

深層学習を用いた降水量予測の基礎的検討

長岡工業高等専門学校 ○武樋 力, 込山晃市, 山本隆広
長岡技術科学大学 陸 旻皎

1. はじめに

都道府県営の補助ダムは管理所の地上降水量計を除いて流域内にほとんど地上降水量計が存在しない。そのような補助ダムでは適切に流域内の降水量を把握することが困難である。さらに、新潟県の補助ダムの流域面積は 4.0 km² から 305.7 km² (58.9±70.0 km²) と国直轄ダムに比べて小さいために洪水到達時間は短い。そのため、空間分布的に高精度かつ高頻度に降水量を把握する必要がある。近年、AI・IoT 活用の気運が高まっており、深層学習を用いた研究が水文分野でも盛んに取り組まれている。深層学習を用いることでレーダー降水量の高精度化や降水予測の精度向上を行うことができれば補助ダムの運用に資する可能性がある。本研究ではそのための基礎的な検討として、流域面積が小さく、データが豊富に存在している三国川ダム(流域面積 76.2 km²)を対象にし、1 時間値の地上降水量計のデータを用いて深層学習により降水を予測する手法を検討した。

2. 使用データ

本研究では三国川ダム管理所の屋上に設置されている地上降水量計の降水量を用いた。学習用データセットは 2011 年から 2016 年までの降水量データの 1 時間値(データ数 30816 個)を、評価用データセットは 2017 年の降水量データの 1 時間値(データ数 5136 個)とした。なお、降雨量の予測を行うため学習用データセット、評価用データセットともに降雪期である 11 月から 3 月のデータは除いて使用した。

3. 解析方法

時系列的なデータの予測で用いられる深層学習の RNN 系のモデルのうちの TDNN(Time Delay Neural Network)モデルと LSTM(Long Short-Term Memory)モデルを用いて 1 時間先の降水量の予測を行った。図-1 に TDNN モデルを、図-2 に LSTM モデルを示す。TDNN モデルは直前情報から予測を行うモデルであるのに対し、LSTM モデルは長期間データの変化の特徴を記憶し、予測を行うモデルである。各モデルを用いて降水量予測を行うことで降水量予測値の精度の比較と正確性の確認を行う。降水量の予測値の評価は TDNN モデルおよび LSTM モデルの Output で出力された降水量予測値と地上降水量の実測値から(1)式に示す二乗平均平方根誤差を用いた。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (1)$$

ここで、RMSE は二乗平均平方根誤差、 y_i は TDNN モデルおよび LSTM モデルで得られた各モデルの予測値、 \hat{y}_i は三国川ダム観測所の地上降水量の 1 時間値、 n は検証する期間のデータの個数である。二乗平均平方根誤差は観測値と予測値が近づくほど RMSE が小さくなり、観測値と予測値の差が大きくなると RMSE は著しく増えるとされる。

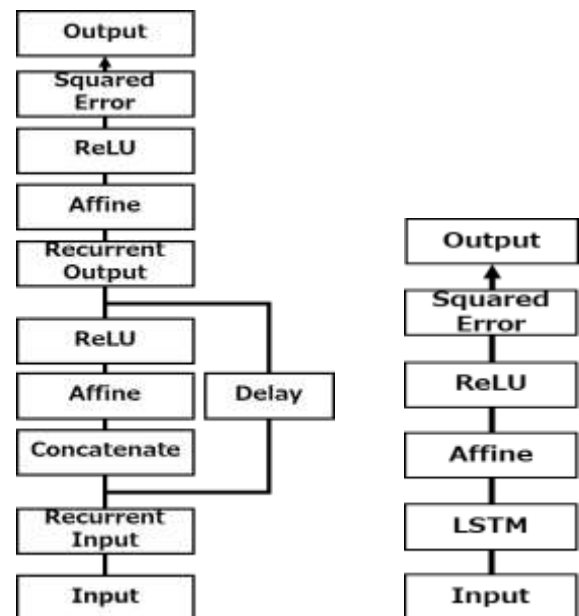


図-1 TDNN モデル

図-2 LSTM モデル

4. 結果と考察

TDNN モデル, LSTM モデルの各モデルで得られた予測値と地上降水量をハイエトグラフにしたものを図-3 に示し, 予測値と地上降水量の相対誤差の分布を図-4 に示す. まず TDNN モデルの予測値について, 大雨時の降水量の相対誤差は小さいものの降水量の少ない部分で散布度が大きくなっている. また, 実際に降水があるにもかかわらず予測値が 0 mm/h であることが少なくなかった. それに対し, LSTM モデルの予測値は全ての降水量で散布度が小さい結果となった. 算出された RMSE は TDNN モデルが 1.026 mm/h, LSTM モデルが 0.066 mm/h であった. 以上のことから本研究での降水量を予測手法としては TDNN モデルよりも LSTM モデルのほうが予測精度は高いことが確認された.

5. まとめ

本研究では, 時系列的なデータの予測に用いられる深層学習の TDNN モデルと LSTM モデルを用いた 1 時間先の降水量予測の手法について検討を行った. モデルの特性の違いにより LSTM モデルを用いて降水量予測を行った場合のほうが予測精度は良くなることが分かった. また, 予測値と実際の観測値を比較しても誤差は比較的小さかったため本手法を用いることで高精度な降水量予測を行うことができることが示唆された. 今後はレーダー降水量を用いて空間分布情報としての降水量を予測する手法を検討する予定である.

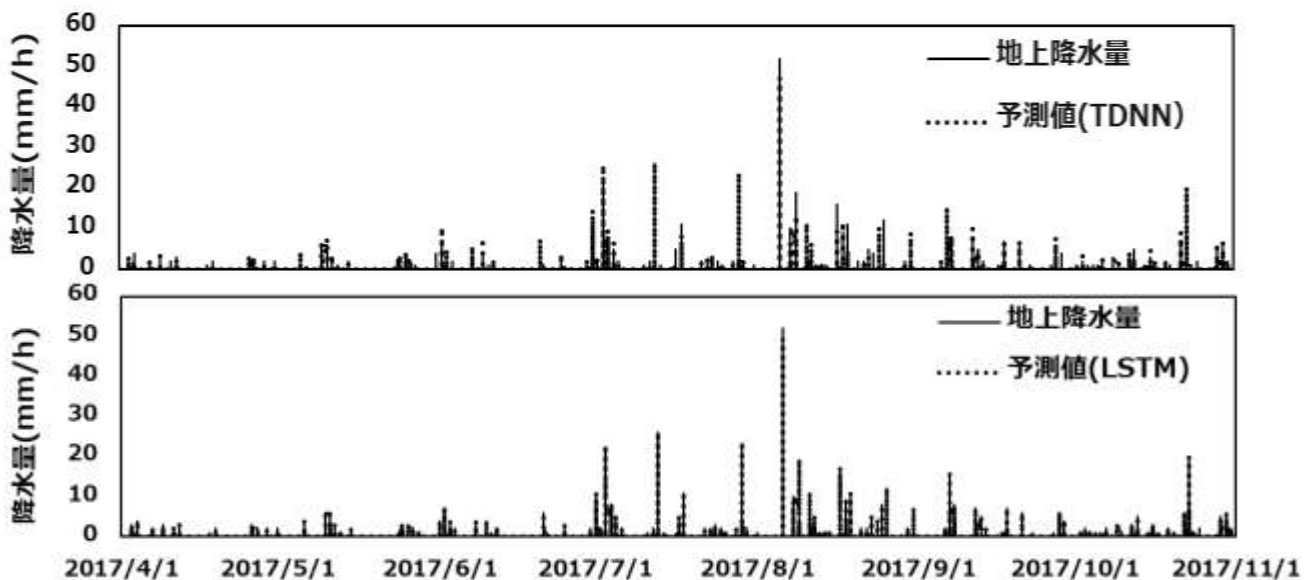


図-3 各予測値のハイエトグラフ

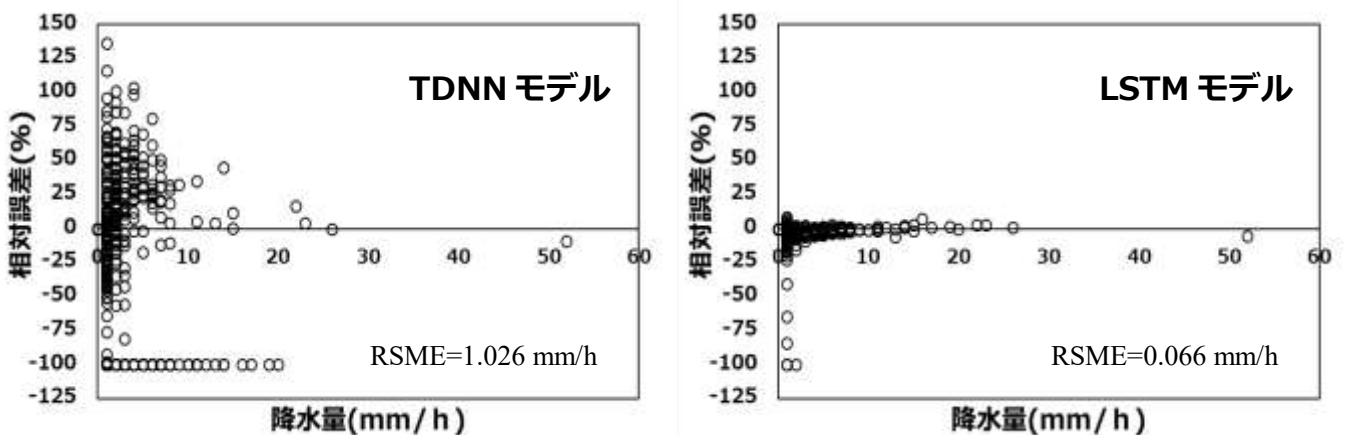


図-4 相対誤差の分布