

Development of a Deep Learning Model for River Water
Level Estimation and Prediction with Long-term Rainfall

気候変動に伴う豪雨事象の規模・頻度の増加が進行しており、洪水被害を軽減するためのソフト対策として、河川水位予測の重要性が高まっている。統計的手法である深層ニューラルネットワーク (DNN) により、従来の物理モデルよりも高精度に河川水位予測ができることが示された¹⁾。しかし、入力において上流水位情報を使用していることにより、他流域への汎用性や予測時間の延長に伴う精度低下についての課題が存在している。雨量のみを使用したモデル化により、雨量予測時間の延長に伴い、水位予測時間を延長することが可能となる。本研究では、これまでに行った長期降雨のみを入力とした DNN による河川水位推定モデルの開発²⁾に加えて、詳細な分析や本研究の有効性を示すことを目的とする。

四国地方に位置する四万十川の中流域に位置する津野川水位観測所を対象水位観測所とした。DNN モデルには、全結合多層パーセプトロンを採用し、入力には上流 13 地点の雨量観測所のデータ、教師には津野川観測所の水位データを与え、水位推定モデルを構築した。この際、入力雨量時系列の遡り期間の違いによる推定精度を比較することで、最適な遡り期間を検討した。遡り期間は、1 週間から 1 年の間の 6 通りとし、最適だと判断した入力によるモデルをテスト用データに適用し、評価を行った。

各遡り期間における水位推定の精度を比較したところ、期間を延ばすことによって誤差が低減し、1 年遡ることで誤差が最小となったため、最適な遡り期間は 1 年であると判断した。長期の雨量データを使用することで、長時間かけて河川へ流出する地下水等の寄与を含めてモデル化できることが示された。テスト用データに適用したところ、洪水時、渇水時ともに良好に推定できた。モデルの外挿性を検討したところ、学習時を 34~35% 超える短時間流域平均雨量が観測された洪水に対しても適用可能であることがわかった。また、推定精度の低い事例の空間的な降雨分布は、学習時と比較して下流部での割合が大きいことがわかった。さらに雨量データを使用しない数時間先の予測モデルの開発を行った。短時間先の予測においては、入力データに水位情報を用いず雨量のみを用いる本研究手法は、水位情報を用いる先行研究手法¹⁾と比べ、予測時間の延長とともに誤差が悪化しないことがわかった。Layer-wise Relevance Propagation により、入力要素の出力への寄与度を定量化したところ、各雨量観測所の寄与する時刻や降雨到達時間、観測所間の寄与度の大きさの違いを算出できた。先行研究手法については、予測時間の延長とともに上流の水位変化、雨量の寄与度が相対的に大きくなっていった。

文献

- 1) 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), 72, 4, I_187-I_192, 2016.
- 2) 中根英昭, 若槻祐貴, 山本啓, 武田拓巳, 端野典平(2019): 深層学習の河川防災・環境分野への応用—四万十川・鏡川水位、仁淀川大渡ダム流入量について—, 高知工科大学紀要 16 巻(1), 227-244(2019).