

異常出水時のトラブルスポットになりうる橋梁部の閉塞に関する研究

福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 ○阿部 翼
福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. はじめに

近年、気候変動の影響により、降雨極値増加を示唆する既往最大降雨量の更新が全国各地で相次いでいる。降雨の極値・極端化は、異常出水の要因となり、また、異常出水に伴う河岸侵食や斜面崩壊から流木・土砂流出を誘発する。そのため、水、土砂、及び地表を被覆する樹木帯が同時に流出することで複合的な水害事象になることを推測させる。令和元年台風第19号(以下台風19号)の事例に着目すると、阿武隈川流域の五福谷橋や行川橋(宮城県丸森町)では河道に流出した流木や土砂が橋梁下の河道空間を閉塞し、周辺地域へ外水氾濫や橋梁破損等の被害が生じた。¹⁾気候変動に対する水害による被害を軽減するため、橋梁部への異常出水リスクによる影響度を事前に把握し、被害を軽減するための対策を講じていくことが必要とされる。

以上の背景を踏まえ、本研究では、台風19号を参考事例とし、阿武隈川の橋梁下空間における異常出水と流木・土砂の複合的な影響を検証すると共に、トラブルスポットになりうる橋梁を流平面空間での地域的なリスクを勘案し導出することを試みた。

2. 解析方法およびデータセット

異常出水と流木の複合的な影響を検証するため、台風19号の事例を基に阿武隈川本川の61橋梁部(福島県内)の閉塞リスクを求めた。解析方法及びデータセットは以下の①～③に示すとおりである。

- ① 橋梁高と台風19号時の最高水位の関係性より、橋梁下空間における河積の出水の閉塞率(河川閉塞率)を求めた。なお、全体の閉塞率の平均が約75%のため以降の解析は閉塞率75%以上の37橋梁で行った。また、閉塞率と橋梁条件(橋脚数、橋梁高)に着目し評価も進めた。
(≒異常出水閉塞率評価)
- ② 台風19号の被災前後の衛星画像(Sentinel2、空間解像度10m×10m)の画素情報の比較検討し、土地被覆の異常画素地点(基準：画素基準95%以上変動≒裸地化と仮定)を抽出した。裸地化した領域は流木発生元として捉えることができる。また、抽出した裸地化領域を阿武隈川の小流域単位で整理し、異常出水閉塞率評価で求めた閉塞率の結果と統合させることで異常出水と流木の複合的な観点から評価を行った。
(≒流域内裸地化抽出解析)
- ③ 台風19号前の阿武隈川上に堆積した土砂情報

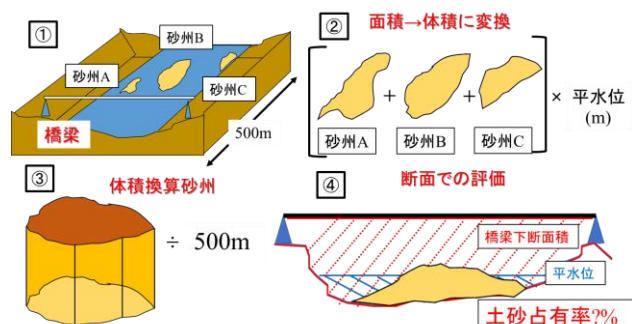


図1 衛星画像より抽出された裸地化領域

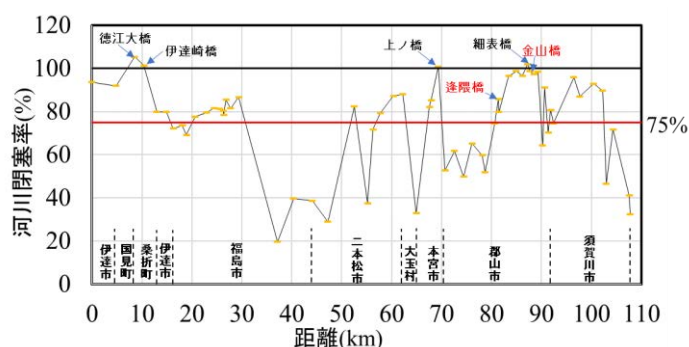


図2 河川閉塞率縦断面図

を用いて²⁾、橋梁部上下流区間500mの範囲の土砂が平水時にどの程度橋梁下空間を占めるのか、面での評価を行った。解析イメージを図1に示す。(≒河道内土砂閉塞率評価)

3. 解析結果

3.1 異常出水閉塞率評価

図2に橋梁高、台風19号時の最高水位高を基に求めた河川閉塞率の縦断面図を示す。河川閉塞率90%以上の橋梁は15ヶ所確認され、その内、4ヶ所で100%を超える結果が得られた。河川閉塞率が特に高い橋梁は主に伊達市、郡山市に密集しており、災害時の水位の上昇、流木や植生の流出によって氾濫リスクの高くなる領域になることが把握された。台風19号時の異常出水の経験値に水位と橋梁高の関係、橋脚を加えた場合、特に、郡山市の逢隈橋(河川閉塞率85.67%、橋梁高9.87m、橋脚数5本)、郡山市の金山橋(河川閉塞率97.31%、橋梁高9.85m、橋脚数5本)が流木の発生に伴い外水氾濫しうる可能性が高まると推測される。

3.2 流域内裸地化領域抽出解析

被災前後の衛星画像の比較より抽出された裸地化領域は全部で1,367地点であった。図3に阿武隈川流域の裸地化領域の空間分布を示す。具体的に市街地では裸地化領域は確認されず、水田に関しては被災前後の画像比較を行っていることから

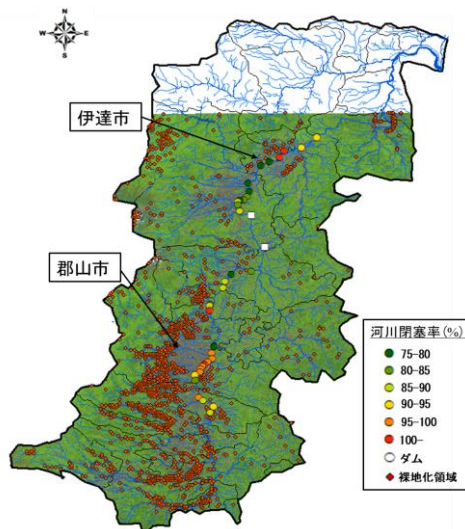


図3 衛星画像より抽出された裸地化領域

水稻の成長変化が考えられるため、水田の領域は評価の対象から除外し、流木発生の可能性がある森林地を対象にした。斜面崩壊が生じやすい斜面傾斜度は 30° と言われているが、³⁾阿武隈川流域の裸地化領域は概ね 10° 程度であり、総じて水系に接した領域で抽出された。以上より阿武隈川流域の主な流木発生源は河岸侵食であると推測される。特に社川では、河川形状に併せて裸地化の領域が示される特徴的な結果を示している。異常出水閉塞率評価と小流域毎に裸地化領域を区分した結果を統合化した空間分布を図4に示す。裸地化が多く認められた領域は郡山市以南であり、特に地形区分で低地と丘陵地の境界に位置する阿武隈川左岸側の郡山市内、須賀川市内で裸地化が集中する結果が得られた。特にリスクが高まる橋梁として釈迦堂川合流部に位置する下江持橋(須賀川市)、笹原川合流部に位置する金山橋(郡山市)である。河川閉塞率と河積はそれぞれ下江持 95.9% 、 $1,797\text{m}^2$ 、金山橋 97.3% 、 $1,340\text{m}^2$ となっている。

3.3 河道内土砂閉塞率評価

図5に河川閉塞率と土砂占有率の関係の縦断図を示す。上流、中流に土砂堆積の個数が多いことが確認されたが、下流に関しては流れが緩やかなことから面積の大きい砂州が集中した。阿武隈川の橋梁下断面に対しての土砂の占有率に関しては37橋梁で平均が 4.65% であった。特に顕著な結果が得られたのは下流部に位置する徳江大橋である。平水時の土砂の占有率は 54.4% と高い数値が得られた。徳江大橋に関しては河川閉塞率が全橋梁の中で最も高い数値を記録しており、橋梁下の閉塞に土砂が大きく寄与したことが推測される。また、福島市の天神橋に関しては、荒川流域、濁川流域、大森川流域の合流部に位置している。現在荒川合流部に比較的面積の大きい砂州が衛星画像より確認されていることから支川が本川の土砂堆積に大

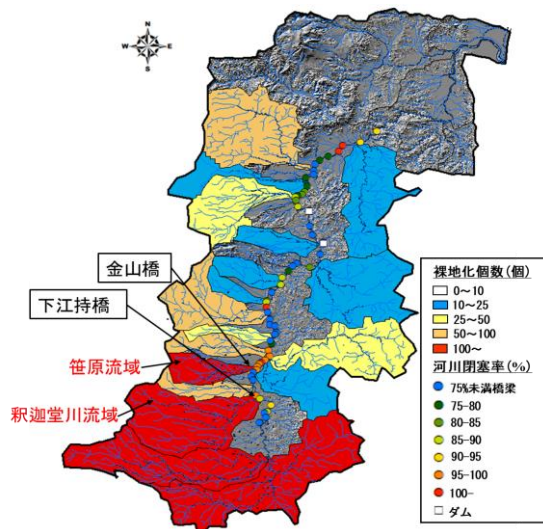


図4 異常出水閉塞率評価と小流域毎の裸地化個数統合化マップ

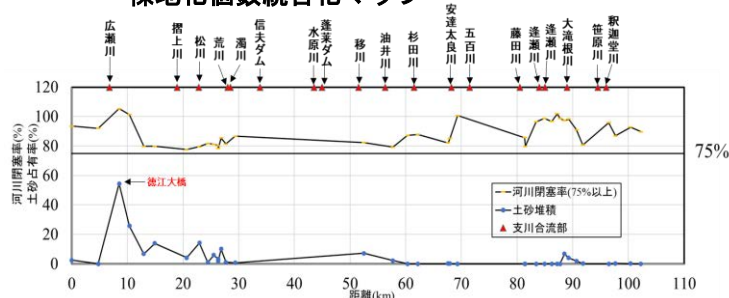


図5 河川閉塞率と土砂占有率の関係の縦断図

きく関わっていると推測される。そのため、土砂堆積による影響が大きい領域と判定できる。

4. 結論と今後の課題

本研究では台風19号時の事例を基に、異常出水、土砂・流木による阿武隈川本川の橋梁下空間のリスクを評価し、流域平面空間での地域的なリスクを導出した。結果として流木に関しては郡山市以南の上流域でリスクが高まったことが確認された。一方下流部で土砂堆積の影響が寄与しやすいことが確認された。今後は土砂の生産源となる支流の土砂堆積を勘案し、河道周辺の樹林化の影響を考慮することで土砂・流木における複合的な要素を含めた橋梁部へのリスク評価に繋げていく方針である。

謝 辞： 本研究の一部は、科学研究費補助金(19H02395)、河川財団の助成を受けたものである。また、本研究を進めるにあたり国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所より多大な協力を頂いた。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) 川越清樹・鈴木皓達・阿部翼：令和元年台風第19号による福島県の災害特徴，土木学会論文集(B1)(水工学)，Vol.76 1号 PP.329~345, 2020.
- 2) 川越清樹・栗城斗真・上原優：阿武隈川の土砂・植生の規則性に関する研究，地球環境シンポジウム講演集，pp139~140, 2021.
- 3) 矢野真一郎也：平成29年7月九州北部豪雨による流木災害の発生要因に関する分析，土木学会論文集(B1)，Vol.74(5)，I_1063-I_1068, 2018.