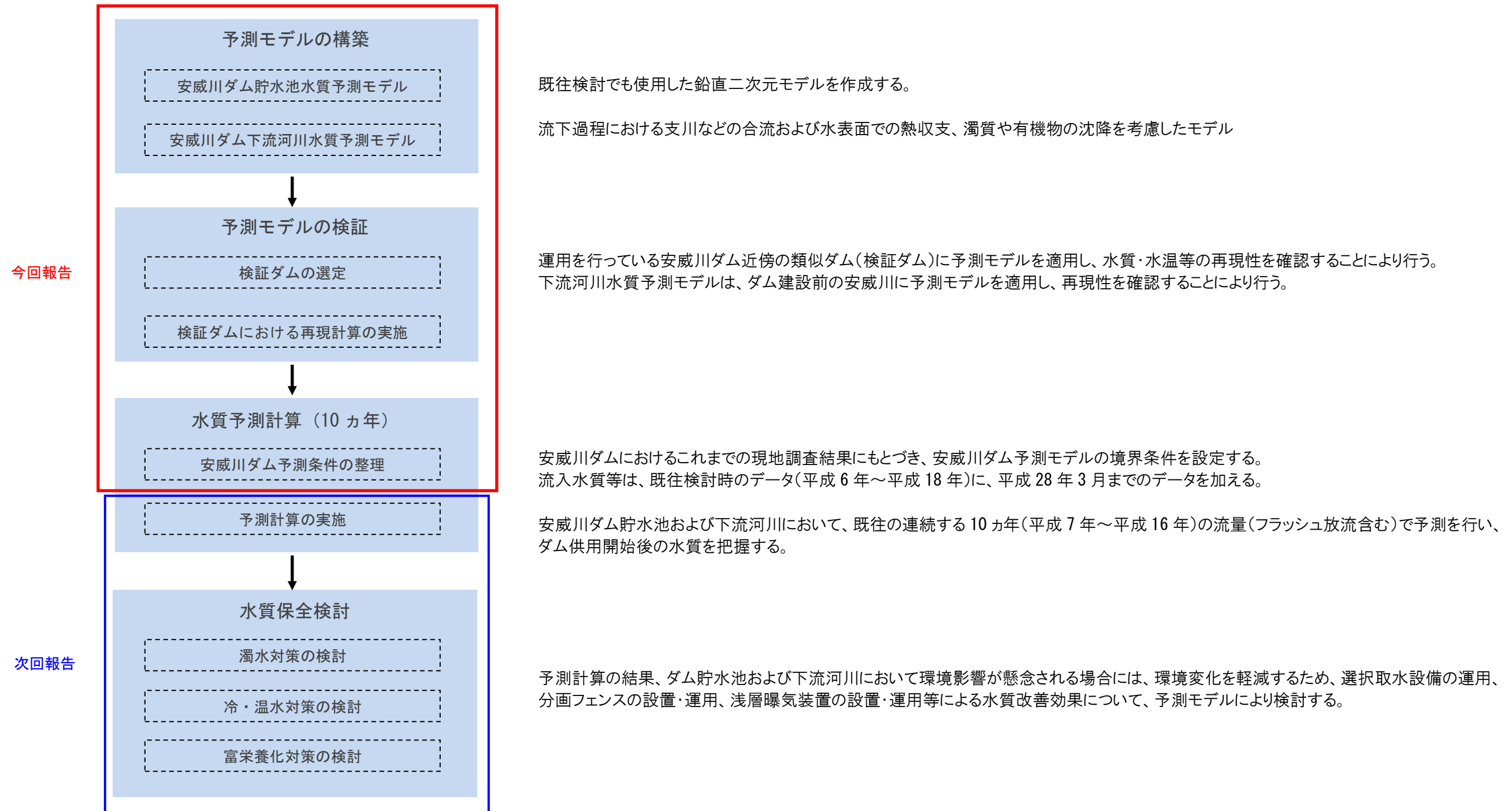


図 5-1 検討の流れ

5.2 予測モデルの構築

○安威川ダム貯水池モデルは、既往検討と同様に、貯水池内を流下方向および鉛直方向（深さ方向）にメッシュ分割し、支川の流入位置を考慮したうえで、取水放流設備（常用洪水吐、選択取水設備、フラッシュ放流専用管）の諸元を反映した。

○安威川ダム貯水池水質予測モデルの構築

貯水池内を流下方向（100m 間隔）および鉛直方向（深さ方向）（1m 間隔）にメッシュ分割し、鉛直二次元モデルを構築した。（図 5-2）

鉛直二次元モデルは、国内の多くのダム貯水池が、横断方向に比べて流下方向が長い形状を持ち、また鉛直方向に水質・水温変化がみられることから、国内のダム事業における環境影響評価において実用的に用いられ、気象条件による熱収支、貯水池内の流れによる移流、拡散等を考慮し、貯水池内および放流水の水質・水温を予測するものである。

【おもな入力条件：流入量、放流量（取水・放流設備別）、貯水位、流入水温、流入水質（SS、粒度分布、COD、窒素、リン等）、気象条件（気温、湿度、風速、日射量、雲量）】

表 5-1 貯水池内の予測項目

濁水長期化	SS、粒径別 SS、粒度分布
水温	水温
富栄養化	COD※、窒素、リン、クロロフィル a、D0 ※ダム放流水は BOD

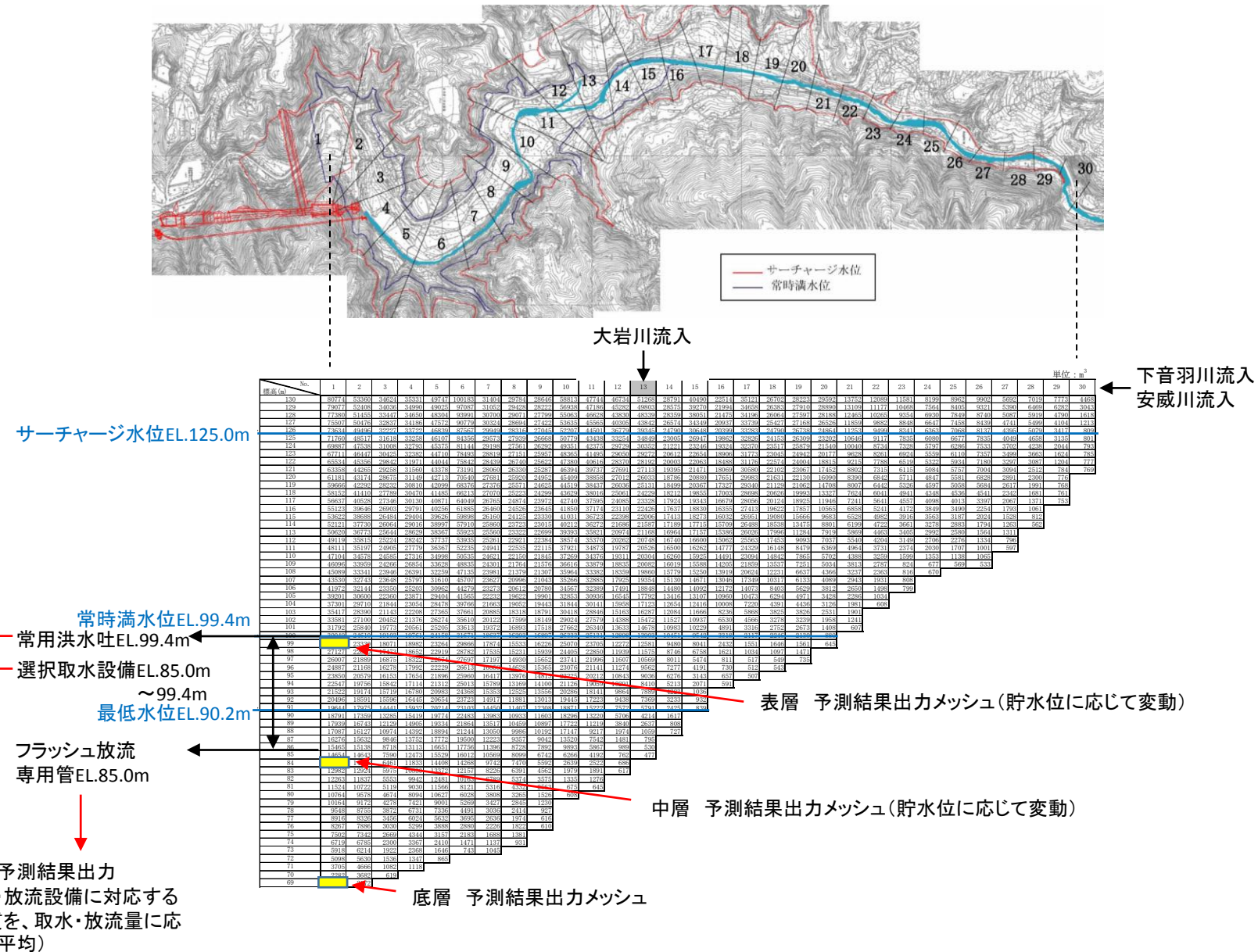


図 5-2 安威川ダム貯水池メッシュ分割およびその平面位置

○安威川ダム下流河川モデルは、既往検討と同様に、ダム放流水の水質、水温が、流下過程において支川などの流入により変化する様子を表現できるものとした。

○安威川ダム下流河川モデルの構築

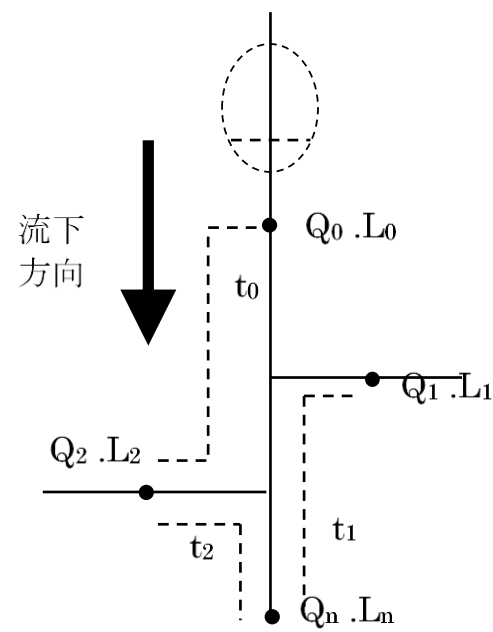
安威川ダム供用開始後のダム下流河川の水質を把握するため、支川などの流入による水質、水温の変化、および、流下過程における濁質や有機物の沈降による水質変化(減少係数により考慮)、日射等による水温変化を考慮して予測する。

【おもな入力条件:貯水池水質予測モデルによる放流水質予測結果、支川等からの流入量、流入水質、流入水温】

表 5-2 下流河川の予測項目

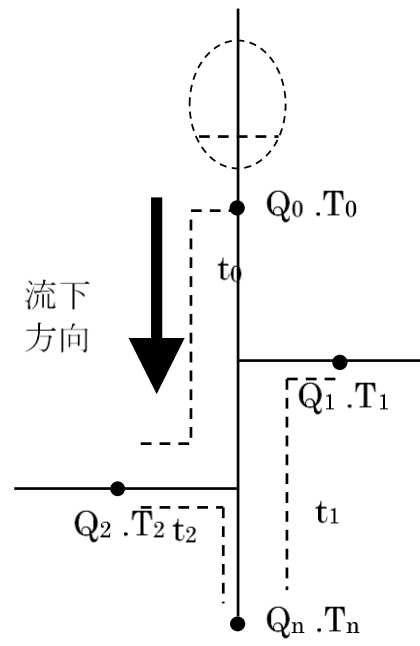
濁水長期化	SS
水温	水温
富栄養化	BOD

SS, BOD



Q_0 : 上流端流量 L_0 : 上流端負荷量
 Q_i : 横流入量 L_i : 横流入負荷量
 t : 流下時間
 Q_n : 予測地点流量 L_n : 予測地点負荷量
 L_n / Q_n : 予測地点濃度

水温



Q_0 : 上流端流量 T_0 : 上流端水温
 Q_i : 横流入量 T_i : 横流入水温
 t : 流下時間
 Q_n : 予測地点流量 T_n : 予測地点水温

図 5-3 下流河川水質予測モデルの概要

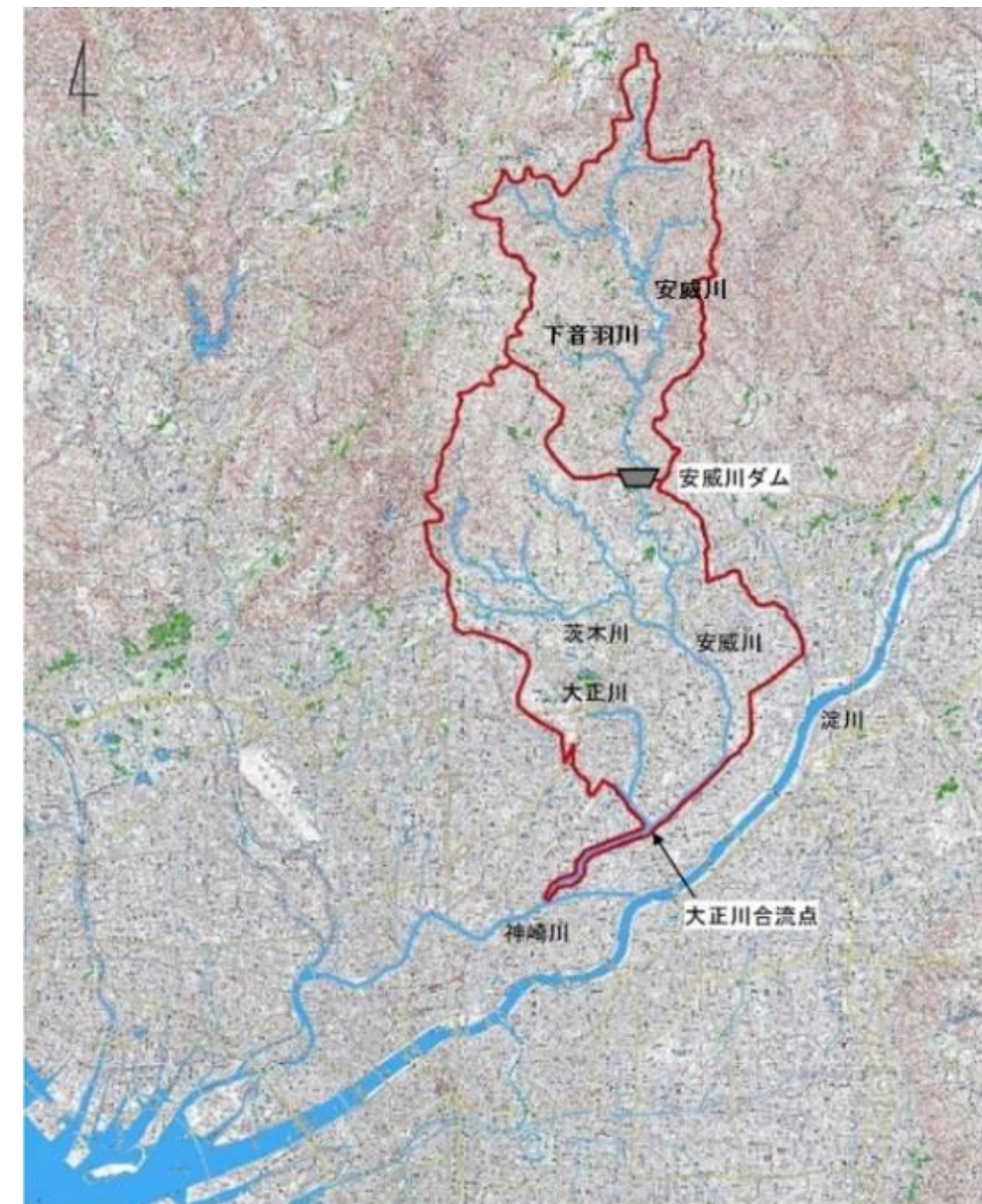


図 5-4 安威川流域

5.3 予測モデルの検証

5.3.1 検証ダムの選定

- 安威川ダムは新設であるため、貯水池水質予測の検証は、運用を行っている安威川ダム近傍の類似ダム（検証ダム）に予測モデルを適用し、再現性を確認することにより行う。
- 検証ダムの抽出にあたっては、常時満水位容量が小さいダムや、発電など運用方法が違うダムについては対象外とした。
- 検証ダムとして、気象条件、貯水池規模、貯水池形状、水理条件（回転率）、水質条件（濁質特性、流入水質）から総合的に判断し、比奈知ダム（水資源機構）を選定した。

表 5-3 検証ダム選定

類似性を検討する項目	選定の考え方	補足
気象条件	安威川ダムの近傍にあるダムから 18 ダムを抽出	瀬戸内気候と異なる日本海側のダムは対象外とした
貯水池規模	堤高、堤頂長、流域面積、湛水面積、有効貯水量等が類似しているダムとして 4 ダムを選定	安威川ダムの規模を 1 とし、4 項目以上が 0.7~1.3 となる場合を類似と判断
回転率	貯水池の回転率が類似しているダムとして 8 ダムを選定	回転率（総流入量／総貯水容量、総流入量／常満時貯水容量）が安威川ダムの 0.5~2 倍である場合を類似と判断
貯水池形状	貯水池形状が二股等の枝分かれでなく、一列であるダムとして 10 ダムを選定	
濁質特性	濁水長期化にかかわる出水時の流入濁質の粒度組成が類似したダムとして、7 ダムを選定	近畿農政局管理ダムおよび府県管理ダムはダム上流域の表層地質の類似性（堆積物が 8 割以上を占める）により判断 水資源機構ダムは出水時調査における流入 SS の粒度分布の類似性により判断
流入水質	富栄養化にとくに関係する項目として、TP および TN/TP 比に着目し、これらが類似したダムとして 6 ダムを選定	TP が、0.01mg/l（中栄養型の目安）以上、安威川ダムの 1.3 倍以下で、かつ、リン制限（N/P 比が 16 以上のダム）を類似と判断



図 5-5 貯水池モデルの検証ダム候補

表 5-4 検証ダム選定結果

ダム名	管理者	気象	貯水池規模	回転率	貯水池形状	濁質特性	流入水質
比奈知	水資源機構	○	○	○	○	○	○
高山	水資源機構	○			○		
青蓮寺	水資源機構	○					○
室生	水資源機構	○	○	○			
布目	水資源機構	○			○		
一庫	水資源機構	○					
日吉	水資源機構	○		○	○		○
滝畑	大阪府	○			○		
狭山池	大阪府	○		○	○	○	
蔵王	近畿農政局	○			○	○	
青土	滋賀県	○	○		○	○	○
青野	兵庫県	○					○
安室	兵庫県	○			○		
初瀬	奈良県	○		○	○		
七川	和歌山県	○					○
山村	三重県	○				○	
君ヶ野	三重県	○	○	○		○	○
神路	三重県	○					



貯水池	流域面積	75.5 km ²
	湛水面積	0.82 km ²
	湛水延長	4.6 km
	平常時最高貯水位	EL. 301.0 m
	洪水貯留準備水位	EL. 292.0 m
	最低水位	EL. 268.3 m
	総貯水容量	20,800,000 m ³
	有効貯水容量	18,400,000 m ³
	洪水調節容量	9,000,000 m ³
ダム	河川名	淀川水系 名張川
	位置	右岸 三重県名張市上比奈知字上出 左岸 三重県名張市上比奈知字熊走り
	形式	重力式コンクリートダム
	堤頂長	355.0 m
	堤高	70.5 m
	堤体積	約430,000 m ³
放流設備	常用洪水吐設備	摺動式高圧ラジアルゲート 2門 放流量 940 m ³ /s
	非常用洪水吐設備	自由越流堤方式(天端側水路型式) 純越流幅 189 m 放流量 520 m ³ /s
	低水管理用設備	選択取水設備 鉛直直線多段式ローゲート 5m×34m (3段) 放流量 30 m ³ /s
	利水放流設備	
	主管ゲート(ジェットフローゲート)径 1,600mm	放流量 30 m ³ /s
	分岐管ゲート(ジェットフローゲート)径 600mm	放流量 3 m ³ /s
	せせらぎ管主バルブ(コンストラクト)径 200mm	放流量 0.17 m ³ /s
	管理用水力発電設備	クロスフロー水車 77kW 放流量 0.3 m ³ /s

図 5-6 検証ダム（比奈知ダム）の概要

類似性の検討項目

表 5-5 貯水池規模

ダム名	堤高 (m)	流域面積 (km ²)	湛水面積 (km ²)	総貯水量 (千m ³)	常時満水位 容量 (千m ³)	洪水期容量 (千m ³)	洪水期水位 における 水深(m)	判定*
安威川	76.5	52.2	0.81	18,000	4,000	-4,000	44.4**	-
比奈知	70.5	75.5	0.82	20,800	17,700	11,800	55	○
高山	67	615	2.6	56,800	56,800	21,400	47	
青蓮寺	82	100	1.04	27,200	22,500	18,800	71	
室生	63.5	136	1.05	16,900	15,900	9,150	52.5	○
布目	72	75	0.95	17,300	14,600	10,900	59.2	
一庫	75	115.1	1.4	33,300	29,300	15,800	56.3	
日吉	67.4	290	2.74	66,000	41,500	21,500	40.5	
滝畑	62	22.9	0.52	9,340	5,935	-	50.4	
狭山池	18.5	17.9	0.36	2,800	1,800	-	13.8**	
蔵王	56	9.4	0.33	4,790	4,790	-	52.1**	
青土	43.5	54.3	0.62	7,300	3,200	-	31.5**	○
青野	29	51.8	2.15	15,100	9,500	-	24.2**	
安室	50	6.4	0.23	4,300	2,500	-	38.4**	
初瀬	55	24.2	0.21	4,390	2,000	-	38.6**	
七川	58.5	102	1.79	30,800	27,100	13,800	45.5	
山村	37	0.5	0.22	2,340	2,340	-	(-)	
君ヶ野	73	80	0.8	23,300	12,000	7,500	48.3	○
神路	29.6	5	0.32	3,007	3,007	-	29.0**	

*: 安威川ダムの規模を1として、0.7~1.3となる項目(着色)が4項目以上ある場合を類似と判断(○)。
 **: 基礎地盤から常時満水位までの水深。(-)は不明であることを示す。

安威川ダムと同程度の流量規模における粒度分布データが得られているのは比奈知ダム、日吉ダムである(異なる流域面積のダムどうしの比較のため、流量は比流量で示している)。
 このうち、安威川ダムの流量と粒度分布の関係と類似しているのは比奈知ダムである。

表 5-6 回転率

ダム名	年平均回転率(回/年)		判定*
	対 総貯水 容量	対 常時満 水時容量	
安威川	3.3	14.7	-
比奈知	4.8	8.5	○
高山	9.2	24.3	○
青蓮寺	3.6	5.3	
室生	6.2	11.5	○
布目	3.2	5	
一庫	2.6	5.4	
日吉	4.9	8.6	○
滝畑	2.6	4.1	
狭山池	5.7	8.9	○
蔵王	2.8	2.8	
青土	12.4	28.4	
青野	2.7	4.3	
安室	1.3	2.2	
初瀬	3.7	8.1	○
七川	9	25.5	○
山村	2.8	2.8	
君ヶ野	3.3	10.3	○
神路	4.2	4.2	

*総貯水容量、常時満貯水容量のどちらに対しても、回転率が、安威川ダムの0.5~2倍(着色)である場合を類似と判断(○)。

表 5-7 流入水質

ダム名	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	N/P	判定
安威川	0.60	0.035	17.1	-
比奈知	0.67	0.014	47.9	○
高山	1.46	0.089	16.4	
青蓮寺	0.69	0.016	43.1	○
室生	2.09	0.087	24.0	
布目	1.59	0.071	22.4	
一庫	0.57	0.065	8.8	
日吉	0.35	0.040	25.0	○
滝畑	0.97	0.050	19.4	
狭山池	2.80	0.267	10.5	
蔵王	0.32	0.062	5.2	
青土	0.48	0.016	30.0	○
青野	0.82	0.037	22.2	○
安室	0.42	0.041	10.2	
初瀬	1.40	0.065	21.5	
七川	0.18	0.022	8.2	
山村	0.51	0.032	15.9	
君ヶ野	0.55	0.021	26.2	○
神路	0.33	0.062	5.3	

*TPが、TP0.01mg/l(中栄養型の目安)~安威川ダムの1.3倍(着色)、かつ、リン制限(N/P比が16以上のダム(着色))を類似と判断(○)

表 5-8 貯水池形状

ダム名	貯水池形状	判定
安威川	1列	-
比奈知	1列	○
高山	1列	○
青蓮寺	2列	
室生	2列	
布目	1列	○
一庫	2列	
日吉	1列	○
滝畑	1列	○
狭山池	1列	○
蔵王	1列	○
青土	1列	○
青野	2列	
安室	1列	○
初瀬	1列	○
七川	2列	
山村	2列	
君ヶ野	2列	
神路	2列	

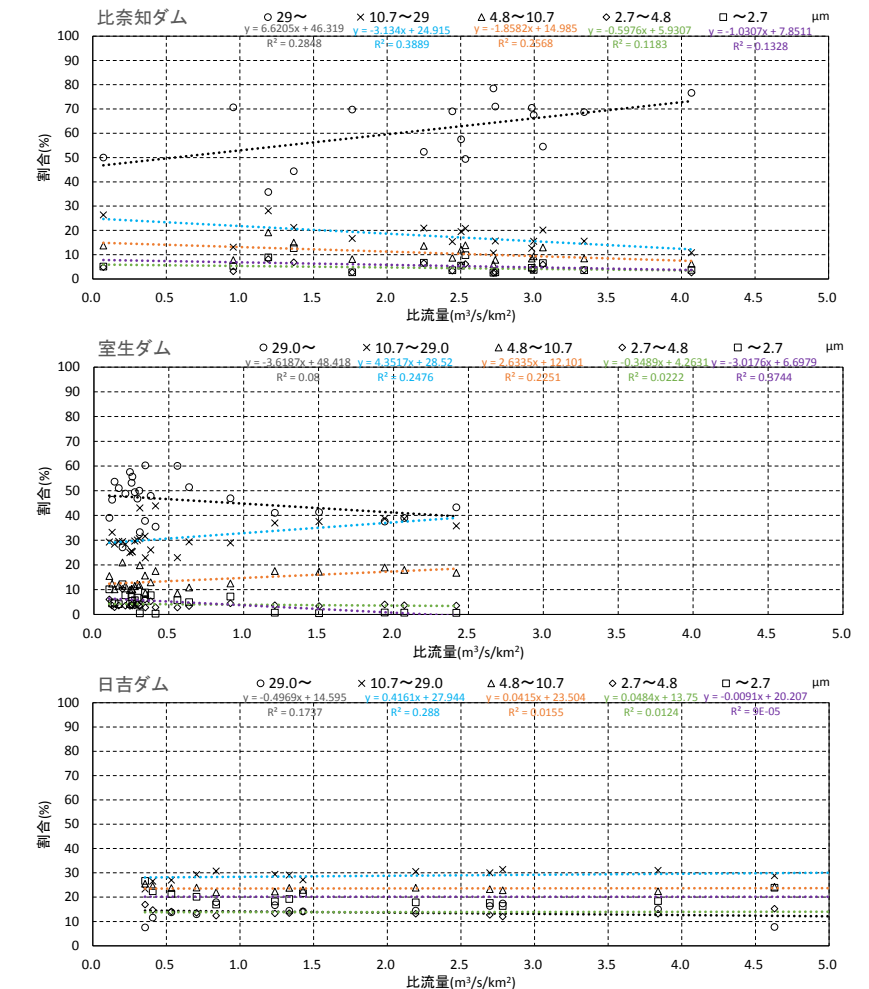
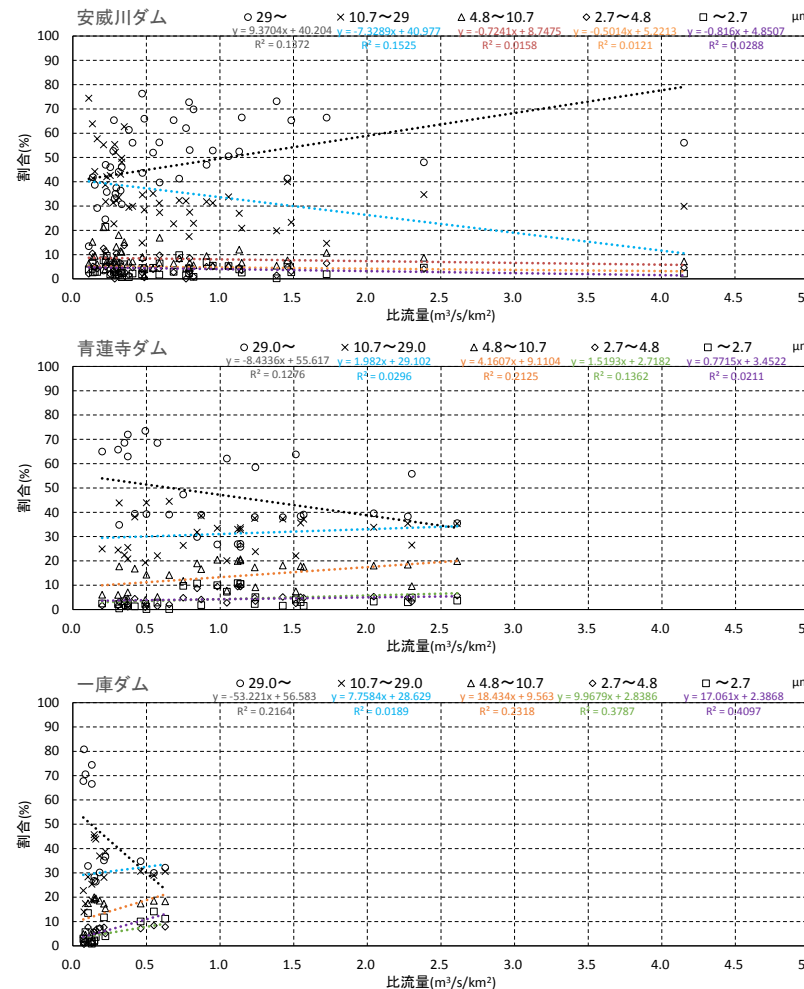
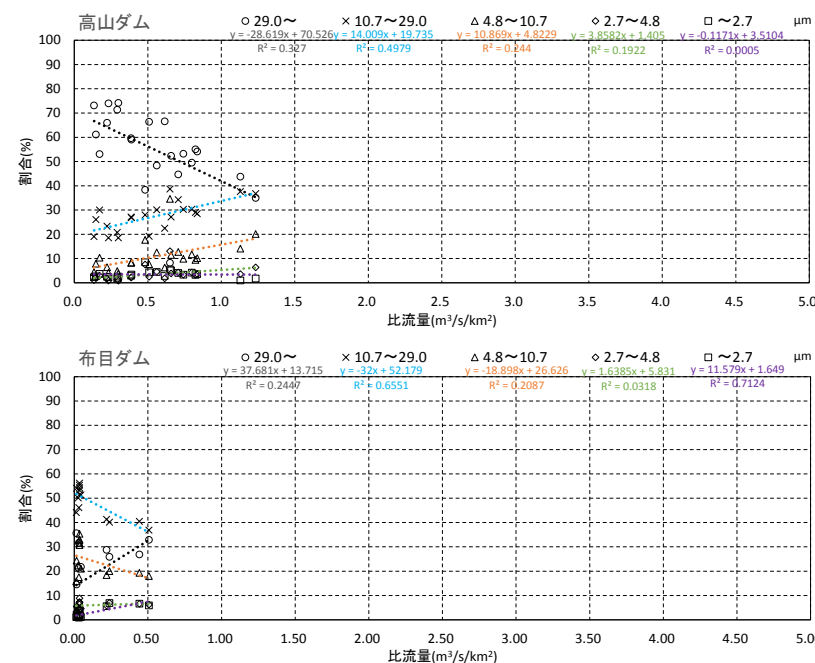


図 5-7 出水時調査における流入 SS の粒度分布と流量の関係

5.3.2 検証ダム（比奈知ダム）の再現条件

○検証ダムとして選定した比奈知ダムにおいてモデルの再現性を確認するため、表 5-9 に示す条件を用いて、貯水池内および放流水の濁り、水温、水質の再現計算を行った。

表 5-9 比奈知ダムの再現計算条件

再現対象期間	直近 5 年間（平成 22 年～平成 26 年）を対象に行う。
流量条件	上記 5 年間の流量条件は、流量が比較的大きい年（平成 23 年）から小さい年（平成 22 年）まで幅広く含んでいる。
貯水池形状	平成 27 年の横断データと測線位置図、平成 26 年年报による HV 関係より、比奈知ダムの鉛直二次元メッシュを作成した。
流入水質	平常時および出水時の水質調査に基づき、流量と負荷量の関係式（LQ 式）を作成し、これをもとに与えた。
流入濁水の粒度分布	比奈知ダムの出水時の濁水中の粒度分布データに基づき、流量により変化する粒径別割合を考慮した。粒径区分は、後述の安威川ダムと同じとした。
流入水温	比奈知ダムの 3 日平均気温と平常時の流入水温の関係式を作成し、これをもとに与えた。出水時の流入水温については、平常時と関係式を分けることにより考慮した。
気象条件	比奈知ダムにおける観測データに基づき、気温、風速、湿度、日射量、雲量を与えた。
水質保全対策	比奈知ダムに設置されている分画フェンスおよび深層曝気の運用状況を考慮した。深層曝気装置の運転期間は実際に運用されている期間とした（年により異なる）。

表 5-10 再現性の評価方法

	出力項目	評価にあたってのおもな着目点
濁水長期化	濁度	貯水池内の鉛直分布（出水時および出水後） 出水後の放流水の濁度低減状況
水温	水温	貯水池内の鉛直分布（水温躍層の形成時期、形成位置（標高）） 放流水の水温
富栄養化	COD [*] 、全窒素、全リン、クロロフィル a、D0 [*] ダム放流水は BOD	貯水池内の表層水質（COD、全窒素、全リン、クロロフィル a） 貯水池内の底層水質（D0） 放流水の BOD

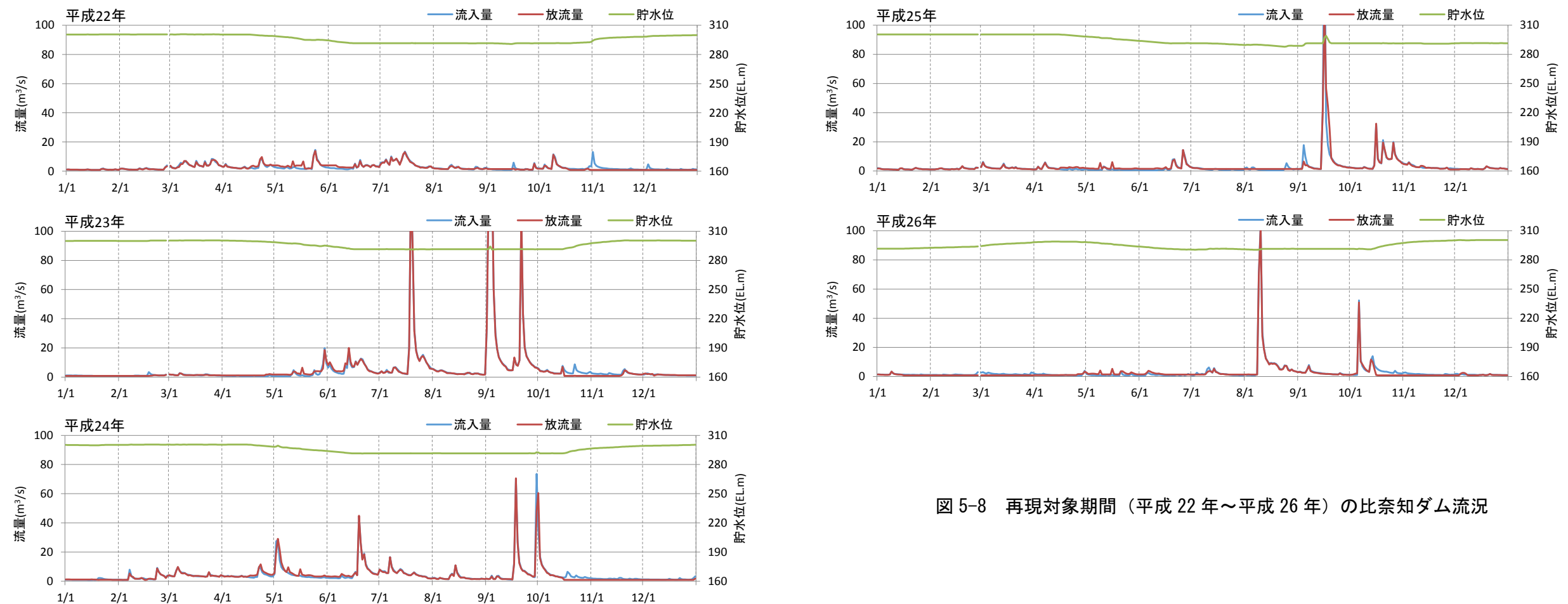


図 5-8 再現対象期間（平成 22 年～平成 26 年）の比奈知ダム流況

- ・再現対象期間として、流量が比較的大きい年（平成 23 年）から小さい年（平成 22 年）まで幅広く含む、平成 22 年～平成 26 年の 5 年間を選定した。

表 5-11 比奈知ダム流況と再現対象期間

年	最大流量	豊水量 (95日)	平水量 (185日)	低水量 (275日)	渇水量 (355日)	最小流量	年平均流量
H13	88.72	2.61	1.68	1.13	0.72	0.53	3.03
H14	30.87	2.08	1.43	1.01	0.64	0.52	2.05
H15	90.02	3.15	2.08	1.65	1.33	1.24	3.51
H16	170.95	4.24	1.75	1.02	0.60	0.38	5.09
H17	67.11	2.01	1.19	0.83	0.45	0.35	2.18
H18	20.49	2.72	1.90	1.26	0.70	0.63	2.44
H19	50.04	2.04	1.34	0.92	0.59	0.48	2.20
H20	29.36	3.19	1.70	1.17	0.89	0.83	2.78
H21	110.36	2.38	1.62	1.23	0.74	0.64	2.58
H22	14.62	3.00	1.82	1.24	0.90	0.80	2.66
H23	220.19	3.87	1.95	1.03	0.58	0.46	5.91
H24	73.59	4.09	2.60	1.50	0.88	0.80	4.20
H25	179.47	2.23	1.53	1.07	0.47	0.41	3.07
H26	104.70	2.03	1.35	1.09	0.65	0.55	2.77
最大	220.19	4.24	2.60	1.65	1.33	1.24	5.91
最小	14.62	2.01	1.19	0.83	0.45	0.35	2.05
平均	89.32	2.83	1.71	1.15	0.72	0.62	3.18

○ : H13～H26における最大年
 ○ : H13～H26における最小年

- ・ I-N、I-P を除き、平常時と出水時とで傾向が異なるため、平常時と出水時で LQ 式を分けた。
- ・ COD、O-N、O-P は、SS と同様の傾向を示すことから、出水時に濁質に付着して流入する懸濁態成分が存在することが考えられる。

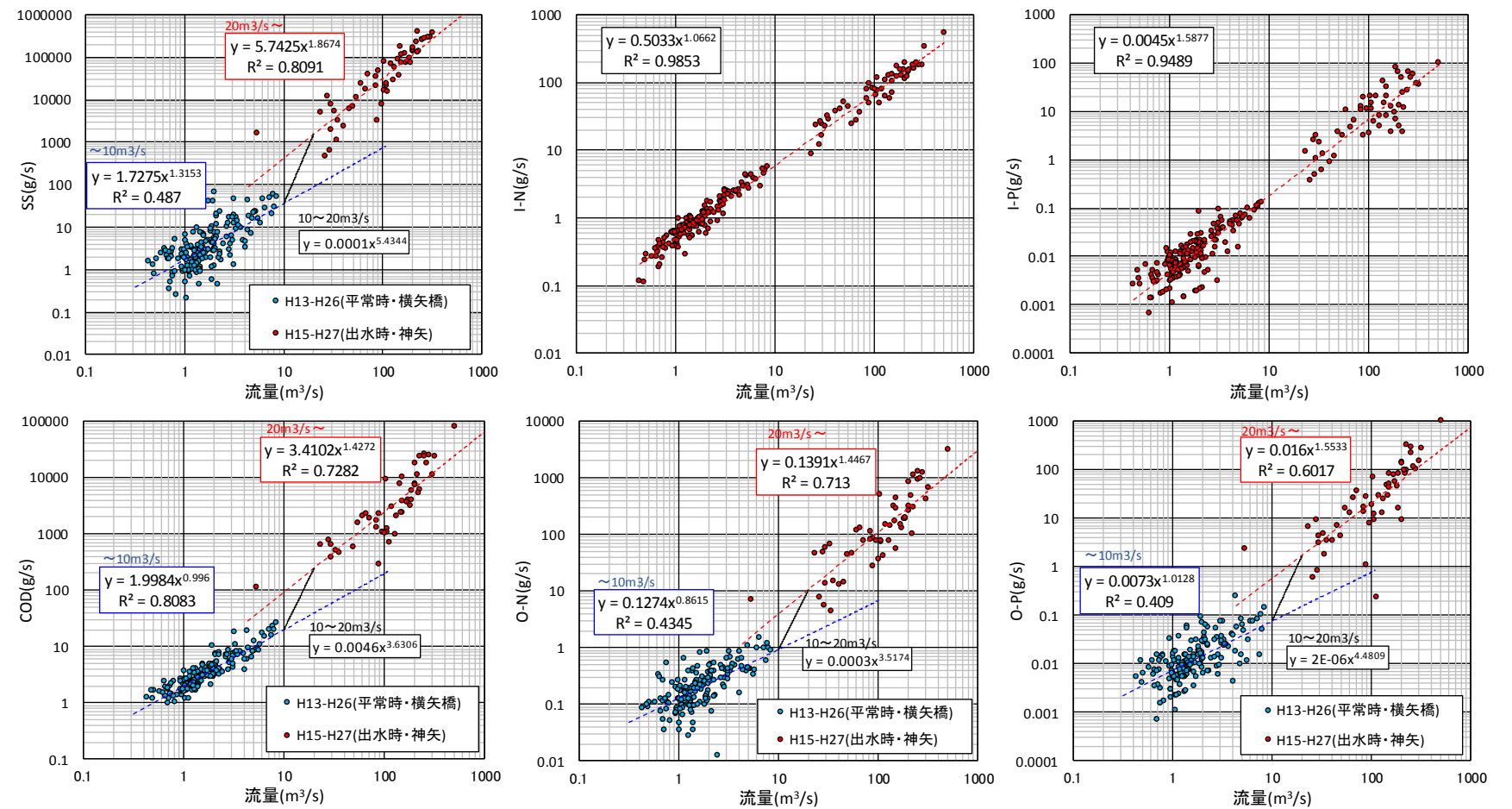


図 5-9 比奈知ダム流入水質の設定 (LQ 式)

- ・予測モデルでは粒度分布を 5 つの代表粒径で表現する。
- ・比奈知ダムにおける出水時調査による粒度分布データをもとに、流入 SS の粒度分布は、流量に応じた粒度組成の割合を考慮した。
- ・COD、O-N、O-P の懸濁態の成分は、これらの濁質に付着して流入するものとした。

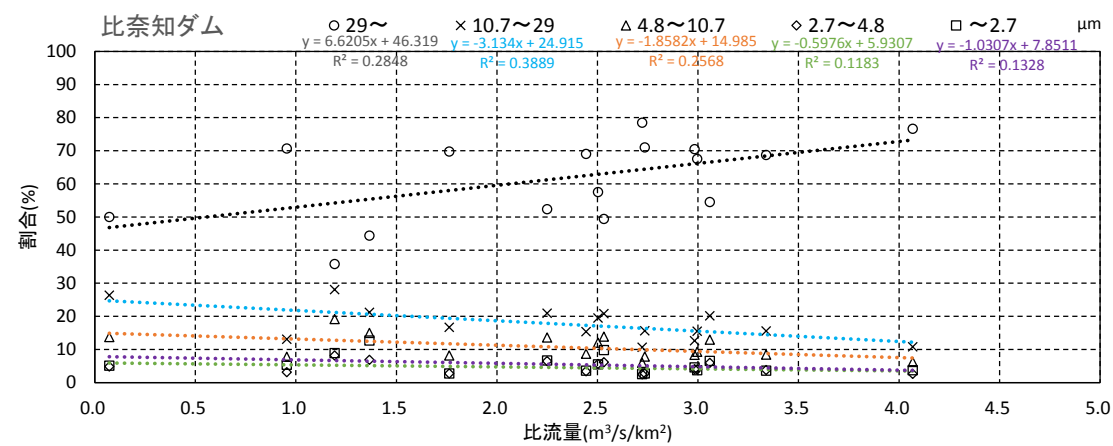


図 5-10 比奈知ダム流入濁水の粒径分布の設定

- ・平常時と出水時では気温と流入水温の関係が異なると考え、平常時と出水時で関係式を分けた。

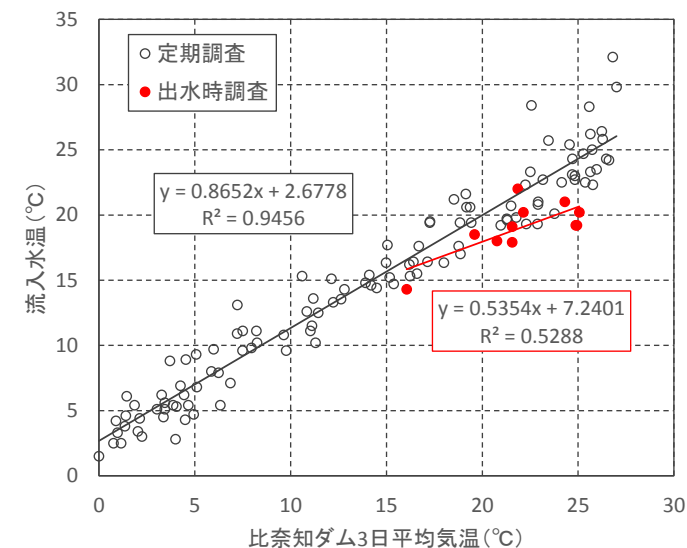


図 5-11 比奈知ダム流入水温の設定

5.3.3 検証ダム（比奈知ダム）の再現計算結果

○比奈知ダムにおける再現計算の結果、以下のように、モデルが再現性を有していることを確認した。

濁水長期化 : 貯水池内の濁度鉛直分布
出水時および出水後の濁度を概ね再現できた。

出水後の放流水の濁度低減状況
一部の出水後で観測値よりも低減が早めあるいは遅めであるものの、概ね再現できた。

水 温 : 貯水池内の水温鉛直分布
水温躍層の形成時期、形成位置（標高）を再現できた。

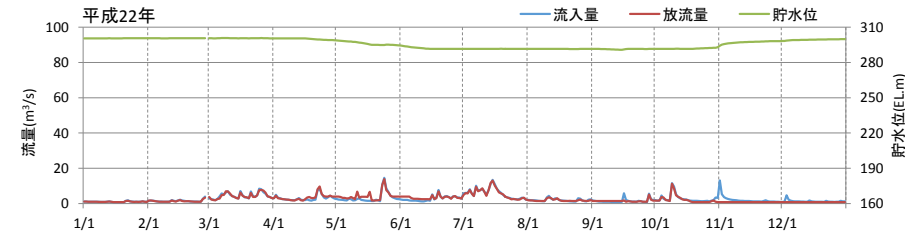
富栄養化 : 貯水池内の表層水質
COD、全窒素、全リン
一部で観測値と計算値でずれがみられるものの、平均的な濃度および季節的な変化を概ね再現できた。

クロロフィル a
秋季～冬季にかけて観測値より計算値が低めであるものの、平均的な濃度および季節的な変化を概ね再現できた。

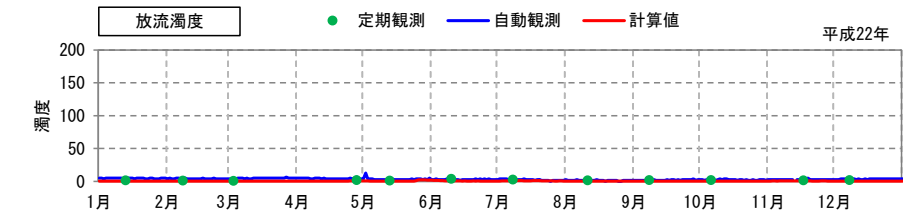
貯水池内の底層水質
DO
深層曝気装置の運転期間中で観測値より計算値が低い年がみられるものの、季節的な変化を概ね再現できた。
ただし、底層 DO の再現は、貯水池内における湖底からの栄養塩の溶出等、水質予測にあたって特に重要であるため、引き続き精査を行う。

次ページ以降に各年の計算結果を示す。

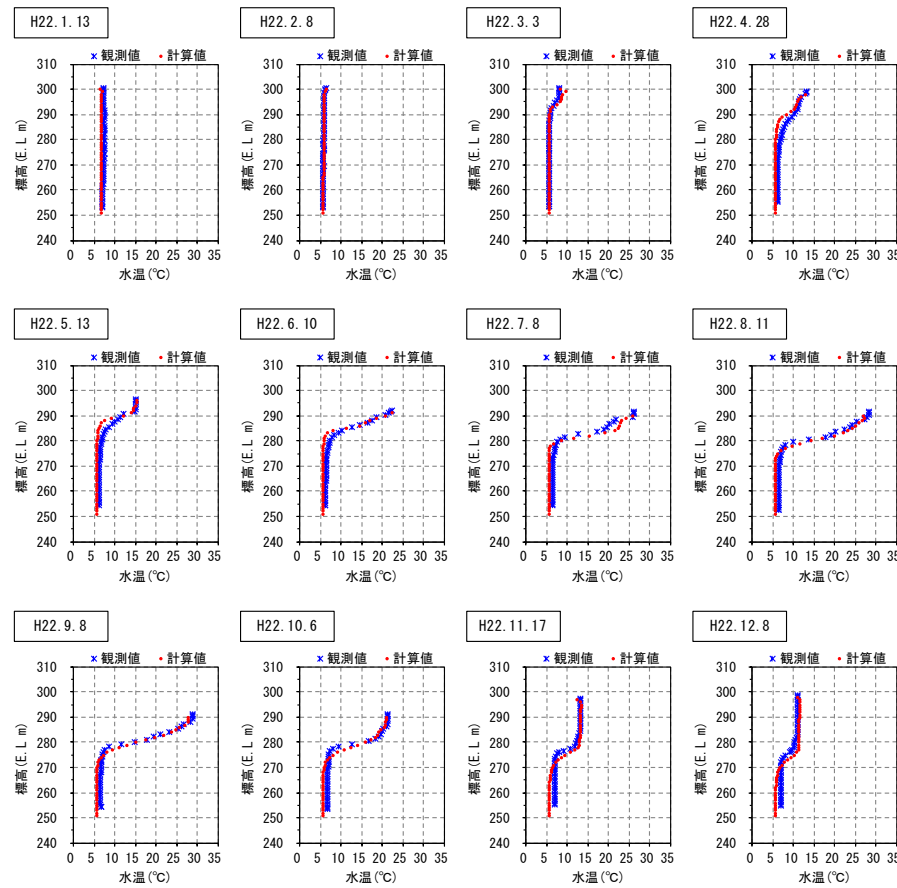
平成22年の再現計算結果
比奈知ダム流況



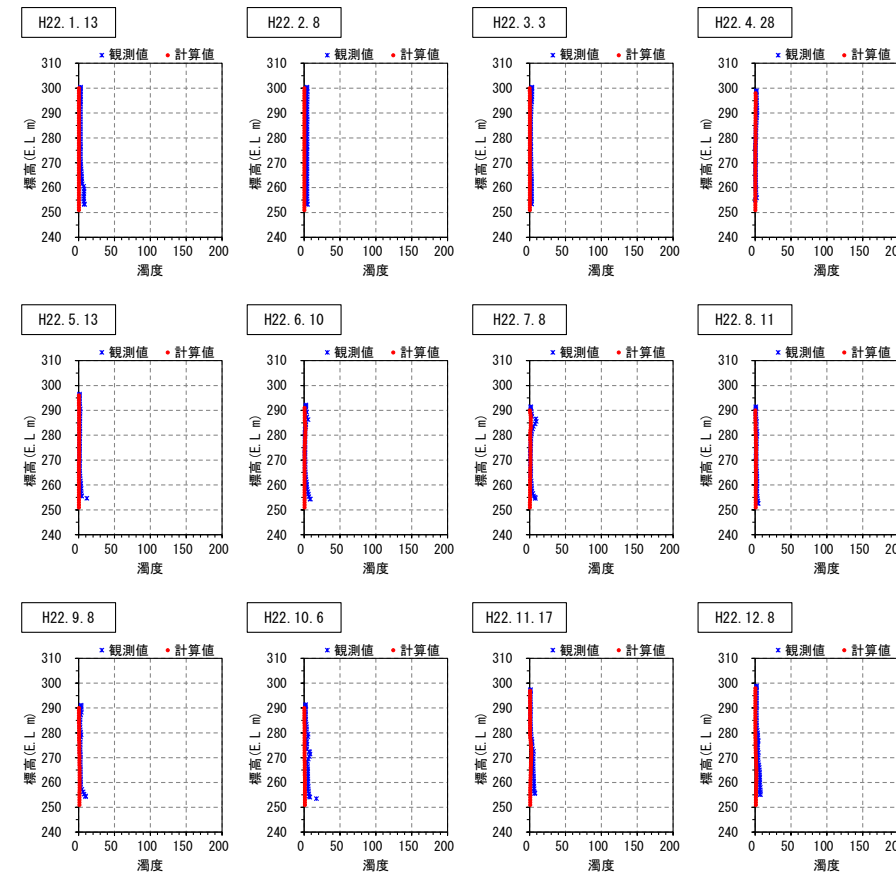
放流濁度（自動観測との比較）



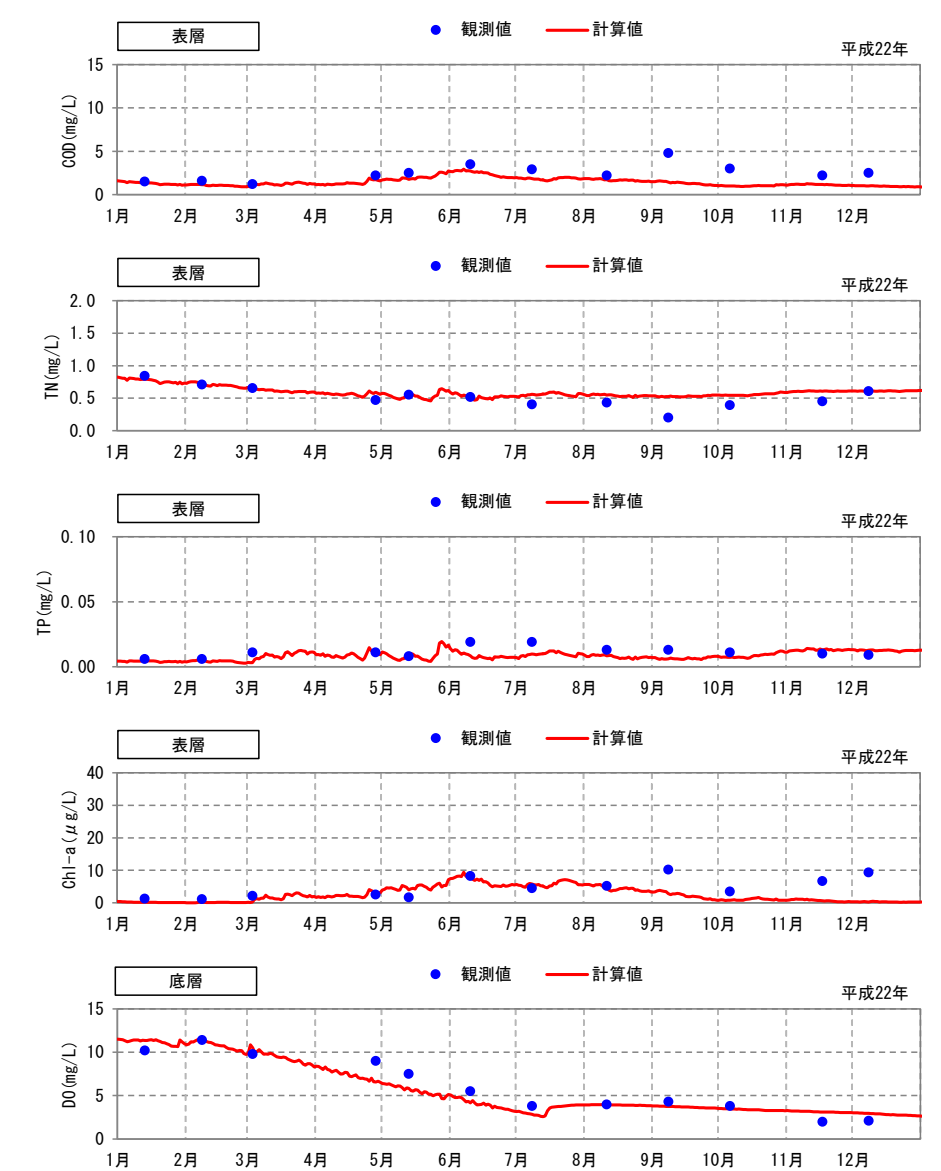
水温鉛直分布
（定期観測結果との比較）



濁度鉛直分布
（定期観測結果との比較）



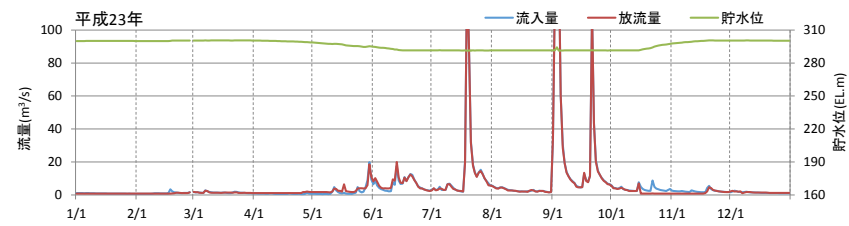
表層水質（COD、TN、TP、クロロフィル a）および底層水質（DO）



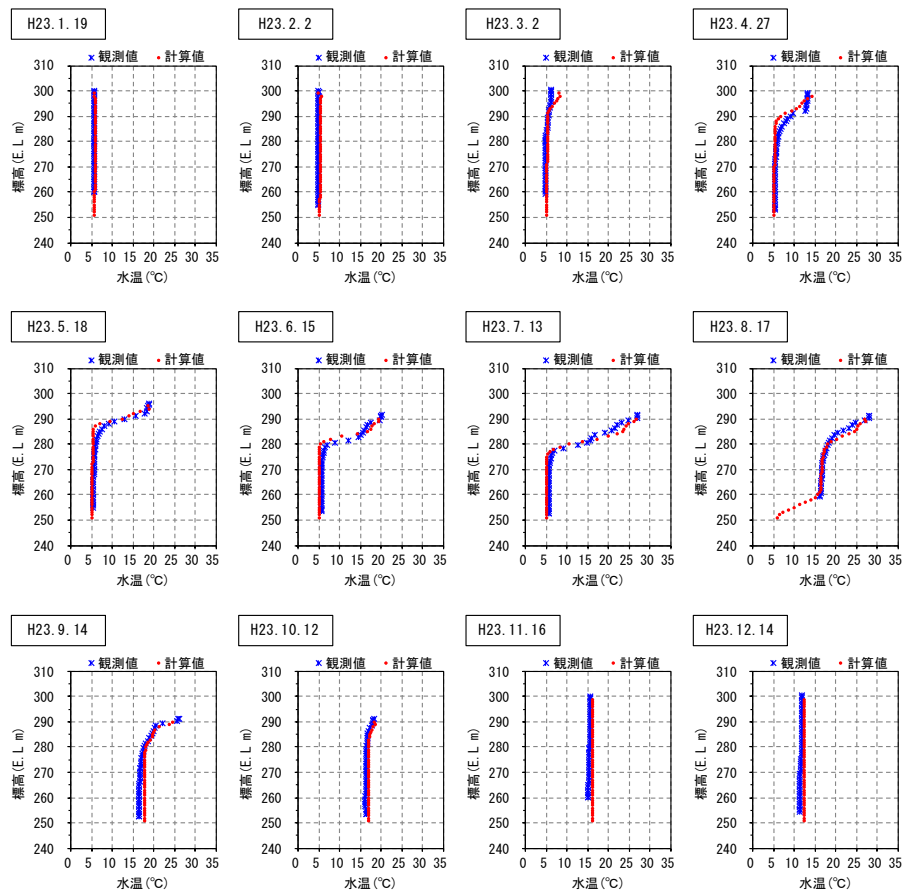
底層 DO は、深層曝気運転前（～7/13）、運転後（7/14～翌1/4）ともに、季節的な変化を再現できた。

図5-12(1) 検証ダム（比奈知ダム）における再現計算結果（平成22年）

平成23年の再現計算結果
比奈知ダム流況

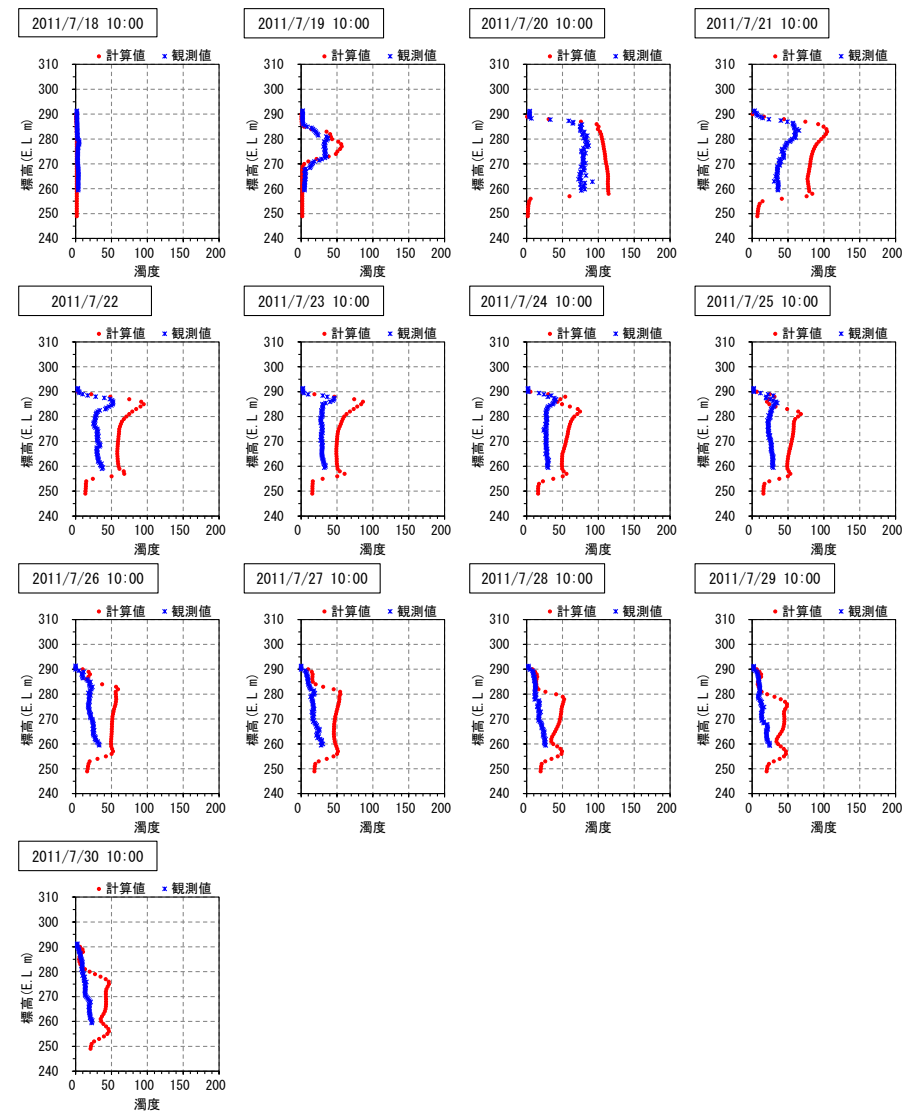


水温鉛直分布
(定期観測結果との比較)

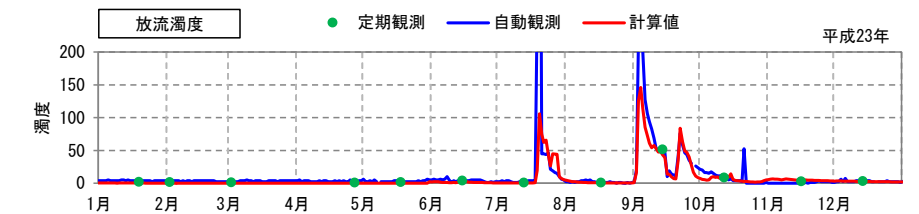


出水後の濁度分布について、観測値と比較して計算値が高い傾向があるものの、放流濁度を概ね再現していること、および、他の年の出水での濁度分布の再現性も含めて評価すると、概ね再現できた。

濁度鉛直分布
(7月出水後 自動観測データとの比較)

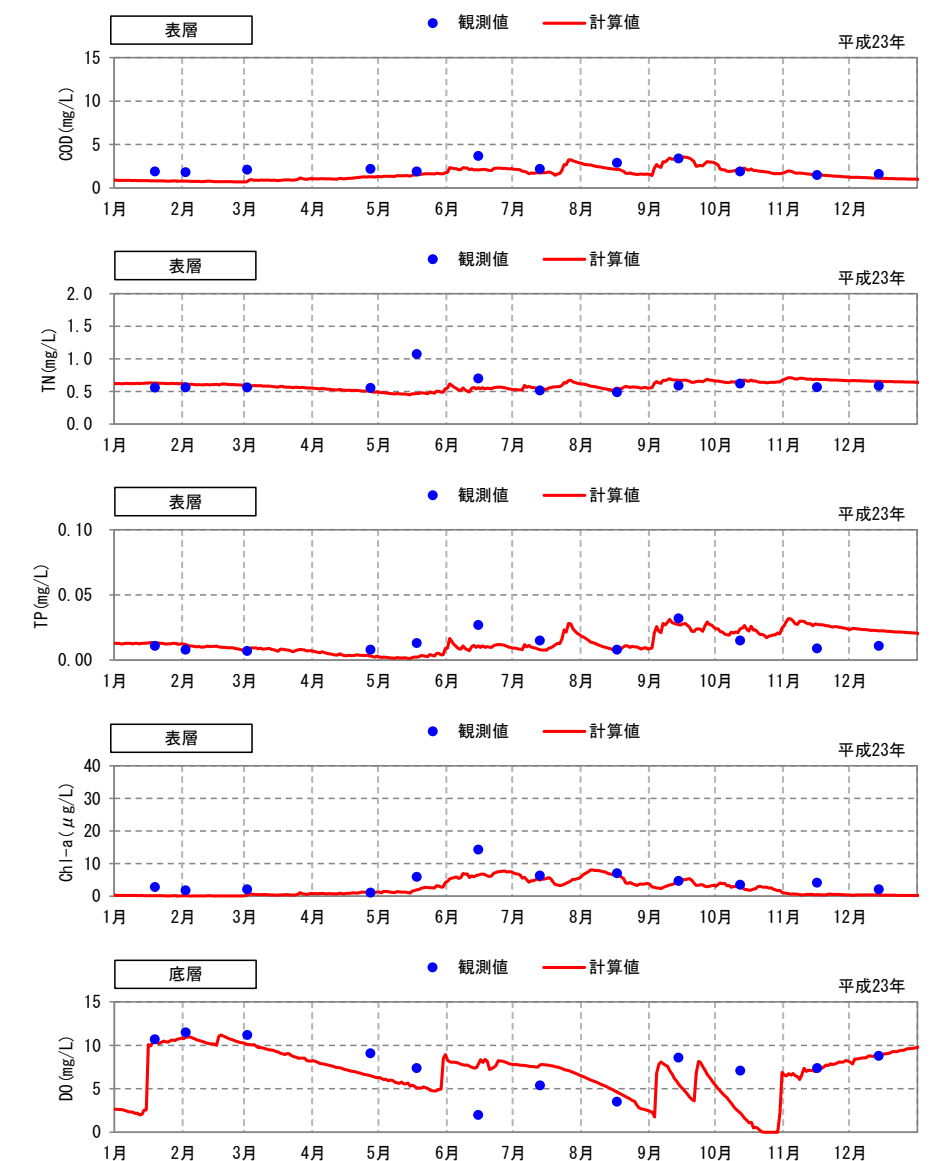


放流濁度 (自動観測との比較)



放流濁度をみると、7月出水後、9月出水後ともに、低減状況を概ね再現できた。

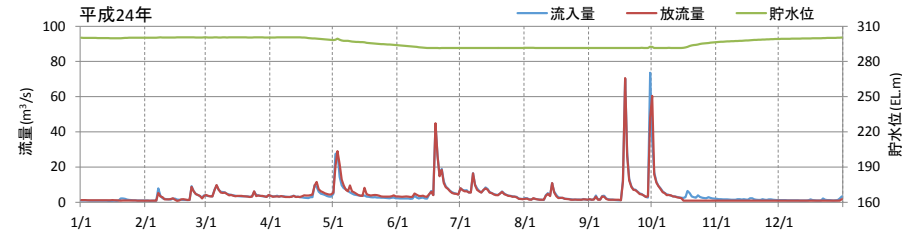
表層水質 (COD、TN、TP、クロロフィル a) および底層水質 (DO)



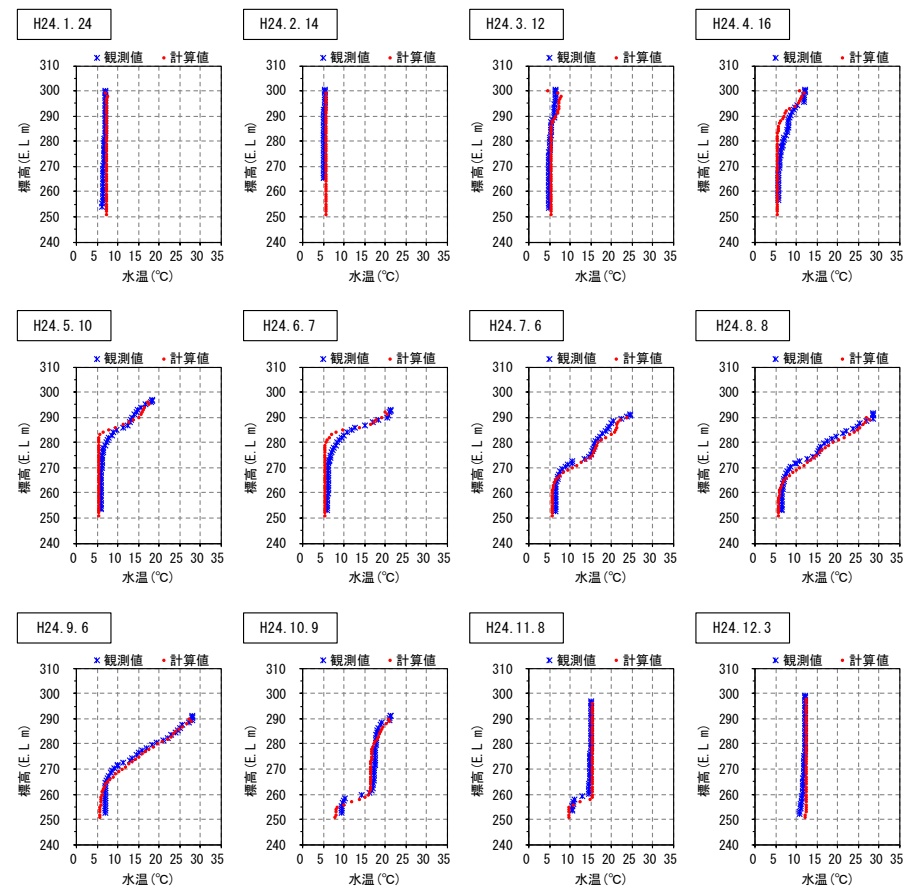
表層水質は、観測値と比較して計算値が低い傾向があるものの、他の年も含めて評価すると、平均的な濃度および季節的な変化を概ね良好に再現できた。
底層DOは、季節的な変化について、概ね再現できた。
(深層曝気運転 (6/22~7/21、8/25~10/6))

図 5-12(2) 検証ダム (比奈知ダム) における再現計算結果 (平成 23 年)

平成24年の再現計算結果
比奈知ダム流況

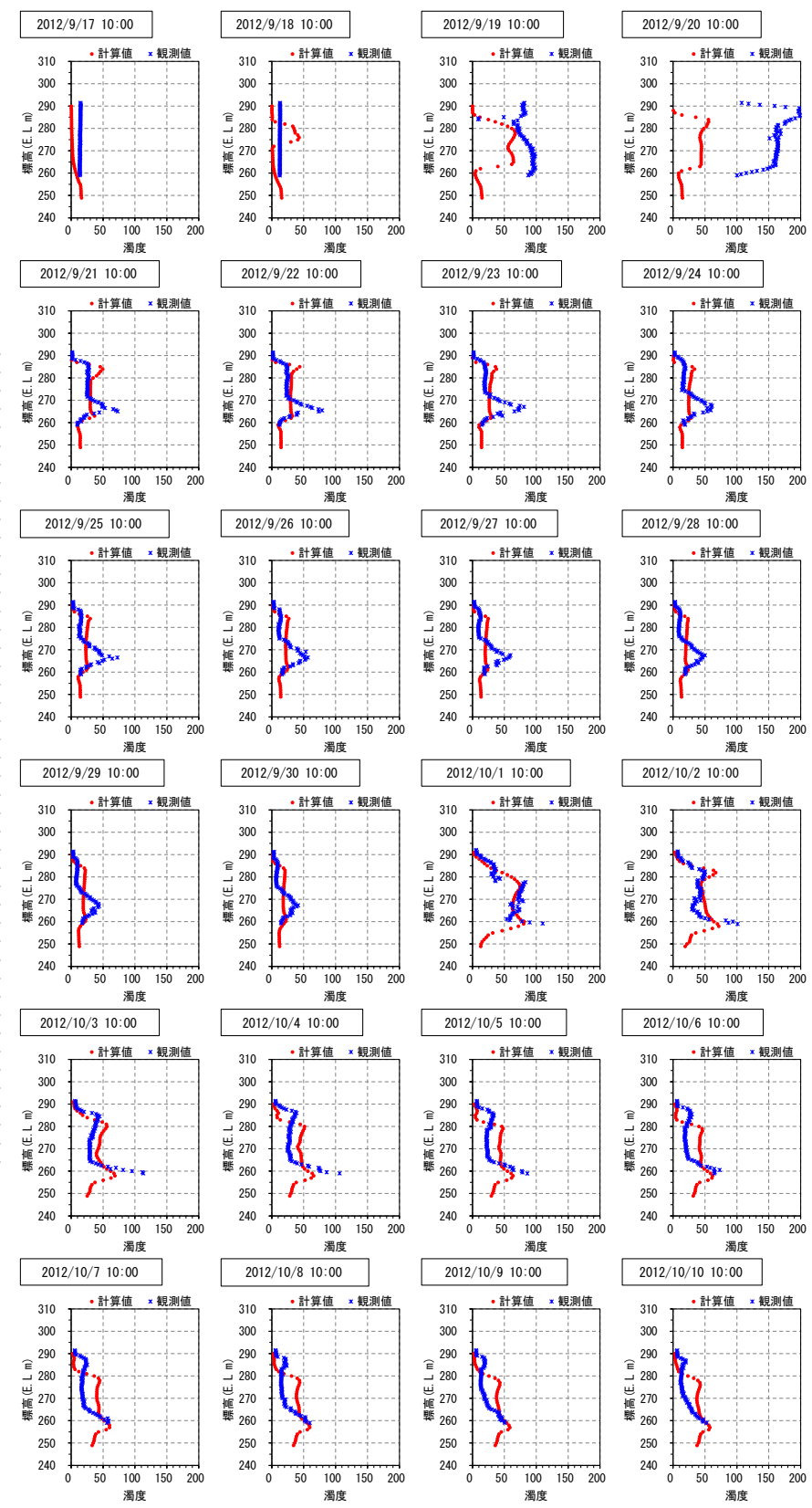


水温鉛直分布
(定期観測結果との比較)

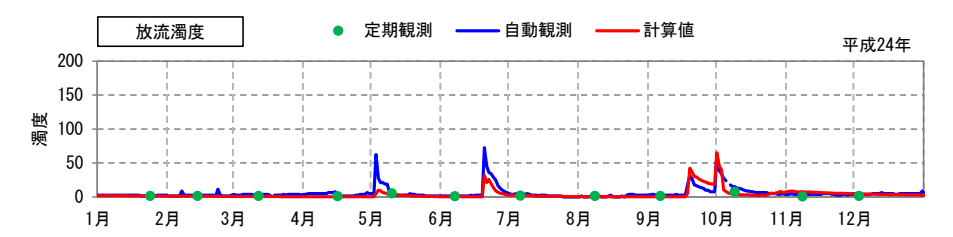


出水後の濁度分布について、9/20では観測値と比較して計算値が低いものの、放流濁度を概ね再現していること、および、他の年の出水での濁度分布の再現性も含めて評価すると、概ね再現できた。

濁度鉛直分布
(9,10月出水後 自動観測データとの比較)

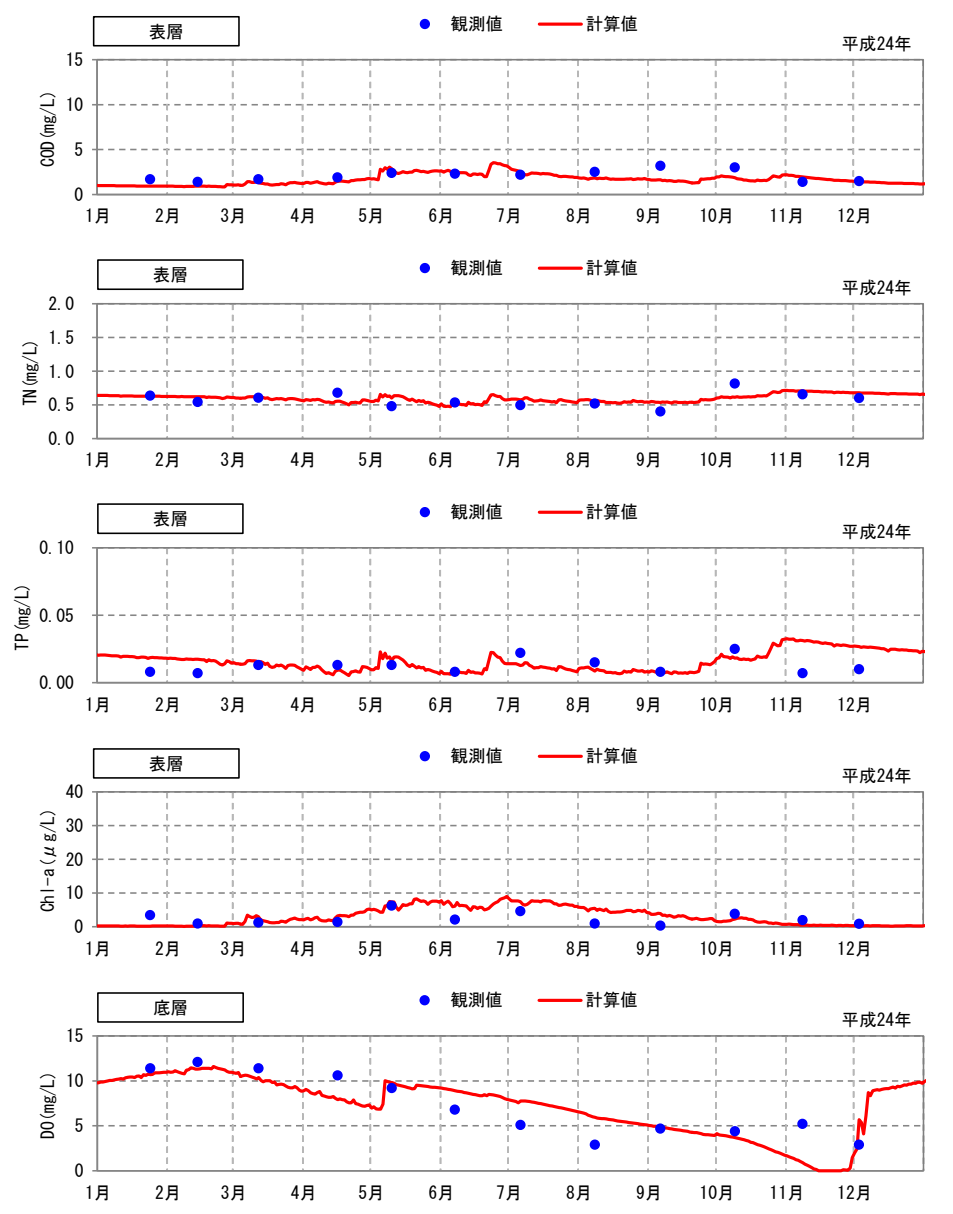


放流濁度 (自動観測との比較)



放流濁度をみると、出水によっては、濁度の低減が観測値よりも早めあるいは遅めに計算しているものの、低減状況を概ね再現できた。

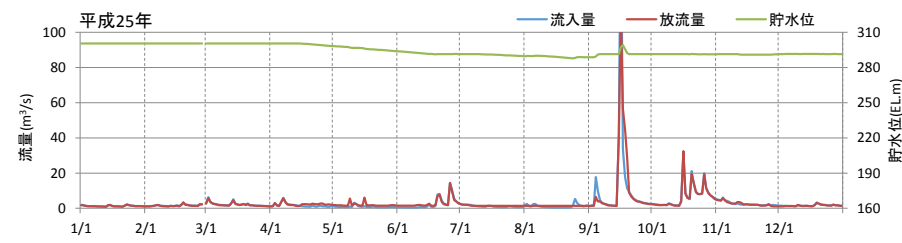
表層水質 (COD、TN、TP、クロロフィル a) および底層水質 (DO)



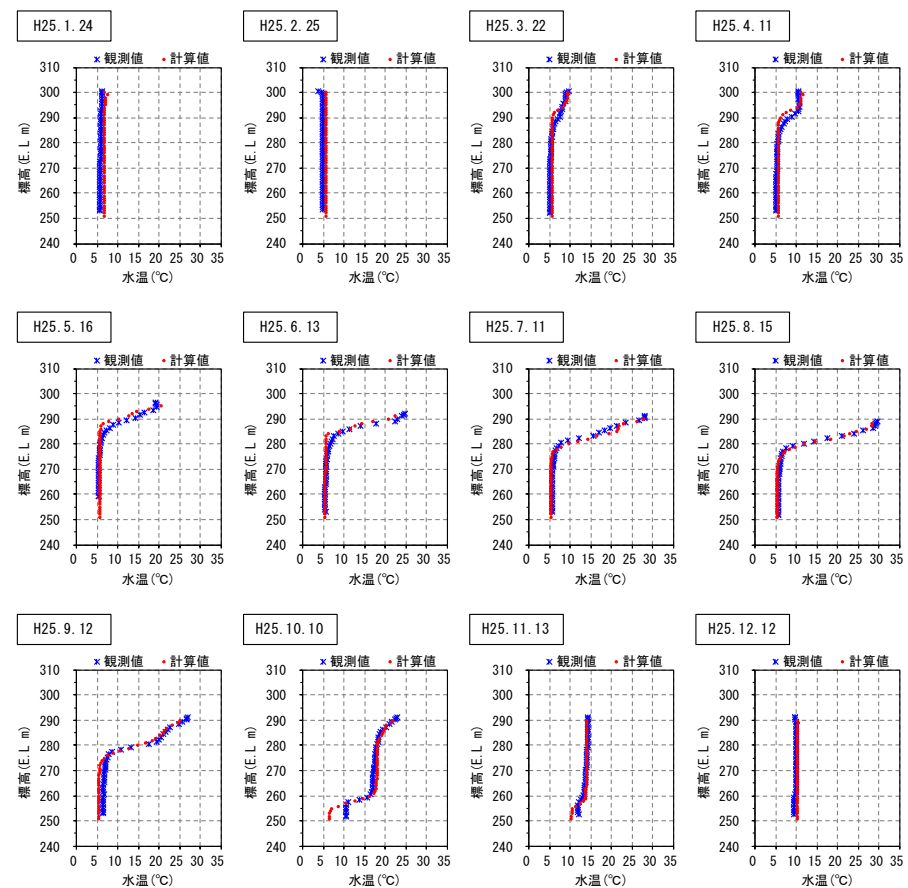
底層 DO は、季節的な変化および深層曝気運転中 (8/9~11/8) について、概ね再現できた。

図 5-12(3) 検証ダム (比奈知ダム) における再現計算結果 (平成 24 年)

平成25年の再現計算結果
比奈知ダム流況

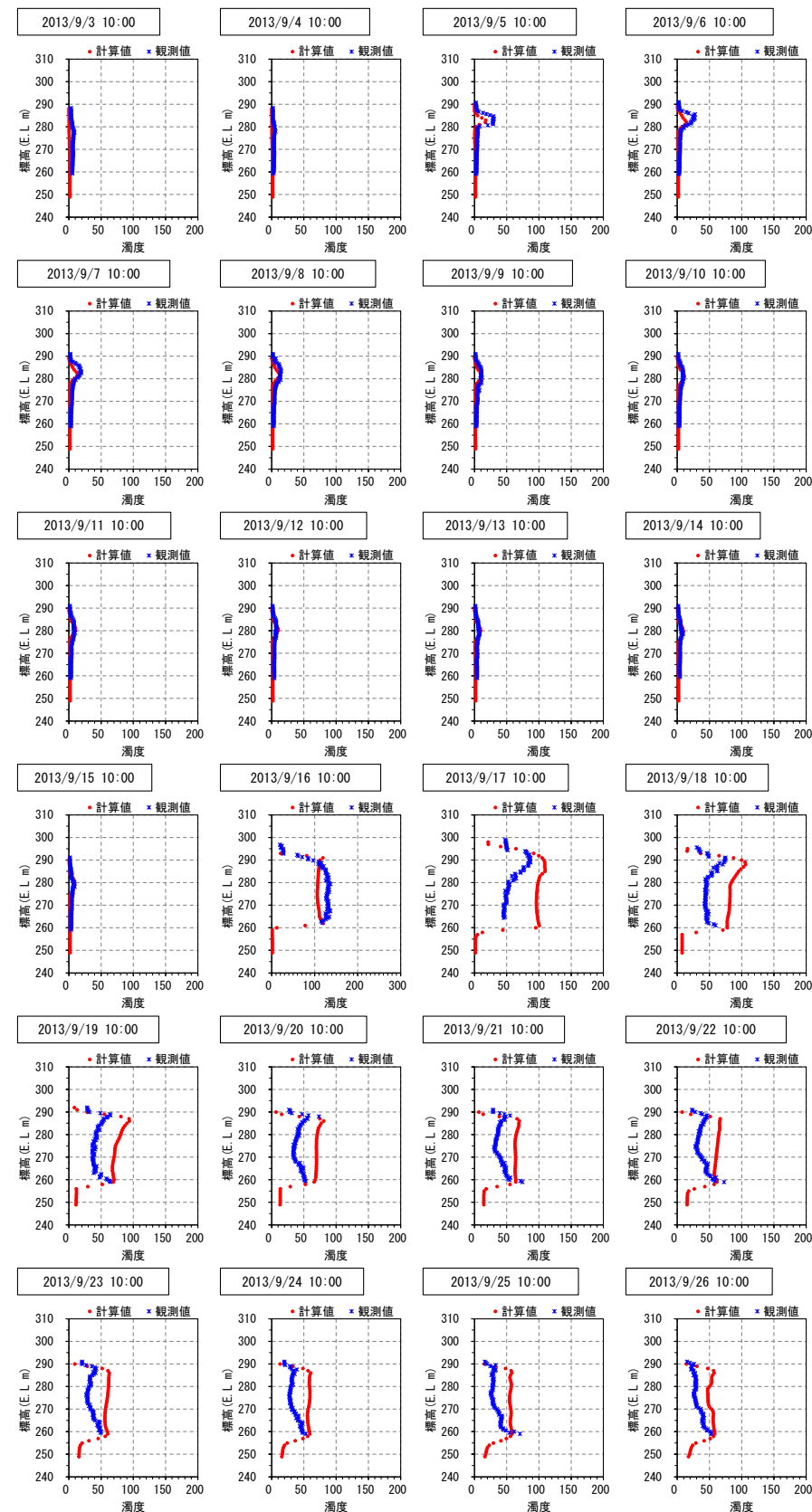


水温鉛直分布
（定期観測結果との比較）

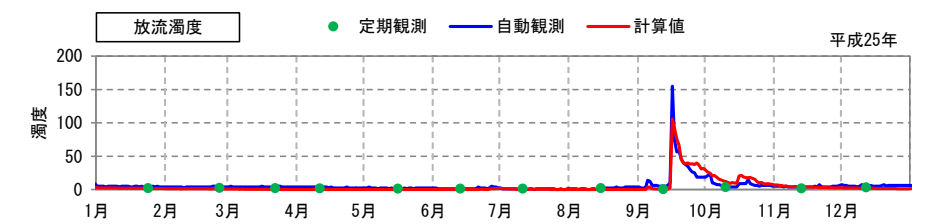


出水後の濁度分布について、観測値と比較して計算値が高い傾向があるものの、放流濁度を概ね再現していること、および、他の年の出水での濁度分布の再現性も含めて評価すると、概ね再現できた。

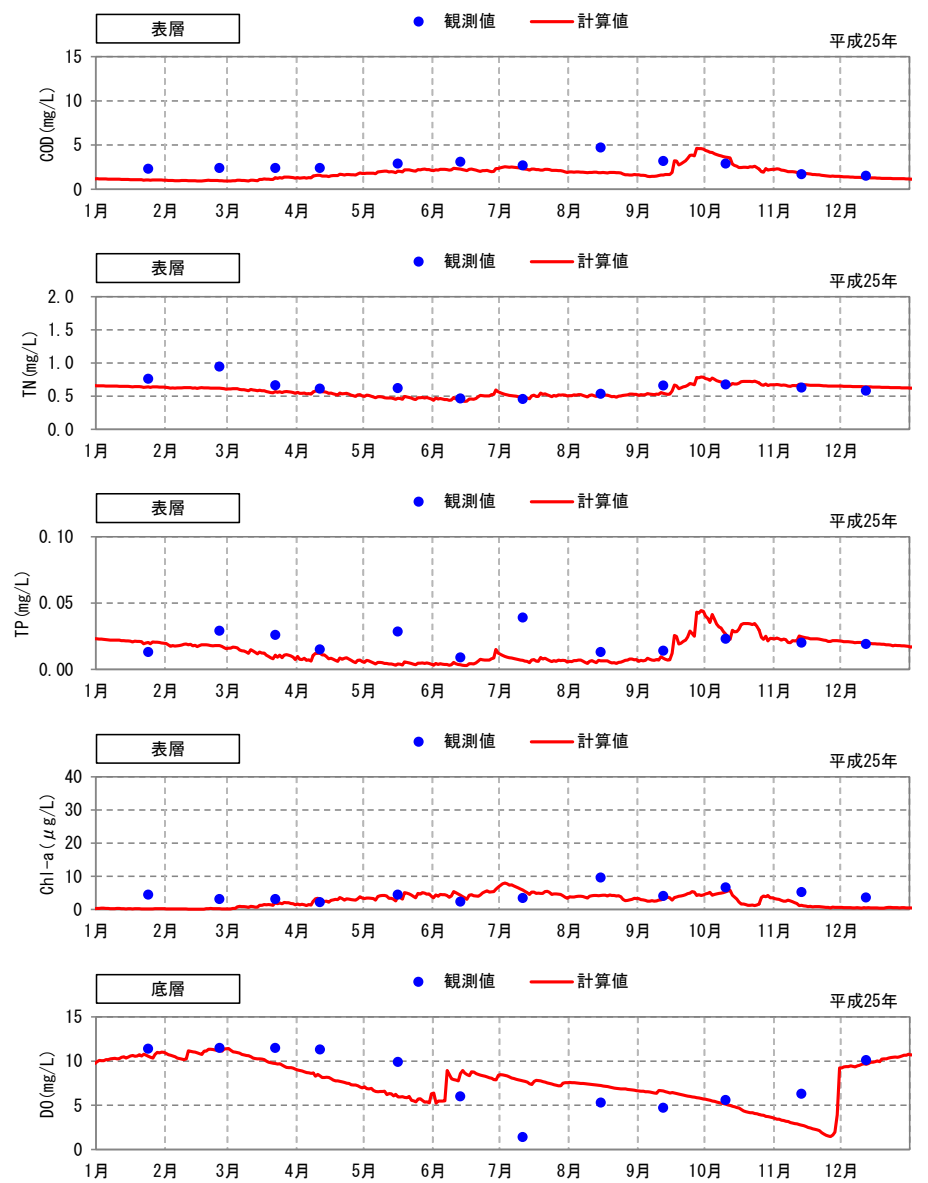
濁度鉛直分布
（9月出水後 自動観測データとの比較）



放流濁度（自動観測との比較）



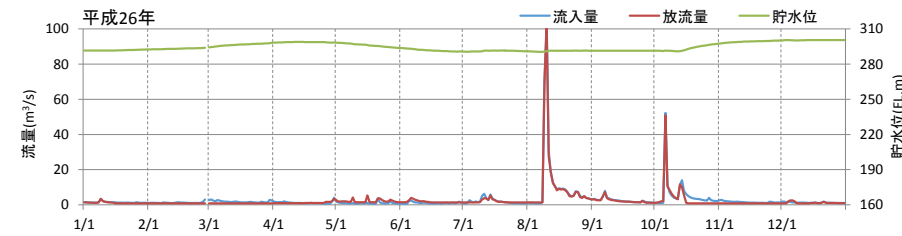
表層水質（COD、TN、TP、クロロフィル a）および底層水質（DO）



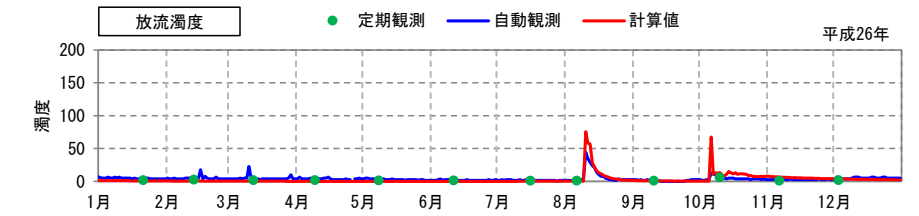
底層 DO は、季節的な変化および深層曝気運転中（8/6～11/20）について、概ね再現できた。

図 5-12(4) 検証ダム（比奈知ダム）における再現計算結果（平成 25 年）

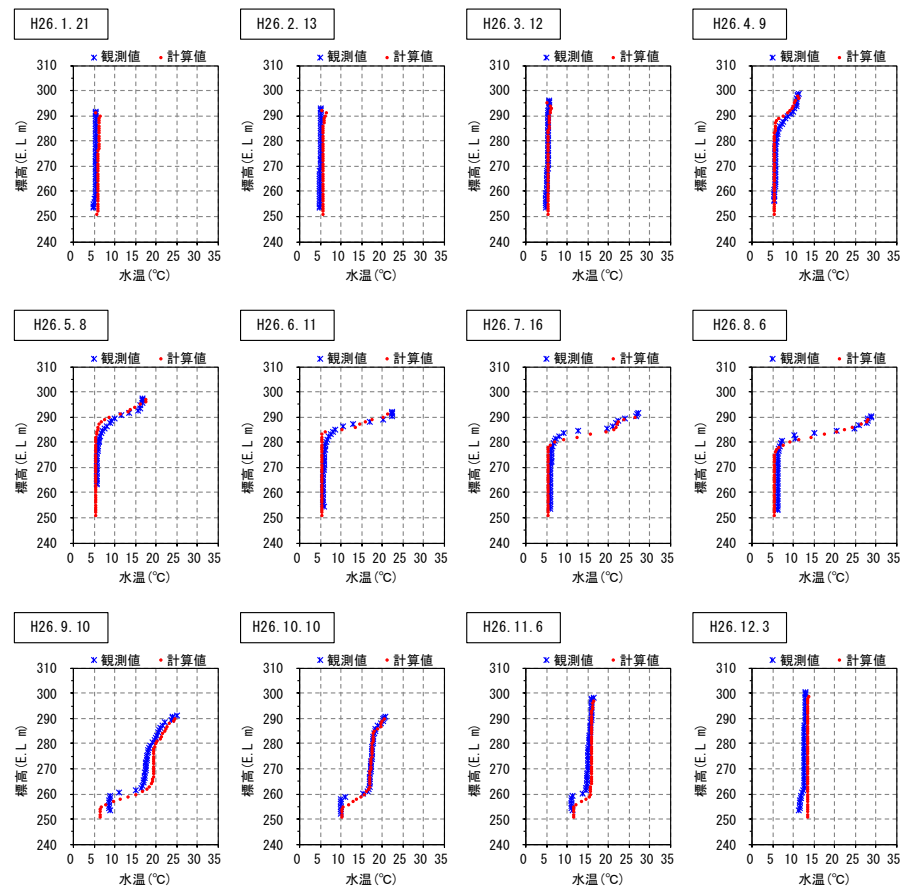
平成26年の再現計算結果
比奈知ダム流況



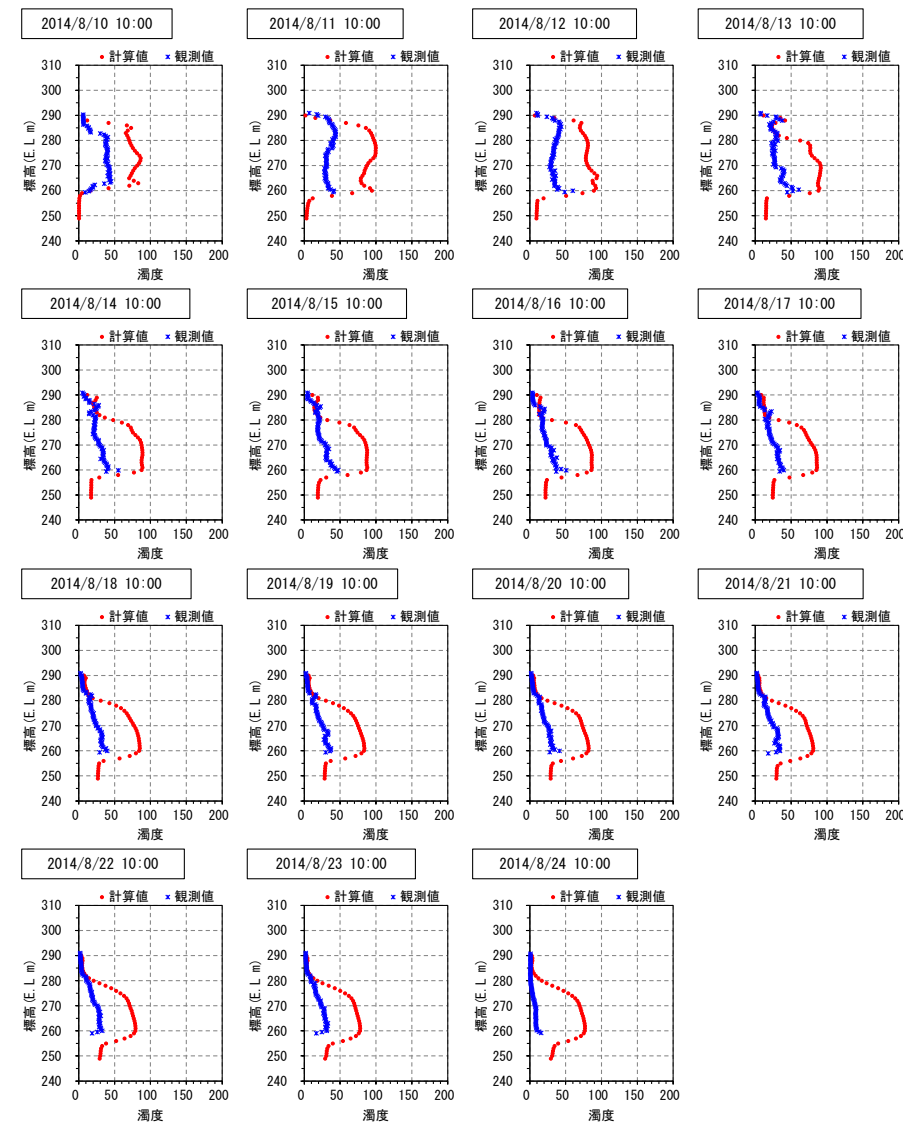
放流濁度（自動観測との比較）



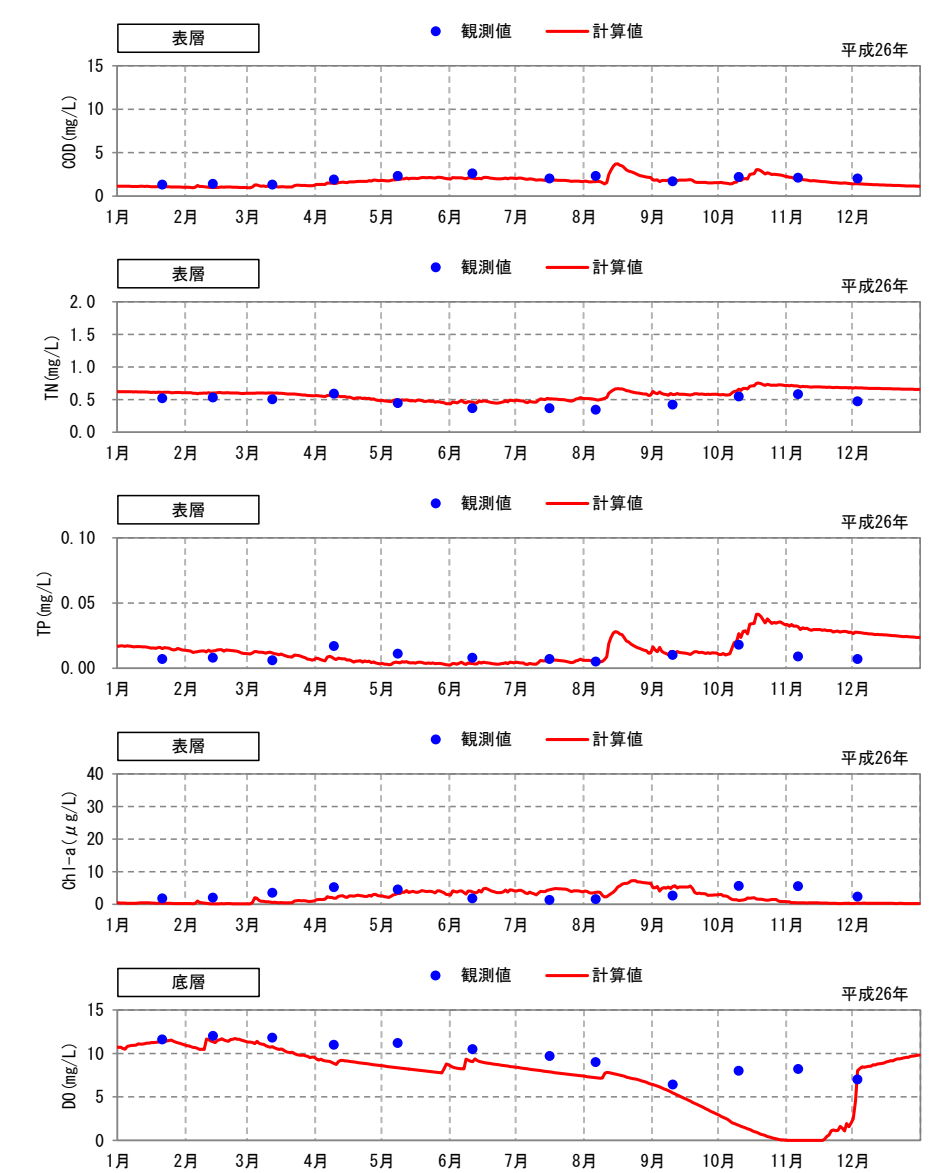
水温鉛直分布
（定期観測結果との比較）



濁度鉛直分布
（8月出水後 自動観測データとの比較）



表層水質（COD、TN、TP、クロロフィルa）および底層水質（D0）



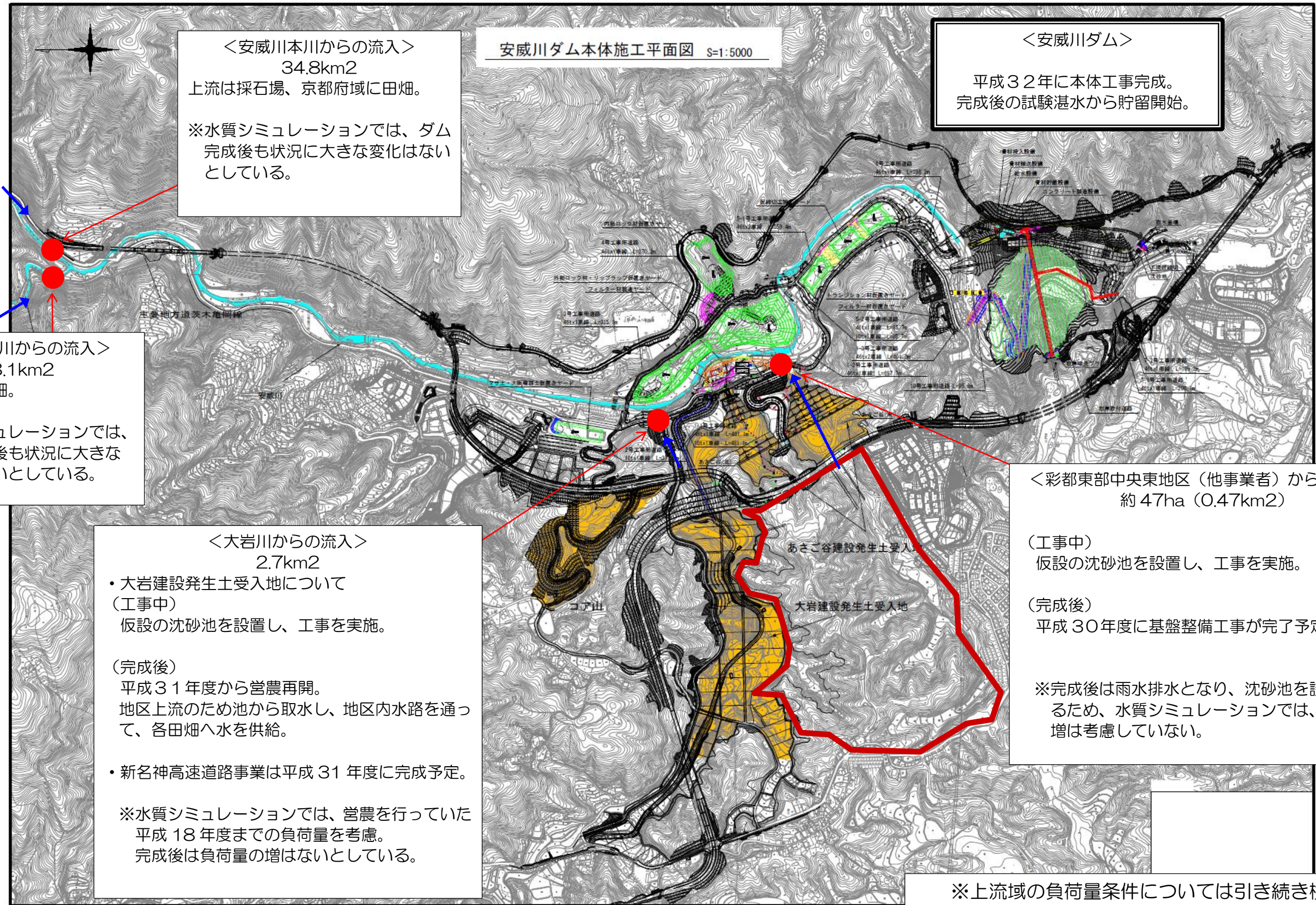
出水後の濁度分布について、観測値と比較して計算値が高い傾向があるものの、放流濁度を概ね再現していること、および、他の年の出水での濁度分布の再現性も含めて評価すると、概ね再現できた。

底層D0は、季節的な変化については概ね良好に再現できた。
（深層曝気運転（4/10～11/21））

図5-12(5) 検証ダム（比奈知ダム）における再現計算結果（平成26年）

5.4 安威川ダムの水質予測計算

5.4.1 安威川ダム周辺の状況



5.4.2 安威川ダムの予測条件

○安威川ダムの予測計算を行うため、表 5-12 に示す条件を用いて、安威川ダム貯水池内および放流水の濁り、水温、水質の予測計算を行う。

表 5-12 安威川ダムの予測条件

	安威川ダムの予測条件	考え方	検証ダムの考え方との相違
再現対象期間	平成 7 年～平成 16 年の 10 年間を対象に行う。	水質予測にあたっては、さまざまな条件下で水温や水質の変化を評価するため、10 カ年程度の長期的な予測を行う。	検証ダムと同様の考え方
流量条件	上記 10 年間の流量条件は、流量が比較的大きい年（平成 11 年等）から小さい年（平成 12 年、14 年等）まで幅広く含んでいる。		
貯水池形状	既往検討と同じ鉛直二次元メッシュを用いる。	横断方向に比べて流下方向が長い形状を持ち、また鉛直方向に水質・水温変化が想定されることから、貯水池内を流下方向（100m 間隔）および鉛直方向（深さ方向）（1m 間隔）に分割し、鉛直二次元モデルで表現する。	検証ダムと同様の考え方
放流条件	利水計算結果による利水放流分を選択取水設備（取水範囲 EL. 85.0m～EL. 99.4m）より取水し、余剰分を洪水吐（EL. 99.4m）より越流放流する。選択取水設備の最大放流量は 1.088m ³ /s である。既往検討では水道用水を一定放流していたが、今回、フラッシュ放流として、全量、専用管（EL. 85.0m）にて放流する。	放流水の SS、水温、水質予測結果は、各取水・放流設備に対応する放流水質を、取水・放流量に応じて加重平均して算出する。	検証ダムと同様の考え方
流入水質	平常時および出水時の水質調査に基づき、流量と負荷量の関係式（LQ 式）により与える。平成 6 年～平成 18 年のデータに平成 28 年 3 月までのデータを追加する。	LQ 式はデータ数が重要であること、および、水質レベルの大きな変化はみられないことから、平成 28 年 3 月までのデータを追加する。安威川ダムの LQ 式は、平常時、出水時を通して 1 本の相関式で表現する。	検証ダムでは平常時と出水時で傾向が異なるため相関式を分けた。
		また、COD、O-N、O-P の懸濁態の成分は、濁質に付着して流入するものとする。	検証ダムと同様の考え方
流入濁水の粒度分布	安威川ダムの出水時の濁水中の粒度分布データに基づき、流量により変化する粒径別割合を考慮する。調査を実施した平成 18 年以降の結果を使用する。	平成 18 年以降の出水時の採水試料による濁水中の粒度分布（沈降筒による沈降試験から算出）を採水時の流量と関係づけて、流量により変化する粒径別割合を考慮する。	検証ダムと同様の考え方 （ただし、検証ダムでは沈降試験は実施していない）
		貯水池内における濁質は、粒径毎に Stokes の式により沈降するものとする（ただし、Stokes 式は濁質を球形と仮定したものであるため、検証ダムにおける再現計算を通じて沈降速度等を調整）。	検証ダムと同様の考え方
流入水温	大阪管区気象台の 3 日平均気温（後述の補正後）と平常時の流入水温の関係式を作成し、これをもとに与える。	流入水温は、当日を含めた前 3 日間の平均気温と関連性が高いと考え、これらの関係式より与える。	検証ダムと同様の考え方
気象条件	大阪管区気象台データに基づき、気温、風速、湿度、日射量、雲量を与える。気温は近傍の高槻市役所観測データにより補正を行う。	予測に必要な項目が揃っている地点として大阪管区気象台データを基本に用いる。	検証ダムではダム地点の観測データを基本とした
水質保全対策	水質予測計算の結果に応じて、選択取水設備の運用検討、分画フェンスおよび浅層曝気装置の設置・運用検討を行う。	選択取水設備、分画フェンスおよび浅層曝気は鉛直二次元モデルでその効果を定量的に予測可能である。	検証ダムでは深層曝気装置もモデル化

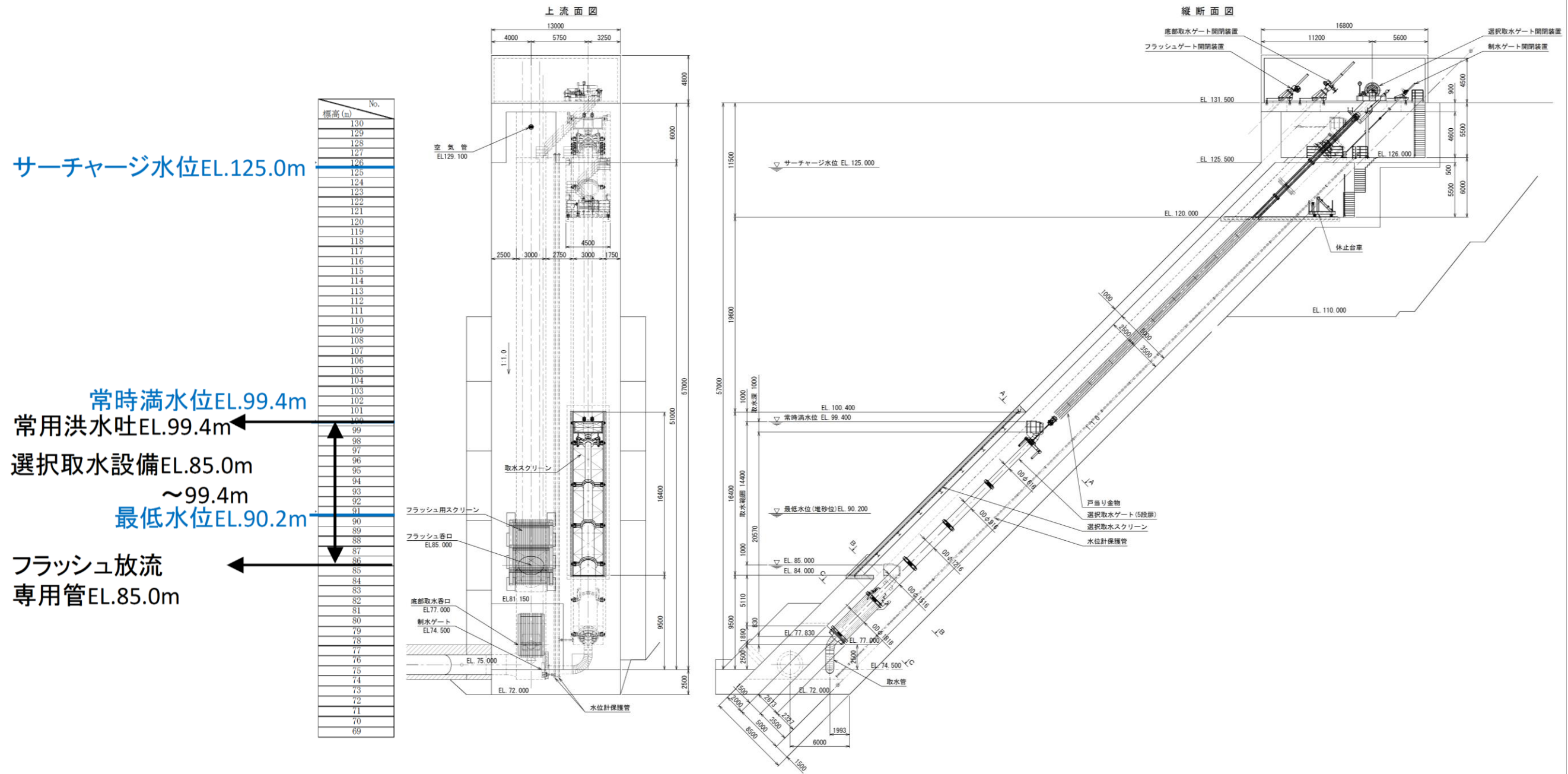


図 5-13 安威川ダム予測計算における放流条件

- ・水質予測にあたっては、さまざまな条件下で水温や水質の変化を評価するため、10 年程度の長期的な予測を行う。
- ・安威川ダムにおいて利水計算を実施している昭和 60 年～平成 22 年における流況を整理した結果、流量が比較的大きい年（平成 11 年等）から小さい年（平成 12 年、14 年等）まで幅広く含む期間として、平成 7 年～平成 16 年の 10 年を予測対象期間として選定した。

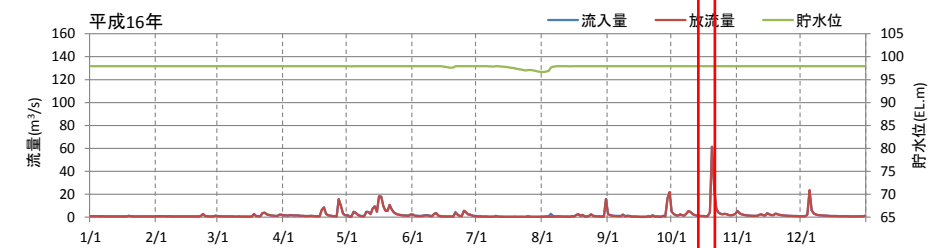
表 5-13 安威川ダム 予測対象年の選定

年	最大流量	豊水量 (95日)	平水量 (185日)	低水量 (275日)	渇水量 (355日)	最小流量	年平均流量							
S60	12	40.64	9	1.67	12	0.82	14	0.49	14	0.27	9	0.27	10	1.90
S61	3	84.69	12	1.50	21	0.51	22	0.31	9	0.31	6	0.31	14	1.71
S62	21	16.52	16	1.34	16	0.78	11	0.56	11	0.28	15	0.19	17	1.46
S63	10	44.36	25	0.69	26	0.32	26	0.20	22	0.16	17	0.16	20	1.28
H1	9	52.06	4	2.27	3	1.24	1	0.95	17	0.24	17	0.16	3	2.39
H2	19	18.73	7	1.75	8	0.99	8	0.61	22	0.16	22	0.11	11	1.89
H3	16	26.87	5	2.05	6	1.02	12	0.54	16	0.25	17	0.16	6	2.11
H4	18	20.28	10	1.56	11	0.83	7	0.63	3	0.51	1	0.44	16	1.50
H5	2	105.32	1	2.81	1	1.47	2	0.90	4	0.47	5	0.33	1	3.89
H6	24	10.17	20	1.01	17	0.66	15	0.45	20	0.18	21	0.12	24	0.85
H7	4	66.43	18	1.25	14	0.79	13	0.50	7	0.39	3	0.38	12	1.88
H8	20	17.32	14	1.40	12	0.82	16	0.43	17	0.24	11	0.24	18	1.32
H9	7	58.04	13	1.42	9	0.88	6	0.64	2	0.53	2	0.39	8	2.02
H10	5	65.03	2	2.43	2	1.36	3	0.88	1	0.54	8	0.28	2	2.92
H11	1	146.89	19	1.04	19	0.55	21	0.33	20	0.18	24	0.06	7	2.08
H12	11	42.50	21	0.86	18	0.56	18	0.40	25	0.13	23	0.08	21	1.07
H13	14	28.79	11	1.53	7	1.01	8	0.61	10	0.29	15	0.19	15	1.69
H14	25	8.38	24	0.72	24	0.39	23	0.30	19	0.21	24	0.06	25	0.82
H15	15	27.98	3	2.28	4	1.23	4	0.80	8	0.34	10	0.26	4	2.36
H16	6	61.48	6	1.85	5	1.05	5	0.71	6	0.42	6	0.31	5	2.16
H17	26	7.68	26	0.61	23	0.45	19	0.38	11	0.28	12	0.23	26	0.59
H18	8	53.78	17	1.32	20	0.54	25	0.26	22	0.16	17	0.16	13	1.74
H19	22	15.82	23	0.83	22	0.46	20	0.36	14	0.27	14	0.21	23	0.98
H20	23	11.89	15	1.35	10	0.84	10	0.58	5	0.46	4	0.36	19	1.31
H21	17	25.34	21	0.86	24	0.39	24	0.28	26	0.11	24	0.06	22	1.05
H22	13	34.82	8	1.69	14	0.79	16	0.43	11	0.28	12	0.23	9	1.91
最大		146.89		2.81		1.47		0.95		0.54		0.44		3.89
最小		7.68		0.61		0.32		0.20		0.11		0.06		0.59
平均		41.99		1.47		0.80		0.52		0.29		0.22		1.73

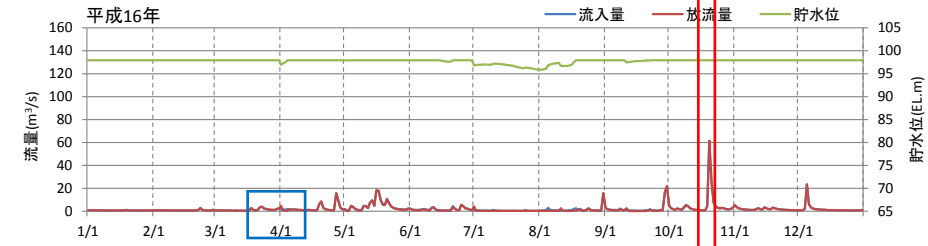
■ : S60～H22における上位1位～3位
 ■ : S60～H22における下位1位～3位

- ・流入量および放流量は、利水計算における安威川ダムの日データを用いる。ただし、出水時（日流入量 20m³/s 以上とする）は時間データを作成した。
- ・出水時の流入量は、利水計算値における日合計流入量を、桑原橋地点の時間流量観測データの変動率を用いて時間配分して作成した。
- ・出水時の放流量は、不特定利水容量については一定放流とし、余剰分については桑原橋地点の時間流量観測データの変動率を用いて時間配分して作成した。
- ・フラッシュ放流の実施日は、フラッシュ放流計画を反映した利水計算結果に基づいた。
- ・フラッシュ放流時の時間放流量は、環境改善放流波形（本資料 p.6）に基づき作成した。フラッシュ放流期間中の流量の割り振りは、予測段階では、フラッシュ放流時は、全量専用管（EL. 85.0m）とする。

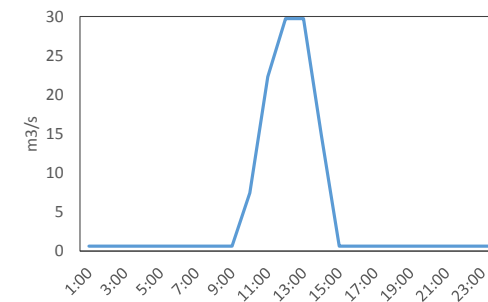
(フラッシュ放流なし)



(フラッシュ放流あり)



フラッシュ放流時は時間データを与える
(H16. 4. 1の放流量の例)



出水時は時間データを与える
(H16. 10. 20～22の放流量の例)

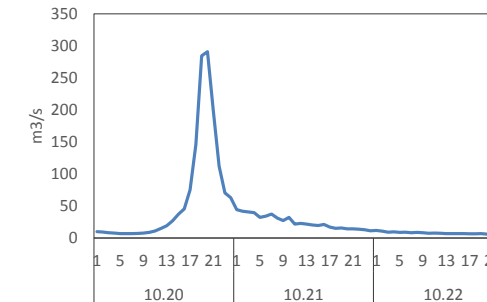


図 5-14 出水時およびフラッシュ放流時の時間データの作成（平成 16 年の例）

- ・流入水温は、3 日間平均気温とダム流入河川の観測水温との関係より設定し、流入河川別に与える。これらは、既往検討と同様であり、時点更新を行った（平成 6 年 5 月～平成 28 年 3 月の定期調査結果を使用）

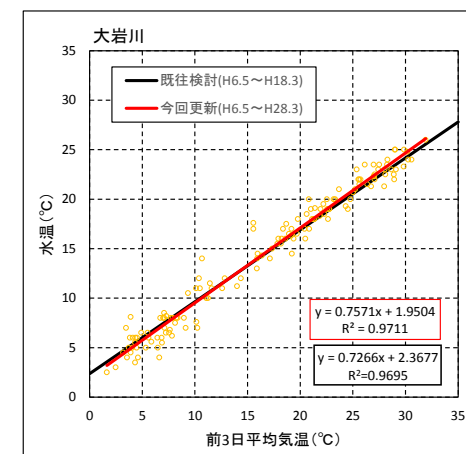
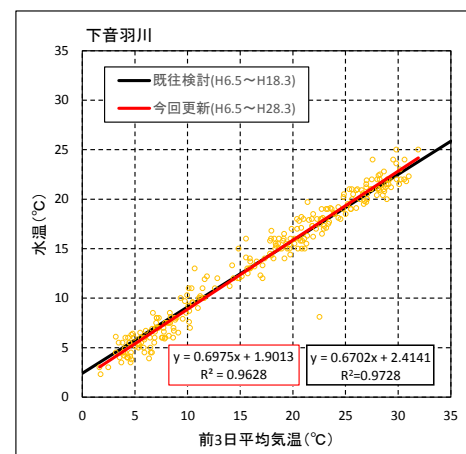
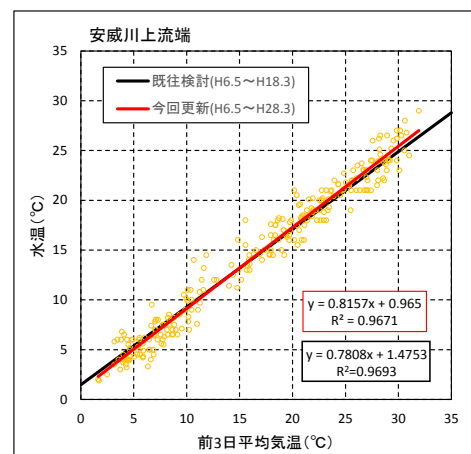
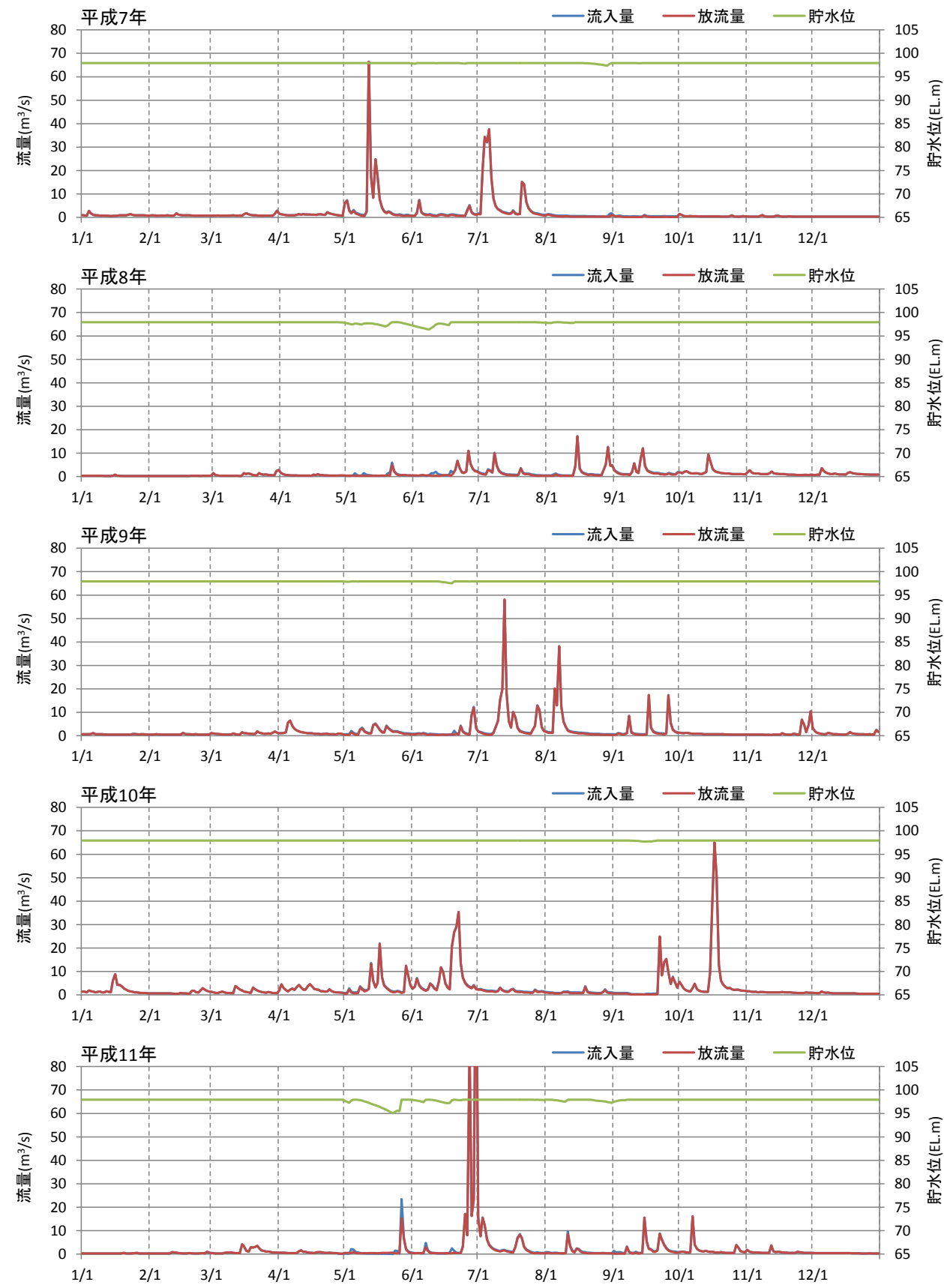


図 5-15 安威川ダム予測計算における流入水温算出式

(フラッシュ放流なし)



(フラッシュ放流あり)

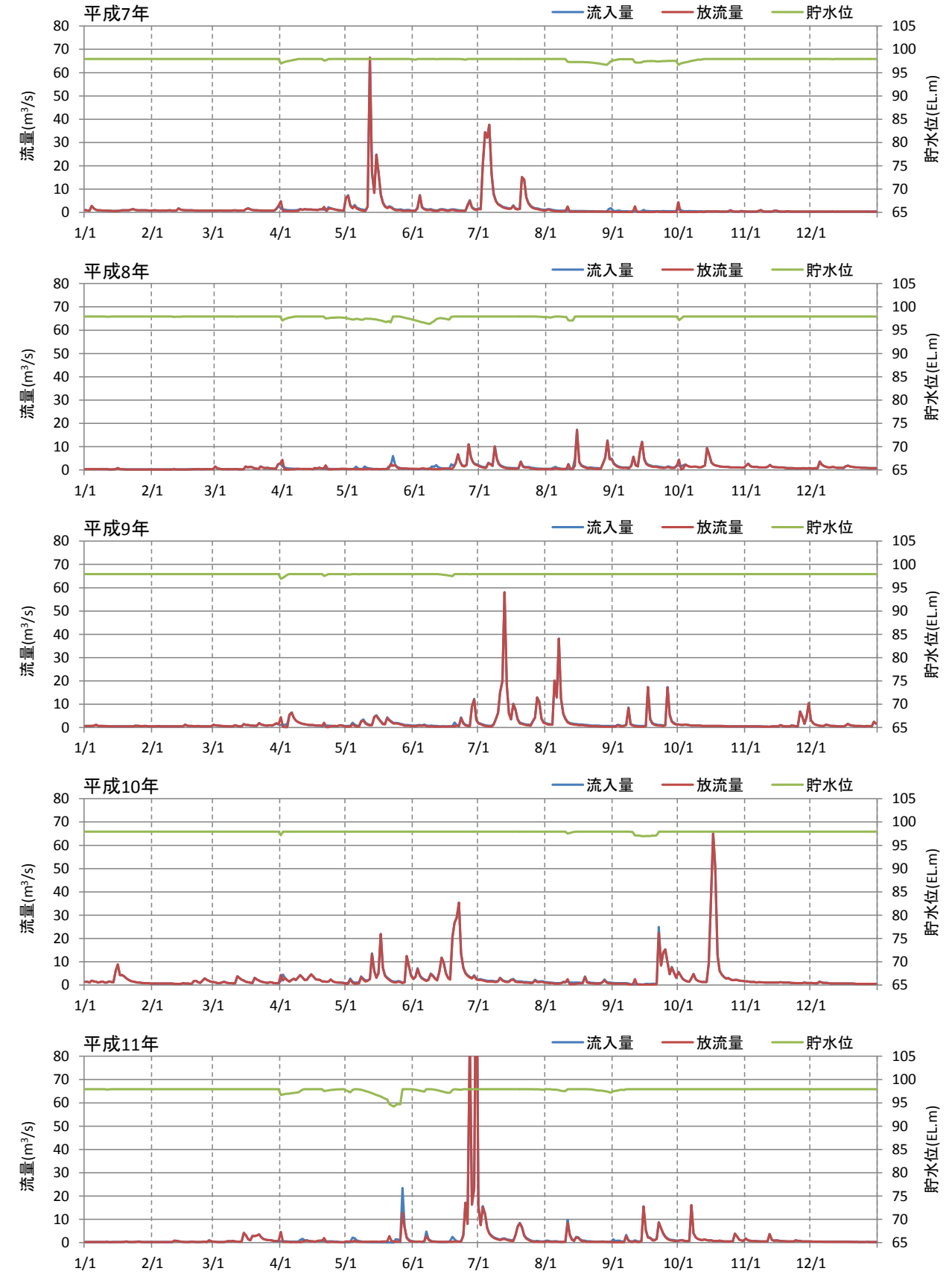
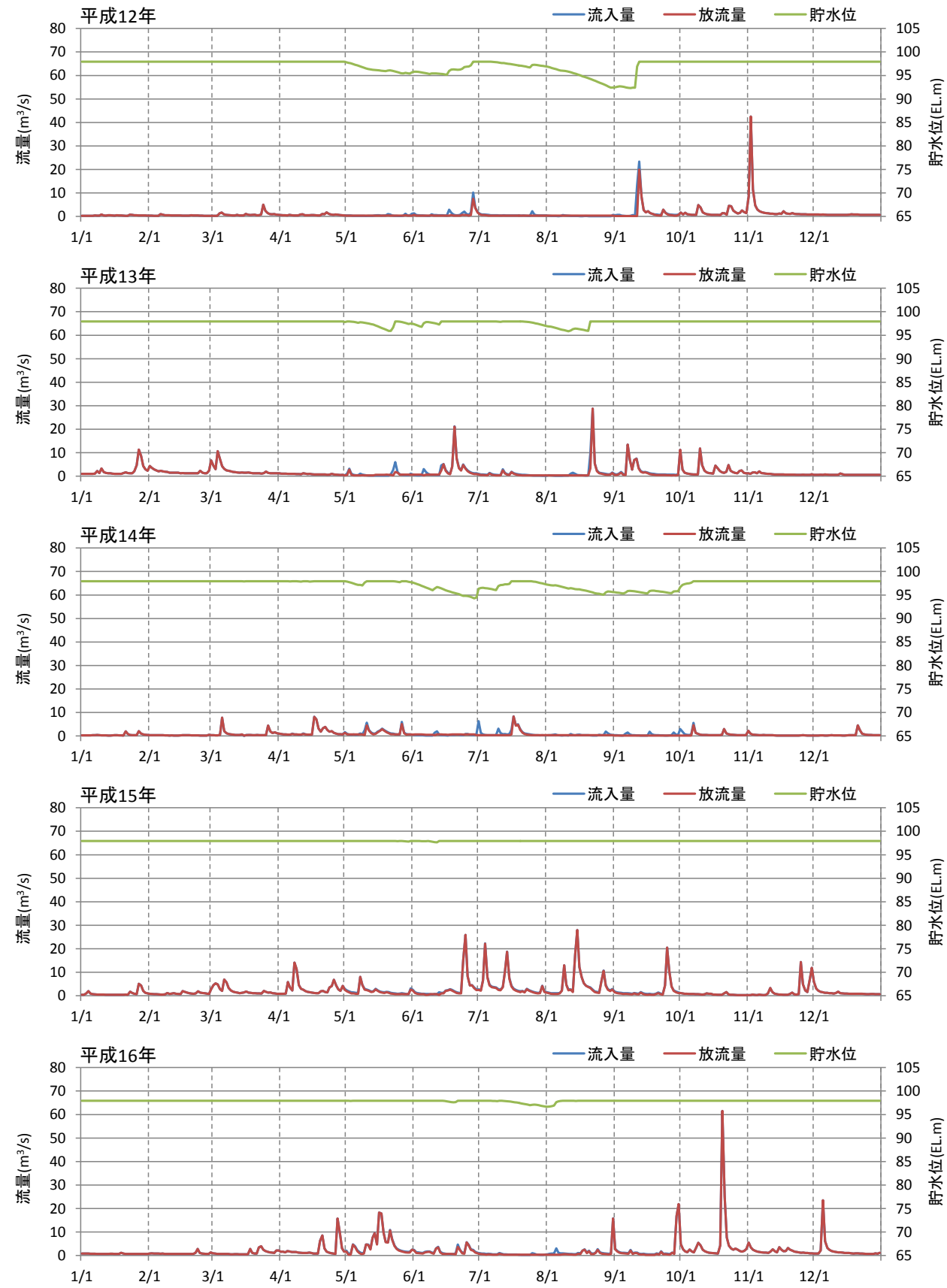


図 5-16(1) 安威川ダム利水計算結果による流入量・放流量・貯水位 (日データ) (平成7年~平成11年)

(フラッシュ放流なし)



(フラッシュ放流あり)

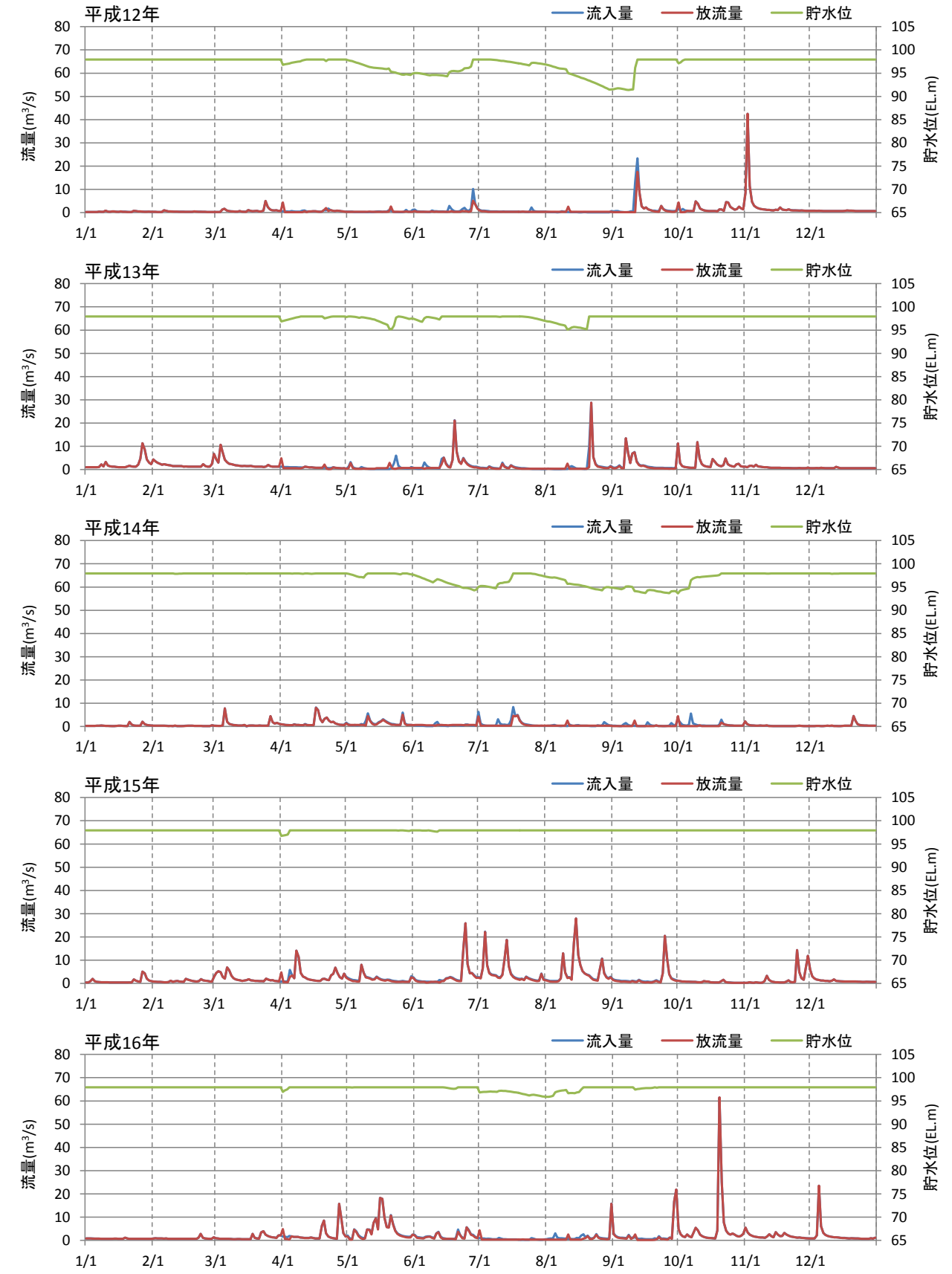


図 5-16(2) 安威川ダム利水計算結果による流入量・放流量・貯水位 (日データ) (平成 12 年～平成 16 年)

- ・安威川ダム流入水質は、ダム流入河川の定期調査および出水時調査における観測水質と流量の関係を示し、これにより設定する（既往検討と同様）。今回、時点更新を行った。
- ・L-Q式作成に使用する観測データは、L-Q式は物理的モデルではなく統計的モデルであるためデータ数が重要であること、および、水質レベルの大きな変化はみられないことから、平成6年5月～平成28年3月の22年間とした。ただし、窒素、リンは形態別にL-Q式を作成するため、形態別の実測データのある平成18年4月～平成28年3月とする。また、大岩川は付替工事等により、出水時の調査を実施していないため、更新対象外とする。

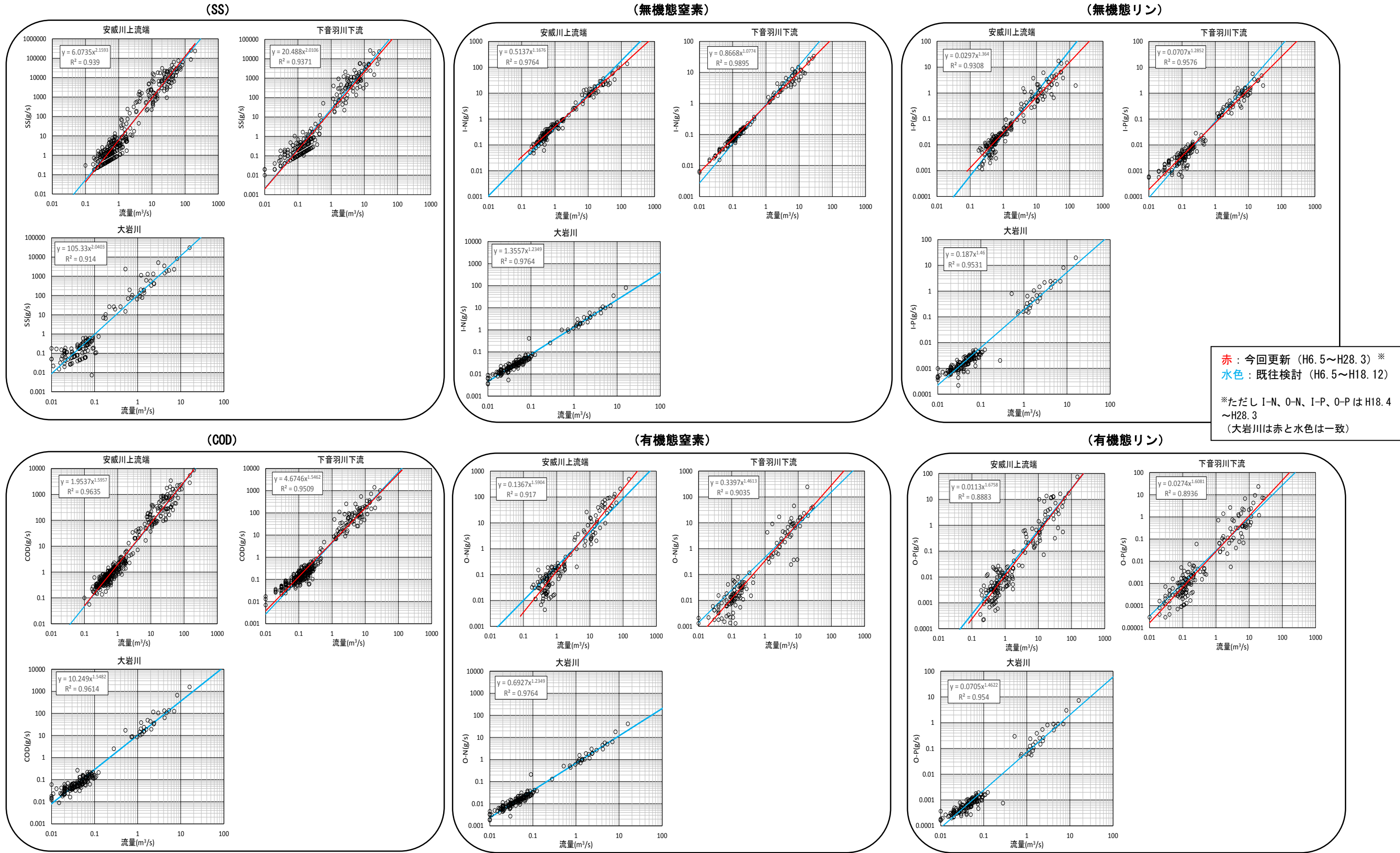


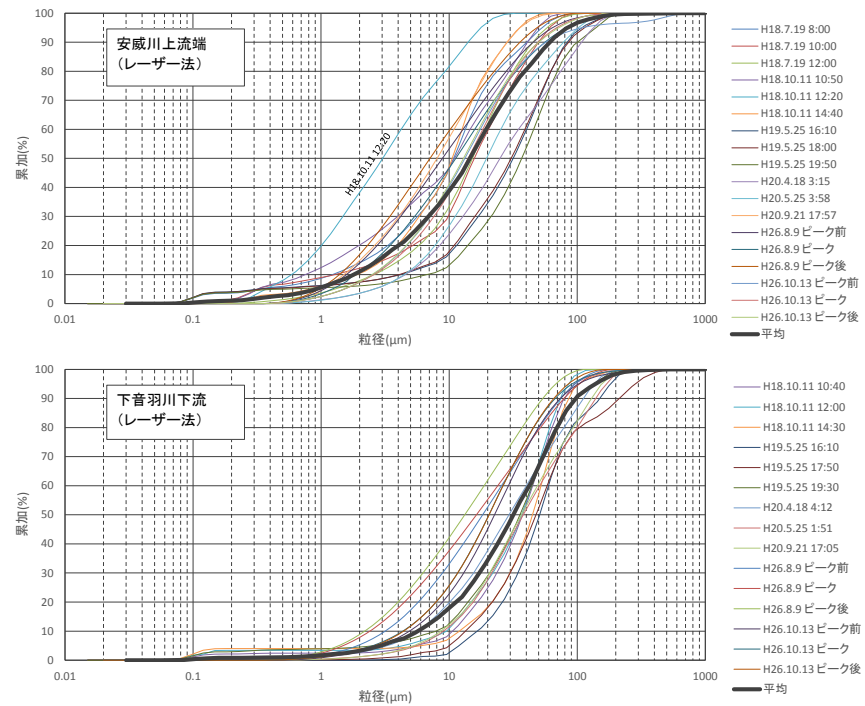
図 5-17 安威川ダム予測計算における流入水質 (LQ 式)

・安威川上流端、下音羽川下流では、出水時調査の採水試料を用いて、レーザー法（平成 18 年度～平成 20 年度、平成 26 年度）とコールターカウンター法（平成 21 年度～平成 25 年度）で粒度分布の計測を行っている。レーザー法の方がより幅広い粒径でのデータを取得できている。

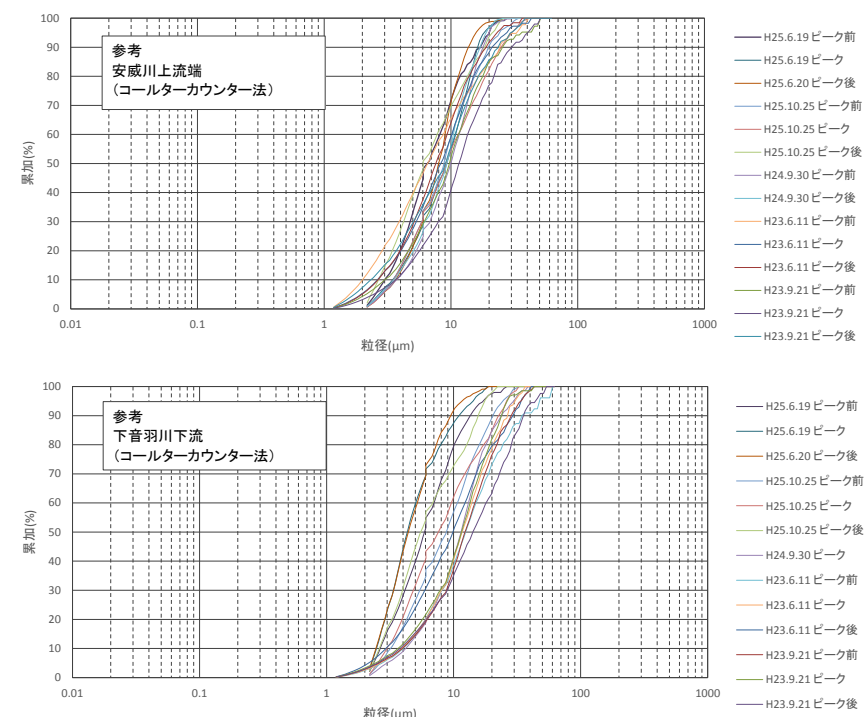
・また、安威川上流端および下音羽川下流では、平成 18 年度以降に出水時調査の採水試料を用いた沈降筒による沈降試験が実施されており、粒度分布を逆算することができる。
 ・沈降試験結果から算出した粒度分布とレーザー法による粒度分布では、平均でみて差があるものの、レーザー法による粒度分布よりもサンプル数が確保できることから、沈降試験結果から算出した粒度分布を使用することを基本とする。

・粒度分布は、出水規模により異なる場合がある（他ダムの事例をみると、流量増にともない大きな粒径の占める割合が高くなる）。
 ・安威川上流端および下音羽川下流においても、同様の傾向がみられるため、流量と粒径割合の関係により、流量によって割合を変えるものとする。
 ・なお、大岩川は、安威川上流端と下音羽川下流の流域面積按分により関係式を作成した。

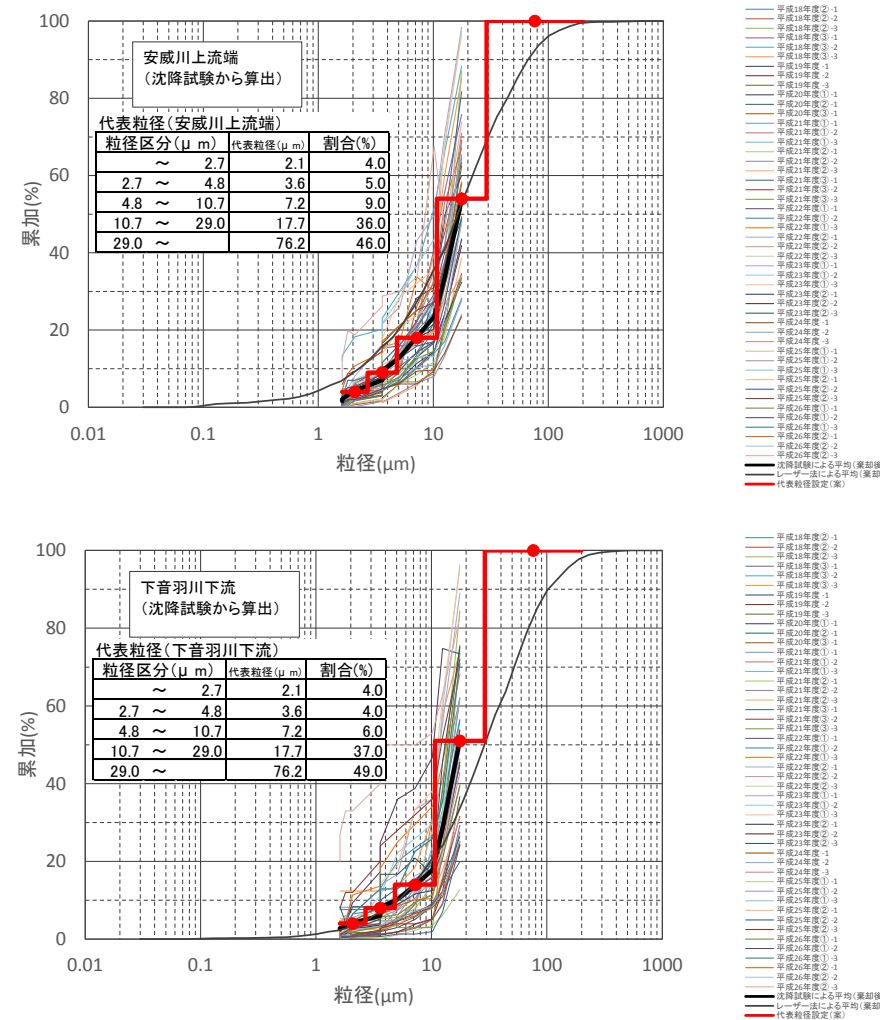
（レーザー法による粒度分布）



（コールターカウンター法による粒度分布）



（平成 18～26 年度の出水時に実施した沈降試験結果から算出した粒度分布）



（流量に応じた割合の変化を考慮）

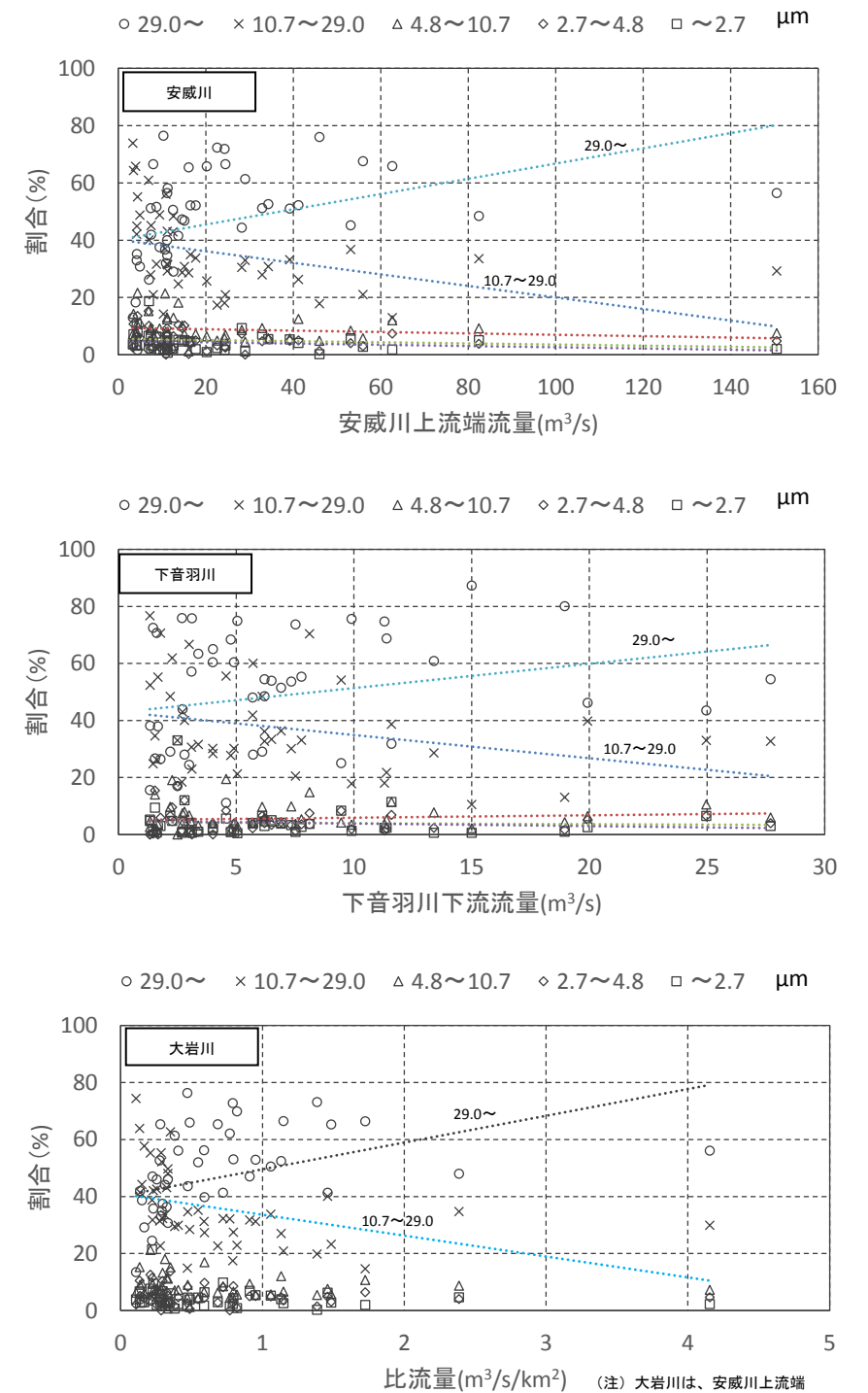


図 5-18 安威川ダム予測計算における流入濁水の粒度分布の設定

（注）大岩川は、安威川上流端と下音羽川下流の流域面積按分によりあわせて関係式を作成した。

6. 今後の課題

○環境の変化を軽減するための水質保全対策としては、長期的な流域対策のほか、短期的に効果の出現する貯水池内対策として、選択取水設備、フェンス、浅層曝気循環施設の適切な運用が考えられる。しかし、「4. 対策の目安となる水質、水温の設定」の“留意点”に示したように、ある現象の軽減対策として効果的な運用が、別の現象を助長する場合があるため、全体として最適な運用方法を見いだす必要がある。

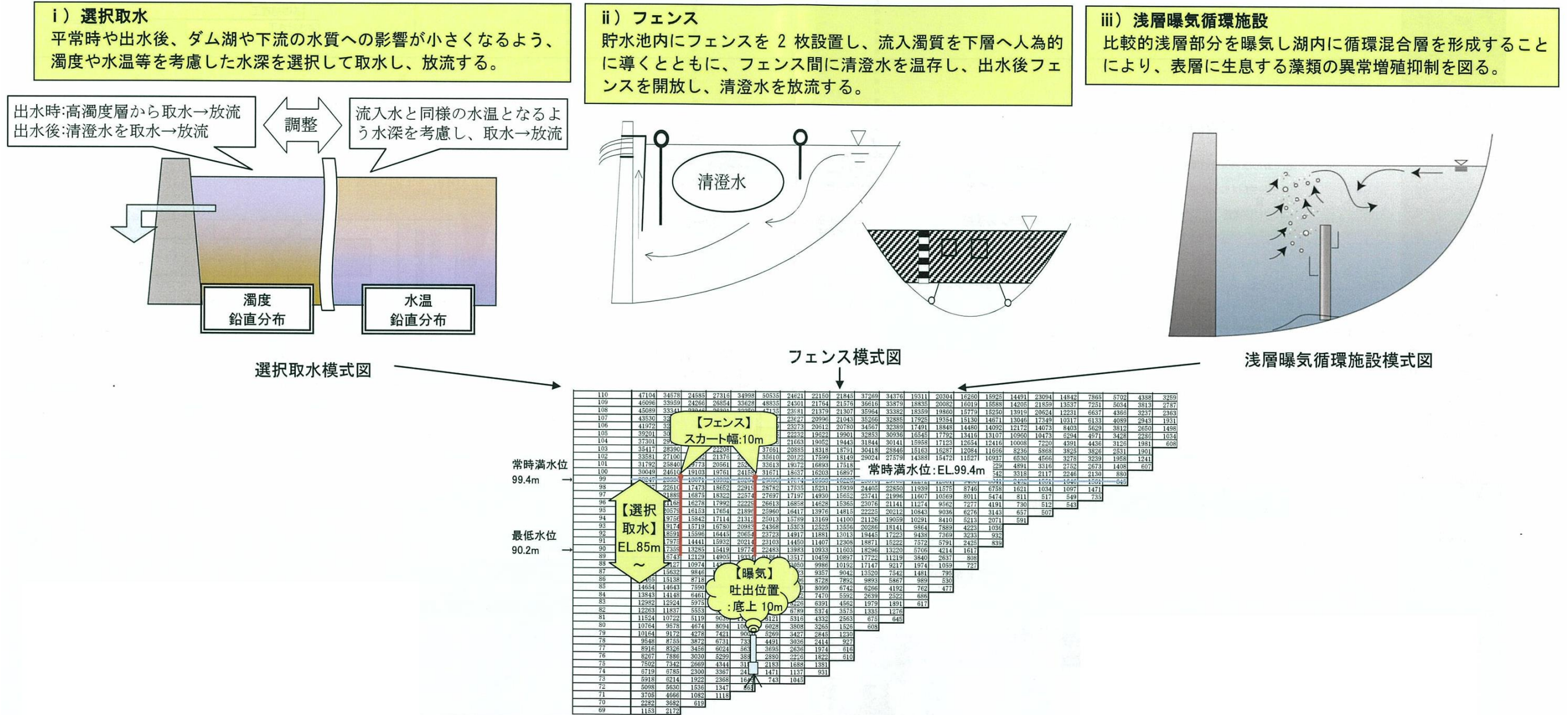


図 6-1 水質保全検討のイメージ (既往検討)