

ニューラルネットワークを用いた河川水位予測における降雨量の入力時間数に関する検討

大成建設株式会社 技術センター 正会員 ○大野剛 飯村浩太郎 高山百合子

1. 背景と目的

河川工事では水位の上昇のタイミングや出水の有無を早期に把握することが安全管理上重要である。工事敷地内に重機や建設資機材がある場合、退避や養生のために半日以上先の水位を把握し工事関係に周知することが必要となる。著者らは、降雨強度の空間分布画像（以下、雨雲画像とする）と予測地点の観測水位から 24 時間先の水位を機械学習で予測する手法について検討を進めている¹⁾。この手法は予測地点の観測水位と、過去 24 時間前から予報である 24 時間後までの雨雲画像を入力データとしている。この手法の適用性検討を進める中で、入力する雨雲画像の時間数により予測水位が変化することを確認しているが、雨雲画像の入力時間数と水位予測結果の関係に関する検討はされていない。

そこで、雨雲画像の入力時間数に関する検討として、石狩川月形観測所を対象に流域内 AMeDAS 観測値（24 地点）の降雨量から水位を予測するニューラルネットワークを構築し、予測結果が良好となる入力時間数の設定方法を検討した。

2. 水位の予測方法

月形観測所水位と AMeDAs の降水量を入力値として、1～12 時間先の月形観測所水位を予測し、実測値と比較した。使用したデータは、2011～2021 年の 6～12 月（融雪時期以外）を対象に、月形観測所の水位（過去 6 時間分）と、上流域の AMeDAs 観測所（24 地点）（図 1）における降水量の観測値である。図 2 は月形観測所の水位変動を示しており、E. L. +8.0m を超える規模の降雨出水が年に 2 回程度発生している。予測において、降水量の入力時間数を表 1 の 10 ケースのとおり与えた。入力時間は、予報は全ケースで 12 時間であり、過去は無し（0 時間）から最大 48 時間とした。水位予測は交差検証により 1 年ずつ行い、例えば 2018 年の水位を予測する場合は、2018 年を除外した水位と各ケースの降雨量を入力、1～12 時間先の水位をそれぞれ出力として学習し、2018 年の水位、降雨量から 1～12 時間先の水位を予測した。

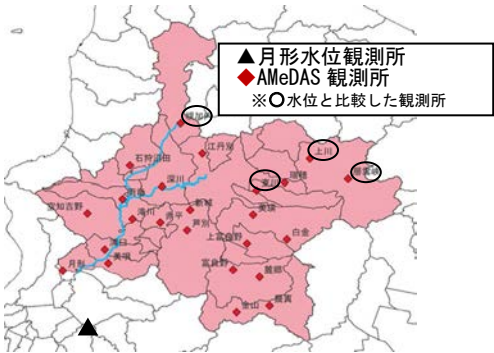


図 1 月形観測所流域

表 1 入力した降雨量

ケース名	降雨量の入力時間	ケース名	降雨量の入力時間
Case01	-48h～+12h	Case06	-18h～+12h
Case02	-42h～+12h	Case07	-12h～+12h
Case03	-36h～+12h	Case08	-6h～+12h
Case04	-30h～+12h	Case09	-3h～+12h
Case05	-24h～+12h	Case10	0h～+12h

3. 水位の予測結果

図 3 は 2012 年 9 月における水位予測結果の一例である。各ケースとも、予測値が実測値とおおむね同様の変動を示しているが、Case01（-48～+12h の降雨量）および Case03（-36～+12h の降雨量）の予測値がほかのケースに比べて実測値との乖離が大きくなっている（○内）。ここで河川工事における水位予測では、出水時の水位予測が重要であるため、E. L. +8m



図 2 月形水位観測所の水位変動

キーワード 河川工事，出水予測，ニューラルネットワーク，降雨量，AMeDAS，入力時間

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 TEL 080-9579-4352

を超えた 16 出水イベントを対象に予測精度を定量的に確認した。図 4 は出水期間における Case05 (降雨量入力時間が-24h~+12h) の 3, 6, 9, 12 時間先における予測水位と実測水位の相関図である。対象期間は出水イベントの水位上昇開始から最大水位到達までとし、水位が低下する期間は含んでいない。結果から水位の予測時間が長くなると、相関係数が小さくなっていることが確認できる。図 5 は相関式の傾きと相関係数の集計結果である。傾きは 0.61~1.02, 相関係数は 0.59~0.95 であり、傾きは Case01~08 では 0.8 以上となった。相関係数をみると, 3, 6h 先の水位予測結果は, 降雨量入力時間が-30h より短い Case04~10 で 0.75 以上を示したが, 降雨量入力時間が-36h 超の Case01~03 では全ての予測時間で相関係数が 0.75 以下となった。また, 水位予測時間が 9, 12 時間では, 降雨量入力時間が-6h より短い Case08~10 で相関係数が 0.75 未満となった (図 5 の○内)。以上より, 水位予測の時間に依らず, 降雨入力時間が 36 時間以上では予測精度が低下し, 降雨入力時間が 6 時間未満では, 9, 12 時間先の予測精度が低下した。

4. 降雨開始時刻と相関係数の関係に関する考察

予測精度が低下した降雨量入力時間の考察をするために, 水位が上昇する要因となった降雨の開始時間を調べた。16 の出水イベントを対象に月形水位観測所から 75~110km 上流にある東川, 幌加内, 層雲峡, 上川の AMeDAS 観測所 (図 1 の○) における降雨量と月形水位の時系列グラフを確認したところ, 最大水位に達する 14~32 時間前 (平均 26.2 時間前) に降雨が開始していた。調査した降雨開始時間を降雨量を入力時間と相関係数の関係に重ねると, 予測精度が高かった入力時間と概ね一致した (図 6)。このことから, 入力時間が 30 時間超では水位上昇との関係が少ない降雨が含まれ, 学習時に余計な情報となり予測精度が低下したことが推察される。また入力時間が 12 時間未満では, 長時間先の水位上昇の予測に必要な降雨量を学習できず, 予測精度の低下が発生したと考えられる。以上より, 降雨に対する水位上昇の反応時間から入力時間を決めることが有用と考えられる。

5. まとめ

石狩川月形観測所の流域内にある AMeDAS 観測値 (24 地点) の降雨量から水位を予測するニューラルネットワークを構築し, 入力する降雨量の時間数と予測結果の関係を確認した。2011~2021 年の 6~12 月を対象に 1 か月ごとに 1~12 時間先の水位を予測したところ, 36 時間超および 12 時間未満の降雨量を入力すると予測精度が低下した。精度の低下要因は, 水位上昇への関連性が少ない降雨情報が含まれている (情報過多), もしくは関連性が高い降雨情報が含まれていない (情報不足) ためと推察された。

- 1) 大野剛, 高山百合子, 織田幸伸: 降雨分布画像を用いた水位予測手法における予測精度と流域特性の関係について, 河川技術論文集, 第 28 巻, pp. 49~54, 2022.

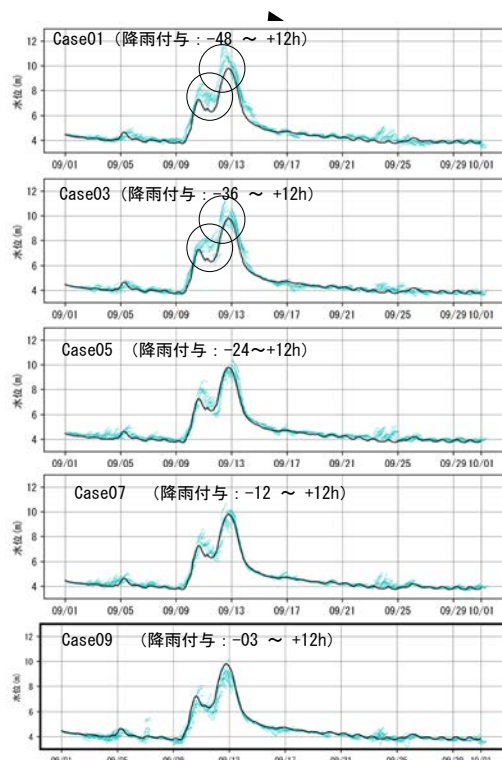


図 3 水位予測結果例 (2016 年 8 月)

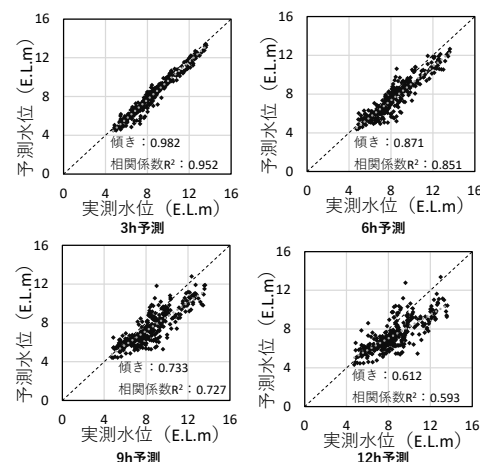


図 4 実測水位と予測水位の比較 (Case10)

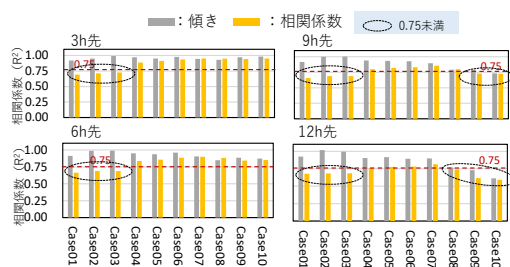


図 5 相関式の傾きと相関係数

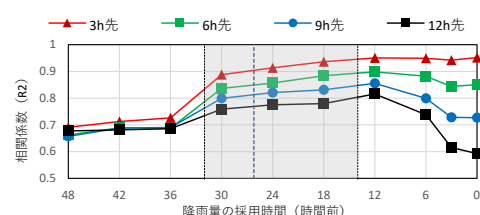


図 6 降雨量の採用時間と相関係数