

複数のダム湖を対象とする水温構造の検討手法について

東北大学大学院工学研究科 学生員 ○落合雄太
東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信

1. はじめに

地球温暖化の影響は世界的に顕在化しつつあり、様々な分野への影響が懸念されている。特に水資源に対しては、生活用水や飲料水の供給に対する影響だけでなく、農業、産業、健康などの多くの分野に対しても影響が現れると考えられる。そのため、水資源に対する温暖化の影響を検討しておくことは重要である。一方、ダム湖は日本における水道水源のほぼ半分を担っている。しかし河川などとは異なり、閉鎖的な環境をもつため、ダム湖で生じた水質悪化の影響は解消されにくいと考えられる。そのため、水質悪化の兆候について検討し、予測しておく必要がある。

近年では、水理解析モデルに将来の気候条件を予測する数値気候モデルなどの結果を入力することにより、ダム湖に対する気候変動の影響を予測する研究が行われている（例えば、浜口ら¹⁾、Komatsu et al²⁾）。しかしながら、このような研究は単一のダム湖を対象として行われている場合が多く、複数を対象とした研究は稀である。そこで本研究では、全国的な多数のダム湖を対象に、気候変動による水質変化の予測を目標としている。本研究の手法により、温暖化に対して脆弱な地域等の条件あるいは貯水池の特性を示すことができる可能性がある。このような目標に対して、本稿では、ダム湖の水温解析モデルの地域ごとの再現性について検討した結果を示す。

2. 計算方法

本研究では鉛直1次元の解析モデルによる水温分布の再現性を検討する。図-1に計算の流れを示す。貯水量の収支式は以下の式で表される。

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{out} \quad (1)$$

ここで、 V は貯水量 (m^3)、 Q_{in} は流入量 (m^3/s)、 Q_{out} は放流量 (m^3/s) である。(1)式により水面の位置が計算される。

気象条件により生じる水面での熱収支 S は以下の式で表される。

$$S = (1 - a_r) \beta \phi_0 - \phi_e - \phi_c - \phi_{ra} \quad (2)$$

ここで、 a_r は水面反射率、 β は水面吸収率、 ϕ_0 は日射量

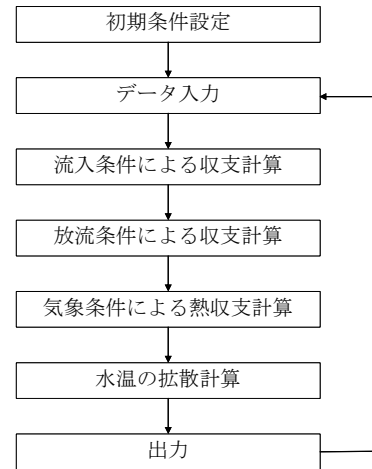


図-1 計算の流れ

($J/m^2/d$)、 ϕ_e は蒸発による熱損失 ($J/m^2/d$)、 ϕ_c は伝導による熱損失 ($J/m^2/d$)、 ϕ_{ra} は有効逆輻射 ($J/m^2/d$) である。

各層毎の水温は以下の拡散方程式により表される。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{K}{A} \frac{\partial^2 AT}{\partial z^2} \quad (3)$$

ここで T は水温、 K は拡散係数、 A は各層の面積である。

3. 計算条件

本研究では、国土交通省および水資源機構が管理する多目的ダムを対象とする。検討対象とするダムを選定するために、地域ごとにダムを分類した。地域別に総貯水容量の中央値をとるダムをその地域を代表するダムとした。選定したダムを表-1に示す。

表-1 対象ダム

地域	都道府県	対象ダム
北海道	北海道	大雪
東北	岩手	御所
関東	群馬	草木
北陸	新潟	三国川
中部	長野	味噌川
近畿	兵庫	一庫
中国	広島	温井
四国	愛媛	富郷
九州	大分	耶馬溪
沖縄	沖縄	漢那

キーワード：貯水池、水温構造、数値シミュレーション

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

計算対象期間年は平成20年の1年間とした。初期条件（水位、水温鉛直分布）および毎日の流入量、放流量はダム諸量データベース（<http://www2.river.go.jp/dam/>）から抽出した。放流は全て表層放流とした。流入水温は過去数年の流入水温と気温のデータから関係式を作成し、設定した。気象条件は気象庁のデータを用いた。鉛直のメッシュ間隔は $\Delta z = 0.5\text{m}$ 、時間ステップは $\Delta t = 3600\text{s}$ とした。

4. 計算結果

図-2に大雪ダム、草木ダム、温井ダム、漢那ダムにおける1月から3ヶ月ごとの鉛直水温分布を示す。どのダムにおいても1年を通して計算結果は、概ね実測値と一致するような結果となった。しかしながら、大雪ダムと草木ダムの成層期に、比較的大きな乖離があった。これは放流を全て表層放流として扱ったことを含む、各種の水質保全施設の運用条件が考慮できなかったことが原因の一つであると考えられる。

5. おわりに

地域別の複数のダム湖を対象として鉛直水温分布の再現計算を行った。結果はどの地域のダム湖においても、1年を通

して概ね実測値を一致した。本研究の水温予測モデルは日本全国において鉛直水温分布の予測手段として用いることができることを示した。しかしながら、放流を全て表層放流として扱ったため、水温成層をうまく再現することができなかった。今後は放流条件などの計算条件の設定方法を改良し、水温躍層の再現する必要がある。

謝辞：本研究は、環境省の環境研究総合推進費（S-8-1（3））の支援により実施された。

参考文献

- 1) 浜口俊雄, 小尻利治, 森英祐：ダム貯水池モデルを組み込んだ流域環境評価モデリング, 京都大学防災研究所年報, 第51号B, pp737-pp747, 2008.
- 2) Eiji Komatsu, Takehiko Fukushima, Hideo Harasawa : A modeling approach to forecast the effect of long-term climate change on lake water quality, ECOLOGICAL MODELLING, 209, 351-336, 2007.

図-2(a) 水温鉛直分布（大雪ダム）

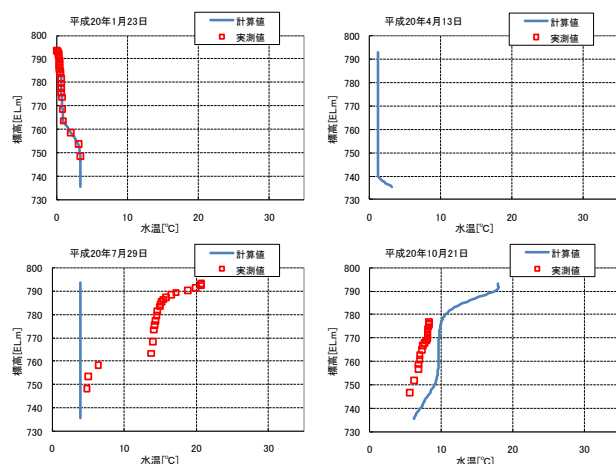


図-2(b) 水温鉛直分布（草木ダム）

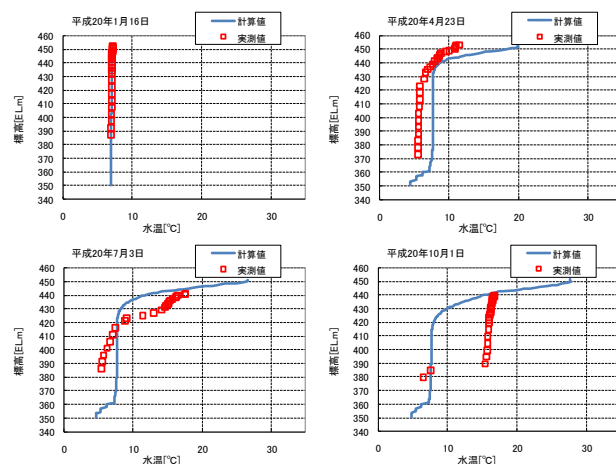


図-2(c) 水温鉛直分布（温井ダム）

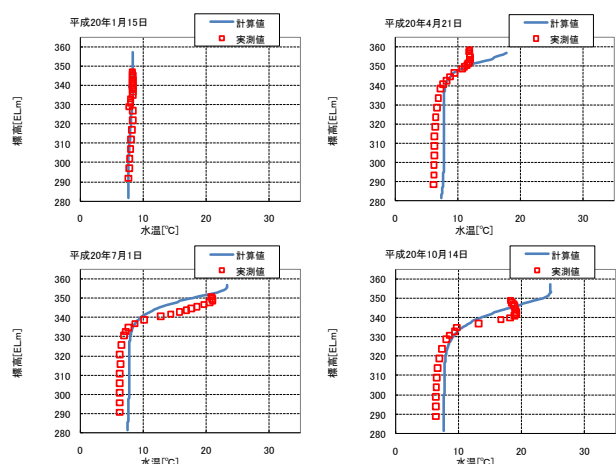


図-2(d) 水温鉛直分布（漢那ダム）

