

第14回 大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会

貯水池の水質予測及び水質保全方策の見直しについて

令和元年12月16日(月)

大阪府



目 次

1. 環境改善放流検討部会での審議経過.....	1
2. 貯水池水質予測の見直し.....	2
2.1. 貯水池水質予測条件.....	2
2.2. 対策の目安となる水質、水温の設定.....	3
2.3. 貯水池水質予測ケース（水質保全方策案）.....	4
3. 選択取水、浅層曝気、深層曝気の効果（ケース0とケース1の比較）【第8回環境改善放流部会（R1.9.2）】.....	6
4. 濁水防止フェンスの効果（ケース2～ケース5の比較）【第9回環境改善放流部会（R1.11.20）】.....	8
4.1. 環境基準SS 25mg/Lの超過日数.....	8
4.2. 濁水長期化日数.....	9
5. 濁水長期化による下流の生物への影響【第9回環境改善放流部会（R1.11.20）】.....	10
6. 総合的な保全方策案【第9回環境改善放流部会（R1.11.20）】.....	11
6.1. 濁水防止フェンスの効果.....	11
6.2. 総合的な保全方策.....	11
7. 参考：環境改善放流検討部会での主な意見と対応.....	12



1. 環境改善放流検討部会での審議経過

第8回環境改善放流部会 審議事項	具体的内容	審議結果
<ul style="list-style-type: none"> 水質予測条件の更新 	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池の水質予測条件の更新について 	<ul style="list-style-type: none"> ●ダム湖地盤高や、流入負荷データの更新内容について確認した。(p.2-2 参照)
<ul style="list-style-type: none"> 更新した条件における貯水池の水質予測結果について 	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水設備、深層曝気、浅層曝気による貯水池水質予測結果(ケース1) 	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水、浅層曝気、深層曝気による貯水池の水質予測結果より、冷温水放流、富栄養化現象、底層DOの低下対策について、一定の効果があることを確認した。(p.2-6~p.2-7 参照)
	<ul style="list-style-type: none"> ●水質予測ケース案について 	<ul style="list-style-type: none"> ●ダムができる事により濁水長期化が発生し、またケース1における水質保全施設の運用により、濁水長期化日数が増える傾向にあるため、濁水防止フェンスを加えて水質予測を実施し、次回部会において審議する。(p.2-6~p.2-7 参照) ●安威川ダムの貯水池規模を考慮し、濁水防止フェンスの規格を10m(深さ方向)だけでなく、5mのものを用いたケースも加えた予測結果を次回部会において示すこと。(p.2-4 参照)



第9回環境改善放流部会 審議事項	具体的内容	審議結果
<ul style="list-style-type: none"> 水質保全方策における施設配置計画について 	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水設備、深層曝気、浅層曝気に濁水防止フェンスを加えた貯水池水質予測結果(ケース2以降の検討)について <p> ケース0：対策なし ケース1：選択取水、深層曝気、浅層曝気 ケース2：選択取水、深層曝気、浅層曝気、濁水フェンス(10m) ケース3：選択取水、深層曝気、浅層曝気、濁水フェンス(5m) ケース4：選択取水、深層曝気、浅層曝気、濁水フェンス(10m+10m) ケース5：選択取水、深層曝気、浅層曝気、濁水フェンス(5m+5m) </p>	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水+深層曝気+浅層曝気を組み合わせたケース1に、濁水対策として選択取水に濁水防止フェンスを加えた(ケース2~ケース5)の水質予測結果を確認。(p.2-4 参照) (環境基準に対する検証) ●ダム完成後、濁水防止フェンスの有無(ケース0~ケース5)に関わらず、貯水池で濁質が沈降するため、下流河川への放流水のSS25mg/Lの超過日数が、ダム建設前に比べて1/4程度に減少する。(p.2-8 参照) (濁水長期化に対する検証) ●濁水防止フェンスを設置したケース2~ケース5のいずれのケースにおいても、濁水長期化の緩和に対して大きな効果はみられなかった。(p.2-9 参照) ●ダム完成後発生する濁水長期化日数約70日のうち、放流SSが環境基準25mg/Lを超過するのは、1日程度であり、濁水防止フェンスを設置した場合でも年間最大0.5日の減少と大きな効果はみられなかった。(p.2-9 参照) ●濁水長期化による下流河川の魚や底生生物への影響について、「水産用水基準」にある「1か月の飼育実験では、アユ、ニジマスともに10mg/L程度以上で成長に影響がみられる」との報告から、SS10mg/Lを超過する日数を指標として整理した結果、ダム建設後のいずれのケースについても、SS10mg/Lを超過する連続日数は10日未満となり、大きく1ヶ月を下回っており、下流河川の魚類等の生物への影響は少ないと考えられる。(p.2-10 参照) ●上記のシミュレーション結果から、下流河川への濁水放流に対して濁水防止フェンスは大きな効果が見られなかったため、濁水対策として、選択取水施設のみでの対応とする。(p.2-11 参照)
	<ul style="list-style-type: none"> ●水質保全施設計画について 	<ul style="list-style-type: none"> ●安威川ダムにおける、冷温水放流、富栄養化現象、底層DOの低下、濁水放流に対する水質保全方策は、選択取水、浅層曝気、深層曝気を採用するものとする。(p.2-11 参照)

※濁水長期化：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を超過する現象をここでは指す。

2. 貯水池水質予測の見直し

2.1. 貯水池水質予測条件

●貯水池内の地形条件の変更及び流入水質等の更新を行うために、貯水池水質予測の見直しを行った。

表 2-1 安威川ダムの水質予測条件

	安威川ダムの水質予測条件	考え方
流量条件	<ul style="list-style-type: none"> 平成7年～平成16年の10年間とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 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ヵ年程度の長期的な予測を行う。 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	<ul style="list-style-type: none"> 貯水池内を水深方向及び流下方向（上下流方向）に分割した鉛直二次元メッシュを用いる。 貯水池の形状は平成28年の測量データを用いた。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
放流条件	<ul style="list-style-type: none"> 不特定利水分を選択取水設備（取水範囲 EL.85.0m～EL.99.4m）より放流し、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 1.088m³/s。 フラッシュ放流は、全量、専用管（EL.85.0m）にて放流する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
流入水質	<ul style="list-style-type: none"> 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31年3月までのデータを用いる。 平成6年～平成31年3月までのデータを使用。ただし、窒素、リンは形態別にLQ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31年3月とする。 さらに、ダム上流域での開発として、新名神高速（8.8ha）およびあさご谷（4.5ha）の路面からの負荷量を見込む。 	<ul style="list-style-type: none"> 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経年変化はみられないことから、平成6年～平成31年3月までのデータを用いる。 LQ式は、平常時、出水時を通して1本の相関式で表現する。 LQ式で得られる負荷量に、新名神高速およびあさご谷の路面からの排水負荷量として、COD、TN、TPの原単位から得た負荷量を加えた。
流入濁水の粒度分布	<ul style="list-style-type: none"> 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5段階に区分して考慮する。調査を実施した平成18年以降の結果を使用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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した。 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、再現計算を通じて沈降速度等を調整している（第7回環境改善放流部会（H28.12.26）））。
流入水温	<ul style="list-style-type: none"> 大阪管区気象台の3日平均気温（高槻市役所観測データにより補正）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。 関係式作成にあたり、大岩川は現状の河道となった平成28年度以降のデータのみを使用した。 	<ul style="list-style-type: none"> 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、これらの関係式とした。
気象条件	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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とした。
水質保全対策	<ul style="list-style-type: none"> 水質予測計算の結果に応じて、選択取水設備の運用検討、濁水防止フェンス、浅層曝気装置、深層曝気装置の設置・運用検討を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 選択取水設備、濁水防止フェンス、浅層曝気、深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。

※赤文字は前回（第9回審議会（H29.3.24））予測条件からの変更点

2.2. 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。
- ダム建設による影響を緩和するため、下表に示す考え方により保全対策を検討することとし、各々の対策が他の水質項目に与える影響に留意しながら検討を進めた。

表 2-2 対策の目安となる水質、水温の設定（第 9 回大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会（H29.3.24）を改変）

課 題	対策の目安となる水質、水温の考え方															
冷温水放流	<p>放流水温を可能な限り流入水温の変動幅内に収める</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 ヶ年の最大、最小水温と近年の水温変動 															
富栄養化現象	<p>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</p> <p>【浅層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 の富栄養化現象目安） <table border="1" data-bbox="801 919 1825 1066"> <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
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													
溶存酸素 (底層 DO の低下)	<p>底層からのリンの溶出等を抑えるため、底層 DO の低下を抑制する。</p> <p>【深層曝気規模を決定するための目安】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 底層 DO を確保する。 															
濁水長期化	<p>下流河川の濁水長期化日数を可能な限り軽減する</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 を超過する日数 															

※ 冷温水放流：流入水温の 10 カ年変動幅からはずれる放流で高い水温の場合は温水放流、低い水温の場合は冷水放流とする。

※ 濁水長期化日数：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（流入 SS）を超過する日数。

2.3. 貯水池水質予測ケース（水質保全方策案）

- 既往の検討結果から、選択取水設備の運用の他、富栄養化現象並びにフラッシュ放流時の冷水放流が懸念されるため、浅層曝気による水質保全が必要である。また、底層 DO の低下が懸念されることから、深層曝気を加え、複合的に運用することで水質保全を図ることとする。
- また、水質予測の検討ケースは、選択取水+浅層曝気+深層曝気を組み合わせたケース 1 に、濁水対策として選択取水に濁水防止フェンスを加えて（ケース 2～ケース 5）、水質予測のシミュレーションを行った。

表 2-3 安威川ダムにおける水質予測ケース（水質保全方策案）

目的、検討ケース		水質保全施設						備考	
		選択取水	浅層曝気	深層曝気	濁水防止フェンス				
					下流側		上流側		
					10m 深	5m 深	10m 深	5m 深	
目的	冷温水放流	○	○						
	富栄養化現象		○						
	底層 DO の低下			○					
	濁水	○			○	○	○	○	
検討ケース	ケース 0 対策なし（常時表層取水）								第 8 回放流部会で検討
	ケース 1 選択取水、浅層曝気、深層曝気（フェンスなし）	●	●	●					
	ケース 2 選択取水、浅層曝気、深層曝気、濁水防止フェンス（フェンス下流側 10m）	●	●	●	●				
	ケース 3 選択取水、浅層曝気、深層曝気、濁水防止フェンス（フェンス下流側 5m）	●	●	●		●			第 9 回放流部会で検討
	ケース 4 選択取水、浅層曝気、深層曝気、濁水防止フェンス（フェンス下流側 10m、上流側 10m）	●	●	●	●		●		
	ケース 5 選択取水、浅層曝気、深層曝気、濁水防止フェンス（フェンス下流側 5m、上流側 5m）	●	●	●		●	●	●	

※ケース 0 は選択取水設備を用いて常時表層取水 ※日流入量 20m³/s 以上の場合、出水時とした。

『浅層曝気』：水温躍層上で曝気による流動を加え、湖水を移動させることにより、循環混合層を形成させることを目的として、貯水池の表層に向けて曝気する。

『深層曝気』：水温成層状態にある貯水池の深水層に曝気した湖水を吐出させて、底層物での有機物分解による DO 消費に見合う DO を補給し、硫化水素やメタンなどの発生を防止するとともに、底層からリンの溶出を抑制することを目的として、貯水池の底層に向けて曝気する。

出典：「ダム貯水池の水環境 Q&A なぜなぜおもしろ読本」（盛下 勇 監修、（財）ダム水源地環境整備センター編著、2002）

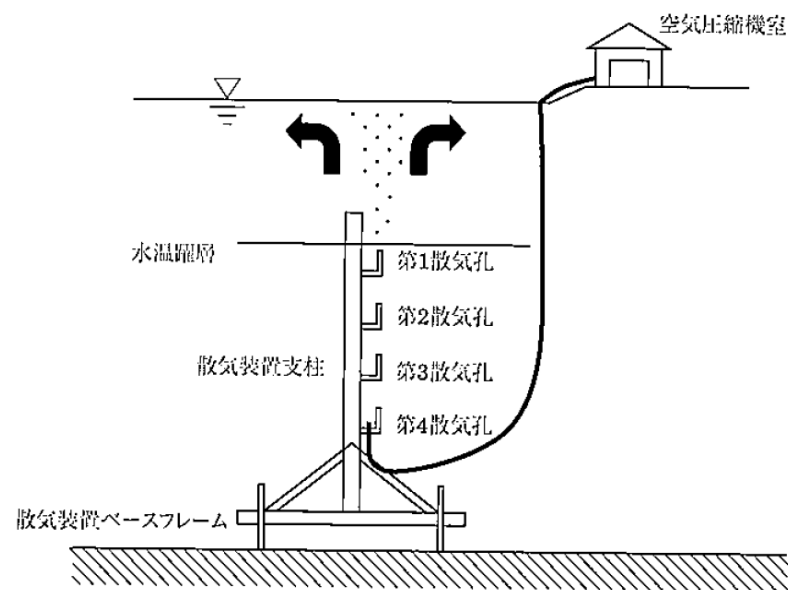


図 2-1 浅層曝気装置

出典：「ダム貯水池の水環境 Q&A なぜなぜおもしろ読本」（盛下 勇 監修、（財）ダム水源地環境整備センター編著、2002）

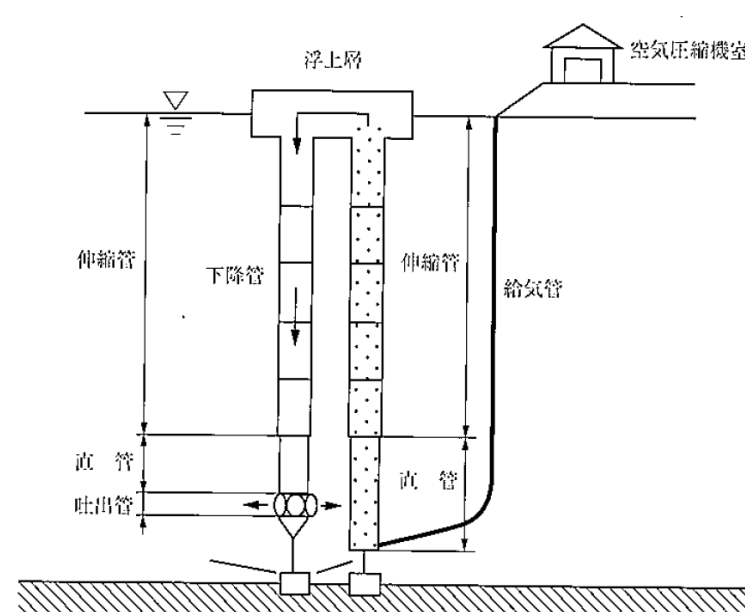


図 2-2 深層曝気装置

出典：「ダム貯水池の水環境 Q&A なぜなぜおもしろ読本」（盛下 勇 監修、（財）ダム水源地環境整備センター編著、2002）

下図のように温かくて密度の小さな表層の水と冷たくて密度の大きい下層の水が、水の密度差によって混合しにくくなることにより、鉛直方向（貯水池の深さ方向）に水温の異なる層が形成される。これを成層（水温成層）という。

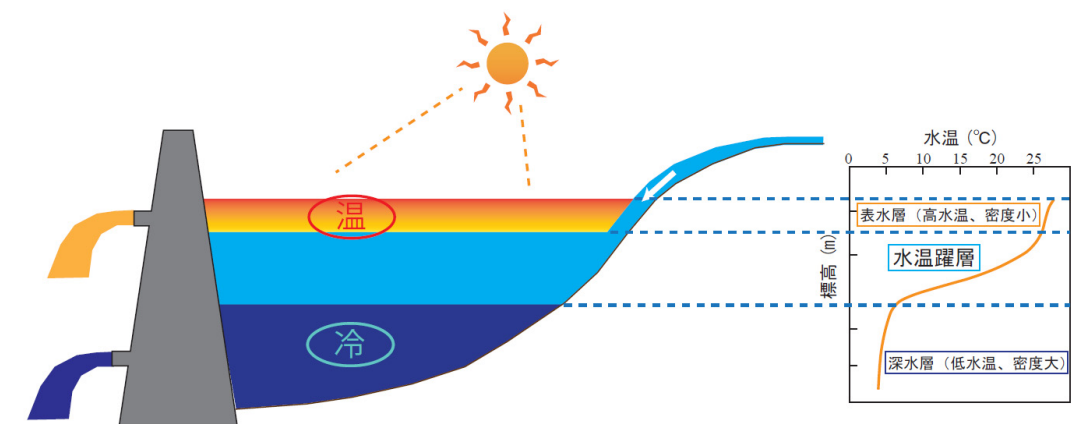


図 2-3 貯水池の水温分布

出典：「講座「ダム貯水池の水質問題」第 2 回—冷水放流現象について—」（<http://dam-net.jp/backnumber/O11/contents/gijyutsu.html>）

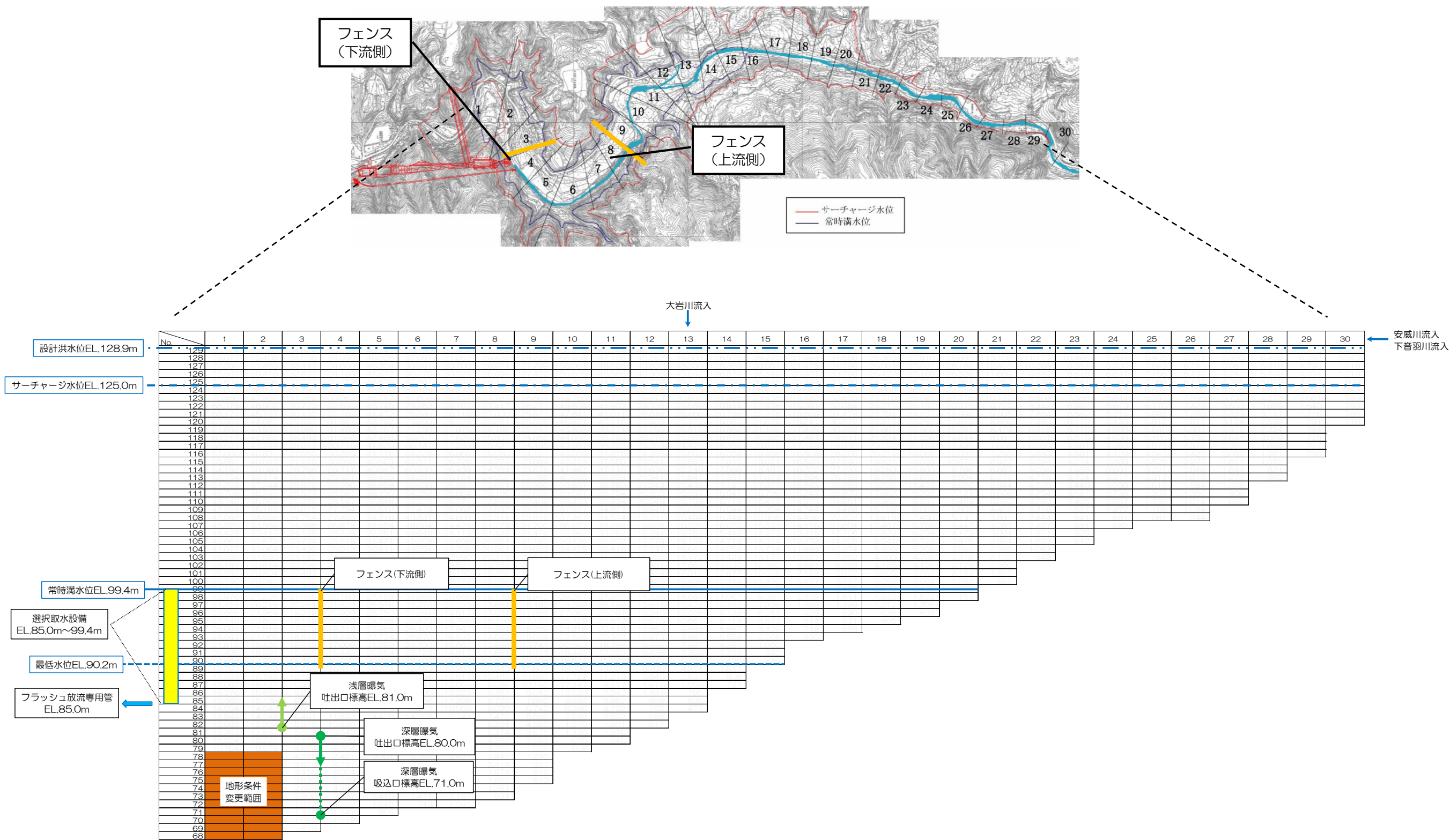


図 2-4 安威川ダム予測計算における鉛直二次元メッシュと水質保全施設(案)の位置

3. 選択取水、浅層曝気、深層曝気の効果（ケース0とケース1の比較）【第8回環境改善放流部会（R1.9.2）】

- ダム貯水池で懸念される「冷温水放流」、「富栄養化現象」、「底層DOの低下」に対して、選択取水（冷温水放流、濁水）、浅層曝気（冷温水放流、富栄養化現象）、深層曝気（底層DOの低下）を導入し、組み合わせて運用した水質予測結果により一定の効果が確認できた。
- 一方、上記の効果は確認できるものの、濁水に対しては長期化する傾向である。

表 3-1 水質予測結果の比較（ケース0とケース1）

項目	評価の目安	予測結果（10年間の予測結果）		評価
		Case0 対策無し（常時表層取水）	Case1 水質保全対策あり：選択取水、浅層曝気、深層曝気の組み合わせ	
冷温水放流	・放流水温を可能な限り流入水温の10年変動幅内に収める。	・ダム建設前（10年変動幅）と比較し、最大4.3℃の温水放流、最大10.9℃の冷水放流となる。	・選択取水設備により、ダム建設前（10年変動幅）と比較し、最大3.7℃の温水放流、最大0.9℃の冷水放流となる。 →対策しない場合よりも温水放流がやや緩和、冷水放流はほぼ解消	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水設備により取水深を変更することで、温水放流を軽減できるが、解消しない。 ●浅層曝気によりフラッシュ放流時の冷水放流を解消した。 ・秋季～冬季は、貯水池内の水温が深さ方向に一様となるため、選択取水設備の取水深に係わらず放流水温は概ね同じとなる。
富栄養化現象	・クロロフィルa（最大25μg/L以下）	・ダムサイト地点表層クロロフィルa濃度が最大で33.3μg/Lとなる。	・浅層曝気により、ダムサイト地点表層クロロフィルa濃度が最大で20.4μg/Lとなる。 →対策しない場合よりも表層クロロフィルa濃度の最大値が12.9μg/L減少	●浅層曝気（3/21～8/31運転）により、日射、水温等が増殖に適さない深さまで藻類を循環させることができ、アオコ発生の原因を低減できる。
溶存酸素（底層DOの低下）	・底層DOを確保する。	・予測期間10カ年の平均で0～11.6mg/L（平均6.6mg/L）で変動する。	・深層曝気により、予測期間10カ年の平均で2.9～11.6mg/L（平均7.7mg/L）で変動する。 →対策しない場合より底層DOが上昇する。	●底層DOは、深層曝気により、夏季から秋季の低下が改善。
濁水長期化	・下流河川の濁水長期化日数を可能な限り軽減する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム建設前と比較し、44日、濁水長期化が発生。 ・ただし、44日中、環境基準SS25mg/Lを超過するのは1日程度。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム建設前と比較し、70日、濁水長期化が発生。 →対策しない場合よりも26日増加 ・ただし、70日中、環境基準SS25mg/Lを超過するのは1日程度。 	<ul style="list-style-type: none"> ●選択取水の水温優先運用と、浅層曝気の運転により、ダム建設後（対策なし）よりもSSが上昇。 ●<u>濁水対策として、濁水防止フェンスの設置・運用した場合の検証を行った。</u>

※冷温水放流：流入水温の10カ年変動幅からはずれる放流で高い水温の場合は温水放流、低い水温の場合は冷水放流とする。

※濁水長期化：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（流入SS）を超過する現象。

表 3-2 放流水温予測結果（ケース0とケース1）

放流水温 (°C)										温水放流日数						冷水放流日数					
予測年	ダム建設前			ダム建設後						ダム建設後						ダム建設後					
	最大値	最小値	平均値	ケース0			ケース1			ケース0			ケース1			ケース0			ケース1		
				最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	日数	差(最大)	差(平均)	日数	差(最大)	差(平均)	日数	差(最大)	差(平均)			
平成7年	26.6	3.5	14.7	29.1	5.1	15.7	27.4	5.1	15.3	68	2.8	1.2	58	2.6	0.8	3	-3.0	-2.4	5	-0.3	-0.2
平成8年	26.1	3.0	14.4	29.6	3.7	15.4	27.3	4.1	15.0	61	3.5	1.1	24	1.6	0.6	15	-10.9	-2.3	19	-0.9	-0.2
平成9年	25.9	3.8	14.8	27.5	5.3	16.2	26.1	5.3	15.7	98	2.0	0.6	49	2.0	0.4	4	-2.8	-1.4	3	-0.1	0.0
平成10年	26.5	3.6	15.7	28.9	5.7	17.0	28.4	5.5	16.6	148	2.9	1.0	117	2.0	0.8	2	-3.3	-2.0	0		
平成11年	26.1	3.1	15.3	28.7	6.0	17.3	27.1	5.9	16.5	196	3.7	1.5	132	3.1	1.3	3	-6.5	-3.2	2	-0.1	0.0
平成12年	26.3	3.6	15.2	29.4	6.0	17.2	28.5	5.9	16.6	208	3.3	1.2	143	3.5	1.1	7	-8.5	-5.6	2	-0.1	-0.1
平成13年	26.9	2.6	15.1	30.3	5.2	17.0	29.1	5.3	16.4	143	3.8	1.5	90	3.2	1.0	4	-8.6	-4.6	0		
平成14年	26.4	4.7	15.3	30.2	6.6	17.5	28.7	6.6	17.0	180	4.3	1.5	134	3.3	1.1	3	-8.4	-6.2	0		
平成15年	26.0	3.0	14.9	28.2	5.7	16.5	26.5	5.5	15.9	113	3.5	1.2	77	3.7	0.8	1	-0.9	-0.9	0		
平成16年	26.1	3.2	15.7	29.7	6.0	17.5	28.2	5.9	17.0	198	4.0	1.5	157	3.2	0.9	5	-6.6	-3.8	0		
10ヵ年最大値	26.9	4.7	15.7	30.3	6.6	17.5	29.1	6.6	17.0	208	4.3	1.5	157	3.7	1.3	15	-0.9	-0.9	19	-0.1	0.0
10ヵ年最小値	25.9	2.6	14.4	27.5	3.7	15.4	26.1	4.1	15.0	61	2.0	0.6	24	1.6	0.4	1	-10.9	-6.2	0	-0.9	-0.2
10ヵ年平均値	26.3	3.4	15.1	29.2	5.5	16.7	27.7	5.5	16.2	141	3.4	1.2	98	2.8	0.9	5	-5.9	-3.3	3	-0.3	-0.1

青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少

ダム建設前より値が増加
ダム建設前より値が減少

青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少

青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少

表 3-3 貯水池内クロロフィルa予測結果（表層）（ケース0とケース1）

表層クロロフィルa (µg/L)						
予測年	ダム建設後					
	ケース0			ケース1		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
平成7年	29.0	0.6	10.0	15.6	0.5	6.0
平成8年	23.9	0.4	9.5	15.8	0.5	5.3
平成9年	27.4	0.7	10.0	16.9	0.6	6.0
平成10年	27.5	1.0	10.7	19.5	0.7	6.6
平成11年	33.3	0.6	9.9	15.3	0.6	5.1
平成12年	24.0	0.5	8.7	14.6	0.4	4.5
平成13年	22.3	1.2	10.0	13.5	0.8	5.4
平成14年	28.0	0.4	10.4	20.4	0.4	4.4
平成15年	28.5	0.7	10.7	16.8	0.8	6.4
平成16年	25.9	1.3	10.9	18.4	1.3	6.3
10ヵ年最大値	33.3	1.3	10.9	20.4	1.3	6.6
10ヵ年最小値	22.3	0.4	8.7	13.5	0.4	4.4
10ヵ年平均値	27.0	0.7	10.1	16.7	0.7	5.6

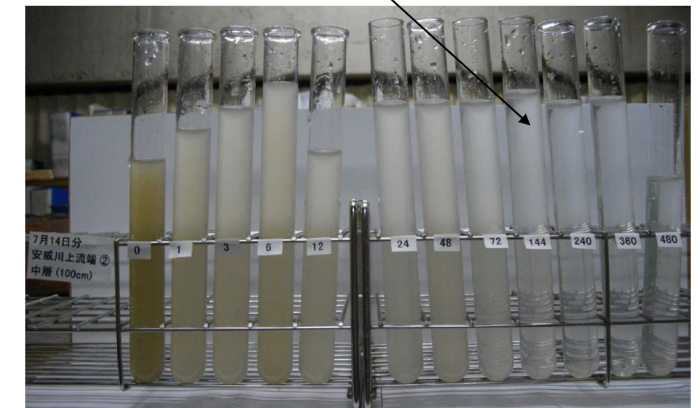
青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少

表 3-4 貯水池内DO予測結果（底層）（ケース0とケース1）

底層DO (mg/L)						
予測年	ダム建設後					
	ケース0			ケース1		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
平成7年	11.9	0.0	7.0	11.9	2.6	8.0
平成8年	11.8	0.0	6.7	11.8	3.9	8.0
平成9年	11.7	0.4	7.8	11.7	2.2	8.0
平成10年	11.8	0.0	7.2	11.8	2.8	7.7
平成11年	11.3	0.0	6.6	11.3	1.2	7.2
平成12年	11.6	0.0	7.1	11.6	3.5	7.7
平成13年	11.8	0.0	5.5	11.8	3.1	7.7
平成14年	11.2	0.0	5.6	11.2	3.4	7.2
平成15年	11.8	0.0	5.9	11.8	2.9	7.7
平成16年	11.4	0.0	6.7	11.6	3.4	7.5
10ヵ年最大値	11.9	0.4	7.8	11.9	3.9	8.0
10ヵ年最小値	11.2	0.0	5.5	11.2	1.2	7.2
10ヵ年平均値	11.6	0.0	6.6	11.6	2.9	7.7

青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少

参考：SS濃度 25mg/Lの水の色



出典：「第12回 安威川ダム自然環境保全対策検討委員会 資料1」(H23.11.4)

4. 濁水防止フェンスの効果（ケース2～ケース5の比較）【第9回環境改善放流部会（R1.11.20）】

4.1. 環境基準 SS 25mg/L の超過日数

- 濁水防止フェンスを設置した場合の予測結果から、下流河川への放流水が環境基準 SS 25mg/L を超過する日数についてとりまとめを行った。
- ダム下流河川への放流水の SS の予測結果から、環境基準 SS 25mg/L (環境類型 A 類型) を超過する日数は、貯水池で濁質が沈降することにより、ダム建設前に比べダム建設後はいずれのケースも 1/4 程度に減少した。

表 4-1 放流 SS 予測結果 (放流 SS 濃度)

予測年	ダム建設前			ダム建設後																	
				ケース0 (対策なし)			ケース1 フェンスなし			ケース2 下流10m、上流なし			ケース3 下流5m、上流なし			ケース4 下流10m、上流10m			ケース5 下流5m、上流5m		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
平成7年	467.6	0.2	9.3	93.7	0.1	2.3	93.5	0.1	2.9	86.8	0.1	3.0	85.8	0.1	2.9	90.8	0.1	2.9	85.8	0.1	2.7
平成8年	98.6	0.0	5.5	8.0	0.1	0.9	7.2	0.1	1.1	6.8	0.1	1.1	7.1	0.1	1.1	7.1	0.1	1.1	7.3	0.1	1.1
平成9年	401.8	0.8	9.7	84.5	0.1	2.6	82.9	0.1	3.2	76.0	0.1	3.4	75.8	0.1	3.2	85.0	0.1	3.0	77.3	0.1	2.9
平成10年	453.0	0.0	14.9	107.0	0.2	4.3	107.2	0.4	4.7	109.3	0.4	4.7	107.9	0.4	4.7	111.3	0.4	4.2	106.4	0.4	4.3
平成11年	1,127.5	0.0	11.3	232.8	0.1	3.6	232.3	0.2	4.4	216.5	0.2	4.6	218.0	0.2	4.4	229.4	0.1	4.2	227.6	0.1	4.1
平成12年	280.7	0.0	4.6	52.5	0.1	1.7	52.0	0.1	2.0	43.4	0.1	2.1	43.9	0.1	2.0	52.1	0.1	1.9	43.5	0.1	2.0
平成13年	182.2	0.0	7.5	39.4	0.1	1.7	41.3	0.3	2.3	32.4	0.3	2.5	34.3	0.3	2.4	36.5	0.3	2.3	28.7	0.3	2.3
平成14年	43.4	0.0	3.1	3.4	0.1	0.5	2.6	0.1	0.7	2.5	0.1	0.6	2.5	0.1	0.7	2.6	0.1	0.6	2.5	0.1	0.7
平成15年	173.0	0.9	11.2	29.9	0.2	2.5	30.3	0.2	3.1	25.6	0.2	3.2	25.5	0.2	3.2	26.8	0.2	3.0	25.7	0.2	3.0
平成16年	468.7	0.0	10.4	83.7	0.2	3.4	85.7	0.2	3.6	102.0	0.2	3.8	98.7	0.2	3.8	106.0	0.2	3.4	91.4	0.2	3.5
10カ年最大値	1,127.5	0.9	14.9	232.8	0.2	4.3	232.3	0.4	4.7	216.5	0.4	4.7	218.0	0.4	4.7	229.4	0.4	4.2	227.6	0.4	4.3
10カ年最小値	43.4	0.0	3.1	3.4	0.1	0.5	2.6	0.1	0.7	2.5	0.1	0.6	2.5	0.1	0.7	2.6	0.1	0.6	2.5	0.1	0.7
10カ年平均値	369.6	0.2	8.8	73.5	0.1	2.4	73.5	0.2	2.8	70.1	0.2	2.9	69.9	0.2	2.8	74.8	0.2	2.7	69.6	0.2	2.7
10カ年標準偏差	309.7	0.3	3.6	66.5	0.1	1.2	66.5	0.1	1.3	64.1	0.1	1.4	64.0	0.1	1.3	67.2	0.1	1.2	66.5	0.1	1.2

青字：ケース0より値が増加
赤字：ケース0より値が減少
青字：ケース1より値が増加
赤字：ケース1より値が減少

表 4-2 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS 25mg/L 超過日数)

予測年	ダム建設前	ダム建設後					
		ケース0 (対策なし)	ケース1 フェンスなし	ケース2 下流10m	ケース3 下流5m	ケース4 下流10m 上流10m	ケース5 下流5m 上流5m
平成7年	18	9	10	10	10	10	9
平成8年	13	0	0	0	0	0	0
平成9年	25	5	6	7	6	7	5
平成10年	34	13	13	13	13	12	12
平成11年	22	7	9	8	8	7	7
平成12年	7	2	2	2	2	2	2
平成13年	18	1	1	2	2	1	1
平成14年	8	0	0	0	0	0	0
平成15年	32	2	3	2	2	4	1
平成16年	24	7	7	8	8	4	3
10カ年最大値	34	13	13	13	13	12	12
10カ年最小値	7	0	0	0	0	0	0
10カ年平均値	20.1	4.6	5.1	5.2	5.1	4.7	4.0
10カ年標準偏差	9.2	4.4	4.6	4.6	4.5	4.2	4.1

単位は日数

※ダム建設前は、予測計算で用いた流入 SS

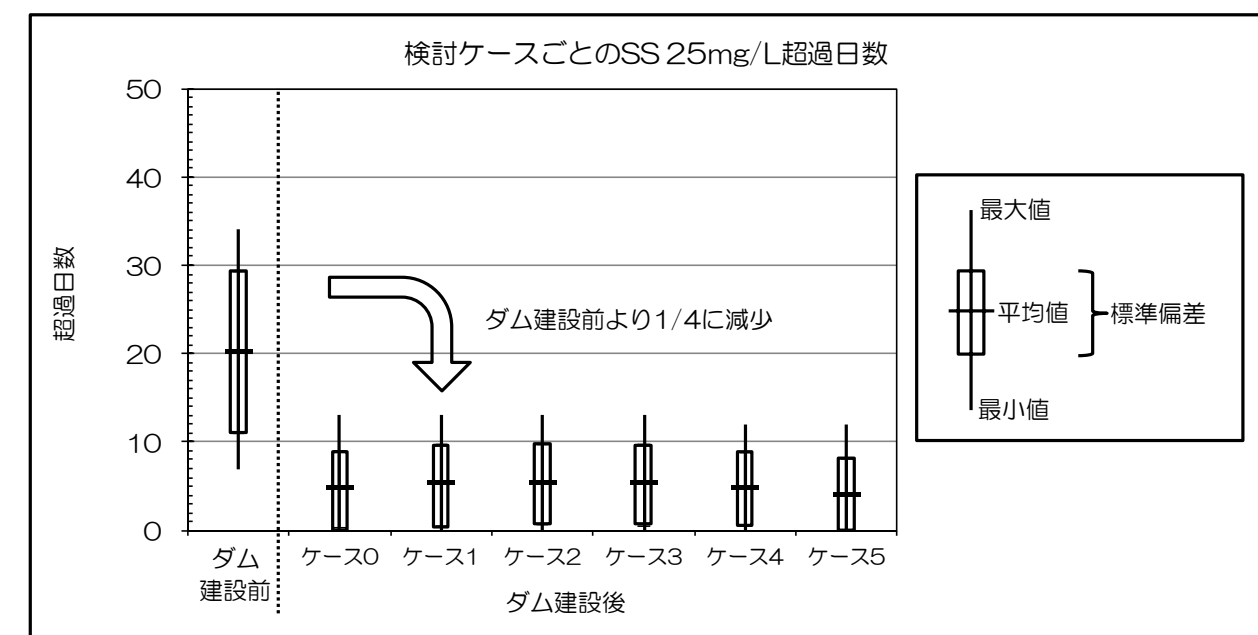


図 4-1 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS 25mg/L 超過日数)

※ダム建設前は、予測計算で用いた流入 SS

4.2. 濁水長期化日数^{※1}

- ダム完成により濁水長期化日数が約40日程度発生する。また、ダム完成後の富栄養化現象および冷温水放流対策を実施するケース1では、出水後に曝気装置^{※2}が稼働することにより濁質が攪乱する影響から、濁水長期化日数がさらに20日程度増加する。
- 濁水防止フェンスを設置している各ケース（ケース2～5）で、シミュレーションを実施し効果を確認したところ、濁水長期化の緩和に関して各ケースとも大きな効果はみられなかった。
- ケース1における濁水長期化日数69.9日のうち、環境基準SS 25mg/Lを超過している日数は10年平均でみると年間1日程度となっており、かつフェンスの効果も0.5日程度の減少と大きな効果はみられなかった。

※1 濁水長期化日数：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（流入SS）を超過する日数。

※2 曝気装置：出水時（日流量20m³/s以上）は停止する運用で予測計算を実施

表 4-3 濁水防止フェンス設置による放流SS予測結果（濁水長期化日数）

予測年	ダム建設後					
	ケース0 (対策なし)	ケース1 フェンスなし	ケース2 下流10m	ケース3 下流5m	ケース4 下流10m 上流10m	ケース5 下流5m 上流5m
平成7年	14	68	75	69	73	68
平成8年	11	22	25	24	24	24
平成9年	25	67	69	68	59	64
平成10年	30	33	37	38	11	29
平成11年	74	104	105	105	100	100
平成12年	105	119	125	126	102	113
平成13年	33	86	85	86	84	85
平成14年	59	72	72	72	72	73
平成15年	34	48	55	49	46	45
平成16年	58	80	88	82	83	81
10ヵ年最大値	105	119	125	126	102	113
10ヵ年最小値	11	22	25	24	11	24
10ヵ年平均値	44.3	69.9	73.6	71.9	65.4	68.2
10ヵ年標準偏差	29.5	30.0	29.9	30.4	30.5	28.9

表 4-4 濁水防止フェンス設置による放流SS予測結果（濁水長期化中のSS 25mg/L超過日数）

予測年	左表のうち放流SS25mg/L超過日数（ダム建設後）					
	ケース0 (対策なし)	ケース1 フェンスなし	ケース2 下流10m	ケース3 下流5m	ケース4 下流10m 上流10m	ケース5 下流5m 上流5m
平成7年	0	0	1	0	0	0
平成8年	0	0	0	0	0	0
平成9年	0	1	3	2	1	1
平成10年	3	3	2	2	1	1
平成11年	2	2	3	2	3	2
平成12年	0	0	0	0	0	0
平成13年	0	0	0	0	0	0
平成14年	0	0	0	0	0	0
平成15年	0	0	0	0	0	0
平成16年	4	4	5	5	1	1
10ヵ年最大値	4	4	5	5	3	2
10ヵ年最小値	0	0	0	0	0	0
10ヵ年平均値	0.9	1.0	1.4	1.1	0.6	0.5
10ヵ年標準偏差	1.5	1.5	1.8	1.7	1.0	0.7

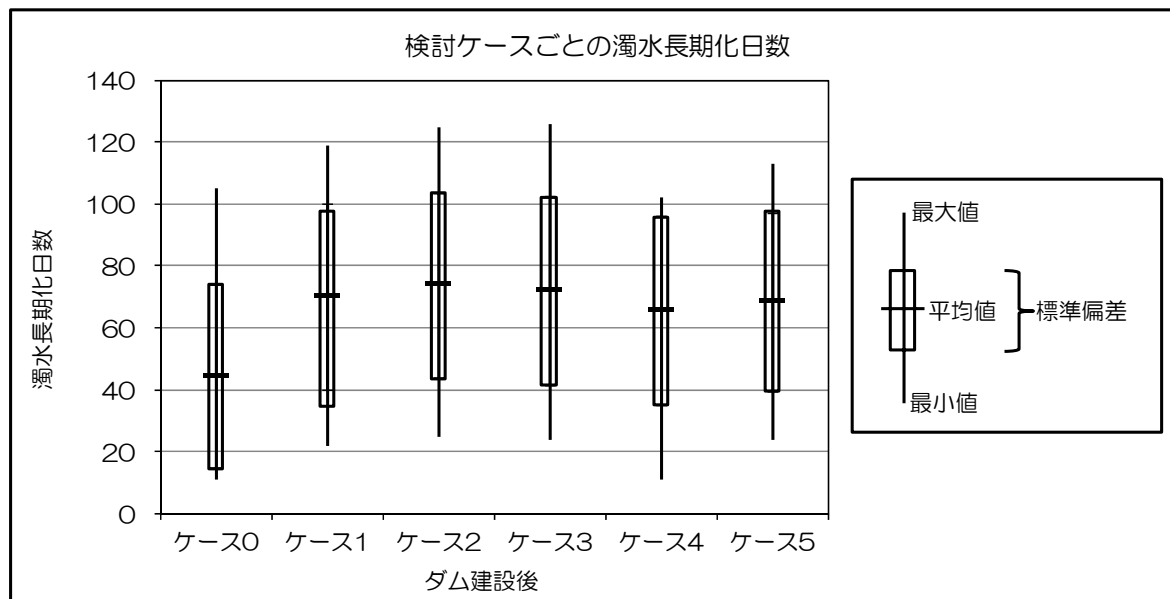


図 4-2 濁水防止フェンス設置による放流SS予測結果（濁水長期化日数）

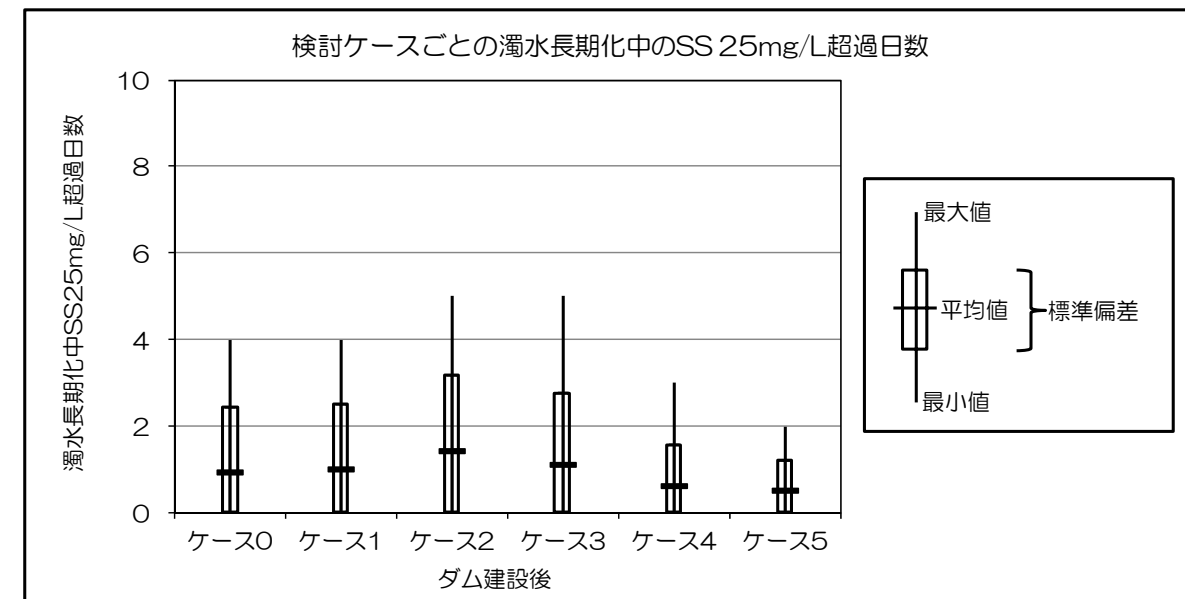


図 4-3 濁水防止フェンス設置による放流SS予測結果（濁水長期化中のSS 25mg/L超過日数）

5. 濁水長期化による下流の生物への影響【第9回環境改善放流部会 (R1.11.20)】

- 濁水長期化による下流河川の魚や底生生物への影響を把握するため、「水産用水基準」にある「1か月の飼育実験では、アユ、ニジマスともに10mg/L程度以上で成長に影響がみられる」との報告から、SS 10mg/L を超過する値となる日数を指標として整理した。
- ダム建設前に比べ、ダム建設後はいずれのケースについても、SS 10mg/L を超過する日数が大幅に減少し、SS10mg/L を超過する連続日数についても10日未満で大きく1ヶ月を下回っており、下流河川の魚類等の生物への影響は少ないと考えられる。

表 5-1 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS10mg/L 超過日数)

予測年	ダム建設前	ダム建設後					
		ケース0 (対策なし)	ケース1 フェンスなし	ケース2 下流10m	ケース3 下流5m	ケース4 下流10m 上流10m	ケース5 下流5m 上流5m
平成7年	35	17	19	18	18	19	16
平成8年	38	0	0	0	0	0	0
平成9年	52	12	15	22	20	14	11
平成10年	98	33	37	36	37	26	27
平成11年	45	15	19	20	19	15	15
平成12年	22	9	15	15	16	13	15
平成13年	58	7	12	16	14	14	14
平成14年	24	0	0	0	0	0	0
平成15年	88	15	21	23	23	21	21
平成16年	73	25	27	30	30	25	27
10ヵ年最大値	98	33	37	36	37	26	27
10ヵ年最小値	22	0	0	0	0	0	0
10ヵ年平均値	53.3	13.3	16.5	18.0	17.7	14.7	14.6
10ヵ年標準偏差	26.0	10.3	11.2	11.4	11.6	9.0	9.4

※ダム建設前は、予測計算で用いた流入SS

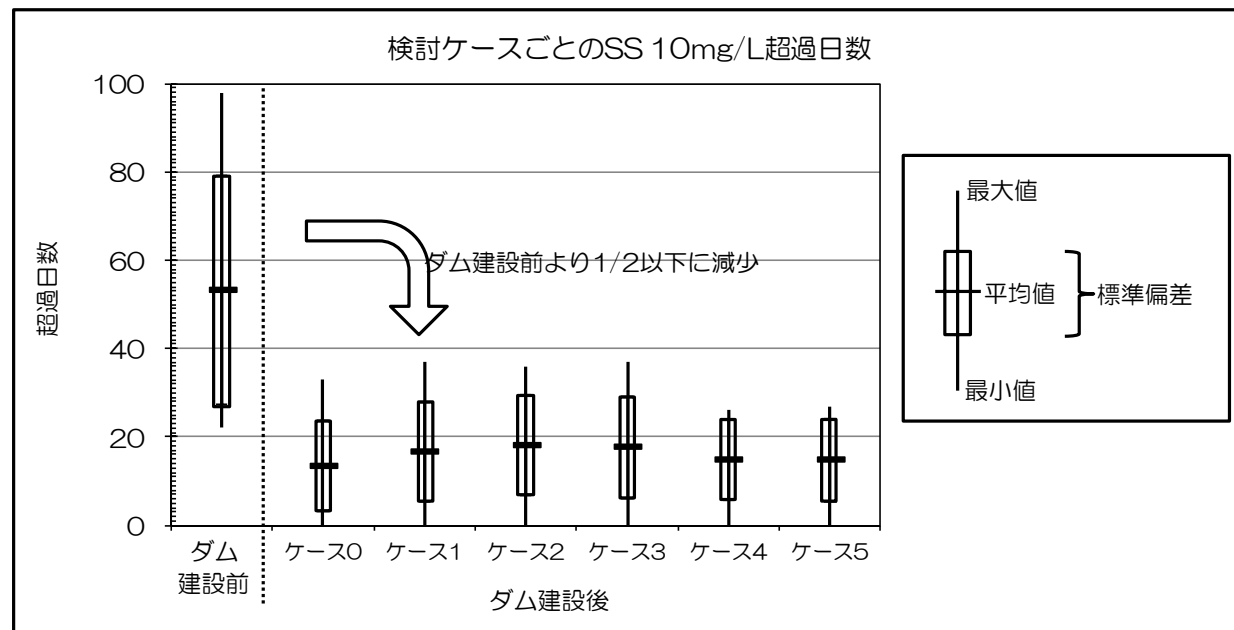


図 5-1 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS 10mg/L 超過日数)
※ダム建設前は、予測計算で用いた流入SS

表 5-2 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS10mg/L 超過連続最大日数)

予測年	ダム建設前	ダム建設後					
		ケース0 (対策なし)	ケース1 フェンスなし	ケース2 下流10m	ケース3 下流5m	ケース4 下流10m 上流10m	ケース5 下流5m 上流5m
平成7年	9	9	10	10	10	13	10
平成8年	6	0	0	0	0	0	0
平成9年	11	7	7	8	9	5	5
平成10年	18	16	18	17	18	10	12
平成11年	14	11	12	12	12	11	9
平成12年	6	4	5	5	5	5	6
平成13年	10	4	11	15	13	13	13
平成14年	5	0	0	0	0	0	0
平成15年	15	4	6	7	7	9	8
平成16年	15	13	14	14	14	10	13
10ヵ年最大値	18	16	18	17	18	13	13
10ヵ年最小値	5	0	0	0	0	0	0
10ヵ年平均値	10.9	6.8	8.3	8.8	8.8	7.6	7.6
10ヵ年標準偏差	4.5	5.4	5.8	5.9	5.9	4.9	4.8

※ダム建設前は、予測計算で用いた流入SS

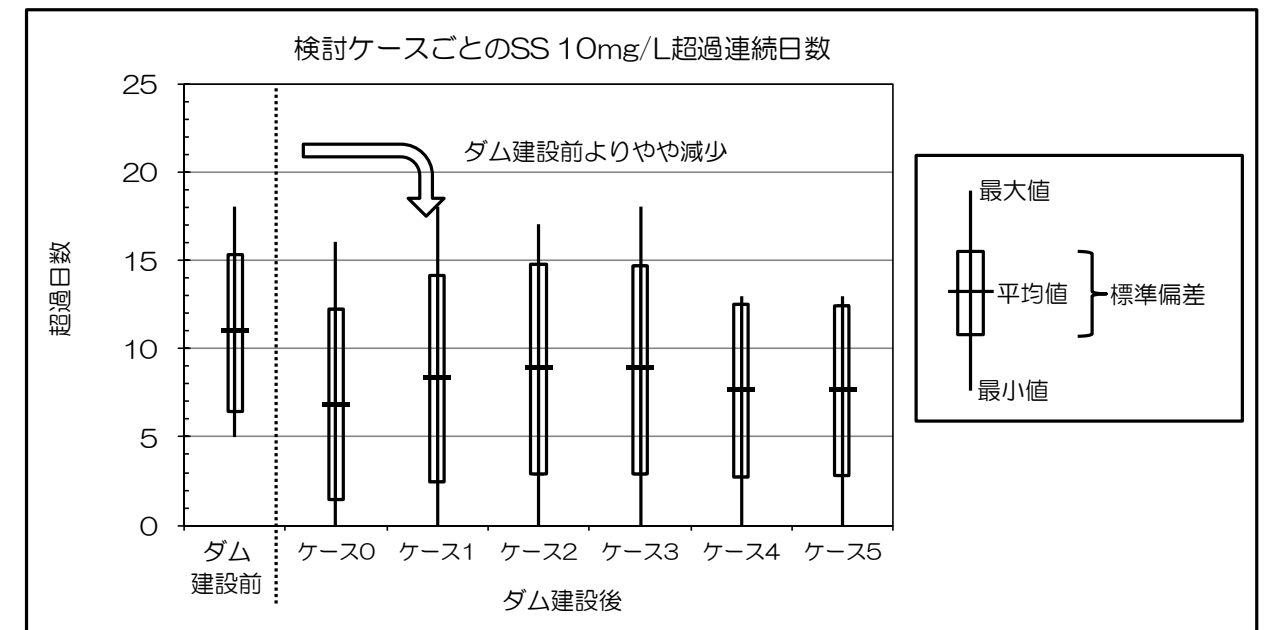


図 5-2 濁水防止フェンス設置による放流 SS 予測結果 (SS 10mg/L 超過連続日数)
※ダム建設前は、予測計算で用いた流入SS

6. 総合的な保全方策案【第9回環境改善放流部会（R1.11.20）】

6.1. 濁水防止フェンスの効果

- ダム完成後、フェンスの有無(ケース0~ケース5)に関わらず、貯水池で濁質が沈降するため、下流河川への放流水のSS 25mg/Lの超過日数が、ダム建設前に比べて1/4程度に減少する。
- 濁水の長期化日数約70日のうち放流SSが環境基準25mg/Lを超過するのは1日程度であった。また、フェンスを設置した場合でも最大年間0.5日の減少と大きな効果はみられなかった。
- ダム建設前に比べ、ダム建設後はいずれのケースについても、SS 10mg/Lを超過する日数が大幅に減少し、SS 10mg/Lを超過する連続日数についても10日未満で大きく1ヶ月を下回っており、下流河川の魚類等の生物への影響は少ないと考えられる。



- シミュレーション結果から、下流河川への濁水放流に対して濁水防止フェンスは大きな効果が見られなかったため、濁水対策として、選択取水施設のみでの対応とする。

6.2. 総合的な保全方策

- 選択取水設備、浅層及び深層曝気の複合的な運用により、温水放流がやや緩和し、冷水放流はほぼ解消されるとともに、アオコ発生の原因を低減することも確認できた。(第8回放流部会(R1.9.2))
- ダム完成により、フェンスの有無に関わらず、貯水池で濁質が沈降するため、環境基準及び水産用水基準を指標とした、下流河川の水の濁りの日数は減少する。
- 下流河川への濁水長期化対策として、選択取水+濁水防止フェンスの4ケースについてシミュレーションを実施した結果、濁水防止フェンスの大きな効果は認められず、選択取水の対応とする。



- 以上より、安威川ダムにおける水質保全方策は、表6-1のとおり選択取水、浅層曝気、深層曝気を採用するものとする。

表 6-1 安威川ダム水質保全方策案

		選択取水	浅層曝気	深層曝気
主な水質課題	冷温水放流	○	○	
	富栄養化現象		○	
	底層DOの低下			○
	濁水長期化	○		
水質保全方策の概要	目的	温水放流対策・濁水対策のために任意の層より、取水し下流へ放流する。	冷水放流対策（フラッシュ放流による一時的な冷水放流）、富栄養化現象対策のために、ダム湖内の水を循環混合させる。	底層DOの低下対策のために、底層へDO補給する。
	設置条件	取水範囲 EL.85.0m~EL.99.4m 取水口の幅（高さ） 1m	基数：1基 設置箇所：ダムサイトより200m上流 吐き出し標高：EL.81m 空気量：3,700L/分	基数：1基 設置箇所：ダムサイトより300m上流 吸込口標高：EL.71m 吐出口標高：EL.80m
	運用条件	平常時（冷温水放流対策）： 流入水温と等しい層より取水。 ただし、その層がSS 25mg/L以上であれば表層取水 出水時（濁水対策）： ※日流入量 20m ³ /s以上を出水時とする。 SSピーク層から取水し、流入SSが25mg/Lを下回った時点で平常時の運用に戻る。	運転期間：3月21日~8月31日 （出水時（日流入量 20m ³ /s以上を出水時とした）は停止）	底層DOが4mg/L以下の期間に運転



7. 参考：環境改善放流検討部会での主な意見と対応

表 7-1 第 8 回環境改善放流部会（R1.9.2 開催）における指摘事項に対する対応（貯水池の水質予測及び水質保全方策）

No.	指摘事項	対応	備考
1	・前回予測条件（第 9 回審議会(H29.3.24)）との比較では、水質予測結果への影響を評価すべき。	・前回と今回の水温、水質の予測結果を比較したところ、地盤形状の変化により中、底層については若干の違いがみられるが、表層については大きな違いが見られないため、放流水も含めて予測結果に前回との大きな違いは見られなかった。	データ集 1 p.2~18
2	・富栄養化項目は、クロロフィル a だけでなく、COD など他の項目についても予測し、影響を評価すべき。	・既存の T-P、T-N、BOD (COD) などのデータをデータ集に追加した。	データ集 1 p.66~86、p.137~174
3	・放流水の水温については、10 年間の水温バンド幅だけでなく、生物への影響の観点からも影響を検討したほうが良い。	・放流水の水温について、生物の生態からその影響を考察した。	データ集 1 p.206~207
4	・貯水池のできるだけ上流にフェンスを設置すると、栄養塩をそこでとめて、フェンス下流域の水質保全になる事例もある。また、貯水池の水質対策としては流入負荷対策も必要。	・将来の流入負荷対策についてはフェンス設置を含め、手法や対策について検討を進めていく。	
5	・現在想定している下流側のフェンスの位置では、浅層曝気の効果が発揮できないのではないか。また、安威川ダム程度の水深の貯水池では、10m のフェンスは大きすぎるのではないか。5m のフェンスを検討すべき。	・5m の濁水防止フェンスを含めてシミュレーションを実施し、その結果により検証した。	資料 2 p.2-4 データ集 1 p.43、p.95~96

表 7-2 第 9 回環境改善放流部会（R1.11.20 開催）における指摘事項に対する対応（貯水池の水質予測及び水質保全方策）

No.	指摘事項	対応	備考
1	・貯水池で増殖したプランクトンは放流 SS の予測結果に反映しているのか。	・増殖したプランクトンは、水質予測ではクロロフィル a 量には反映されているが、放流 SS には反映していない。 ・濁度はプランクトン量も反映した数値であるため、ダム供用前後の濁度-SS 相関式で変化があるか検証する。 ・また、プランクトンを含めた流下有機物量について、ダム供用前後での変化を把握するための調査を検討する。	
2	・ダムの堆砂が進むと、堆積した細粒土砂の巻き上げにより、SS 濃度が高くなっていくことが考えられるため、その影響の検討が必要。	・地形変化により予測結果が変化すると推測される。 ・通常の水位変動では巻き上げは、あまり起きないと想定されるが、貯水位が異常に低下した場合、濁水濁水が生じる可能性はある。 ※25 年間で環境改善容量を割り込むほどの濁水は 1 回程度 ・堆砂シミュレーション結果から、濁水時に巻き上げが起こりやすい湛水末端部付近の粒径は、砂礫が多く、濁りの成分となる粒径の細かい材料は少ない予測となっている。 ・上記から濁水濁水が生じる可能性は低いと考えている。 ・ただし、放流水の水質シミュレーションは、貯水池の堆砂がそれほど進んでいない状況での検討のため、ダム供用後は、貯水池の堆砂状況に応じて、対応を検討していく。	データ集 1 p.19~21
3	・濁水長期化の説明文章中の「曝気装置・・・」は、出水中には稼働してないため、理由の説明としては矛盾しているため表現を修正すべき。	下記のように修正した。 「・・・ケース 1 では、曝気装置の稼働により・・・」 →「・・・ケース 1 では、出水後に曝気装置が稼働することにより・・・」	資料 2 p.2-9
4	・水質保全施設の選択取水設備や曝気装置は、SS 濃度などの条件で運用を切り替えるとしているが、実運用ではどこで計測することを想定しているのか。	・実際の運用では、ダムサイトで計測し、選択取水や曝気装置の運用変更を行っていく。	
5	・浅層曝気と深層曝気の吐き出し口標高があまり変わらないのに、「浅層」「深層」で使い分けているのは、誤解を招く恐れがある。	・浅層曝気及び深層曝気の説明を注意書きで追加した。	資料 2 p.2-4 データ集 1 p.44 にイメージ図を示した。