

能生川における河道内の脆弱点の推定

新潟大学災害・復興科学研究所 ○正会員 安田 浩保
新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 石原 道秀

1 はじめに

河川の代表的な危険情報として洪水ハザードマップが挙げられる。洪水ハザードマップには主に堤内地における浸水危険度と避難場所などが明記されている。このような危険の発生源は「河川」であるにもかかわらず、河川自体の危険性を定量化した実績はほとんどないようである。扇状地の下流側に位置する移化帯河川もしくはセグメント2に区分される河川では、水位が堤防高さに到達しなくても流路変動を生じる。このような流路変動による河川との併走道路や沿川集落の壊滅的な損壊が近年の水害で目立ち、河川自体の危険性の定量化の必要性が示唆される。

著者の一人の安田¹⁾は、平成23年新潟・福島豪雨により計画規模を大幅に上回る洪水に見舞われた五十嵐川における護岸などの河川構造物の被災箇所は、洪水前の河道形状を初期状態とする水理解析から得られる時間積分された摩擦速度の大小関係と良好に一致することを報告している。重枝ら²⁾は、彦山川における護岸被災の説明変数として時間積分された摩擦速度が有効であることを報告している。その後、安田³⁾は平成27年関東東北豪雨による破損が著しかった武子川を対象として、インターネット上で一般公開されている地理空間情報から構築した洪水前の河道形状を用いた水理解析を行い、時間積分された摩擦速度の規模の序列を求め、護岸の破堤箇所は上位1σ以上の規模となることを示している。これらの結果は、洪水前の河道形状を初期状態とした水理解析の実施により、それ以後の洪水における脆弱区間の推定が可能である事を示唆する。一方で、上記の五十嵐川や武子川の河道の平面形状は湾曲部などの曲線形状が目立つ共通点があり、湾曲部が被災箇所となることに意外性はなく、得られた結果は自明なことと言える。換言すると、現時点では、安田による脆弱区間の推定法が人工改修により直線区間が大半を占めるような河道においても有効かどうかは不明である。本研究では直線区間が卓越する河道における脆弱区間の推定の可否について議論した。

2 対象河川の被災概要と対象区間の選定

本研究で対象とする河川は、新潟県糸魚川市を流れる県管理河川の能生川である。同河川は平成29年7月豪雨お

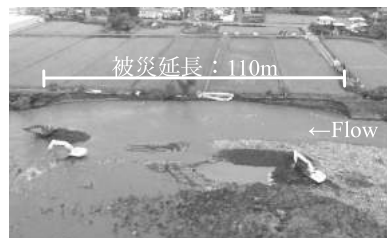


図-1 平成29年7月豪雨の出水による能生川の被災状況

よび同年10月台風による出水で、わずか10kmもない区間において8箇所も堤防が侵食等により被災した。特に平成29年7月豪雨による出水が大きな被害をもたらしており、図-1に示す最も被災延長が長かった箇所では川幅80m程に対して110mも被災した。この時、出水時の河川の様子から堤防満杯時の水位よりも低く、越水するほどの流量でなかったことが推察される。

対象区間では、被災延長が最も長い箇所を含む河口から1.5kmから5kmとした。対象区間における被災箇所は4つ存在しており、図-2中の被災箇所AとCは平成24年7月豪雨、BとDは平成24年10月台風によって被災した。

3 水理解析の概要

本研究では平成29年7月豪雨による出水時における水理解析を行う。河川の流況の精密な把握にあたっては平面二次元水理解析が用いられる。ただし、能生川のような都道府県が管理する河川では解析に必要な河道形状の数値情報が乏しい。本研究では、これまでの検討³⁾と同様に国土地理院の電子国土web⁴⁾として一般公開されている地理空間情報を取得し、水理解析に用いた。今回の水理解析では電子国土webから平成29年7月豪雨による出水前に計測された5m間隔のDEMデータ(計測日:平成28年10月1日)を用いた。

この水理解析には一般座標による境界適合に導入した平面二次元解析のソルバーであるiRIC⁵⁾に同梱されるNays2DHを用いた。計算点の配置間隔は縦横断方向ともに5mとし、区間全体の平均粒径を実測値を参考に8cm、Manningの粗度係数にManning-Strickler式から求めた0.027を与えた固定床計算を実施した。時間分割の間隔は0.1秒とした。境界条件は下流端の水位を急勾配の河川であることを考慮して自由流出とし、上流端には出水時に計測され

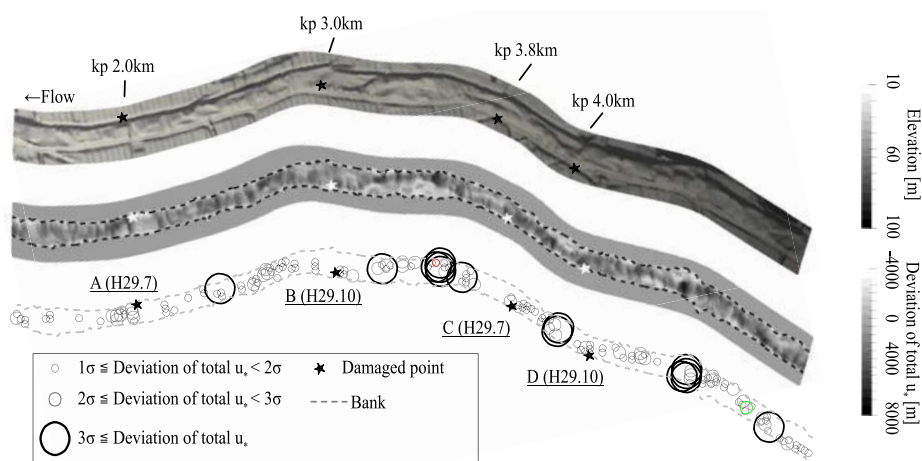


図-2 平面二次元の水理解析結果 (上図：底面形状，中図と下図：時間積分された摩擦速度の偏差の平面分布)

た水位および撮影された写真を元に試行錯誤により推定した流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ を定常で6時間与えた。

4 河道内脆弱点の推定結果

本研究では河道内の脆弱区間の推定にあたり、既往の研究³⁾と同様に客観的指標として時間積分された摩擦速度を用いて評価することにした。

図-2の上図に水理解析に用いた底面形状，中図および下図に水理解析より得られた時間積分された摩擦速度の偏差の平面分布を示す。図-2の下図中の丸印は小さいものから中図に示す時間積分された摩擦速度の平均値から 1σ 以上から 2σ 以下、次に 2σ 以上から 3σ 以下、最も大きいものは 3σ 以上の地点を示している。同図中の星印は被災箇所を示している。

星印で示したAからDまでの被災箇所における時間積分された摩擦速度の偏差は、いずれも平均値より 1σ 以上という共通点があった。この共通点は既往の研究³⁾で得られている成果と同様である。本研究においても時間積分された摩擦速度の偏差が平均値より 1σ 以上となれば、その箇所は脆弱点となることが確認された。また、本研究では平成29年7月豪雨による出水を対象とした水理解析を実施したが、平成29年10月台風による被災箇所のBとDについても脆弱区間として判別されている。つまり、時間積分された摩擦速度の偏差を指標とした脆弱区間の推定の可能性が示唆される。なお、時間積分された摩擦速度の偏差が平均値から 2σ 以上大きい値にも関わらず未被災となった箇所については、被災した箇所と比べて護岸整備が進んでいたことが確認されている。

5 おわりに

本研究では、河道の平面形状が直線の場合においても時間積分された摩擦速度の偏差を用いた河道内の脆弱区間

の推定が有用であることを示した。時間積分された摩擦速度は、被災前の一般公開されている数値地形情報を与えた平面二次元の水理解析により算定した。

平面二次元の水理解析の実施にあたっては、流下方向とその横断方向のそれぞれに空間的に高分解能な数値地形情報が必須となり、これが都道府県が管理する中小河川を対象とした平面二次元の水理解析の制約条件となりがちである。我が国の流路総延長のうち、実に90%近くが都道府県が管理者となっている。しかも、国が管理する直轄河川と比較してこれらの河川における予算は潤沢とは言えず、中小河川の基本的な性質の把握に不可欠となる地理空間情報と水文情報が非常に乏しい実情はその弊害の一つである。近年の甚大な被害を伴う河川災害の繰返しは、社会が許容すべき自然災害の上限を大きく超える水準に達していると認識すべきである。本研究による河道の脆弱区間の推定法は、これまで以上に効果的かつ計画的な河川整備とその維持管理において有用な照査方法となるものである。

6 謝辞

本研究は新潟県土木部と国土技術センターから貴重資料を提供して頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 安田浩保, 高橋玄, 酒井公夫, 竹村仁志, 五十嵐川における河川構造物への流速の作用時間に着目した被災要因の分析, 河川技術論文集, 第18巻, pp.245-250, 2012.
- 2) 重枝未玲, 秋山壽一郎, 平松裕樹, 松本拓磨, 平成24年豪雨災害時の彦山川の護岸・河岸の被災プロセスの検討, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, pp.1399-1404, 2015.
- 3) 安田浩保, 五十嵐拓実, 安田晃明, 中土紘作, 中小河川における河道内脆弱点の水理学的推定の試行, 河川技術論文集, 第22巻, 2016.
- 4) 国土地理院 電子国土 web, <http://maps.gsi.go.jp>
- 5) 北海道河川財団, <http://i-ric.org>