

水位予測手法 (RiverCast) を活用した倉松川における危険降雨特性の抽出

埼玉県県土整備部杉戸県土整備事務所 正会員 ○高柳 渉
 株式会社構造計画研究所 非会員 瀧川 宏樹
 埼玉県県土整備部杉戸県土整備事務所 非会員 島村 明
 埼玉県県土整備部総合治水事務所 非会員 竹本 浩之

1. 序論

本県は、東西に長く南北に短い地形をなし、西方が山地、東方に台地や低地が広がり、利根川水系と荒川水系の二つの水系からなる内陸県である。県東部の中川・綾瀬川流域は台地に囲まれたお椀の底のような地形となっており、降った雨が排水しづらく溜まりやすい浸水リスクが潜在的に高い地域である。近年では平成27年9月関東・東北豪雨、令和元年東日本台風により本県においても多大なる被害が生じた。こうした洪水対策の一つとして、水防時に水位を予測する水位予測システムの導入を進めている。また、地形の異なる河川ごとに水位上昇の仕方は異なることから、このシステムを活用し、降雨状況と河川水位の上昇傾向を事前に把握することが有効であると考えている。

㈱構造計画研究所らは降雨状況のみから水位を予測可能な水位予測手法 (RiverCast)²⁾ を開発しており、本研究では、RiverCast を活用した倉松川の危険降雨特性の抽出を行うことで洪水対策への活用を試みる。

2. 水位予測システムの検証

(1) RiverCast の概要

RiverCast では、力学系理論に基づく水位予測手法³⁾を採用している。本手法は観測データが決定論的力学系に従うと仮定し、過去の河川水位・雨量データのみから降雨流出過程を数理的に再現し水位予測モデルを作成する。水文分野では phase-space reconstruction アプローチとして知られており⁴⁾、予測モデルに降雨や水位データを入力することで、その先の水位変動を計算することができる。経験していない排水操作などの人的影響を受ける水位変動に対して予測は不安定になるが、一方で未経験の降水規模に対して安定した解が得られる点が特徴として挙げられる。

(2) 倉松川への適用

①倉松川

中川・綾瀬川流域の倉松川は、埼玉県幸手市に起点を置き、中川に接続する、流域面積 32.10km²、延長 13.80km の一級河川であり、延長上に首都圏外郭放水路第三立坑、大島新田調節池を有する。現状として、上流部の 900m 区間を残し、下流部は河川整備計画全上全改修済みである。

今回水位予測を行う地点は最下流から 7.40km 地点に位置する大島新田調節池上流水位観測所であり、付近には大島新田調節池に繋がる越流堤つきの導水路がある。

②RiverCast への適用

RiverCast の倉松川への有効性を検証するため、平成29年台風第21号を対象に、気象庁解析雨量より求めた幸手駅周辺の実績雨量から水位予測を行っており、計算対象は10月22日から23日までとする。結果は図-1に示す通り、水位変動を概ね予測できており、RMSE値は0.125であった。観測水位と予測水位の誤差の要因として、計算の際に、本計算と条件を合わせるために幸手駅周辺の実績雨量を倉松川全域に適用したことが挙げられる。以上の結果を踏まえ、倉松川への降雨による水位予測の有効性を確認した。

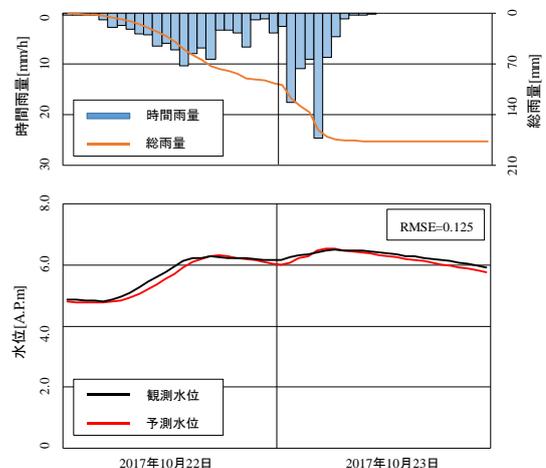


図-1 検証結果

キーワード 水位予測, RiverCast, 降雨特性, 低地河川の洪水対策

連絡先 〒345-0036 埼玉県杉戸県土整備事務所河川担当 TEL: 0480-34-2397 E-mail: g342381@pref.saitama.lg.jp

3. 危険降雨特性の抽出

(1) 検討条件

倉松川における河川整備計画は、計画降雨波形を昭和33年9月型(カスリーン台風)に設定し、確率規模を1/10としている。今回の検討ケースでは本県が使用している以下の降雨強度式(君島型)を用いて、確率規模が1/10, 1/50, 1/100の降雨を想定する。

$$r = \frac{a}{t^n - b} \quad (式-1)$$

ここで、 r は降雨強度、 t は降雨継続時間であり、 n , a , b は地域ごとの降雨分布の特徴を示す定数である。

本研究では、以上の条件から仮想の降雨を倉松川に降らせることで危険降雨特性の考察を行う。表-1に検討ケース及び結果を示す。

表-1 検討ケース及び結果

ケース	降雨波形	確率規模	降雨時間[h]	総雨量[mm]	ピーク水位(A.P.m)	H.W.L.を越えた継続時間[h]
case1	中央集中型	1/10	24	233	6.84	-
case2			48		6.83	-
case3		1/50	24		7.05	-
case4			48		7.01	-
case5		1/100	24		7.27	17h
case6			48		7.12	-
case7	分散型	1/10	24	233	6.75	-
case8			48		6.73	-
case9		1/50	24		6.96	-
case10			48		6.92	-
case11		1/100	24		7.10	-
case12			48		7.06	-

(2) 考察

計算の結果、全12ケース中で計画高水位 H.W.L. を越えたものは case5 のみで、堤防高はいずれも越えなかった。これは、上流部に未改修区間があるため計画流量が流れてこないことに加え、当該エリアの下水道(雨水)が未整備などの理由から河川に洪水が到達する前に内水氾濫が頻繁に発生している現状が原因として推察される。

case5の結果は図-2に示すとおりであり、水位がH.W.L.を超えたのは降雨開始17時間後、その後約17時間越え続けていた。これは、降雨ピーク後、流域に内水氾濫したと思われる雨水が徐々に倉松川に集まってきたためと考えられる。

また、case5とcase11を比較してみると、中央集中型は分散型に比べ水位上昇が著しい傾向がみられた。倉松川のような流域の小さい河川では、短時間で集中する降雨の影響が強いと考えられる。

更に case5 と case6 (図-3) を比較してみると、中川・綾瀬川流域を流れる緩勾配の河川では、降雨時間が長い case6 の方が高い水位に上昇すると想定していたが、結果は case5 の 24 時間降雨の方が高い水位となった。これは既述した通り、当該河川の上流部の河道や接続する下水道の整備が未整備であることが要因と考えられる。

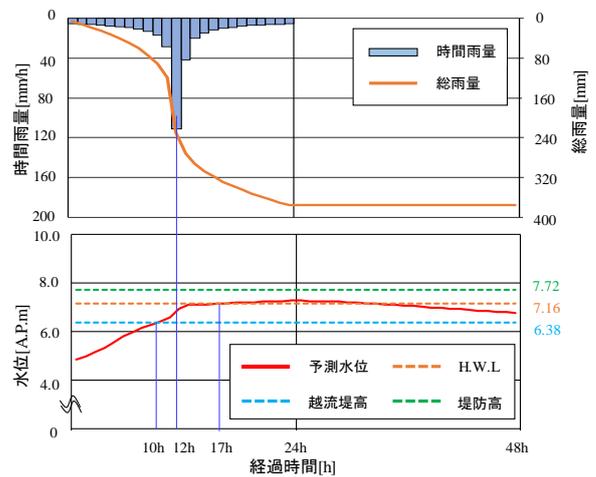


図-2 水位予測結果 (case5)

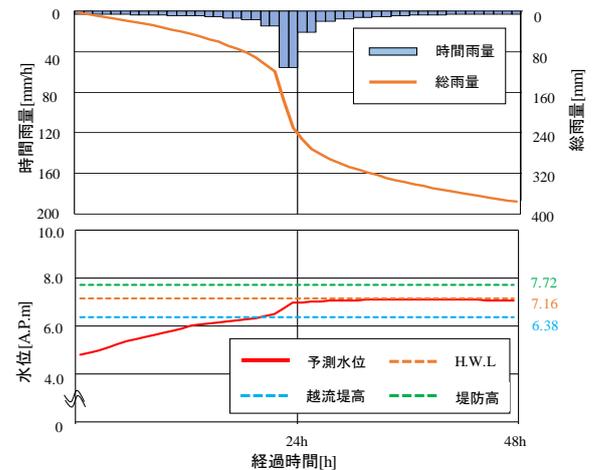


図-3 水位予測結果 (case6)

4. 結論

本研究では、倉松川に RiverCast を適用することで降雨特性による水位上昇傾向を確認した。倉松川の危険降雨特性としては、24時間降雨のような短時間に集中する降雨波形が危険であると確認できた。

以上より、従来の物理モデルのように流域の内水氾濫をシミュレーションすることはできないが、短時間で簡易に危険降雨特性の確認を行うことができた。このような結果を蓄積し、管理する河川が有する危険降雨特性を踏まえ、降雨状況を考慮した事前防災体制づくりの一助としたい。

参考文献

- 1) 埼玉県「埼玉の土地」：
<http://www.pref.saitama.lg.jp/a0108/saitama-tochi.html>
- 2)洪水予測システム「RiverCast」：<https://www.weather.kke.co.jp/>
- 3) Okuno, S., Aihara, K. & Hirata, Y. Forecasting high-dimensional dynamics exploiting suboptimal embeddings. Sci. Rep. 10, 664 (2020)
- 4) Jayawardena, A. W. & Lai, F. Analysis and prediction of chaos in rainfall and stream flow time series. J. Hydrol. 153, 23–52 (1994).