

ボリビア Tuni 貯水池の水質予測

東北大学工学部 学生会員 ○谷 慧亮
東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信

1. はじめに

近年気候変動は世界中の多くの人たちに関心を持たれている大きな問題の一つであり、地球温暖化は低地よりも高地に大きな影響を及ぼすと予測されている¹⁾。ボリビア多民族国の首都ラパスでは、標高 5,000m 付近に存在する熱帯氷河が主要な水源となっているが、温暖化で氷河が減少することにより、深刻な水不足の問題が起こる可能性がある。ラパス市と近郊のエルアルト市では近年人口の集中やそれともなう都市域や耕作地の開発により水の需要は増加しているため水資源の確保は喫緊の課題である。

ラパス市とエルアルト市の水源の一つに Tuni 貯水池がある。気候変動の影響で氷河が融解し、貯水池の水量と水質の変化が変化することが懸念されている。本研究は、鉛直 1 次元の水溫解析モデルを用いた水溫変化に伴う水質の将来予測を目的としているが、本論では解析モデルの再現計算について報告する。

2. 現地観測の概要

Tuni 貯水池は、ラパス市から北北西に約 30km に位置する、ラパスへの水道用水の供給を目的に建設されたダム貯水池である。総貯水容量は $24.7 \times 10^6 \text{m}^3$ で、毎秒 $1 \text{m}^3/\text{s}$ の水をエルアルト市内の浄水場へ送る役割を果たしている。貯水池へ流入する河川は 3 つあるが、直接流入するのは Tuni 川のみである。

湖内の連続的な水溫の鉛直分布および水位変動を計測するために自記式水溫計と水位計を貯水池の最深部に設置した。計測期間は 2010 年 9 月 21 日から 2011 年 8 月 27 日まで、1 時間間隔の計測を行った。水溫計は水面から深さ方向に 1m 間隔で設置した。水位計は最低水位付近に留まるように設置した。流入河川の水溫に関しては、Tuni 川が貯水池に流入する付近で 2011 年 6 月 16 日から 10 月 11 日にかけて計測を行った。気象デ

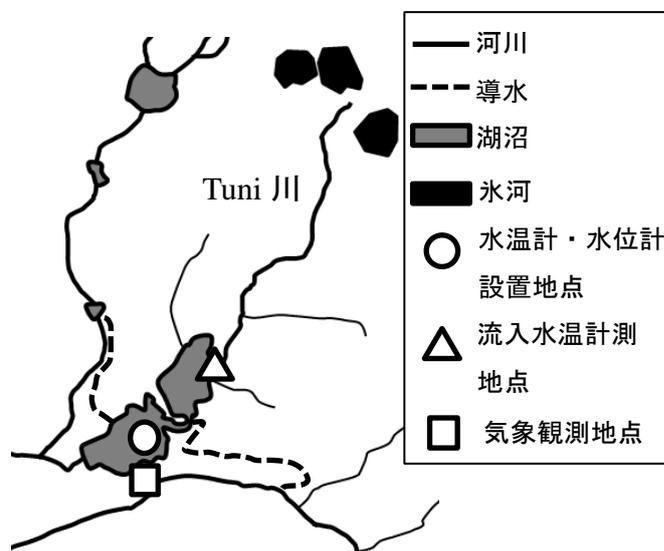


図-1 Tuni 貯水池流域の概略と計測地点

ータに関しては、Tuni 貯水池の脇で 2011 年 6 月 11 日から 10 月 11 日にかけて気溫、日射量、風速、湿度の観測を行った。図-1 に Tuni 貯水池流域の概略と計測地点を示す。

3. 再現計算の概要

水溫分布の計算は、水平的な水溫分布を一様と仮定する鉛直一次元の水溫解析モデルを用いた。流入水の密度に応じて流入する層を変化させ、湖内における水溫の鉛直拡散を計算後、密度が大きい水が上の層にある場合は上下の層の完全に混合するとした。計算期間は、貯水池の水溫と水位の計測期間と同じである。

入力データは、貯水池の標高毎の体積、流入出量、流入水溫、気象条件(気溫、日射量、風速、湿度、雲量)である。湖畔での計測データがないものに関しては、エルアルト国際空港で毎日計測されている気溫、風速、湿度、雲量のデータを利用した。この測定地点は Tuni 貯水池よりも標高が約 350m 低いいため、気溫の標高補正を行い、 2.2°C 引いた値を計算に用いた。しかし、流入量、日射量、流入水溫に関しては十分な量の

キーワード ; 気候変動, 熱帯氷河, 数値解析, 水質予測

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

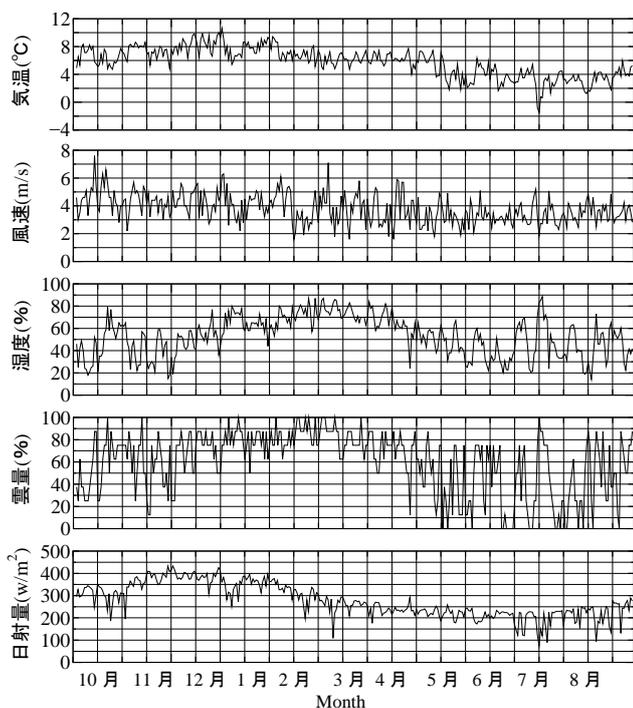


図-2 シミュレーションに入力した気象データ
(2010年9月～2011年8月)

データを得られず、データの推定を行った。

流入量は1時間毎の貯水量の変化量と取水量の差から算出した。取水量は貯水池管理者の情報から常に $1\text{m}^3/\text{s}$ と仮定した。日射量は、実測値がある2011年6月から8月の期間で雲量、湿度、降水量、日照時間から重回帰分析を行い、日射量の推定式を算出してデータがない期間の日射量を推定した。流入水温は、計測を行っていない期間は計測で得た水温データを平均した値を毎時一定として与えた。

図-2 にシミュレーションに入力した気象データを示す。

4. 結果と考察

推定した流入量を図-3、日射量の実測値と予測値の比較を図-4 に示す。日射量の推定の際に重回帰分析を行った結果、相関係数 $R=0.73$ という結果となった。流入水温は平均した結果 4.3°C となった。

再現計算を行った結果、得られた年間鉛直水温分布を図-5 に示す。実測結果より、Tuni 貯水池はごく小さい水温分布しか形成しないことが分かった。また短時間で深度方向の水温が一様になることがしばしば起こる。これは風による湖のかきまぜや、気温の日変化が大きいことにより生じる水の循環が原因と考えられる。

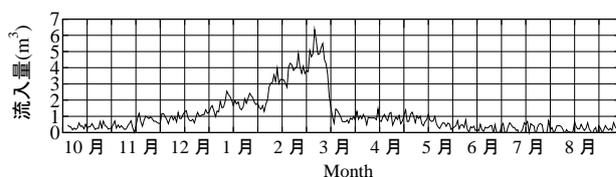


図-3 推定した流入量(2010年9月～2011年8月)

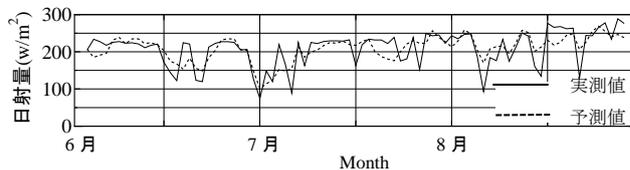


図-4 日射量の実測値と予測値(2011年6月～8月)

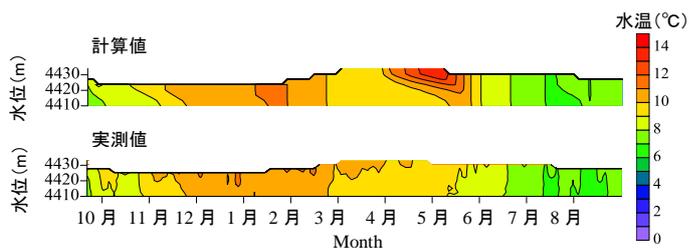


図-5 貯水池の鉛直水温分布
(2010年9月～2011年8月)

数値解析の結果、4月から5月にかけて表層から10m付近の水温が実測値よりも $2, 3^\circ\text{C}$ 高くなってしまったが、他の期間に関しては概ね水温分布の状況を再現することができた。温度が上昇してしまうのは熱収支のバランスを計算で十分に表現しきれていないことによるものと考えられる。

5. おわりに

Tuni 貯水池に関する実際の観測データが少ない状況で水温分布の再現計算を行ったが、新たなデータを手に入れ次第、モデルの精度向上をしていきたい。今後は大気大循環モデル(GCM)を用いて気候変動により貯水池の水温変化を計算し、水温変化に伴う水質変動を解析していくつもりである。

謝辞：本研究は JST/JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業「氷河減少に対する水資源管理適応策モデルの開発」の成果の一部である。

参考文献

1) Raymond S. Bradley, Frank T. Keimig and H.F. Diaz : Projected temperature changes along the American cordillera and the planned GCOS network, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 31, L16210, 4 PP., 2004