

蛇行流路における水と土砂の氾濫流

京都大学大学院工学研究科 ○有本 心
京都大学防災研究所 竹林洋史

1. はじめに

近年、台風や局所的豪雨による洪水氾濫が頻発している。特に、蛇行流路を形成している河川では、その形状的特性から洪水氾濫が起りやすい。しかしながら、蛇行流路内の流れや河床変動特性に関する研究は多いが、蛇行流路周辺の水及び土砂の氾濫特性に関する研究は非常に少なく、水害・土砂災害対策を考える上で十分な知見が得られていないのが現状である。また、国内では、洪水氾濫を許容した河川整備である流域治水が推進されており、蛇行流路周辺の水及び土砂の氾濫特性に関する知見の集積が急務となっている。本研究では、掃流砂・浮遊砂を考慮した河床変動解析によって、山形県南部を流れる小白川の蛇行流路の氾濫原における、水と土砂の氾濫による被災リスクについて検討する。

2. 2022年8月豪雨における小白川の災害

東南部から新潟県にかけて、2022年8月3日から4日までに、線状降水帯などによって記録的な豪雨が発生した。山形県最上川水系小白川流域では一日最大雨量が600mmを超えるエリアもあった。また、樁観測所における一日雨量の確率年は200年以上であり、非常に大規模な降雨が発生したことが確認できる。図1に小白川の下流部の災害後の様子を示す。蛇行流路の区間において、水と土砂が氾濫したことがわかる。また、蛇行流路の外岸部で河岸洗堀が発生し、橋梁が崩落して河道閉塞が起きた(図2)。

3. 解析条件

小白川の蛇行流路区間で発生した洪水氾濫及び河岸洗堀について解析を行った。非定常平面二次元流れと河床変動の解析にはMorpho2DHを用いた¹⁾。解析範囲は蛇行流路区間を含む、置賜白川との合流部までの約800mの区間である。境界条件として、上流端に流量、下流端に水位を与えた。上流端の流量は観測された雨量から貯留関数モデルによる降雨流出解析によって求めた。降雨流出



図1 小白川蛇行流路区間における災害後の様子 (PASCO撮影)



図2 小白川の河岸洗堀跡

解析結果より最大雨量は $232.81\text{m}^3/\text{s}$ 、解析時間は30時間とした。下流端水位は現地痕跡水位を参考に合流後の置賜白川の水位と一致しているとして算出した。また、上流端から与える給砂量は平衡給砂量とした。初期河床材料は現地調査で採取した河床材料の粒形分布を与えた。マンニングの粗度係数は河道で $0.035\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ 、氾濫原はほとんどが田んぼであることから $0.06\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ を与えた。また、橋梁が崩落し、河道が閉塞したことの影響を考慮するため、計算初期の河道閉塞部の河床高さを3m上昇させ、非浸食領域とした。

4. 解析結果

4.1 水深

図3にピーク流量時の水深の平面分布を示す。主な氾濫区域は3か所確認された。一つ目は直線流路右岸側氾濫原である(氾濫①)。洪水による水位上昇によって、直線流路右岸側から水が氾濫し、氾濫原が最大1.7m浸水した。なお、現地においても氾濫①での氾濫が確認されている。二つ目は、蛇行区間の湾曲部内岸側であり、最大2.2m浸水した(氾濫②)。越水箇所は蛇行区間上流部の右岸(越水①)と河道閉塞部の下流側の右岸(越水②)の二カ所確認できた。(越水①)では、流量増加と河道閉塞の両方による水位の上昇によって、比較的地盤高さが低い蛇行区間上流部右岸側から水が氾濫した。同様に、流量の上昇によって、(越水②)から氾濫した。三つ目は、氾濫③では最大水深1.2mの氾濫が確認できた。この氾濫は河道から氾濫した流れが再び、河道に合流した。これらの氾濫流の流れは橋本ら(2023)の調査結果と一致している。なお、河道閉塞を考慮しない場合は、実際よりも氾濫②の領域の氾濫範囲が狭かった。また、地点①の湾曲部では、外岸側の水位が内岸側と比べて高くなっているが、外岸側の氾濫原の地盤が高く、氾濫は発生しなかった。

4.2 土砂の堆積と浸食

図4にピーク流量時の河床変動量の平面分布を示す。氾濫①では、越水箇所付近で土砂堆積量が多くなった。氾濫②では、湾曲部内岸側の氾濫原中央部では浸水したが、土砂は堆積しなかった。地点①の蛇行流路外岸では、無次元掃流力が大きくなり、河岸浸食が発生した。この浸食が橋梁が崩落した原因と考えられる。また、河道閉塞部の直上流部では、最大4.5mの河岸浸食が発生した。さらに、河道閉塞の影響によって、湾曲部内岸側においても、浸食が発生した。氾濫③では、河道に再び合流する流れが生じた。この流れによって、土砂の堆積が河道からの流出部に偏ることなく、氾濫部全体に分布した。

5. まとめ

本研究では、2022年8月豪雨における小白川の洪水について氾濫原を考慮した河床変動解析を行い、蛇行流路の氾濫原における水及び土砂の被災リスクについて考察を行った。解析結果は、実際の現象をおおよそ再現することができた。また、解析結果から、小白川における水及び土砂の氾濫、

橋梁の崩落の原因を明らかにした。

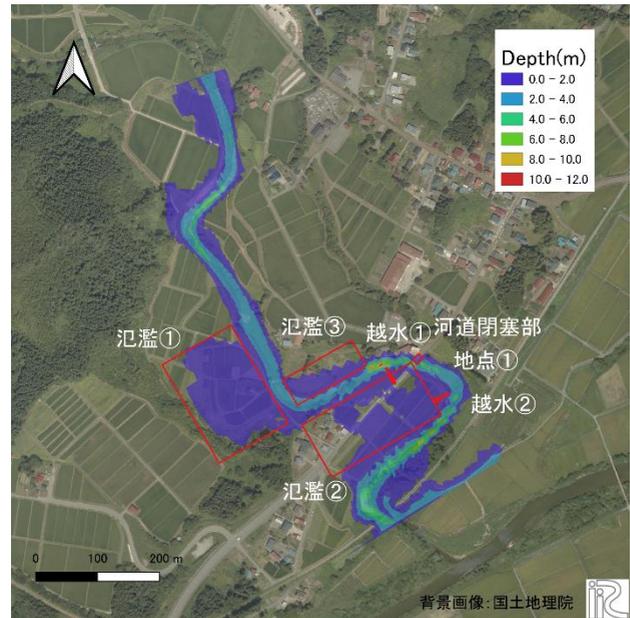


図3 ピーク流量時の水深の平面分布

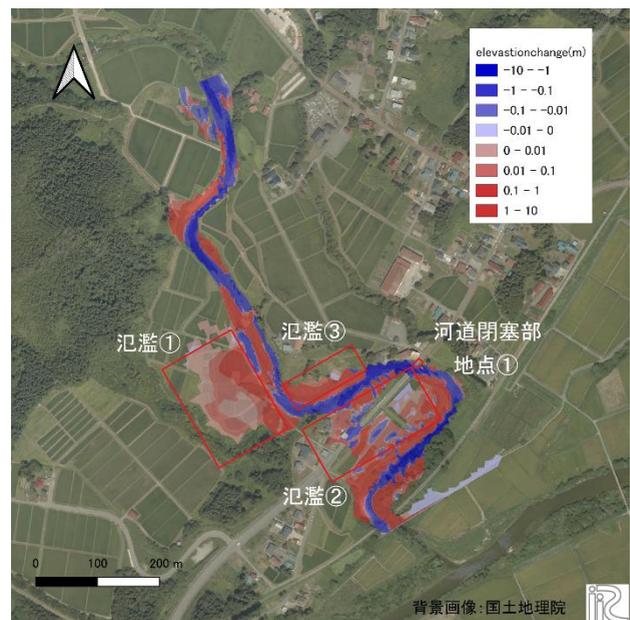


図4 ピーク流量時の河床変動量

参考文献

- 1) Hiroshi Takebayashi: Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry, Gravel-Bed Rivers: Process and Disasters, 671-702, 2017.
- 2) 橋本智雄ら, 令和4年8月山形県飯豊町で発生した豪雨災害について. 2023