

気候の不確実性を考慮した豊平川の水害リスクの検討

室蘭工業大学
室蘭工業大学
室蘭工業大学

○学生員
学生員
正 員

川井翼
関洵哉
中津川誠

(Tsubasa Kawai)
(Junya Seki)
(Makoto Nakatsugawa)

1. はじめに

近年、日本各地で豪雨による被害が激化している。2020年7月には急流河川である熊本県の球磨川が過去の観測を超える豪雨により氾濫した。本研究では、降雨というハザードの増大とともに、札幌市の都市部を貫流し、かつ急流河川のため、高速流や河岸侵食に対する脆弱性を有する豊平川を対象に水文・水理計算を行い危険箇所の分析をした。豊平川流域図を図-1に示す。

2. 研究方法

本研究は、1) d4PDF・DS データによる現在気候予測結果の降雨量の設定、2) 流出計算による豊平川の流出量算出、3) 非定常平面2次元流計算の手順で行う。具体的な研究方法を以下に整理した。

2.1 d4PDF・DS データ

d4PDFとは、高解像度大気モデルを使用した高精度モデル実験出力のことである。実験は60kmメッシュの全球実験と日本周辺での20kmメッシュの領域実験に大別され、過去の気候状態3,000年分（過去60年×50メンバー、以降現在気候と称する）と、将来において全球平均気温が4℃上昇した気候状態5,400年分（将来60年×90メンバー、以降将来気候と称する）のモデル実験が行われた。本研究ではd4PDFから豊平川で予測される降雨量を抽出するため、山田ら¹⁾が力学的手法で5kmメッシュにDSしたものを使用する。また、本研究は現在気候に潜在するリスクを把握することを主眼に、現在気候予測結果を適用した。豊平川の観測降雨と現在気候のヒストグラムを図-2に示す。

2.2 流出計算 (IFAS)

IFAS²⁾は国立研究開発法人土木研究所 ICHARMで開発された総合洪水解析システムであり、数値標

高モデル、土地利用情報、地点雨量を使用して、単位メッシュの流出を2段タンクモデルで再現、河道の流れをKinematic wave法で再現し、流出計算を行うことができる。本研究では本川及び主要な支流で河川流量を計算した。

2.3 非定常平面2次元流計算 (iRIC Nays2DH)

iRIC (International River Interface Cooperative)³⁾は、北海道河川財団が開発したフリーソフトである。iRICには多数のソルバーがあり、河川流計算、氾濫計算、土石流など、目的に応じた解析が可能である。本研究では、豊平川中下流部における水理現象を推定するため、iRIC Nays2DH ソルバーを用い計算を行った。iRIC Nays2DHは植生や障害物を考慮して非定常平面2次元流解析が可能である。計算の設定値を表-1に示す。

3. 結果と考察

3.1 d4PDF・DS データによる降雨量

d4PDF・DS データによる現在気候3,000ケースの流出計算結果を図-3に示す。図-3より、現在

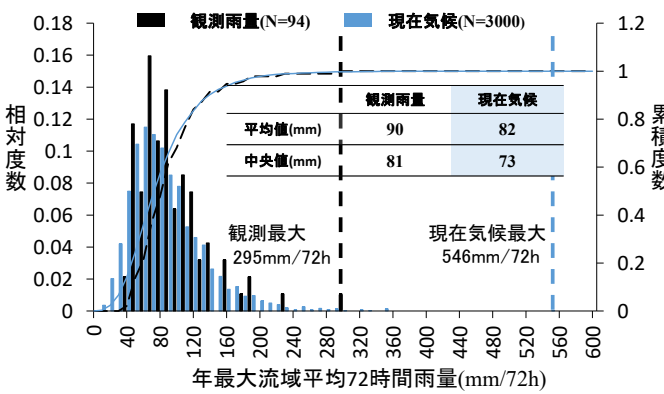


図-2 豊平川年最大72時間降雨量ヒストグラム

表-1 非定常平面2次元流計算設定条件

項目	設定値
河道形状	平成27年測量成果
計算範囲	KP11.0~KP20.8(下流端:雁来観測所)
平面形状	流下方向:736側線 横断方向:35側線 (低水路16分割、高水路9分割×2)
粗度係数	低水路 0.038 高水路 0.04 床止め部 0.08
樹木	密度 粗 0.05 中 0.07 密 0.1 (平成27年簡易航空写真より分類) 抗力係数=1.2
移動床	低水路
固定床	高水路、床止め
差分法	CIP法



Google Earth に加筆
図-1 豊平川流域図

キーワード 急流河川 ハザード 脆弱性 不確実性 水理計算
連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 国立大学法人室蘭工業大学 TEL 0143-46-5276

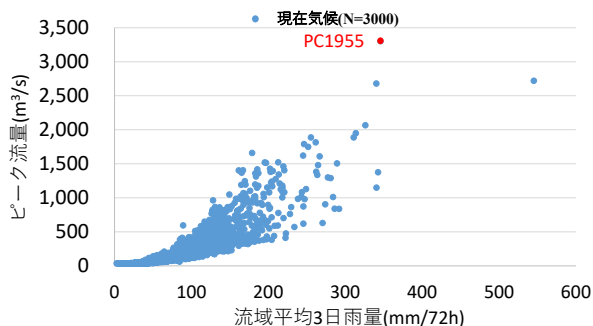


図-3 現在気候流出計算結果

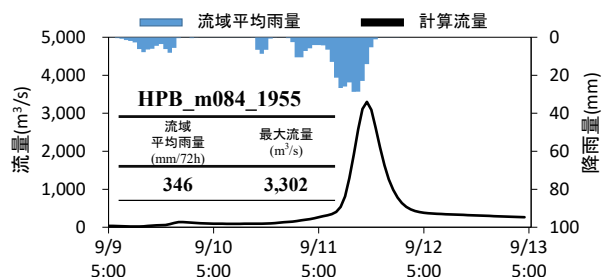


図-4 現在気候最大ハイドログラフ (PC1955)

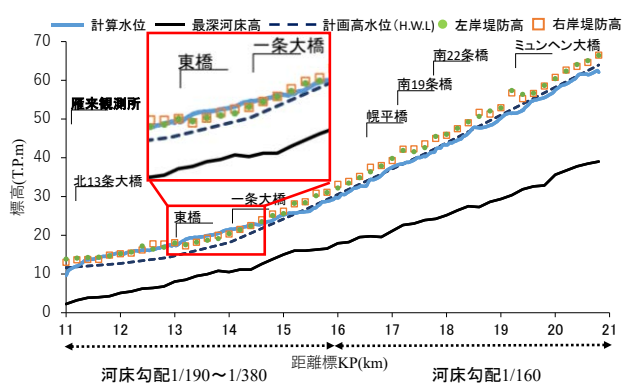


図-5 現在気候最大ピーク流量時水位

気候において同程度の雨量であっても、ピーク流量に大きく差が出ていることがわかる。これは降雨量だけでなく時空間分布により流量が異なるため差が出たと考えられ、このように、同程度の雨量における流量不確実性の幅を確認することができた。水理計算は、ピーク流量1位となった HPB_m084_1955 (以降 PC1955) を対象とした。PC1955 のハイドログラフを図-4 に示す。なお、データ名の年号は実際の年とは異なるため、Present Climate の PC を付して区別する。

3.2 d4PDF から推定される水理的危険箇所

(1) 現在気候予測最大水位計算結果

PC1957 の水位計算結果を図-5 に示す。なお、ここで示している計算水位は最深河床高の水位である。図-5 より現況河道では、KP15.5-KP20.8 は計画高水位程度の水位、KP11.0-KP15.5 の一条大橋、東橋間で最大 1.5m 堤防高を超える水位となった。下流部で水位が高くなるのは、KP16.0 から河床勾配が緩やかになるため高速で流れていた洪水の流速が低下し、水位が増加したと考えられる。

(2) 現在気候予測最大流速計算結果

図-6 に豊平川中下流部の最大流速のコンター図を示す。図中で拡大した幌平橋付近では、左岸高水敷に 5 m/s-6 m/s の高速流が乗り上げている。これ

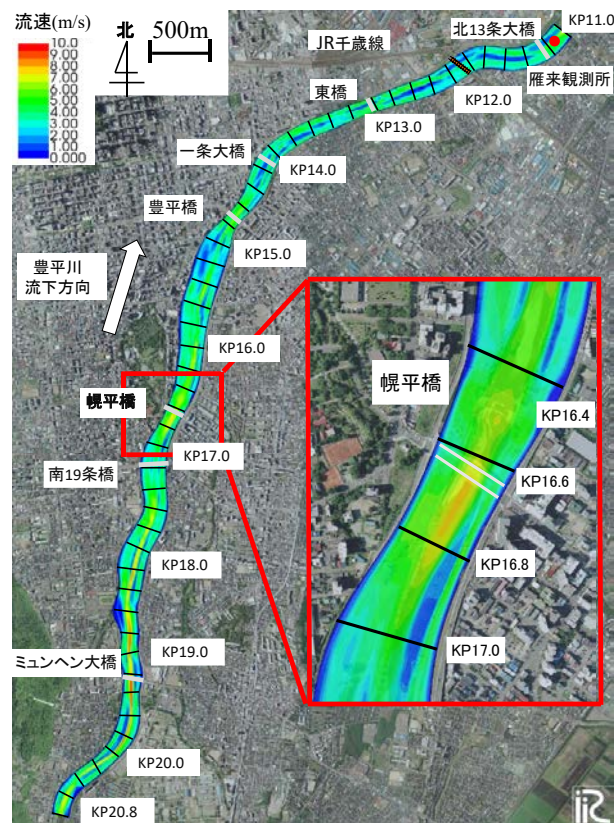


図-6 豊平川中流部流速コンター図

は幌平橋上流部の川幅がやや狭くなっているため高速流が発生すると推察される。以上より、中流部では高速流による侵食、下流部では越水が現在気候条件下でも起こりうる可能性が示された。将来気候を考えると、さらなるリスク増加が予測される。札幌都市部の洪水被害を低減するため、上流で貯留施設の整備や機能強化などによる流量軽減、越流や河岸侵食など破壊要因となる水理現象に粘り強いより頑強な堤防や護岸の整備が必要といえる。

4. 結論

本研究で得られた結果を下記に記す。

- (1) d4PDF データを使用し、大量の流出計算を行うことで、豊平川流域において現在起こりうる最大流量事例を推定することができた。
- (2) iRICNays2DH により計算を行うことで、現在においても、豊平川流域の降雨の不確実性の中に中流部では侵食、下流部では越水により、破堤が発生する可能性が潜在していることがわかった。これより、急流河川の危険箇所や対策の検討が早急に必要である。

謝辞：本研究の遂行にあたり、北海道大学の山田朋人氏、星野剛氏ならびに北海道開発局札幌開発建設部には、各種データを提供していただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 山田朋人ら、北海道における気候変動に伴う洪水外力の変化、土木学会河川技術論文集、第 24 巻、391-396、2018
- (2) IFAS : https://www.pwri.go.jp/icharm/research/ifas/ifas_j.html
- (3) iRIC : <http://i-ric.org>