

# 日吉ダムにおける冷濁水放流問題への取組について

## 概要：

日吉ダムでは平成10年の管理開始以降、冷水放流によるアユ等魚類への影響懸念や、出水後の濁水放流の長期化による観光舟運利用時の景観障害が生じ、地元関係者より対応を要望された経緯がある。これらの課題に取り組むため、日吉ダムでは、平成17年に学識経験者や地元自治体等で構成する「日吉ダム冷濁水対策検討会」を設置し対応策を議論した結果、平成19年には、同検討会の成果として、議論された幾つかの冷濁水対策案の中から、現有施設を活用して効果が発揮可能な対策案を「日吉ダム冷濁水対策マニュアル(案)」としてとりまとめ、これに基づく運用の対策効果について検証をおこなってきた。

本稿では、冷濁水放流対策としての既存施設の活用実績や、平成28年度で16回を数えた検討会での議論を通じた関係者間の情報共有経過等、これまでの取組について報告するものである。

**キーワード：**ダム管理、冷水放流、長期濁水放流、水質保全設備、冷濁水対策マニュアル

## 1. はじめに

日吉ダムは平成10年4月から供用が開始され、総貯水容量は66,000千 $\text{m}^3$ を有する淀川水系で最大規模のダムである(図-1)。これまで、度重なる出水や濁水に対し、防災操作(洪水調節)や利水補給を行い効果を発揮してきた。日吉ダムは、洪水期には非洪水期に比べ約13m貯水位を低下させる洪水貯留準備水位方式であること、また、ダム流入量は融雪の影響を受け3月に増加する傾向にあり、ほぼ毎年平常時最高水位に達することから、貯水位が毎年変動する貯水池運用となっている(図-2)。

日吉ダムの位置する桂川の主要な水利用としては、複数の井堰からの農業用水利用のほか、観光舟運利用が知られている。亀岡市から京都市の嵐山までの約16kmの溪流区間では、観光客を乗せた「保津川下り」が営まれ、現在では国内外問わず年間を通じて約30万人の観光客が訪れている。また、ダム下流区域では毎年稚アユの放流がおこなわれており、釣り場としての利用も盛んである。

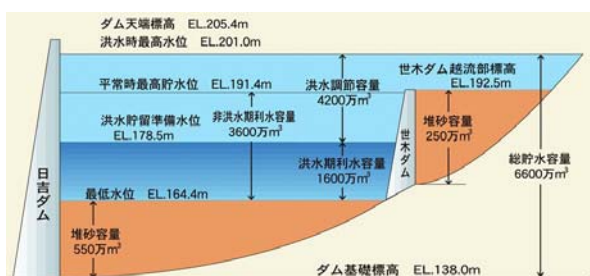


図-1 日吉ダム容量配分図

日吉ダムは貯水容量が大きく水の滞留時間が長いことから温度躍層が形成される一方、取水可能な範囲が限られる選択取水設備の構造上、管理移行当初から冷水放流が発生してきた。一般に、冷水障害としては、稲作等の農業への影響や下流河川の生態系への影響が知られている<sup>1)</sup>。日吉ダムでは、特に、放流したアユの成長への影響懸念から漁業関係者より度々改善要望が寄せられている。

また、出水時には多量の濁質が流入し、これらが沈降或いはダムの貯留水が入れ替わるまでには相応の時間を要するため、ダムからの放流水が長期にわたり濁る現象が生じてきた。濁った水を長期間放流することに伴う障害としては、下流河川での水利用への影響や、生態系への影響のほか、水の濁りによる景観の悪化が知られている<sup>1)</sup>。日吉ダムでは、平成16年の長期濁水放流時には景観の悪化に伴う影響懸念から、下流の観光舟運事業者から改善要望を受けた経緯がある。

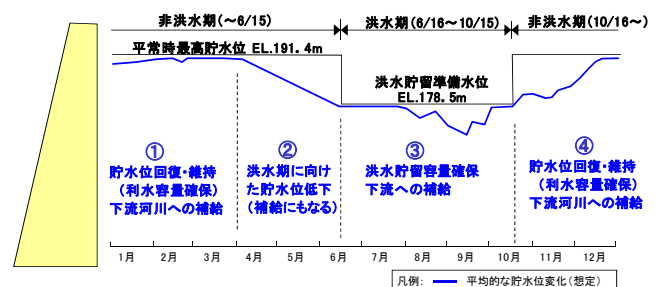


図-2 貯水池運用概念図

これらの諸課題に対し、平成11年には水質保全設備として浅層曝気装置を新設し、冷水放流の改善をおこなった<sup>2)</sup>。さらに既存設備を有効に活用するため、平成17年4月に「日吉ダム冷濁水対策検討会」（以下、検討会という。）を設立し、冷濁水発生メカニズムの推定や対応策について委員に学識経験者、自治体、漁業関係者を交えて議論してきた。平成19年3月に「日吉ダム冷濁水対策マニュアル（案）」（以下、マニュアル案という。）が策定されたのを機に実運用に移し、対策効果の検証を継続し、平成28年5月に開催した第16回検討会においては、今後の方針としてマニュアル案を本運用することを確認した。本稿では、これらの検討会の経過等を整理するものである。

また、マニュアル案に基づいた運用と成果としては、これまでも運用方法及び対策の見直し等のマニュアル案の記載内容の変更や、運用効果について逐次報告をおこなってきた<sup>3)4)5)</sup>。検討会では、直近までの実績をとりまとめ、主に冷水放流に着目しマニュアル案策定前後での、発生状況の比較から効果を報告している<sup>6)7)</sup>。一方、平成25年以降は、日吉ダムでは管理開始以降で有数の規模の出水に連続して見舞われ、長期濁水放流が生じており、本稿ではこの状況について報告するものである。

## 2. 日吉ダムにおける主要な施設の概要

### 2.1 取水・放流設備

日吉ダムの取水設備及び水質保全設備の位置を図-3に選択取水設備の構造を図-4に示す。

選択取水設備の取水範囲はEL.191.4m～173.0m、最大選択取水量は27m<sup>3</sup>/sである。貯水位が選択取水範囲以下に低下した場合、または、ダムからの放流量が27m<sup>3</sup>/s～50m<sup>3</sup>/sの場合、最下段のゲートを6m引き上げ、選択取水設備底部（EL.162.6m）からの取水を行う。ダムから50m<sup>3</sup>/sを超える量を放流する場合は、常用洪水吐き（敷高EL.156.0m）からの放流となる。

また、日吉ダム上流の世木ダムでは、関西電力（株）が発電用取水設備を持っており、ここから日吉ダム下流の新庄発電所に送水することで、発電を行っている。新庄発電所は日吉ダム建設に伴い、ダム調節式発電から発電容量を有しない流れ込み式発電に変更となり、日吉ダムの完全従属運転となっている。この発電用取水設備の取水量は1.16～11.6m<sup>3</sup>/sである。

### 2.2 水質保全設備

貯水池底層部の嫌気化対策として、平成10年3月に水没式深層曝気装置を2基設置している。吐出口標高EL.155m、吐出空気量は堤体に近い1号機が0.70Nm<sup>3</sup>/s、2号機が1.40 Nm<sup>3</sup>/sである。また、平成11年に、冷水放流対策として散気式浅層曝気装置（吐出空気量0.5Nm<sup>3</sup>/s）

を1基設置している（吐出口標高EL.157.0m）。

なお、深層曝気装置については、余剰空気を浅層循環に有効利用するための改造を平成23年に行い、現在はこの水没式複合型曝気装置<sup>8)</sup>（図-5）と散気式浅層曝気装置での運用を行っている。



図-3 取水設備及び水質保全設備位置図  
（深層曝気装置は平成23年に複合型曝気装置に改造）

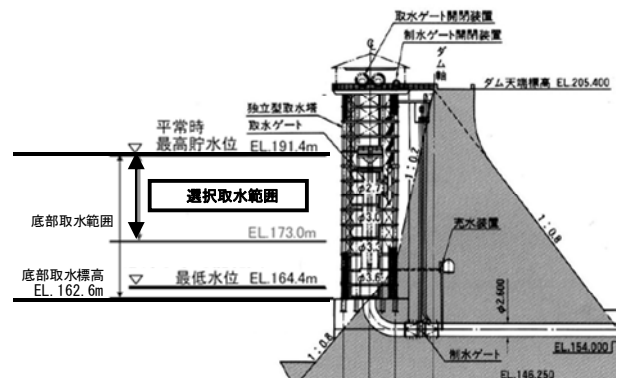


図-4 選択取水設備構造図

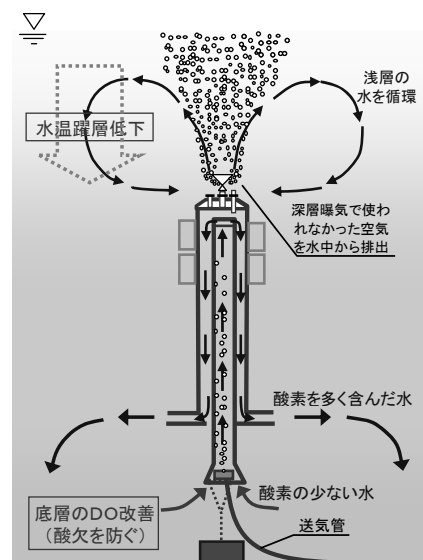


図-5 水没式複合型曝気装置

### 3. 冷濁水放流のメカニズム

冷水現象とは、放流水温が流入水温に比べて低温となる現象を指し、ダム貯水池において水温成層が形成されている時に温度躍層以深の低温水が放流される場合等に生じる<sup>1)</sup>。

日吉ダムでは、温度躍層の水深が十分に下がっていない5月～7月に中規模以上の出水が発生すると、ダムからの放流量が選択取水設備の能力（27m<sup>3</sup>/s）を超え、選択取水設備底部または常用洪水吐きゲートからの放流となり、冷水放流となる。また、貯水位が選択取水範囲以下に低下した場合も、底部取水口が温度躍層以下の場合は、冷水放流となる可能性が高い。

出水濁水長期化現象とは、流入濁度に対して放流濁度が高い状態が長期間継続する現象を指し、出水時にダム貯水池に流入した濁質が底層放流等により徐々に放流される場合に生じやすく、また、大規模な出水によりダム貯水池が全層混合状態となり、その状態が継続するような場合に生じる<sup>1)</sup>。

日吉ダムでは長期濁水放流は、ダム湖全体が濁水化した場合で、主に貯水池の循環期（概ね11～3月）にかけて起こりやすい。出水が成層期（概ね4～10月）である場合、出水後、貯水池に温度躍層が形成され、鉛直方向の対流が弱まる。これにより、濁質が沈降し、貯水池は表層から清澄化する。ダムからの放流量が27m<sup>3</sup>/sを下回った時点で選択取水設備により表層取水が可能となり、濁水放流は比較的短期間で終了する。一方、出水が循環期である場合、鉛直方向の対流が強く、濁質が沈降しにくく、全層の高濁度化が長期に渡るため、長期濁水放流が発生する。

### 4. 検討会による審議経過

#### 4.1 検討会の設立

日吉ダムでは平成17年4月に「日吉ダム冷濁水対策検討会」を設立し、冷濁水発生メカニズムの推定、対応策について委員に学識経験者（河川工学、魚類）らを交えて議論してきた。各年の主な審議事項を表-1に示す。

#### 4.2 望ましい水質のあり方

設立当初の検討会（第2回～3回）では、対策方針に加え、望ましい水質についても審議の対象となった。

冷水放流の定義は、一般に過去10年間の流入水温より低い水温の放流を指す場合が多い。また、濁水放流は、一般に流入濁度より高い濁度（もしくはSS）の放流を指す場合が多い。日吉ダムにおいては、現地観測結果、地元漁業協同組合の要望及び学識経験者の意見等を基に、冷濁水放流を表-2のとおり定義した。

冷水放流対策はアユの生育への影響を回避する目的で

あるため、アユの生育適温下限の15℃を目安とした。

濁水放流対策は、日吉ダムにおいて濁度が10度以下の場合、残流域からの流入があることで、下流の川下り等が行われる地点においては2～5度以下となり清澄化していると考え、目標放流濁度を10度以下とした。

表-1 冷濁水対策検討会の経過

| 年度              | 回  | 主な審議内容                                                                                      |
|-----------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| H17年度           | 1  | ・検討会設立 ・冷濁水問題                                                                               |
|                 | 2  | ・冷水発生のメカニズム ・望ましい水質                                                                         |
|                 | 3  | ・濁水発生のメカニズム ・望ましい水質<br>・冷濁水対策案の検討                                                           |
|                 | 4  | ・冷濁水対策案の抽出                                                                                  |
| H18年度           | 5  | ・冷濁水対策案の効果と検証                                                                               |
|                 | 6  | ・冷濁水対策マニュアル案の方針                                                                             |
|                 | 7  | ・冷濁水対策マニュアル案の策定                                                                             |
| H19年度           | 8  | ・マニュアル案の運用実績<br>・マニュアル案の一部改訂（対策実施の判断基準、表現の見直し等）                                             |
| H20年度           | 9  | ・マニュアル案の運用実績 ・貯水池水温と放流水温の関係（出水初期における混合放流の検討）                                                |
| H21年度           | 10 | ・マニュアル案の運用実績 ・浅層曝気の増強状況（複合型曝気（深層曝気の改良）の経過）                                                  |
| H22年度           | 11 | ・マニュアル案の運用実績                                                                                |
| H23年度           | 12 | ・マニュアル案の運用実績<br>・マニュアル案の一部改訂（冷水対策の追加、長期濁水対策判断基準の見直し等）<br>・冷濁水対策の補強（3～4月の冷水早期排出、濁水対策施設の概略検討） |
| H24年度           | 13 | ・マニュアル案の運用実績 ・下流河川の魚類状況                                                                     |
| H25年度           | 14 | ・マニュアル案の運用実績<br>・下流河川の付着藻類状況<br>・ドローダウン計画見直し（冷水放流対策）                                        |
| H26年度           | 15 | ・マニュアル案の運用実績<br>・マニュアル案の運用効果検証                                                              |
| H27年度、<br>H28年度 | 16 | ・マニュアル案の運用実績<br>・マニュアル案の運用効果検証<br>・今後の冷濁水対策方針                                               |

表-2 日吉ダムにおける冷濁水放流の定義

|        |                                          |
|--------|------------------------------------------|
| 冷水放流   | 5月～9月：流入水温が15℃以上であるにもかかわらず、放流水温が15℃を下回る。 |
| 長期濁水放流 | 流入水が清澄になっても、ダム放流水が濁度10度以上で、1週間以上継続する。    |

#### 4.3 マニュアル案の作成

検討会設立から2年間は集中して審議をおこない（第1回～7回）、対策方針を示したマニュアル案を策定した。このマニュアル案に記載された対策は、検討会にて、早急に実施可能な対応策を優先的に抽出し、運用と効果の検証を行うとするものであり、日吉ダムにおける既設の設備の運用を明確に設定することにより冷濁水問題の解消・緩和が見込める方策である。大きな費用負担が発生するもの（取水設備の改造等）や管理規程外の操作（維持流量の見直し等）は対象としていない。

4.4 マニュアル案に基づく運用と効果の検証

マニュアル案が策定されたのを機に実運用に移し、設立から3年目以降の検討会（第8回～16回）では対策効果の検証を行ってきた。

なお、毎年の対策効果検証結果を検討会に報告するにあたっては、水質保全設備及び放流設備等の設備運用実績に加えて、水質障害発生時の関係機関（京都府営水道、放流連絡会参加機関、冷濁水検討会委員等）への情報提供状況や、一般者からの問い合わせ対応、ホームページへの掲載状況及び閲覧回数といったソフト対策についてもあわせて報告した。

4.5 今後の方針確認

平成28年5月に開催した第16回検討会では、これまでの対策成果の報告に加え、今後の方針として以下の5点を確認した。

- 1) 現在のマニュアル案による運用を継続し、改善点があれば、随時、提案・実践する。
- 2) 冷濁水対策により懸念事項が生じた場合は、関係機関に情報提供を行い必要な調整を行うとともに、ホームページでの公表を行う。
- 3) マニュアル案の運用に基づく冷濁水対策の効果が確認できたことから、マニュアル案より（案）の標記を削除する。
- 4) 現行マニュアルの見直しは、当面、現在の運用を継続し、引き続きデータを蓄積・検証することで判断する。
- 5) 新たな課題が生じた場合は、あらためて検討を行う。



写真-1 検討会の開催状況

5. 冷濁水放流対策の構成

マニュアル案に記載された冷濁水放流対策項目と実施期間を表-3に示す。

表-3 冷濁水放流対策項目と実施期間

| 対 策                  | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| (1) 出水時の冷水放流対策       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 選択取水設備取水標高の操作（出水直前）  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 混合放流（流入量ピーク後かつ降雨終了後） |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 選択取水設備による一時貯留（5月）    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| (2) 取水位低下に備えた冷水放流対策  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 浅層曝気の最適運用            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| (3) 平水時（5月）の冷水放流対策   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 底部取水（温水層温存操作）        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| (4) 長期濁水放流対策         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 放流施設を活用した高濁度水の優先放流   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| 新庄発電所活用による清水バイパス効果   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |

冷濁水放流対策は、主に以下の項目からなる。

- (1) 出水時の冷水放流対策
- (2) 取水位低下に備えた冷水放流対策
- (3) 平水時（5月）の冷水放流対策
- (4) 長期濁水放流対策

前述したとおり、各項目の運用実績とその効果については、これまでも逐次とりまとめ、水機構内外の技術研究発表会等で報告してきた<sup>3）～7）</sup>。各対策項目のうち(1)は温度躍層が形成される時期に、低水管理設備から常用洪水吐きゲートへの切替時等の取水深の変更に伴い生じる事象に対する対策であり実施頻度が高い。また、(2)は濁水等による貯水位低下、或いは洪水期に向けた貯水位低下前に、(3)は洪水期に向けた貯水位低下前に行うべき対策であり、基本的に毎年検証が可能である。一方、(4)は大規模な出水に伴い事象が発生した場合に執るべき対策である。

6. 長期濁水放流対策効果の検証

平成25年以降は、日吉ダムでは管理開始以降でも有数の規模の出水に見舞われている。出水に伴う長期濁水の発生状況を表-4に示す。過去6回のうち4回が平成25年度以降に発生している。なお、長期濁水の発生時には、関係者への速やかな情報提供、ホームページ掲載を行うとともに、問い合わせに対しては適切且つ丁寧な説明に努めてきた。

表-4 長期濁水の搬水状況

| 順位 | 濁水原因           | 濁水放流継続日数         | 最大流入量（m <sup>3</sup> /s） | 最大放流濁度 |
|----|----------------|------------------|--------------------------|--------|
| 1  | 平成25年台風18号・27号 | 96日<br>（9月～12月）  | 1,694                    | 613    |
| 2  | 平成16年台風23号     | 35日<br>（10月～11月） | 856                      | 393    |
| 3  | 平成26年台風19号     | 28日<br>（10月～11月） | 175                      | 86     |
| 4  | 平成10年台風10号     | 26日<br>（10月～11月） | 492                      | 153    |
| 5  | 平成26年台風11号・前線  | 24日<br>（8月～9月）   | 1,291                    | 631    |
| 6  | 平成27年台風11号     | 16日<br>（7月～8月）   | 773                      | 374    |



マニュアル案における長期濁水放流対策は、高濁度水の優先放流と新庄発電所を活用することによる清水バイパス効果からなる。高濁度水の優先放流は、出水後の一定期間、貯水池内の高濁度層を優先して取水することにより貯水池内の早急な清澄化を図る対策である。マニュアル案では、ダムへの流入濁度が10度を下回るまで高濁度層の優先放流をおこない、同濁度が10度を下回ると速やかに選択取水設備を表層取水に切り替えることとしている。同時に、日吉ダムに比べ早く清澄化する世木ダムの新庄発電所取水設備からの放流を清水バイパスとして活用し、日吉ダムからの高濁度水の放流を減量するものである。

この長期濁水対策については、検証機会が限られていることに加え、ダム下流河川における水質観測地点が限られるため実績値からの評価が難しい。そこで、貯水池水質予測モデルを用いてシミュレーションをおこない対策効果を試算した結果を検討会においても報告したところである。予測モデルの概要を表-5に示す。

表-5 貯水池水質予測モデルの概要

| 項目         | 設定概要                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 利用モデル      | JWA三次元モデル（準三次元富栄養化モデル）                                                                                                                                                                                                                   |
| 計算期間       | 2ヶ年（2011年 2013年）                                                                                                                                                                                                                         |
| 水理条件       | ・ ダム流入量及び放流量は、管理日報・操作記録から設定<br>・ 流入量は世木ダム流入量を桂川下宇津橋地点流入として設定<br>・ ダム流入量は、世木ダム越流量をダム流入地点流入として設定<br>・ 放流量は、<br>世木ダム：新庄発電及び世木ダム越流量として設定<br>日吉ダム：選択取水設備（表層及び底部放流）常用洪水吐き、非常用洪水吐きごとに設定<br>なお、ダム流入は、貯水位と放流量の収支から補正                              |
| 地形条件       | ・ 貯水池形状は2011年度堆砂測量結果より設定<br>・ 平面方向に75m×75m、鉛直方向に2mピッチでモデル化                                                                                                                                                                               |
| 水質条件       | ・ 計算項目は以下の通り<br>水温、SS、濁度、DO、クロロフィルa、COD(C・COD、P・COD、D・COD)、リン(C・P・D・P04-P、P・P04-P)、窒素(C・N、P・N、D・N)<br>・ 流入水温は流入地点の自動観測で設定（欠測は気温と水温の相関式から設定）、日吉ダム流入水温は世木ダム放流水温から設定<br>・ 流入水質は水質調査結果から1-q式を用いて設定<br>世木ダム：桂川：下宇津橋（出水時、平常時）<br>日吉ダム：世木ダム放流水質 |
| 気象条件       | ・ 設定項目は、以下の通り<br>気温、湿度、風向、風速、日射量、雲量<br>・ 気温、湿度、風向、風速は、日吉ダム管理所データから設定<br>・ 雲量及び欠測値は、京都管区地方気象台京都（園部）データから設定、補完                                                                                                                             |
| 水質保全施設（既設） | ・ 浅層曝気循環装置：1基（1999年設置 2000年吐出水深改造）<br>第(45.37)ブロック<br>（運転期間及び空気量は実績に基づき設定）<br>・ 深層曝気装置：2基（1997年設置：水没式）<br>※2008(2号機) 2012年(2号機)、2010年(1号機)複合型に改造<br>1号：第(45.39)ブロック 2号：第(44.33)ブロック<br>（運転期間及び空気量は実績に基づき設定）                              |

検討ケースのうち、最も出水規模が大きく長期濁水が継続した平成25年について、長期濁水対策の検証結果（シミュレーションによる計算結果）を以下に示す。

対策項目の内、高濁度水の優先放流効果について、ダム放流水の濁度の経日変化を図-6に示す。対策ありケースでは、高濁度水の優先放流をおこなった後の、放流水の濁度は、対策なしと比較して1度から5度低い値で継続することが示された。

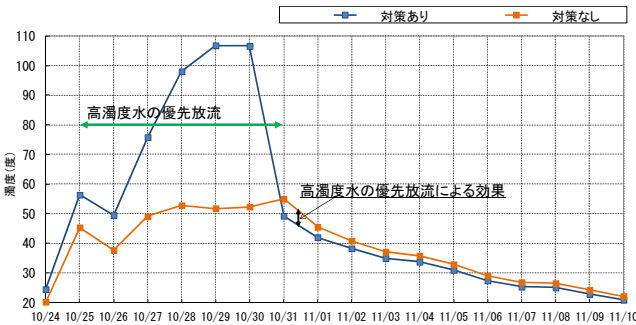


図-6 ダム放流水濁度経日変化  
（高濁度水優先放流の有無）

また、対策項目の内、新庄発電所活用による清水バイパスの対策効果については、新庄発電放流とダム放流水を混合した水質（混合SS濃度）の経日変化を図-7に示す。

この結果、新庄発電放流による清水バイパス運用を行った対策ケースの9月22日～10月9日の間は、混合後のSS濃度は10～15mg/L程度であり、対策なしケースと比較して効果が発現され、大幅に低くなっていることが確認できる。

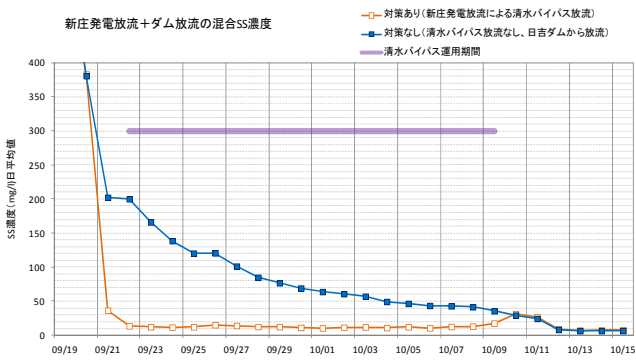


図-7 新庄発電放流水とダム放流水の混合SS項日変化  
（清水バイパス運用の有無）

これらの長期濁水対策効果の総合的評価として、平成25年を対象に、放流濁度が指標値を超過した日数を累計した結果を図-8に示す。この結果、高濁度水の優先放流と新庄発電所の清水バイパス機能による対策は、濁水放流時における高い濁度（濁度＞15）となる放流日数を短縮できることを示す結果となった。

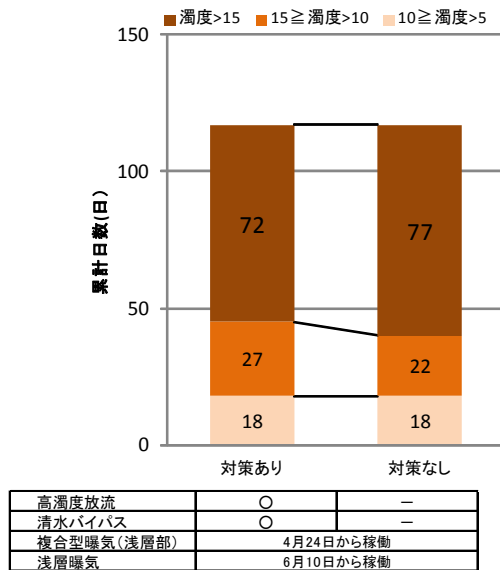


図-8 ダム放流濁度累計日数(長期濁水対策有無)

## 7. おわりに

日吉ダムの冷濁水問題とその対策を審議してきた検討会は平成28年5月で16回を数え、マニュアル案を作成してから11年目となった。

本稿では、検討会の開催経過とあわせて、対策成果として、これまで報告済の冷水放流対策効果に加え、長期濁水への対策効果を定量的に推定した。マニュアル案に基づく対策の実施と検証を継続的に行うことで、一定の効果が継続して得られていることを示している。

日吉ダムでは平成25年度から利水容量の温存を考慮した、洪水貯留準備水位に向けた貯水位低下操作計画の見直しを行っている<sup>9)</sup>。これは、利水容量の温存を目的としたものであるが、従前と比較して冷水放流の生じやすい4月～5月の最大放流量の抑制を通じて、副次的には冷水放流の緩和効果も期待されている。今後も、冷濁水対応としてのマニュアル案作成の主旨を踏まえた貯水池運用を行うとともに、PDCA サイクルに基づき計画・実行・検証・改善を繰り返し行っていくことで、より効率的な用水補給且つ、河川利用者にも十分配慮した貯水池運用を継続していきたい。

平成28年5月に開催した第16回の検討会では、今後の方針として、マニュアル案から(案)の表記を削除し対策を確定する一方で、冷濁水対策により懸念事項が生じた場合は、関係機関に情報提供を行うとともに必要な調整を行うことを確認しており、これまで同様の検討会方式とは限らないものの、今後も関係者で会し審議する機会が想定される。しかし、本稿を一つの区切りとして、こ

れまで長年にわたり検討会にご出席頂き、ご指導ご助言を頂いた学識経験者、漁業関係者、関係自治体の関係各位には、改めて謝意を申し上げたい。

## 8. 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課. 2015. ダム貯水池水質調査要領
- 2) 島本重寿, 大原基秀. 2001. 浅層曝気装置を応用した冷水放流対策について. 技術研究発表会論文
- 3) 田作光良, 永田勝志, 飯島芳則. 2006. 日吉ダムにおける冷濁水対策検討の取り組み. 関西ブロック技術研究発表会論文
- 4) 松木浩志, 永田勝志, 飯島芳則. 2007. 既設放流設備等を活用した冷濁水対策の取組み. 技術研究発表会論文
- 5) 小林俊英, 永田勝志, 中村信一郎, 飯島則芳. 2008. 出水時における選択取水流動特性の把握について. 関西ブロック技術研究発表会論文
- 6) 川上貴宏, 新井誠輔, 渡部信太郎. 2012. 冷濁水放流問題の克服を目指して～「日吉ダム冷濁水対策マニュアル(案)」5年間の運用実績～. 技術研究発表会論文
- 7) 川上貴宏. 2013. 日吉ダムにおける冷濁水放流問題の対策と成果. 近畿地整研究発表論文
- 8) 佐藤友宣, 岩松裕二. 2012. 新たな曝気装置の開発「水没式複合型曝気装置」の実現報告. 平成24年度国土技術研究会
- 9) 渡部信太郎, 新井誠輔, 片田勝吾. 2014. 日吉ダムの低水管理と利水容量温存の取組. 技術研究発表会論文