

蛇行流路の氾濫原における氾濫リスクの空間分布

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・藤田正治

1 はじめに

近年、台風や線状降水帯による豪雨が頻発しており、様々な豪雨災害が発生している。豪雨災害の一つに河川の氾濫が挙げられる。特に、直線流路に比べ、流下能力が小さい蛇行流路においては氾濫の被害が大きくなりやすい。しかし、蛇行流路内の流れや蛇行流路の形成機構に関しては多くの知見が得られているが、蛇行流路周辺の水及び土砂の氾濫リスクの空間分布特性について十分な知見が得られていない。本研究では、2種類の蛇行流路の氾濫特性について検討した。一つ目は蛇行流路周辺の基礎的な氾濫特性を把握するため、周期的な平面形状を有する蛇行流路の氾濫特性について平面二次元の河床変動解析²⁾を行った。二つ目は実河川周辺での氾濫特性の知見を得るため、2022年8月豪雨災害における山形県小白川の氾濫特性について被害状況の調査や数値解析²⁾を行った。二つの結果を比較することで蛇行流路における氾濫リスクの空間分布について考察する。

2 周期的な蛇行流路の氾濫解析

2.1 解析条件

流路平面形状は sin-generated カーブを用いた。蛇行角は 30 度と 60 度の 2 種類、波長は 400m、波数は 3 とする。上流と下流に長さ 200m の直線水路を蛇行流路に接続させる。氾濫原の幅は、氾濫原と河道の幅の合計が 330m になるように河道の両岸に配置する。氾濫原の勾配は 0.01 となるようにした。格子の平均的な大きさは、流下方向 10m、横断方向 3m となるように設定した。河道内の横断形状については、河道幅 30m、深さ 3.2m の矩形断面に 100m³/s の定常な流量を 6000s 流して河道内に砂州を形成させた状態を初期条件とした。境界条件として、上流端境界は流量を与え、下流端境界は水位を与えた。上流端境界の流量については、最大流量 (250m³/s, 350m³/s, 450m³/s) まで 5 時間で線形的に増加さ

せ、その後 5 時間で線形的に減少するような流量を与えた。下流端の水位については等流水深を与えた。河床材料の粒径については、小白川の河床で採取した試料の粒度を用いた。マンニングの粗度係数はすべての場所で 0.04m^{-1/3}/s を与えた。

2.2 解析結果と考察

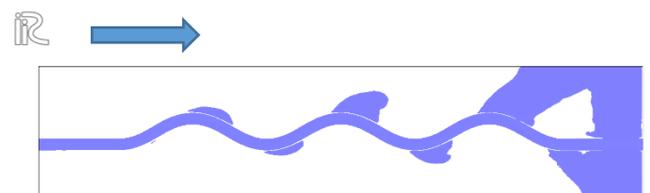
氾濫原における氾濫リスクの空間分布について、最大水深が 0.5m 以上となる領域 (床上浸水域) (図 1)、ピーク流量時の河床変動量 (図 2) から検討した。

床上浸水域を氾濫リスクの高い場所とすると解析結果から以下の 2 つの特徴がみられた。

- ・蛇行流路の外岸部とその直下流部が最もリスクの高い場所である。
- ・湾曲内岸側の氾濫原は浸水はするものの、浸水深が 0.5m 以下の領域であり、比較的风险の低い場所である。

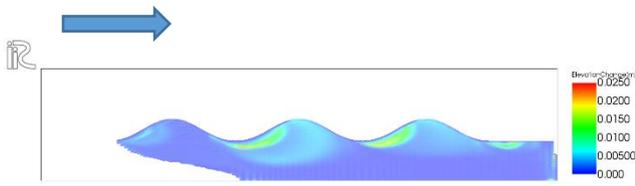
また、蛇行角と最大流量が大きいほど、床上浸水域が広がる傾向がある。

ピーク流量時の河床変動量についてみると、氾濫原における土砂の堆積厚は外岸側で大きくなっていることがわかる。ただし、土砂の堆積は河道の近くの氾濫原に集中しており、河道から離れた地点の土砂の堆積厚は比較的薄い。また、蛇行流路の内岸部において土砂の堆積厚が最大となるケースも存在した。さらに、床上浸水域と同じく、蛇行角と最大流量が大きいほど、土砂堆積厚が大きくなる傾向がある。



(蛇行角 30 度, 最大流量 350m³/s)

図 1 周期的な蛇行流路の床上浸水域



(蛇行角 30 度, 最大流量 350m³/s)

図 2 周期的な蛇行流路のピーク流量時の土砂堆積厚
(右岸氾濫原のみ図示)

3 小白川の氾濫解析

3.1 解析条件

国土地理院の 5 m メッシュデータの数値標高モデルから小白川流域の地盤高さの分布を取得し、氾濫解析をおこなった。解析対象区間は下流部の直線距離約 750 m の部分とした。格子の大きさは流下方向 3 m, 横断方向 3 m とした。上流端は 225 m³/s の定常な流量を 1 時間与えた。また、下流端は現地の痕跡水位から推定した水位を与えた。河床材料の粒径については、小白川の河床で採取した試料の粒形階を用いた。マンニングの粗度係数はすべての場所で $0.04\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ 与えた。

3.2 解析結果と考察

周期的な蛇行流路の解析と同様に、氾濫リスクの空間分布について床上浸水域 (図 3)、計算終了後の河床変動量 (図 4) から検討した。

床上浸水域について周期的な蛇行流路の解析結果と比較すると、共通点と相違点が見られた。共通点は以下の 2 つが挙げられる。

- ・蛇行外岸部の下流側の氾濫原の氾濫リスクが高くなっている。
- ・湾曲内岸側の氾濫原は比較的风险が低い場所が存在する。

相違点については、以下の 2 つが挙げられる。

- ・周期的な蛇行流路と異なり、外岸部の上流側の氾濫原の氾濫リスクが高くなっている。
- ・外岸部周辺の氾濫リスクが低い場所が存在する。

計算終了後の河床変動量から、規則的な蛇行流路と同じく、外岸側の氾濫原で土砂が堆積していることがわかる。しかし、周期的な蛇行流路と異なり、内岸側から土砂が流出し、内岸側の氾濫原においても土砂が堆積している。

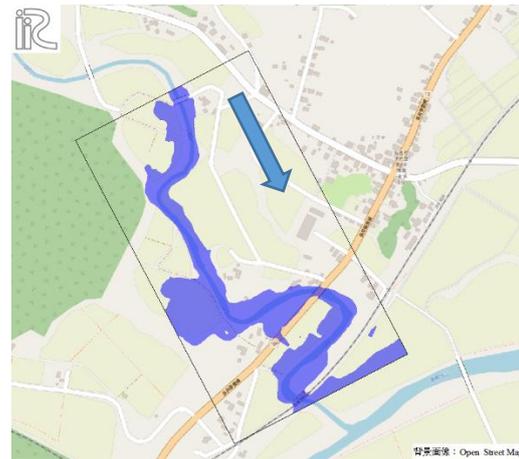


図 3 小白川の床上浸水域

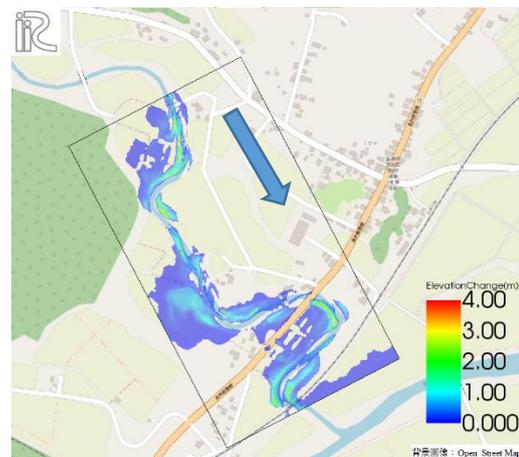


図 4 小白川の河床変動量

4 おわりに

本研究では蛇行流路の氾濫原における氾濫リスクの空間分布について、水および土砂の氾濫特性から検討した。水の氾濫リスクについては、最大水深が 0.5 m 以上となる領域をリスクの高い領域として評価した。土砂の氾濫リスクは土砂の堆積厚から評価した。2 種類の流路で解析した結果から蛇行流路の氾濫原においてリスクの高い領域、低い領域が明らかになった。一方、実河川は氾濫原の形状が複雑であり、リスク分布が 2 種類の流路において異なる部分もあった。

5 参考文献

- 1) 福岡捷二, 小俣篤, 加村大輔, 平生昭二, 岡田将治: 複断面蛇行河道における洪水流と河床変動, 土木学会論文集, 621 号, pp. 11-22, 1999.
- 2) 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.