

温暖化によるダム放流水温の変化と選択取水設備の運用

鳥取大学大学院工学研究科 矢島 啓

1. はじめに 近年、気候変動による干ばつや大雨頻度の増加、河川流量の減少や増加に伴い、ダム貯水池及び湖沼の水位変化と水質悪化が生じ、それによる水資源の量・質的な問題が重要な社会に問題になってきている。今後、多くのダム貯水池で設置・運用されている選択取水設備とフェンスなどの水質保全施設に対して、将来の気候変動に適応した新たな運用方法の検討が必要であると考えられる。本研究では、温暖化に伴う水量・水質の変化が危惧される荒川流域の浦山ダムにおいて、将来における水温等の変化を予測するとともに、鳥取市に建設され H23 年から運用が行われている殿ダムを対象に、選択取水設備を用いた水温コントロールについて検討を行った結果を報告する。

2. 浦山ダムにおける温暖化によるダム放流水温等の変化 本研究で用いる現在気候について 2001~2004 年は JRA25 と 2005~2010 年は気象庁気候データ JCDAS をもとに WRF を用いてダウンスケーリングを行い、将来気候は CMIP5 における NOAA の GFDL-CM3 の 2061~2070 年の 10 年間の温暖化実験結果を用い、濃度パス RCP4.5 を採用し、2001~2010 年の現在気候との差分を利用した将来における疑似温暖化の WRF によるダウンスケーリングを行い、それらから分布型流出モデルによる流入量の推定を行った結果を用いた（金沢大学谷口先生、山梨大学馬籠先生との共同研究）。バイアス補正は、経験的分布、正規分布、ガンマ分布及びベータ分布関数を採用した頻度分布マッピングによる補正を行い、主に AME と RMSE が小さい分布関数を採用した。ここでは取り上げないが、極値の補正や、洪水発生時期等の補正も大きな課題である。また将来気候モデルとして、CNRM-CM5, GISS-E2-R, MIROC5, MRI-CGCM3 も準備できている。

上記で得られた結果より、現在の気温の 2002~2010 の 9 年間平均値は 12.6℃、将来のそれは 15.5℃であり、将来は現在より 2.9℃高くなることが予想された。さらに、季節を考慮すると、現在と将来の平均気温は、夏季(6~8 月)においてはそれぞれ 21.9℃、24.9℃と将来に 3.0℃上昇し、冬季(12~2 月)においてはそれぞれ 3.0℃、5.6℃と将来に 2.6℃高くなり、夏季の上昇が大きい結果が得られた。さらに、3 次元湖沼生態系モデル ELCOM-CAEDYM を用いて、現在及び将来（2062~2070）の水質予測計算を行った。図-1 に示すように、貯水池内では、底層より表層において水温上昇が大きく予測され、温暖化に伴い水温成層が強固になることが示唆されている。また、図-2（流入水温は現在値）に示すように、ダム下流の放流水温は、現在より将来に大きく昇温することが予測されている。運用の基本は、流入水温＝放流水温であるが、将来は流入水温をいつの時点に設定するののかも課題となる。

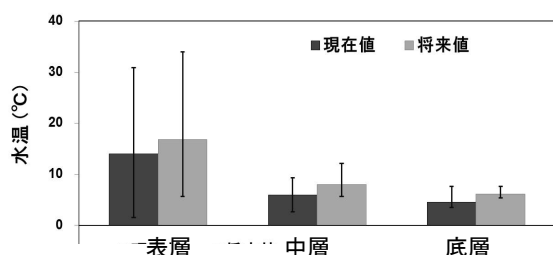


図-1 貯水池内の水温変化（平均値と変動範囲）

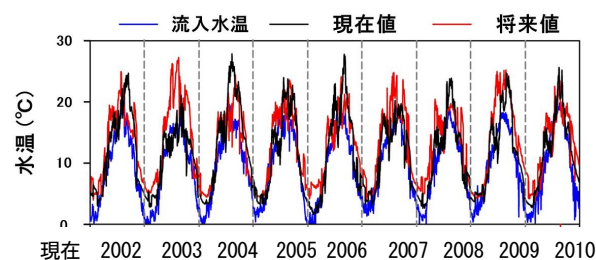


図-2 現在と将来の下流河川における放流水温

3. 殿ダムにおける選択取水設備の弾力的運用による水温管理 国内のダムにおける選択取水設備の運用は、冷水放流を避けるために表層取水が行われていることが多い。ここでは、異なった高さから同時に取水する異高同時取水を行うことができる連続サイフォン式選択取水設備を持つ殿ダムを対象に、選択取水設備の弾力的運用による水温障害の軽減について、渇水年の2013年を対象に検討する。

ダム規模の小さい場合は特に取水設備の運用が貯水池内の水温分布に影響を与える（殿ダムの総貯水容量は1240万 m^3 ）。図-3に示すように、取水深が深くなるにつれて水温躍層位置も深くなり、平均取水深が同じでも異高同時取水の方が温水が確保されている。

冷・温水放流の基準として、日平均で流入水と 2°C 以上の差がある日数をカウントした結果を表-1に示す。3mの表層取水を行った場合は、温水放流が顕著であると同時に、冷水放流の日も19日あるのが興味深い。これは、確保される温水量が少ないため、流入水以上をダムから補給する場合に、表層からの取水も冷水となるためである。

選択取水設備の弾力的運用として、3月下旬から、3m水深に相当するゲートと最終的な放流水温と流入水温との差が 2°C 以内となるもう一つのゲートの2つのゲートから同時取水行う運用

を12月中旬まで行った結果を、流入水温と3m取水の結果と合わせて図-4に示す。これによると、異高同時取水を用いた弾力的運用により、流入水温に近い放流水温を常に保つことができると同時に、表-1に示すように、表層取水より冷水放流日数も軽減することができている。

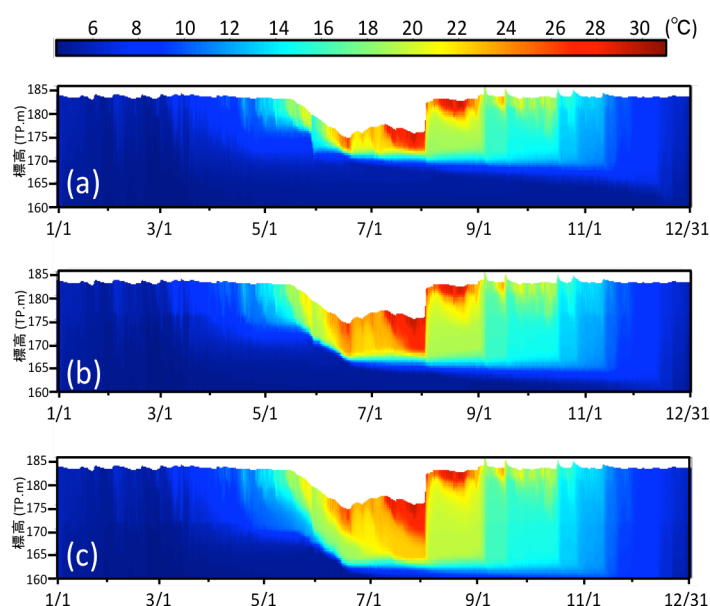


図-3 取水設備の運用の違いによる水温分布比較
(a) 水深3m取水, (b) 水深7.5m取水, (c) 水深3+12m取水

表-1 選択取水設備の運用の違いによる水温障害日数

取水方式	3m	7.5m	3+12m	弾力運用
冷水放流日数	19	34	34	11
温水放流日数	117	56	51	18
水温障害日数	136	90	85	29

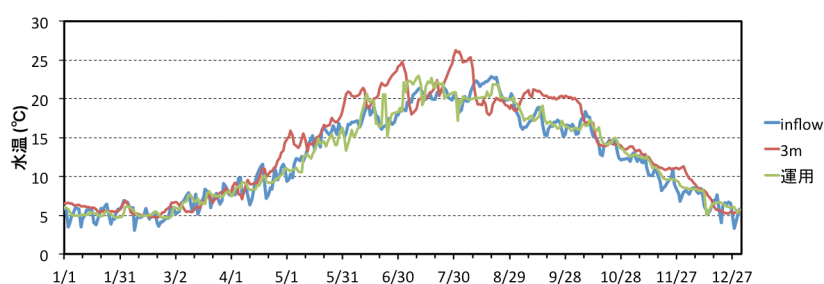


図-4 取水設備の運用の違いによる放流水温比較

4. おわりに 異高同時取水ができる選択取水設備を持つダムは限られているものの、温暖化による水温等の影響軽減のためには、既存ダムの改築が必要になる可能性もある。また、精度の高い将来予測のためには、温暖化予測情報の利用法や、生態系部分のモデルパラメーターの設定についても議論を行っていく必要がある。