

2019年出水時の千曲川における流路変動解析

北海道大学 岩崎理樹 奥田醇 清水康行 Email: tiwasaki@eng.hokudai.ac.jp

1. はじめに

2019年10月に発生した台風19号 ⇒ 日本各地で洪水、氾濫、土砂災害

千曲川上流では、出水により河道が大きく変動した。特に上田市付近では、

- ⇒ 固定化されていた砂州の変動により流路が大きく変化(図2)
- ⇒ 堤防が欠損し、上田電鉄鉄道橋が被災(図1)



図1 堤防欠損による落橋の様子 (2020年1月17日撮影)

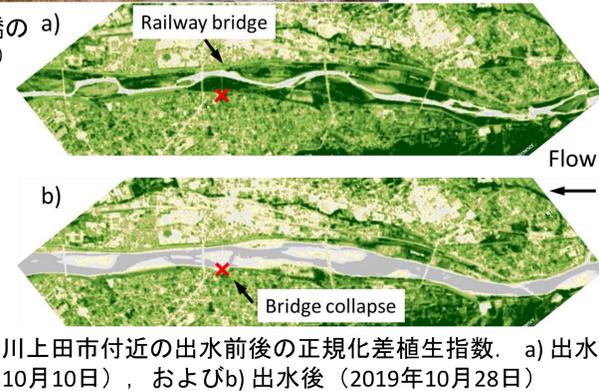


図2 千曲川上田市付近の出水前後の正規化差植生指数。a) 出水前(2019年10月10日)、およびb) 出水後(2019年10月28日)

Q: 砂州の変化, 流路変動と被災の関連性について明らかにする: 二次元河床変動解析

2. 計算モデル: 二次元河床変動モデル iRIC-Nays2DH

- 流れ: 非定常二次元浅水流方程式
- 抵抗則: マニング則
- 河床変動: 掃流砂+河岸侵食
- 掃流砂: 主流⇒芦田道上式, 横断方向⇒渡邊の式
- 河岸侵食: 斜面崩落角度を設定した簡易モデル
- 植生: 流れの抵抗に考慮。河床変動により流出

実河川における河床変動, 流路変動への適用例が豊富 (Iwasaki et al., 2016; 山口ら, 2018など)

★計算条件

- 計算領域: KP107.5-KP102.5(図3)
- 初期地形: H25測定LPデータ+H25横断測量データ
- ハイドログラフ: 杭瀬下観測水位-流量曲線による暫定値
- マニング粗度: 0.034(低水路の計画粗度。水位再現性⇒図4)
- 粒径: 均一粒径, 64mm(対象区間における50%粒径)

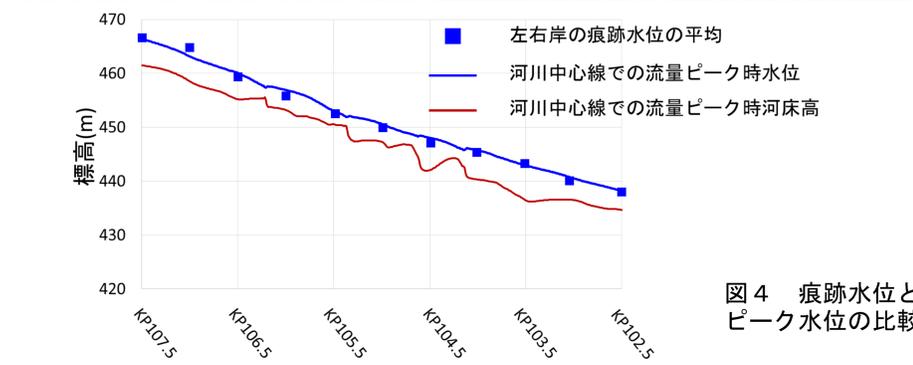
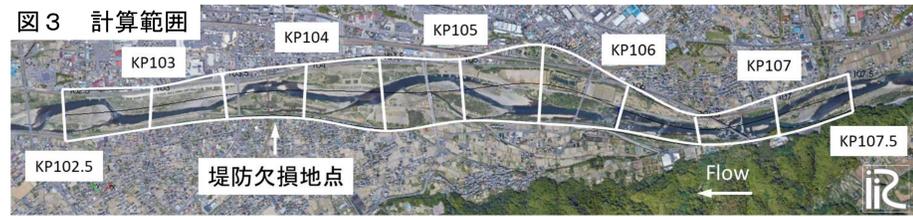


図4 痕跡水位とピーク水位の比較

3. 計算結果: 出水時の流路変動解析と堤防欠損への影響

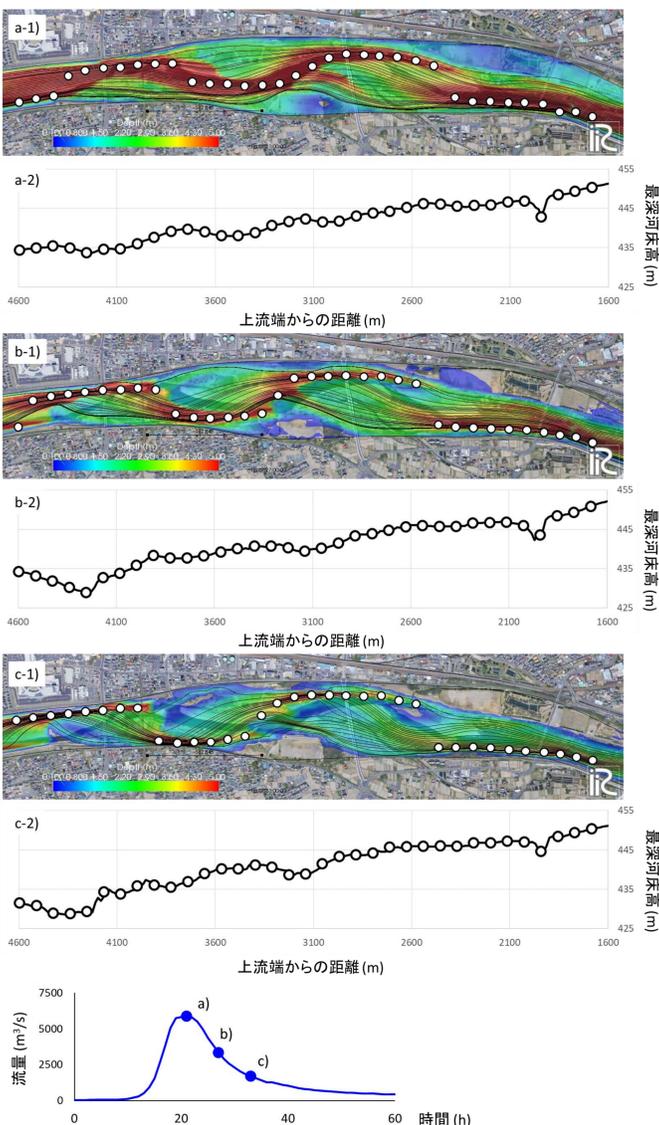


図5 流れと横断面内における最深河床位置の時間変化。流れ場は、水深コンターと流線により可視化している。また、a-1), b-1), c-1)における○は横断面内における最深河床の位置を表しており、a-2), b-2), c-2)はその縦断面図を示している。

参考文献

- Iwasaki, T., Shimizu, Y. and Kimura, I. 2016. Numerical simulation of bar and bank erosion in a vegetated floodplain: A case study in the Otofuke River, *Advances in Water Resources*, 93, 118-134
- 山口里実・久加朋子・清水康行・泉典洋・渡邊康玄・岩崎理樹: 河道内の土砂動態と流路変動の関係, *土木学会論文集B1(水工学)*, Vol.74, No.4, pp.1_1153-1_1158, 2018.
- iRIC Project: <https://i-ric.org/>

謝辞: 本研究の実施に当たり、令和元年台風19号豪雨災害調査団の皆様にはデータ提供や結果について多大なご助言を頂きました。特に、名城大学溝口敦子先生には計算結果のとりまとめについてご協力、ご助言いただきました。ここに期して感謝の意を表します。

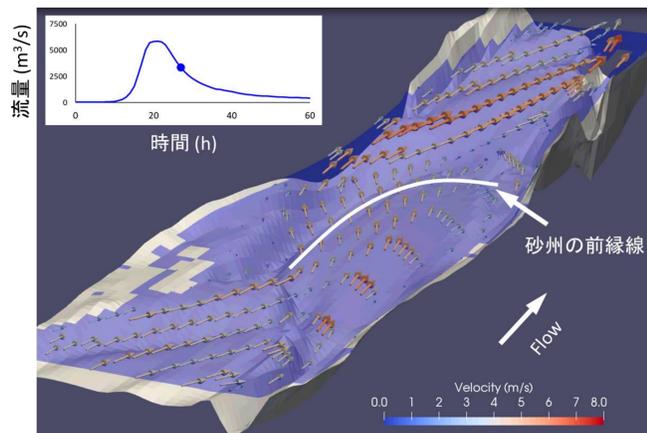


図6 流量減衰時に発達する砂州と流れの様子。川幅スケールの砂州が発達し、それにより強い蛇行流が形成されている。

★ハイドログラフ減衰時間の影響

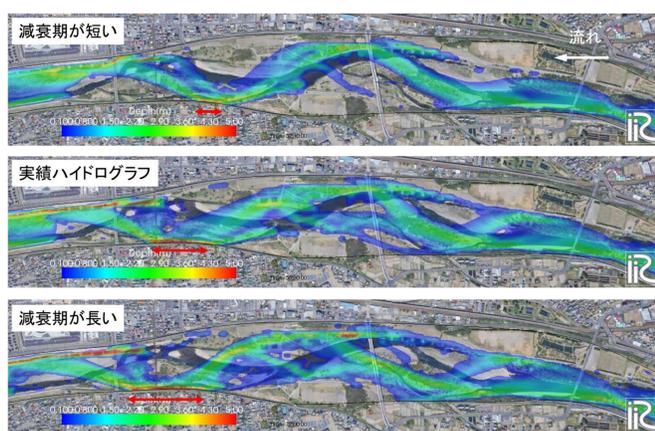


図8 流量減衰時間を変化させた場合の流路変動の応答。

- 出水前に固定化されていた砂州が流量増大とともに下流に移動
- 砂州の移動により水衝部が変化し、出水前に砂州の陸地部だった箇所が侵食され、堤防欠損に至った
- 流量低下時に砂州により形成された水路に流れが集中し、長時間にわたり河岸侵食を引き起こす

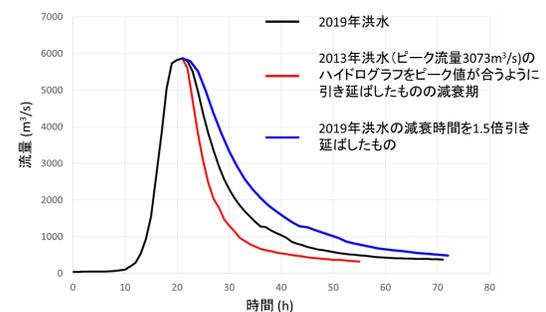


図7 流量減衰時間を変化させた計算におけるハイドログラフ。

- 減衰時間の変化により堤防欠損箇所の侵食幅が顕著に変化 ⇒ 本出水における減衰過程の長さが、侵食被害を大きくした可能性

4. まとめ

- 洪水流によって形成されていた砂州が発達、前進し、それにより水衝部が大きく変化することで、従来砂州の堆積側であった堤防が侵食を受け、落橋につながったと推測
- 長年固定化され、植生が密生していた砂州もひとたび大規模出水が発生すれば、急流河川特有の激しい侵食力により大きく変動し、堤防侵食や落橋といったリスクを引き起こすことが本検討で改めて示された。