

# 深層学習モデルを用いた気候変動下におけるダム湖の表層水温予測

(国研) 農研機構 農村工学研究部門 正会員 ○木村 延明  
(株) アーク情報システム 非会員 馬場 大地

## 1. 目的

本研究は、気候変動の影響を強く受けると考えられている中緯度地域の北海道十勝地方を対象にして、大気循環モデル (GCM) の長期予測データからダイナミックダウンスケーリング (DS) されたローカルデータを用いて、深層学習モデルを駆動させることで過去・将来のダム湖の表層水温予測を行うものである。本研究の概要のイメージ図を図-1 に示す。

## 2. 研究方法

データは、十勝川水系の上流側に位置する十勝ダムのダム湖 (流域面積 592.0 km<sup>2</sup>, 淡水面積 4.2 km<sup>2</sup>, 総貯水容量 0.11 km<sup>3</sup>) で、毎月観測された約 35 年間分の気象 (項目: 気温, 風速, 日射量) と表層水温データを利用する。但し、気象項目のうち未観測のものは、比較的近くの気象台のデータを用いる。気候変動の影響を評価するために用いる DS データは、GCM の 1 つである MRI-CGCM3 から出力された 150 年間分の予測結果 (将来シナリオ rcp8.5) から、ローカル気象モデルとして採用した WRF model (9 km 格子) によって生成されたもの<sup>1)</sup>である。なお、観測データとの時間間隔を整合させるために 1 ヶ月平均値を用いる。深層学習モデルとして、時系列等の連続データの特徴を効果的に抽出できる長・短期記憶 (LSTM)<sup>2)</sup>を採用する (以下、「LSTM モデル」という)。LSTM モデルの予測精度を検証するために、観測データとの誤差を用いて K 分割交差検証法を実施する。誤差評価は、二乗平均平方根誤差 (RMSE) を用いる。DS データを使った LSTM モデルの過去・将来の表層水温予測期間は、GCM データの制約から、それぞれ 1950~2005 年, 2006~2100 年とする。ダム堆砂等の環境変化に伴う表層水温への影響は無視する。

## 3. 結果

観測データを用いて LSTM モデルのハイパーパラメータ等の調整や入力データの変数選択のために感度解析を実施した。入力データに表層水温を加えた場合には、RMSE=2.0~2.5°Cの精度であった。しかし、将来予測の入力データには表層水温が存在しないので、気象項目のみで入力データを作成した。この結果は、RMSE=4.3°Cとなった。このモデルを用いて、過去・将来の表層水温の予測結果を図-2 に示す。将来予測結果は、2100 年に近づくとつれて、夏季に若干水温上昇し、冬季に下降することを示した。本モデルの課題として、過去データの最大・最小値で水温変化の範囲が決定されるために、未知の極端事象下の予測は困難である。

謝辞: DS データは、熊本大学の石田桂氏より提供して頂いた。十勝ダム湖の気象・水温データは、国交省北海道開発局より提供して頂いた。本研究の協力を感謝申し上げます。

参考文献: 1) Ishida, K. and Tanaka, K. (2019) Analysis of Future Changes in Precipitation over Watersheds in the Hokkaido Region, Japan by Means of Dynamical Downscaling. Poster, AGU fall meeting 2019, Dec. 9-13, San Francisco, USA; 2) Hochreiter, P. and Schmidhuber, J. (1997) Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), pp.1735-1780.

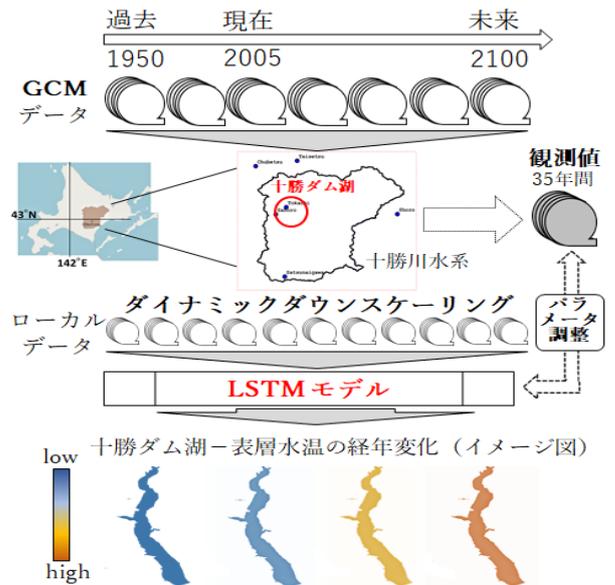


図-1 本研究の概要図

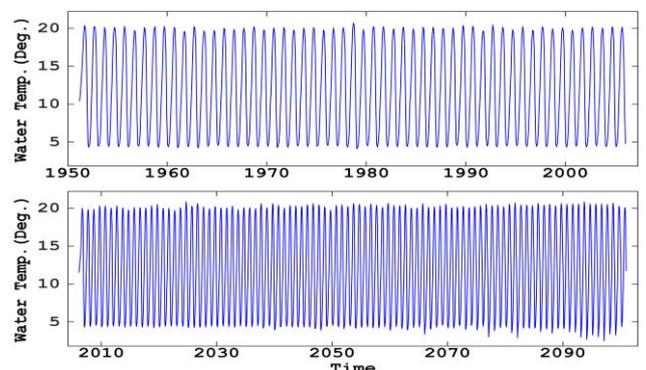


図-2 表層水温の予測結果 (上段: 過去, 下段: 未来)

キーワード LSTM, ダム湖, 気候変動, 水温予測

連絡先 〒305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6, Email: nkimuran3@uwalumni.com, TEL: 029-838-7568