

安芸川における機械学習モデルを用いた洪水時の水位予測

高知高専 正会員 岡田将治 高知高専 賛助会員 ○池田圭吾

1. 序論

平成 30 年 7 月に台風 7 号および梅雨前線等の影響による集中豪雨が発生し、西日本を中心に多くの地域で河川の氾濫や浸水害、土砂災害などによる死者数が 200 人を超える甚大な災害となった¹⁾。高知県安芸市 栃ノ木地区では付近を流れる安芸川がはん濫し、多くの住民が取り残され一時屋根に避難するという事態に陥った。災害後、安芸市住民を対象に行ったアンケート調査²⁾では、豪雨時の住民の避難に直結する最も重要な情報は河川水位であると判明し、前もって水位の変化を知ることが必要であると確認された。

本研究では、近年河川分野でも導入が進んでいる機械学習を用いて、平成 30 年 7 月豪雨時の洪水を対象に栃ノ木地区における安芸川の水位予測を行い、また、予測した水位と予想雨量を用いて栃ノ木地区におけるはん濫が事前に想定できたかを検討した。

2. 対象洪水と機械学習モデル概要

本研究では図-1 に示す栃ノ木水位データと、流域雨量として入河内、古井、押谷の 3 地点の雨量データのうち、平成 16 年から 25 年までを学習データとし、平成 30 年 7 月豪雨時のピーク水位をモデルの検証に用いる。古井の雨量が平成 25 年～27 年にかけて欠測であったため、その期間の全データを削除した。機械学習の弱点として学習データを超えるような値を予測するのは困難であるため、一言ら³⁾の手法を参考にして 1 時間後の水位差を予測することでより高い精度を得られると考えた。機械学習モデルには時系列データの予測に適すると言われる LSTM(Long Short Time Memory)を使用し、過去 24 時間の水位差と雨量を入力データとして 1 時間後の水位差を出力するモデルを作成した(表-1)。表-2 に開発環境及びモデルの学習条件を示す。予測する値は水位差であるため閾値は設定せず学習を行った。

3. 1 時間後の水位予測結果

図-2 に 1 時間先の水位予測結果を示す。予測値の水位差をそれまでの水位に加えることで予測水位を出力した。7 月 6 日 4:00 のピーク実績水位 3.95m に対して予測水位は 3.80m と出力された。実績水位と比較すると 0.15m 低いが、学習データの最大水位が 2.83m であり検証データから 2m 以上低いことを鑑みると水位ではなく水位差を予測することによって高い予測精度を得られたと考えられる。また、7 月 5 日 23:00 頃までの水位が徐々に上昇する箇所や、ピーク水位到達後の水位が徐々に低下する箇所はほとんど完全に予測できた結果となった。これらの結果から、学習データと検証データに大きな差がある場合でも予測値を水位差と

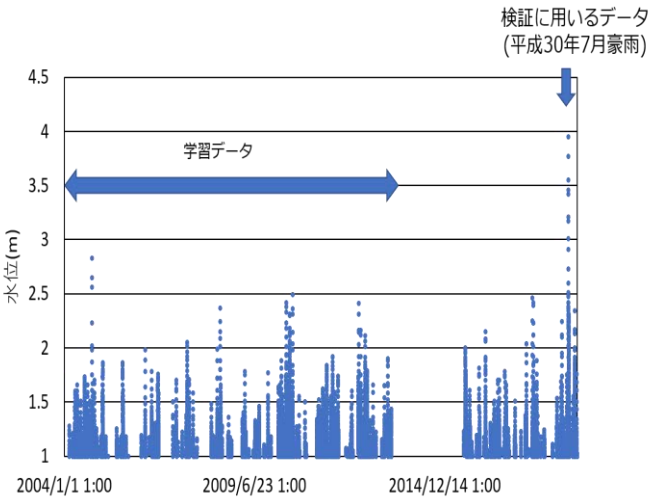


図-1 栃ノ木地区における安芸川の過去の水位

表-1 入力データと出力データの組み合わせ

入力	栃ノ木 水位差	入河内 雨量	古井 雨量	押谷 雨量	× 24
出力	栃ノ木 水位差				

表-2 開発環境及びモデルの学習条件

パラメータ	設定内容
開発言語	python(Anaconda)
ライブラリ	keras, tensorflow
バッチサイズ	32
最適化	Adam
活性化関数	ReLU, 恒等関数

することで十分な予測精度を持ったモデルの構築が可能であると言える。

4. 予想雨量を用いた水位予測

3 で水位差を予測値にしたことで平成 30 年 7 月 6 日 4:00 のピーク実績水位を正確に予測できたが、住民が早期に避難するためには、さらに前の時間帯から水位を知ることが必要であると言える。そこで、モデルに対して 1 時間後から 5 時間後までの予想雨量を与えることで 6 時間先までの水位を 1 時間ごとに予測した。

このとき与える水位はモデルが実際に出力した予測値である。予測の対象時間帯は水位が急激に上昇した 7 月 5 日 22:00 からの 6 時間と、ピーク水位の手前である 7 月 6 日 3:00 からの 6 時間とした。予想雨量として 30mm/h、50mm/h、70mm/h を 3 地点それぞれに与えることとした。7 月 6 日 3:00 からは予想雨量に 0mm/h を追加して予測した。結果を図-3 及び図-4 に示す。なお、1 時間後の水位は

それまでの雨量、水位から予測しているためどのケースでも値は同一である。7 月 5 日 22:00 からの予測水位は、予想雨量として実績雨量を超える 70mm/h を与えても実績水位より小さい結果となり、7 月 6 日 4:00 の予測値は 3.71m であった。7 月 6 日 4:00 からの予測水位は全てのケースで実績水位を上回る結果となったが、予想雨量 0mm を与えた場合のみ 1 時間ごとに予測水位は低下する結果となった。これは入河内の実績雨量が押谷、古井に比べて少なかったため、予想雨量を全地点一律で入力したことが影響したと考えられる。さらに、入河内の位置は伊尾木川の方に近く、その範囲の降雨が栃ノ木地区における安芸川の水位にそれほど強く影響していないことも考えられる。

5. 結論

本研究では、平成 30 年 7 月豪雨時にはん濫が発生した高知県安芸市栃ノ木地区を対象に機械学習を用いて洪水時の水位予測を行った。その結果、予測値を水位差にすることで安芸川のように学習データと検証データに大きな差がある場合や、入力データとして使用できる雨量などが少ない場合でも高い精度を得られることが明らかになった。また、予想雨量を与えても実績水位を超えなかったが、観測点の多い河川であればさらに高い予測精度を持ったモデルを構築することができると考えられる。今後は、ダム管理の効率化を図るために、物部川永瀬ダムの流入量予測や、鏡川鏡ダムの流入量予測を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 内閣府：防災情報のページ，平成 30 年 7 月豪雨による被害状況等について
- 2) 岡田将治，張 浩，田内敬祐：高知県安芸市における平成 30 年 7 月豪雨時の浸水被害，住民の防災情報活用と避難行動の実態調査，河川技術論文集，第 25 巻，pp137-143，2019
- 3) 一言正之，桜庭雅明：学習事例を上回る大洪水に対する深層学習水位予測モデルの検証，2018 年度第 32 回人工知能学会全国大会，2018

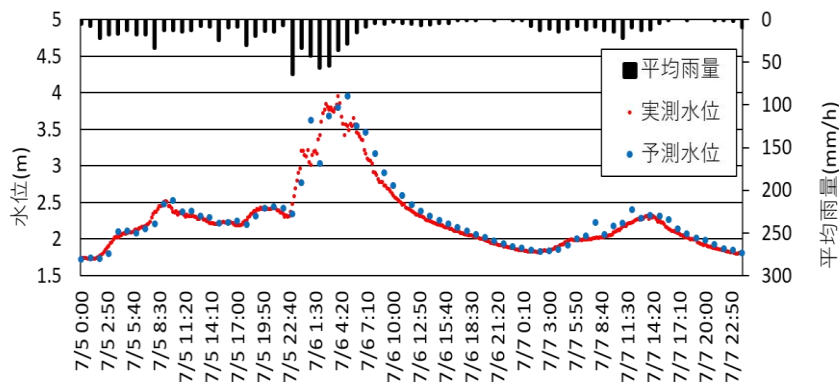


図-2 1 時間先の水位予測結果

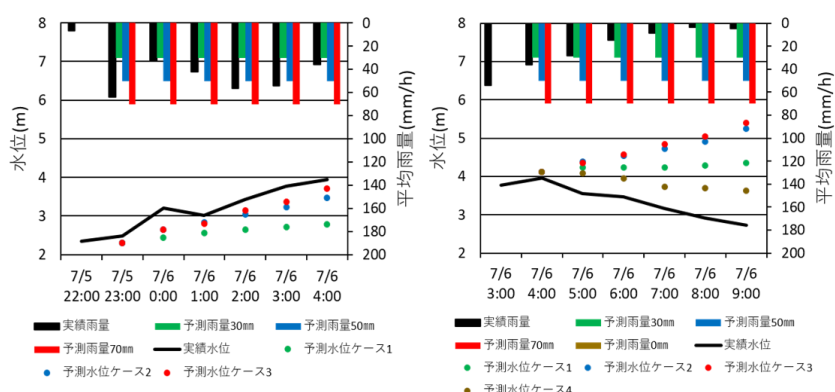


図-3 7 月 5 日 22 時から予測

図-4 7 月 6 日 3 時から予測