

ANN と再帰型モデルを用いた河川出水予測と ANN の有効性検討

River Flood Prediction by ANN and Recurrent Neural Models and Evaluation of ANN Effectiveness

○大野 剛・佐山 敬洋
○Go OHNO, Takahiro SAYAMA

The authors have been investigating 24-hour ahead water level prediction using an Artificial Neural Network (ANN) model. In this study, we verified the validity of the ANN approach by comparing its predictive accuracy against recurrent models (RNN, GRU, and LSTM). Results showed ANN predictions were similar to observed trends, while recurrent models exhibited noticeable divergence. Since no significant difference was found in flood prediction accuracy, and considering the ANN's advantages, lower computational load and simpler hyperparameter tuning, it was concluded that the ANN is more suitable for this task. The ANN offers a more efficient, practical solution for water level forecasting with reliable performance and less technical overhead than complex recurrent architectures.

1. はじめに

河川工事では、重機等を安全に退避するために24時間程度先の出水把握が求められる。著者らは計算負荷やハイパーパラメータの調整手間が小さい人工ニューラルネットワーク(ANN)により、24時間先の水位を予測する手法(以下、本手法)を検討している¹⁾。既往研究では避難を目的に再帰型モデルを用いた6時間程度先の水位予測が多く見られる。例えば、一言ら²⁾や蔡³⁾は再帰型モデルの予測精度がANNより優位であることを報告している。表1は本手法と文献2)、3)(以下、既報)の比較である。水位の予測時間が異なることから、入力データの雨量と水位の時間幅は既報より本手法の方が長くなっている。また本手法は24時間先における出水の有無に着目しているため、学習データは出水時以外も含めた複数年のデータとしている。対して既報は、人の退避やダム操作を目的にしているため予測時間が最大6時間であり、学習データは出水時に限定し、24時間先の水位予測については言及していない。そこで本論では、本手法のANNモデルを再帰型モデル(RNN、GRU、LSTM)に置き換えてANNおよび再帰モデルの出水時の予測精度を比較し、ANNを用いる有効性についてANNの利点を踏まえて検討することを目的とした。

2. 実施内容

本手法は、予測地点上流の集水域における降雨分布の重心座標や流域内の平均値や分散値など(図1)から1~24時間先の水位を予測するものである。本論では、集水面積の異なる3地点(阿

表1 本手法と既往研究の比較

予測対象	学習データ		
	入力	出力	期間
本手法 (文献1))	平常時・ 出水時 (特に出水 開始時刻)	雨量: 過去将来24時間 水位: 過去6時間	水位: 1~24 時間先 14年間 (延べ 約62,000時間)
既報 (文献2)3))	出水時 (特に 最大値)	雨量: 過去5時間 水位: 過去2時間	水位: 1~6 時間先 出水 イベントのみ (延べ 約2,900時間)

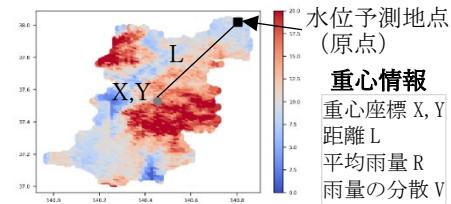


図1 降雨分布から求める値



図2 時刻差 ΔT と水位差 ΔWL の求め方の例

武隈川 江尻観測所、新宮川 相賀観測所、矢作川 高橋観測所)を対象に2010~2023年の6~11月におけるデータを用いてANN、RNN、GRU、LSTMのモデルを構築し、年1~2回程度発生する出水イベントを対象に出水の予測精度を検討した。検討では、実際の出水時刻(危険水位を超える時刻)と予測結果の出水時刻の差 ΔT および実際の出水時の水位と予測水位の差 ΔWL を求め(図2)、退避や養生で重要な ΔT に着目して正答状況を評価した。例えば24時間先の予測では、±6hの予測を正答範囲とし、全出水イベントに対する正答割合(正答率)を算出して評価した。

3. 実施結果

図3は予測結果の一例である。ANNは実測値と予測値の変動が同じ傾向を示したが、RNNは水位上昇が小さく、予測値は実測値と異なる変動を示した。GRUとLSTMは実測値と予測値が同じ変動傾向を示したが、最高水位付近の差異が大きかった。

図4は3地点における12、24時間先予測の正答率であり、ANNの正答率は他モデルと同程度であった。このことからANNに対する再帰型モデルの明確な精度優位性は見られず、全体的に各モデルで正答率に大差はないと言える。正答率の大差が見られない理由として、表1のように予測対象に応じて学習データを選定しており、ANNによる予測精度が確保されたと考えられる。以上より、ANNと再帰型モデルを用いた水位予測では、予測対象によるモデルの使い分けが有効であり、河川工事の安全管理では、ANNの利点を踏まえるとANNを用いることが望ましいと考えられた。

4. まとめ

著者らが検討を進めているANNモデルを用いた24時間先の水位予測について、ANNモデルを再帰型モデル(RNN、GRU、LSTM)に置き換えた場合の水位予測精度を、ANNによる本手法の予測精度と比較し、ANNの有効性を検討した。その結果、ANNは予測値と実測値の変動が同じ傾向を示したが、再帰型モデルは実測値と予測値の乖離が見られた。また出水予測の正答率はANNと再帰型モデルで明確な差異や優位性は見られなかった。計算負荷やハイパラメータの調整手間が小さいというANNの利点を踏まえると、河川工事ではANNを用いることが望ましいと推察された。

参考文献

- 1) 大野剛, 佐山敬洋, 織田幸伸: 降雨分布を用いたニューラルネットワークによる水位予測手法の実務適用に向けた精度検証, 河川技術論文集 第31巻, p.403-408, 2025.
- 2) 一言正之, 櫻庭雅明, 清雄一: 深層学習を用いた河川水位予測手法の開発, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.72, No.4, 2016.
- 3) 蔡 浩宇: 深層学習に基づくLSTMを用いた洪水水位予測, 2020年度 中央大学理工学部都市人間環境学科 修士論文発表会要旨集, 2021.

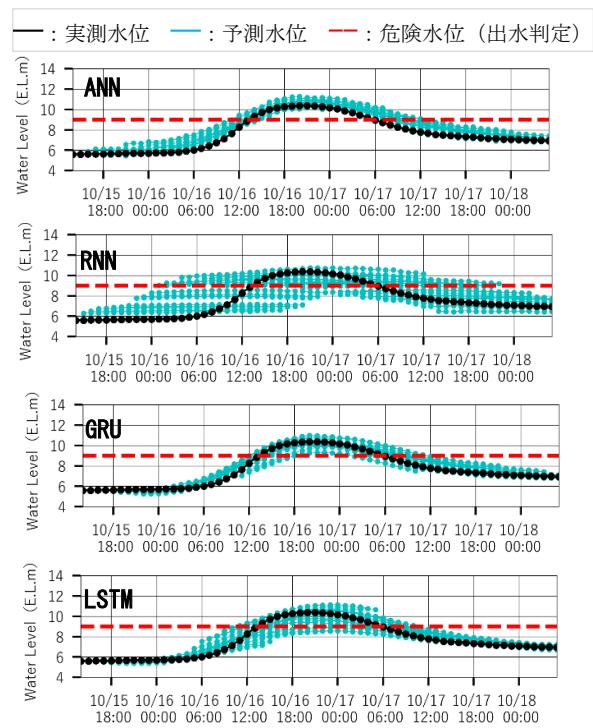


図3 各モデルの計算結果例 (阿武隈川_江尻観測所)

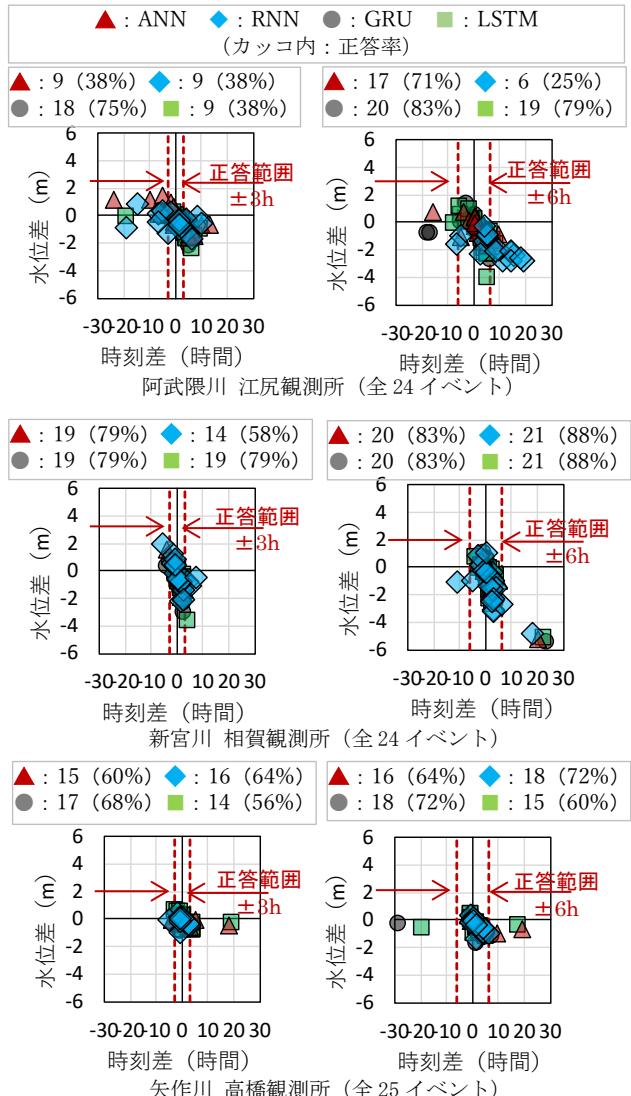


図4 集計結果