

ニューラルネットワークを用いた融雪期における河川水位の予測

大成建設株式会社 技術センター 正会員 ○大野 剛
大成建設株式会社 技術センター フェロー会員 伊藤 一教

1. 背景と目的

河川工事では、河川水位を早い段階で予測して関係者に周知することが安全管理や工程管理、コスト管理の面で重要となる。特に複数の重機の移動や資材の養生が必要な場合、十数時間前に出水対策を開始できることが望ましい。著者らは分布型流出解析や上流の観測所水位から回帰式により水位を求める手法により工事地点の水位を最大十数時間前に予測し、予測水位が工事関係者の設定する危険水位を超えた場合には関係者にメールやWEBで配信する「出水警報システム」を開発し、複数の河川工事で運用している¹⁾。一般的に河川工事の工期は集中豪雨（梅雨）や台風など洪水が起きやすい時期である「出水期」と出水期以外の時期である「非出水期」に分類される。河川工事を実施する上での目安として出水期は6月1日から10月31日まで、非出水期は11月1日から翌年の5月31日と定義し、出水期には河川工事を行わない²⁾ことが多い。非出水期においても豪雨などにより出水が発生することがあるが、積雪が多い地域を流れる河川では3～5月にかけて融雪に伴う出水が発生する。融雪は気温、降雨、風速、日照時間やそれらに伴う熱収支、冷却抑制効果など複数の要因により発生するため³⁾、融雪を考慮した流出解析等の構築やパラメータチューニングには手間と時間を要する。また工事地点の上流に水位観測所が無い場合、回帰式による水位の予測が困難となる。そこで最上流部に多数観測地点があり融雪に関する観測項目を有する AMeDAs 観測値を入力値としてニューラルネットワーク（以下、NN）により融雪期の水位を予測した。本稿では石狩川の月形観測所（図1）を予測地点とし実測水位と予測水位を比較した結果を報告する。

2. 予測方法

図2は月形観測所の2017～2019年の水位変動と月形観測所の上流に位置する AMeDAs の3観測地点の積雪深を示している。図2の赤線は3～5月における水位変動であり、積雪深の減少に伴い水位が上昇している。本稿では2017～2019年の融雪時期における水位（図2の赤線）を予測した。予測時刻は12時間後とし、入力値には月形観測所の上流にある AMeDAs 観測値（25地点、降水、気温、日照時間、積雪量、積雪深の5項目）を過去12時間分移動平均した値と月形観測所の観測水位を用いた（以下、NNに用いた入力値を特徴量とする）。準備した特徴量は2007～2019年の13年分であり、学習データは予測する年のデータを除いたものとした。表1は検討ケースを示しており、



図1 AMeDAs および水位観測所
表1 予測時に用いた入力値

Case	NNの入力値（特徴量）		期間	予測
	種類	水位		
Case1	①～㉕（月形流域内）	無し	2007～2019 13年間	月形観測所 12時間後
	25地点、102種類			
Case2	①～㉕（月形流域内）	月形	2007～2019 13年間	
Case3	①～㉕（月形流域内）	月形	2015～2019 5年間	
	25地点、102種類			

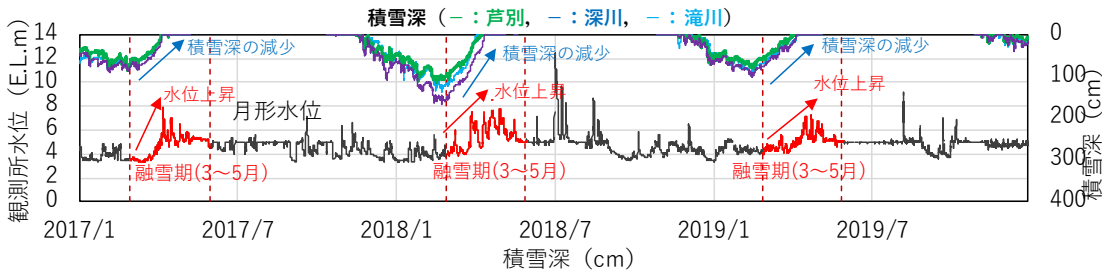


図2 月形観測所の水位変動と上流の AMeDAs 地点における積雪深

キーワード 河川工事，出水警報システム，ニューラルネットワーク，河川水位予測， AMeDAs
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL045-814-7234

Case1 は AMeDAs 観測値のみ, Case2 は AMeDAs 観測値に予測地点の水位情報を加えた場合である. Case3 では学習データが予測結果に及ぼす影響を検討している.

3. 予測結果

実測水位と予測水位の時系列の比較結果を図 3(a)～(c)に示す. 上段は 3 月 1 日～5 月 31 日, 下段は各年の最大出水時における水位である. 特徴量に AMeDAs 観測値のみを用いた Case1 では, 予測水位の挙動が実測水位の上昇, 下降と同様であったが実測水位との差異が目立った (緑色破線). Case1 の差異は月形観測所の基準水位の情報が欠落していると考え, Case2 では月形観測所の水位を特徴量に加えた. その結果 Case1 に比べて予測水位が実測水位に近づき最大の差異は 20cm であった. また水位が上昇するタイミングも実測水位と概ね同じであった. なお図 3 には伊納観測所 (図 1) の水位から回帰式により月形観測所の水位を求めた結果を併記している¹⁾. 回帰式の結果は概ね実測値と同様となったが, 水位上昇の時間が最大 8 時間遅れた (黒色破線). 本結果から本手法は AMeDAs 観測値と工事地点の水位のみで精度よく水位を予測できだけでなく, 予測地点の上流に水位観測所が無い場合でも水位の予測が可能であることが示唆された. Case3 は Case1, Case2 で用いた学習データの期間を 12 年分減らして予測した結果であり, 実測値との乖離は最大 130cm であった (紫色破線). この乖離は 12 年分の出水イベントに関する学習が減り予測精度が低下したことで発生したと考えられる. 各ケースの相関性を図 4 に示す. Case2 の相関性が最も高く ($R^2=0.92$), 常時精度良く水位を予測していることが確認できた.

4. まとめ

北海道の石狩川にある月形水位観測所の融雪時期における 12 時間後の水位をニューラルネットワークにより予測した結果, AMeDAs 観測値と月形観測所の水位情報のみで精度よく予測できることを確認した.

- 1) 大野剛, 永野雄一, 本田隆英, 高山百合子, 伊藤一教: 河川工事の安全管理に用いる「出水警報システム」の長期適用と予測精度の向上に関する検討, 河川技術論文集, 第 24 巻, pp. 425-430, 2018.
- 2) 国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所, <https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00224.html> (2020.3.30 参照)
- 3) 石井吉之: 降雨と融雪が重なって生じる融雪出水, 日本水文科学会誌 第 42 巻, 第 3 号, pp. 101-107, 2012.
- 4) scikit-learn Machine Learning in Python, <https://scikit-learn.org/stable/index.html> (2020.3.29 参照).

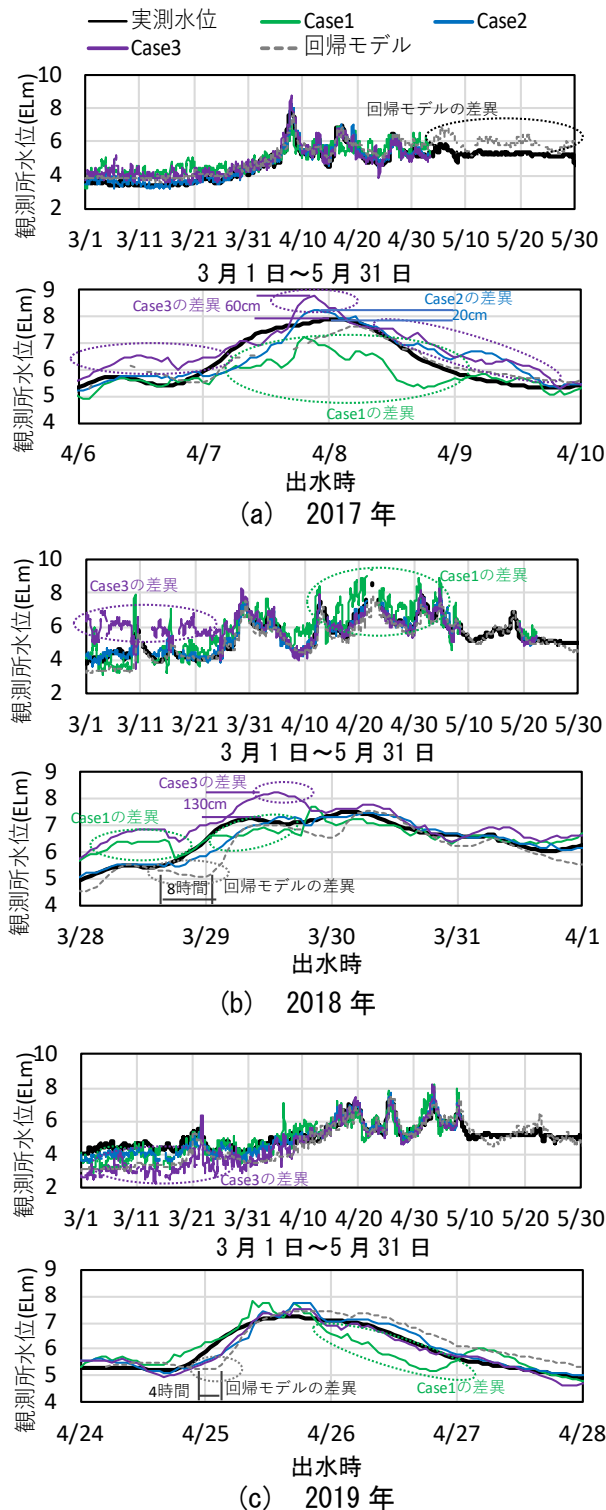


図 3 実測水位と予測水位の比較

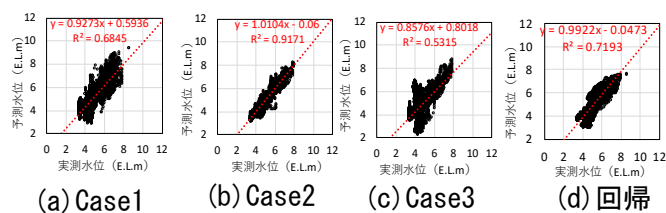


図 4 実測水位と予測水位の比較