

2016年8月北海道豪雨災害における比高拡大・二極化に着目したリスク管理の検討

株式会社ドーコン 正会員 ○堀岡 和晃

1. はじめに

北海道内での2016年8月の4つの台風による出水で河道内に河岸侵食等の多数の被害が発生した。リスク管理における事故の因果関係の理論には、小事故の原因を解明し、要因の連鎖を止め大事故を予防する、ハインリッヒのドミノ理論がある。本稿では、これに則り、河岸侵食等から堤防決壊等を防止するリスク管理を検討する。被災の要因・因果関係として既往研究の比高拡大・二極化に着目し、2016年8月出水の被災形態や水理特性図等から関連性を分析し、要因の連鎖を止める対策とその効果を検討する。

2. 比高拡大・二極化の既往研究と被災との関係

比高拡大・二極化は、大出水が少ない流量要因での砂州の堆積・樹林化^{1) 2) 3)} および、長田ら⁴⁾ が示す水衝部における一様な護岸等の河岸要因で生じる河床低下、10年以上に亘る時間要因による河道変化の重なりで生じる。3要因(出水の平滑化、水衝部の定型化、時間経過による河道変化)の連鎖が生じ、出水を契機に被災が起きるものと推察⁵⁾ した(図-1)。

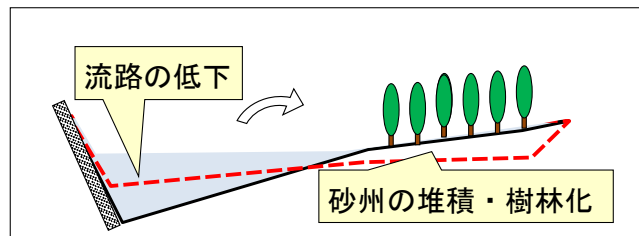


図-1 低水路内の比高拡大・二極化模式図

3. 2016年8月出水の被災の分析

3-1. 河川毎の被災の傾向と要因の類似性

河岸被災箇所一覧表(北海道開発局HP)を基に、52件について被災前後の空中写真の変遷や横断変遷図、後述する分析図から被災形態を分類した(図-2)。

比高拡大・二極化との類似性は、河道区間がセグメント1、2-1の急流河川が主である点や、被災形態の大別が河床低下や護岸周辺、砂州樹林による侵食であり、河岸要因、流量要因との類似性が見られた。

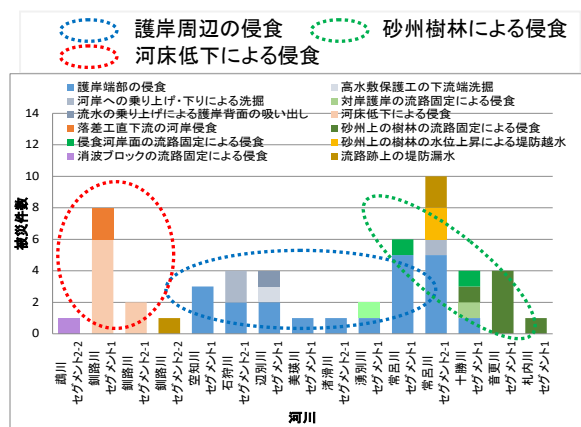


図-2 河川別の被災形態

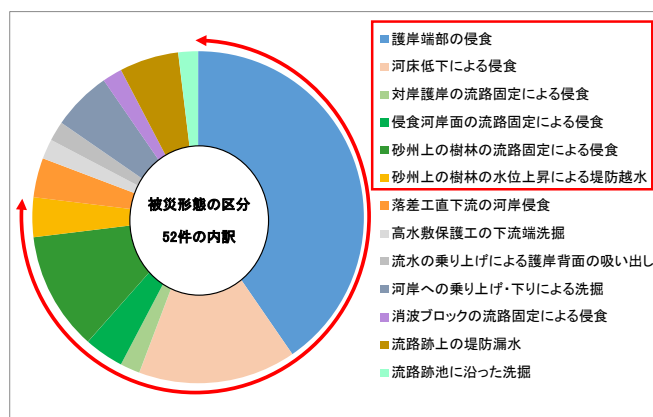


図-3 被災形態の区分

3-2. 被災形態から見た要因との関連性

被災形態の区分では、護岸端部の侵食が40%を占め、河床低下による侵食の15%、侵食河岸面と合わせて水衝部の定型化といった河岸要因を促したものと推察される。さらに、砂州堆積・樹林化といった流量要因を合わせると、全体の3/4が比高拡大・二極化との関連性が高いといえる(図-3の赤枠部)。

3-3. 水理特性から見た要因との関連性

被災箇所の流路幅・勾配の関係(図-4)をみると、流路幅が狭く勾配が緩い条件で水位上昇による越水・漏水が発生(①)するなど、被災形態毎に区分の傾向が見られた。図-5に横軸が砂州樹林幅/低水路幅比率、縦軸が摩擦速度2乗の比率で同じ河床粒径の全国河川の平均との比較を示す。水理特性から見た要因との関連性として、砂州堆積・樹林化は、砂州樹林幅/低水路幅比率が概ね大きいことからいえる。

キーワード 水災害リスクマネジメント、危機管理、河岸侵食、比高拡大、二極化、被災要因

連絡先 〒004-8585 北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目 (株)ドーコン 河川環境部 TEL 011-801-1532

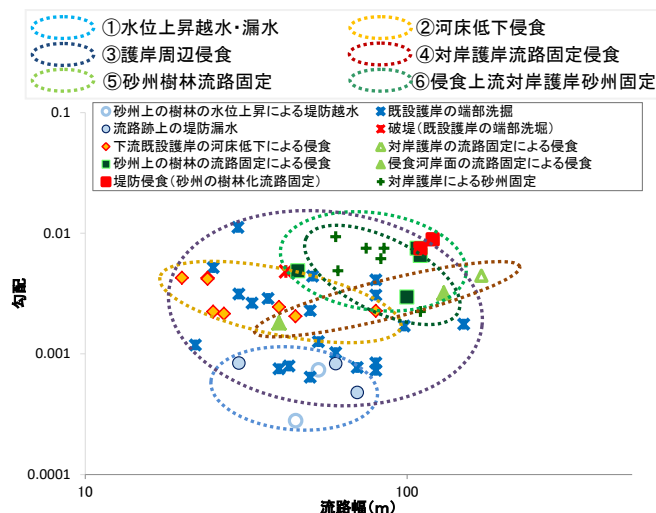


図-4 流路幅・勾配図

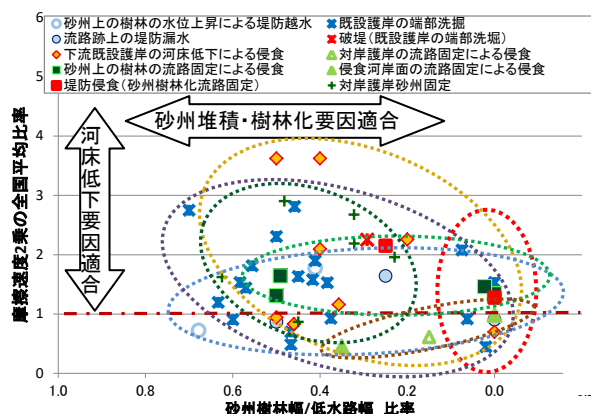


図-5 砂州幅/低水路幅比率・摩擦速度2乗比率図

河床低下は、縦軸が概ね 1 以上であり、全国の河川と比べても河床低下傾向が大きくなっている。

但し、砂州樹林幅/低水路幅比率が 0 に近い事例(図-5 赤丸部)については説明困難であった。しかし、空中写真で上流対岸に着目すると、被災原因は、護岸等によって砂州堆積・樹林化が拡大し、被災箇所に向かう流れを集中・固定化させたためと推察でき、この箇所の水理量⑥を示すと評価の内に収まった。

3-4. 中規模河床形態区分による被災形態の分類

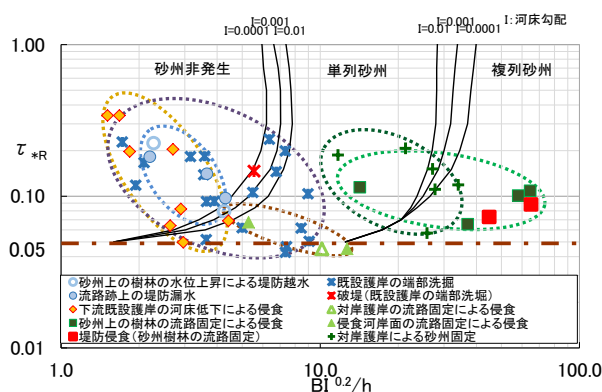


図-6 中規模河床形態区分図

被災箇所での河道・水理特性を中規模河床形態区

分図(図-6)に示すと、要因は同じでも砂州発生領域毎に違った被災形態となっていた。〔砂州非発生領域〕では、①水位上昇による堤防越水・漏水、②河床低下による河岸侵食、③護岸周辺の侵食が生じている。〔単列砂州領域〕では、③護岸周辺の侵食、④対岸護岸流路固定による侵食が生じている。〔複列砂州領域〕では、⑥上流対岸護岸砂州固定による侵食(⑤砂州樹林の流路固定による侵食)が生じている。

4. 要因の連鎖を止めるリスク対策の検討

既論文²⁾で袋詰玉石工を施し礫河原が復元した事例を示した。要因の連鎖を止める対策は、流量要因は改善困難なことから、時間要因の初期化と河岸要因の改善が考えられ、具体には、樹林化した砂州の掘削と河道整正、護岸に突起等を付加すること⁶⁾であり、同様な対策を施した区間は被災を免れていた。

対策の留意点としては、3-3に示すように、対象地点において比高拡大・二極化や水理量に問題がなくとも、上流対岸の護岸等の影響を受け被災する場合があるため、周辺も含めた対策が重要である。〔複列砂州領域〕では、2ヶ所で堤防侵食に至ったことから、高水敷幅が狭い場合には十分注意が必要である。

5. おわりに

2016年8月出水の被災は、比高拡大・二極化の要因・因果関係との関連性が高いことを明らかにし、要因の連鎖を止めるリスク対策と効果について有効性を確認した。今後は、出水時観測や三次元解析による定型流路での高速流現象の解明が必要と考える。

参考文献

- 1) 山本晃一：流量変動と流送土砂量の変化が沖積河川生態系に及ぼす影響とその緩和技術，河川環境総合研究所資料，No.16，2002.10
- 2) 堀岡和晃，長谷川覚也：積雪寒冷地の河川における低水路内の比高拡大の一考察，土木学会北海道支部論文報告集 No.73/B-41，2017.2
- 3) 傳甫潤也，堀岡和晃，米元光明，伊藤昌弘：人為改変後の低地の河畔におけるヤナギ林の地域分布，応用生態工学 11 (1)，P13-27，2008.
- 4) 長田健吾，安部友則，福岡捷二：急流礫河川における低水路護岸沿いの深掘れ流路形成とその特性，河川技術論文集，No.13，2007.6
- 5) 堀岡和晃：低水路内の比高拡大・二極化の要因分析と対策の検討，土木学会第72回年次学術講演会集，2017.9
- 6) 国土交通省：美しい山河を守る災害復旧基本方針 巻末資料「設計流速に関する参考資料」，2014.3