

力学系理論に基づくリアルタイム河川水位予測の実用化に向けて

(株) 構造計画研究所 正会員 ○熊井 暖陽
 東京大学生産技術研究所 正会員 奥野 峻也
 (株) 構造計画研究所 正会員 戸井 隆

1. 目的

昨年の九州北部豪雨で発生した洪水による被害を契機に、中小河川に対する水防体制の強化が自治体の課題となっている。現在、避難勧告等の発令の目安は各基準水位観測所における「氾濫危険水位」の超過とされている。しかし、近年は短時間強雨の増加に伴い、急激な水位上昇が観測されており、水位が上昇した危険な状況での避難や、逃げ遅れるケースも発生している。一方で、空振りを恐れず避難勧告等が頻繁に発令される状況が続けば、住民の避難行動の減少に結びつく可能性も指摘されている¹。そこで、我々は水防体制の的確な判断支援として、力学系理論に基づく水位予測²³の活用を目指している。本手法は、河川水位と観測雨量および予報雨量のみから簡便に河川水位を予測可能であり、水文情報に乏しい中小河川を含む多くの河川への適用が考えられる。本研究では、2018年雨期に実施予定である試験運用に向けた予測手法の精度検証を目的とし、過去の洪水に対し予測を実施した。

2. 予測対象地点

下記地点に対し6時間先までの水位予測を実施した。

2. 1 白川水系白川

平成24年7月九州北部豪雨時の熊本県白川を対象とした。予測には水文水質データベース⁴より取得した、2001年以降の予測対象地点(陣内)の水位および周辺10箇所の地上雨量の1時間値を用いた(図1上)。

2. 2 利根川水系広瀬川

平成29年10月台風21号時の群馬県広瀬川を対象とした。予測には伊勢崎市より提供頂いた、2008年以降の予測対象地点(下武士)の水位および周辺3箇所の地上雨量と、5箇所の水位の1時間値を用いた(図1中)。

2. 3 二級水系境川

平成28年8月台風9号時の神奈川県境川を対象とした。予測には神奈川県河川課より提供頂いた、2007年以降の予測対象地点(幸延寺橋)の水位および周辺6箇

所の地上雨量の1時間値を用いた(図1下)。

3. データ概要

予測に用いる水位データの概要を表1に示す。広瀬川と境川については、十分な学習データを確保するため既往2番目の水位上昇事例を予測対象とした。なお本研究では、予測手法そのものの妥当性を議論するため、雨量は完全予測モデルを仮定し、6時間後までの雨量の実績値を予測値として利用可能なものとした。

表1 水位データの概要

	白川 陣内	広瀬川 下武士	境川 幸延寺橋
学習洪水数	17洪水	20洪水	15洪水
学習時 最高水位	5.92 m	4.20 m	4.01 m
予測時 最高水位	7.95 m	3.70 m	3.00 m

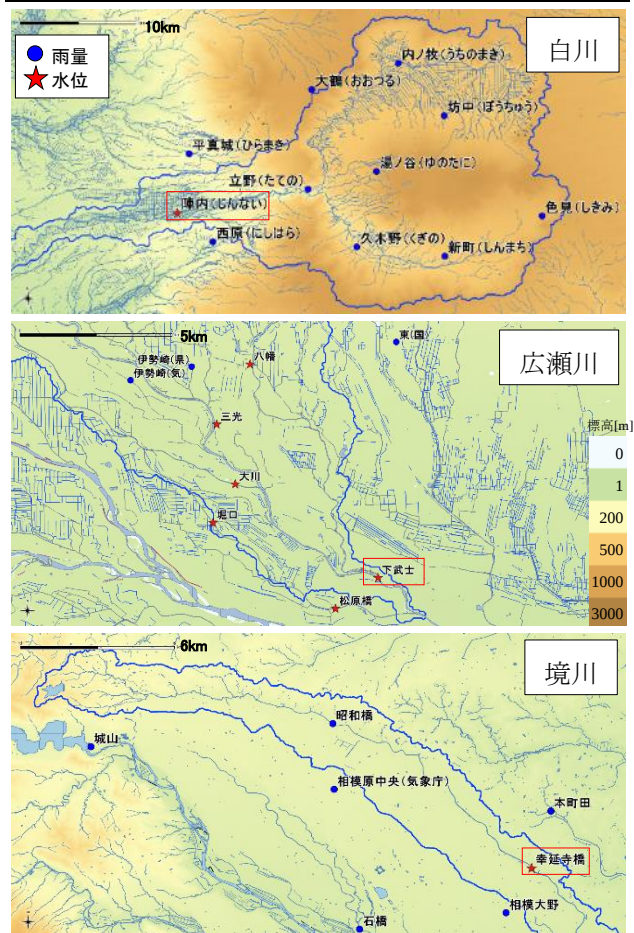


図1 水位予測地点と周辺雨量計および水位計の位置

※基盤地図情報(国土地理院)⁵を元に作成

キーワード 水位予測、中小河川、非線形時系列解析、力学系、機械学習、水防活動

連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3 (株) 構造計画研究所 事業開発部 TEL03-5342-1533

4. 6時間先までの水位予測結果

白川(図2)、広瀬川(図3)、境川(図4)に対して、赤線で示す6時間先までの予測は観測値(黒丸)を良好に予測した。また、予測への寄与率が高い上位5地点は各予測地点の流域特性が反映され、白川(図5)では上流雨量が、広瀬川(図6)では上流水位が、境川(図7)では予測地点の水位履歴と周辺の雨量の割合が大きい。これより、異なる流域特性を持つ河川に対しても本手法が妥当な予測を与えることが示された。

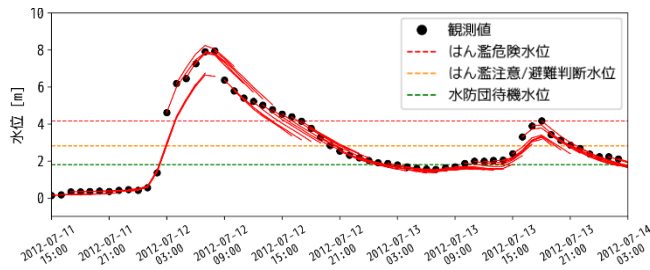


図2 白川 平成24年九州北部豪雨における6時間先予測

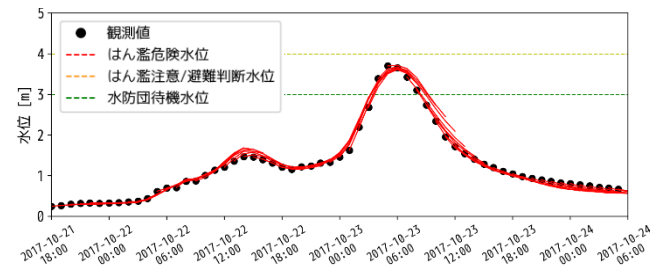


図3 広瀬川平成29年10月台風21号における6時間先予測

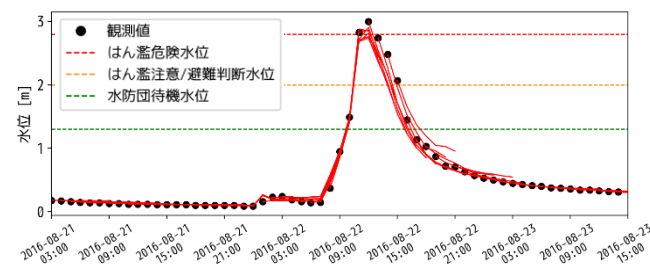


図4 境川 平成28年8月台風9号における6時間先予測

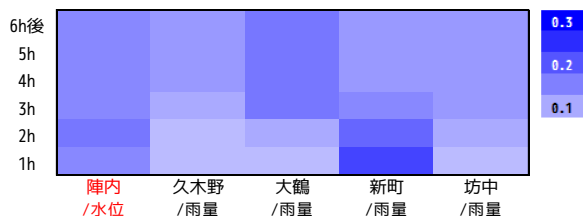


図5 白川 予測の各変数への埋め込み割合(上位5地点)

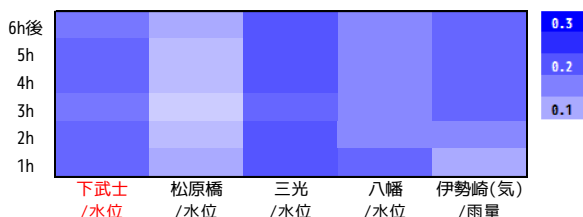


図6 広瀬川 予測の各変数への埋め込み割合(上位5地点)

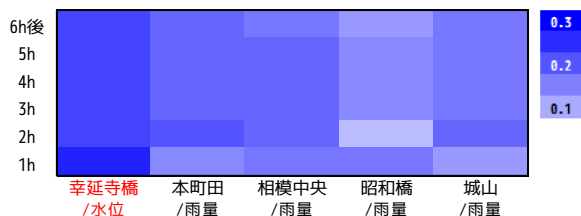


図7 境川 予測の各変数への埋め込み割合(上位5地点)

5. 予測に用いる雨量の検討

本手法は過去データの蓄積が不可欠であるが、地上雨量は欠測も多く、学習データの不足は予測精度の低下に繋がる。そこで、雨量データに2006年以降の気象庁提供1kmメッシュ解析雨量⁶の利用を検討した。地上雨量観測地点の周辺3km四方を平均した解析雨量を用いて予測した場合(図8)、地上雨量を用いた予測(図2)と概ね同等の結果が得られた。解析雨量を用いることで、地上雨量データに依存せず予測が可能であると言える。また雨量計の位置に依らず任意地点の雨量を利用できることから、適切な特徴選択によりさらなる精度の向上が見込める。

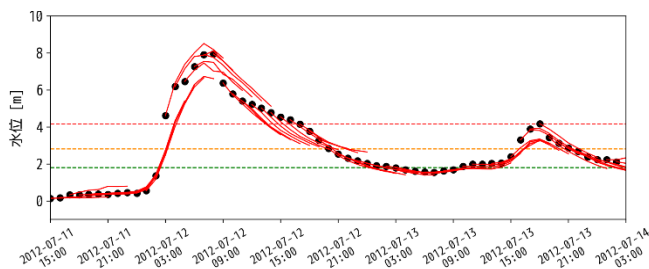


図8 白川 解析雨量(3km四方平均)を用いた予測

6. 結論

本研究では、3河川を対象に力学系理論に基づく水位予測を実施し、過去の洪水に対し良好な予測結果が得られた。今後の課題として、予測雨量による誤差を含めた、実運用時の精度確認等が挙げられる。

参考文献

1. 及川, 片田. 避難勧告等の見逃し・空振りが住民対応行動の意思決定に及ぼす影響. *災害情報*, **14**, 93-104 (2016).
2. Ye, H. & Sugihara, G. Information leverage in interconnected ecosystems: Overcoming the curse of dimensionality. *Science* **353**, 922-925 (2016).
3. Okuno, S., Takeuchi, T., Horai, S., Aihara, K. & Hirata, Y. Avoiding underestimates for time series prediction by state-dependent local integration. *Math. Eng. Tech. Reports* (2017).
4. 国土交通省. 水文水質データベース. Available at: <http://www1.river.go.jp/>. (Accessed: 23th March 2018)
5. 国土地理院. 基盤地図情報ダウンロードサービス. Available at: <https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>. (Accessed: 23th March 2018)
6. 気象庁予報部. 平成25年度量的予報研修テキスト, pp62-66, (2014).