

力学系理論に基づくリアルタイム河川水位予測 —平成 30 年実証事例—

(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

中小河川に対する水防体制の強化が課題となっている昨今、避難勧告等の発令目安は各基準水位観測所における「はん濫危険水位」の超過とされている。しかし近年は、短時間強雨に伴う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^{2,3,4}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。本研究は、実用化に向けたケーススタディを目的とし、平成 30 年実証事例に対し、予測手法の精度検証を実施した。

2. 予測対象河川

2.1 淀川水系桂川

京都府淀川水系桂川を対象とし、学習データには、京都府より提供頂いた、2006 年以降の予測対象地点（保津橋）および上流（殿田）の水位、気象庁 1km メッシュ解析雨量⁵の 1 時間値を用いた（図 1 上、表 1）。

2.2 白川水系白川

熊本県白川を対象とし、学習データには、水文水質データベース⁶より取得した、2006 年以降の予測対象地点（陣内）の水位および気象庁 1km メッシュ解析雨量の 1 時間値を用いた（図 1 下、表 1）。

表 1 学習データ概要

	流域面積 (km ²)	学習洪水	メッシュ雨量平均面積 (km ²)
桂川 (保津橋)	1100	2006~2016 年 9 月 12 洪水 (Max. 6.81m)	121
白川 (陣内)	480	2006~2015 年 21 洪水 (Max. 7.95m)	49

2.3 雨量の参照方法

1km メッシュの雨量値を用い、おおよそ流域を網羅
 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

するように設定した各地点に対し、その周辺を領域平均したものを当該地点の雨量値として利用した（表 1）。

3. 検証事例

避難判断水位を超過した、平成 30 年台風 20 号（桂川）および、平成 30 年 7 月豪雨（白川）の事例を検証対象とした。水位は京都府河川防災情報⁷および水文水質データベース、雨量は気象庁 1km メッシュ解析雨量・降水短時間予報を用い、6 時間先までの水位（1 時間値）を 30 分間隔で予測した。

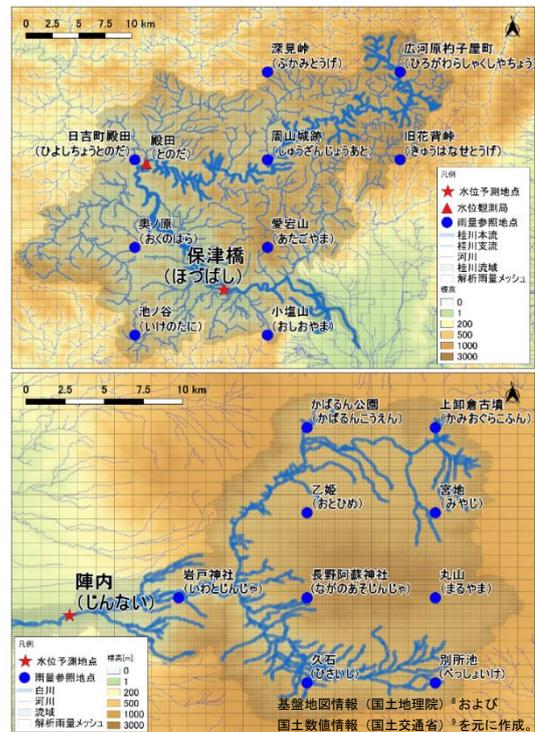


図 1 水位予測地点と雨量参照地点および参照水位計の位置

3. 水位予測結果

3.1 桂川（保津橋）

水位上昇の時間帯を良好に予測した（図 2）。ここで、実測の累積雨量に対する予報雨量の誤差および、実測水位に対する予測水位の誤差を図 3 に示す。いずれも横軸は実測時刻で統一した。水位予測誤差は、1 時間先で±50cm 程度、3 時間先で±1m 前後であり、予報雨量の誤差が大きい時間帯で増大する事が示された。

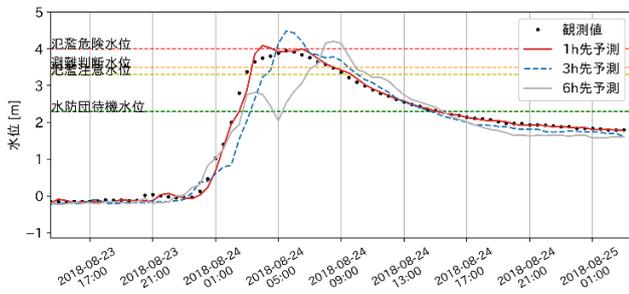


図 2 桂川 平成 30 年台風 20 号 6 時間先予測

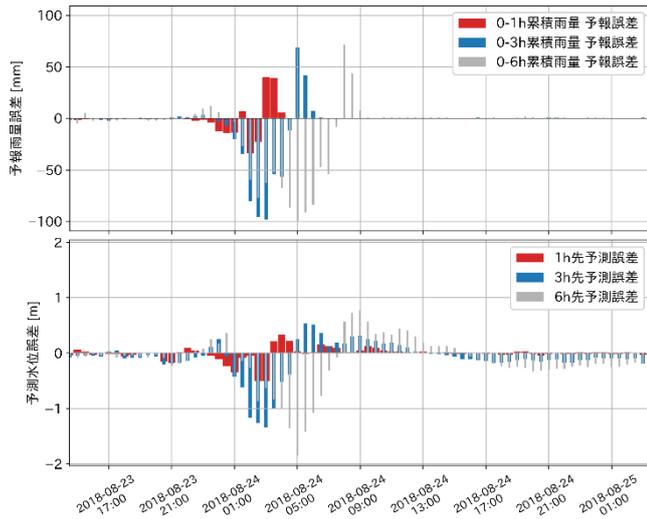


図 3 桂川 (上: 予報雨量誤差、下: 予測水位誤差)

3. 2 白川 (陣内)

1 時間先予測は良好である一方で、3 時間先以降は、水位変動傾向が度々変化した (図 4、図 5)。ここで、実測雨量を用いて予測した場合は、6 時間先まで良好な予測精度が得られた (図 6) ことから、予測誤差の要因として予報雨量の不確実性の影響が大きいことが分かる。

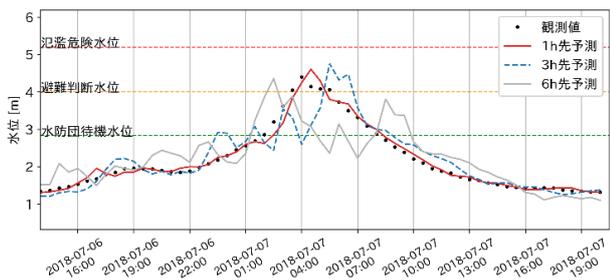


図 4 白川 平成 30 年 7 月豪雨 6 時間先予測

参考文献

1. 及川康, 片田敏孝. 避難勧告等の見逃し・空振りが見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. H. Ye, and G. Sugihara, Information leverage in interconnected ecosystems: Overcoming the curse of dimensionality. *Science* 353, 922-925 (2016).
3. 奥野峻也. 埋め込みによる非線形時系列解析と洪水予測への応用. 生産研究, 71(2), (2019)
4. S. Okuno, K. Aihara, and Y. Hirata, Combining Multiple Forecasts for Multivariate Time Series via State-Dependent Weighting. *Chaos* 29, 033128 (2019)
5. 気象庁予報部. 平成25年度量的予報研修テキスト, pp.62-66, (2014).
6. 国土交通省. 水文水質データベース. Available at: <http://www1.river.go.jp/>. (Accessed: 26th March 2019)

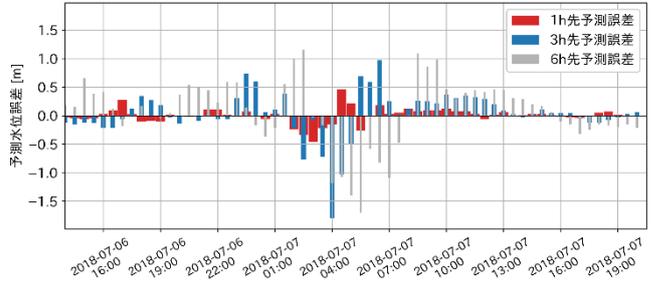
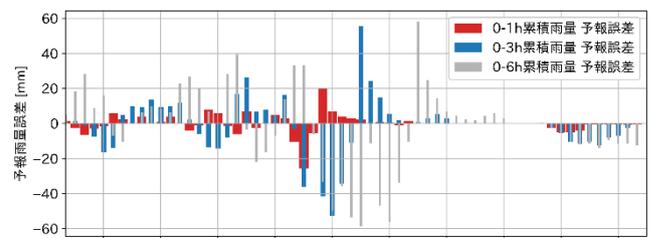


図 5 白川 (上: 予報雨量誤差、下: 予測水位誤差)

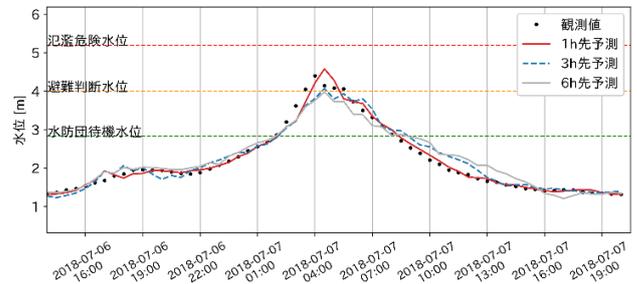


図 6 白川 平成 30 年 7 月豪雨 6 時間先予測 (実測雨量)

4. 水防活動への活用可能性

水防活動の意思決定において、基準水位超過が一つの指標となる。そこで、避難判断水位超過のリードタイムを表 2 にまとめた。職員の招集や地域の巡回等、意思決定への活用が有効であることが示唆された。

表 2 水位超過のリードタイム

地点	参照雨量	避難判断水位			リードタイム
		超過時刻 (実測)	超過時刻 (予測)	超過を予測した時刻	
桂川 保津橋	実測	8/24	8/24 5:30	8/24 0:30	3 時間
	予測	3:30	8/24 6:00	8/24 1:00	2.5 時間
白川 陣内	実測	7/7	7/7 4:30	7/6 23:30	4 時間
	予測	3:30	7/7 1:30 7/7 4:30	7/6 20:30 7/7 2:30	7 時間 1 時間

5. 結論

本研究では、2 河川を対象に力学系理論に基づく水位予測を実施した。意思決定への活用の可能性が示唆された一方、予報雨量誤差が水位予測の精度に大きく影響することが明らかになった。今後の課題として、予報雨量参照方法の改良等が挙げられる。

7. 京都府. 京都府河川防災情報. Available at: <http://chisuibousai.pref.kyoto.jp/>
8. 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>.
9. 国土交通省. 国土数値情報ダウンロードサービス. Available at: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj> (Accessed: 26th March 2019)