

## 気候変動に伴う豊平川の侵食危険度評価

室蘭工業大学 ○学生員 川井翼 (Tsubasa Kawai)  
 室蘭工業大学 正員 中津川誠 (Makoto Nakatsugawa)  
 株式会社砂子組 非会員 稲垣慶吾 (Keigo Inagaki)

## 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、急流河川の豊平川を対象に、著者ら<sup>1)</sup>がd4PDFデータの現在気候3,000ケースについて試算した侵食危険度の推定を、将来気候を対象に発展させた。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<sup>1)</sup>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)

IFAS<sup>2)</sup>は国立研究開発法人土木研究所 ICHARM



Google Earth に加筆  
 図-1 豊平川流域図

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川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)<sup>3)</sup>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。なお、現段階ではアンサンブルすべてを対象とした河床変動計算は計算負荷が莫大となるため、行っていない。そのため、本研究ではピーク流量時の摩擦速度で侵食危険度の評価を簡便に行うことにした。

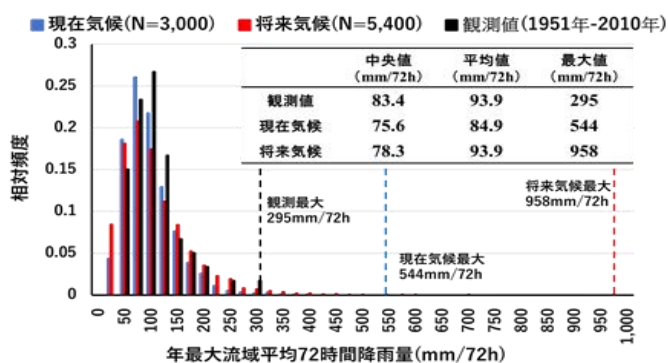


図-2 豊平川年最大72時間降雨量ヒストグラム

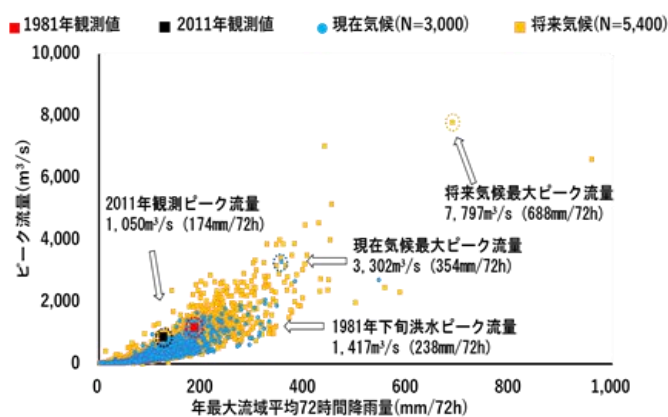


図-3 d4PDF年最大72時間降雨量とIFASによるピーク流量の関係

キーワード 急流河川 ハザード 脆弱性 d4PDF iRIC

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

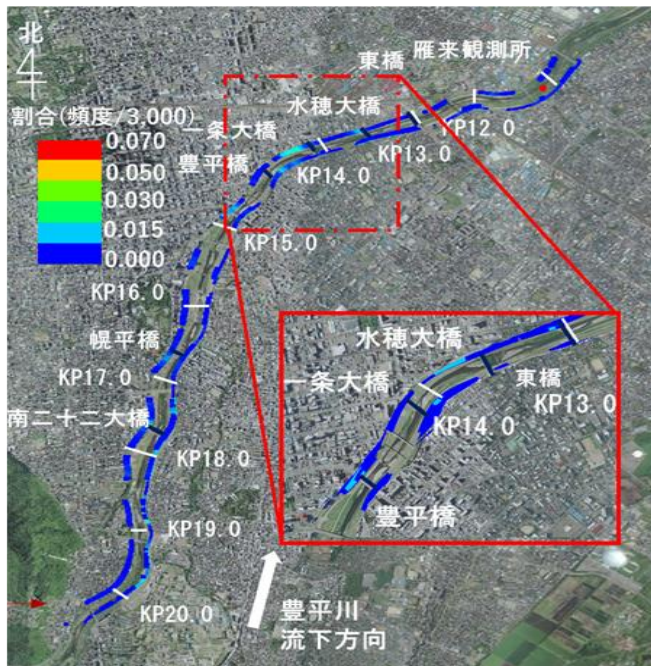


図-4 現在気候における左右岸堤防法尻部の  $u_* > 0.3\text{m/s}$  以上の出現頻度カウンター図

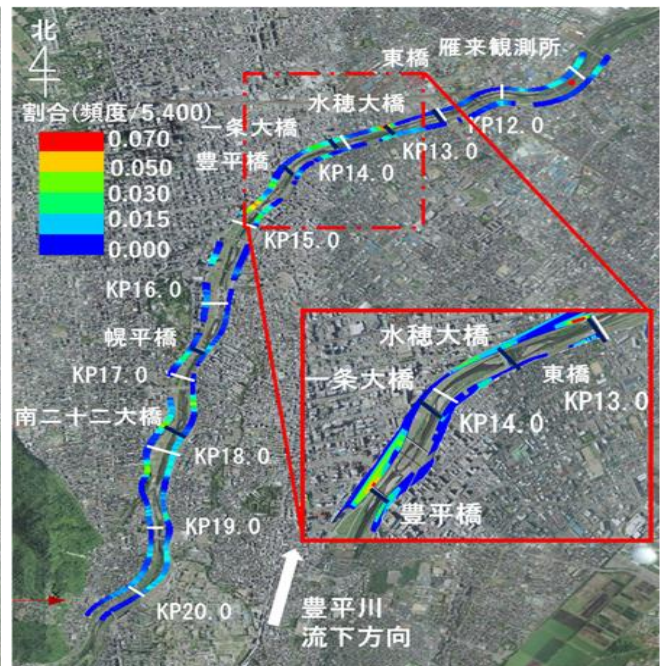


図-5 将来気候における左右岸堤防法尻部の  $u_* > 0.3\text{m/s}$  以上の出現頻度カウンター図

### 3. 結果と考察

#### 3.1 d4PDF・DSデータの流出計算結果

d4PDF・DSデータによる現在気候 3,000 ケース、将来気候 5,400 ケース、合計 8,400 ケースの結果を集約し、図-3 に示す。流出計算より、頻度に着目すると、戦後最大流量である  $1,417\text{m}^3/\text{s}$  以上となったのは現在気候で 21 回/3,000 年 (1/143)、将来気候で 216 回/5,400 年 (1/25) であった。

以上より、現在においても気候の不確実性による既往最大規模以上の洪水が起きることが推定され、将来気候においては甚大な洪水の規模と頻度の増大が想定される。

#### 3.2 流況計算による現況河道、将来河道の侵食の評価。

本研究では先行研究の著者ら<sup>1)</sup>の見解を基に摩擦速度  $u_*$  が  $0.3\text{m/s}$  以上を侵食の危険がある条件とする。これを閾値として、豊平川低水路満杯流量である  $400\text{m}^3/\text{s}$  以上を対象に d4PDF 現在気候 346 ケース、将来気候 1,174 ケースに対して侵食の評価を行った。各地点の堤防法尻部に発生した  $u_*$  の最大値が  $0.3\text{m/s}$  以上となる現在気候、将来気候の割合 (頻度/3,000, 頻度/5,400 を示す) を図-4, 図-5 のカウンター図 (堤防法尻部に近接する高水敷の一部を抽出) に示す。これより、最も侵食頻度の危険性が高い場所の頻度として、現在気候では KP13.9-KP14.0 区間の左岸 (水穂大橋付近) で頻度が 68 ケース/3,000 年 (約 1/44)、将来気候では KP13.0-KP13.1 区間の左岸 (東橋付近) で頻度が 375 ケース/5,400 年 (約 1/14) となった。

以上より、気候変動に伴う外力の増加が予測される札幌都市部の減災を念頭に、降雨パターンを考慮した上流での貯留施設の整備や機能強化、堤防や護岸

の強化といったハード対策に加え、危機管理の強化も必要と考えられる。今後の課題として、これらを取り入れた河床変動計算を行い、実態に近い現象の評価が必要である。

### 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：**北海道大学の山田朋人氏、寒地土木研究所の星野剛氏ならびに北海道開発局札幌開発建設部には、有益な情報を頂いた。開発工営社の濱木道大氏には貴重な助言、データを提供して頂いた。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- (1) 川井翼ら：大量アンサンブルデータを用いた急流河川の侵食危険度の評価，土木学会論文集 B1 (水工学)，Vol73, No2, 1\_199-1\_204, 2021
- (2) 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
- (3) IFAS : [https://www.pwri.go.jp/icharm/research/ifas/ifas\\_j.html](https://www.pwri.go.jp/icharm/research/ifas/ifas_j.html)
- (4) iRIC : <http://i-ric.org>