

低平地河川を対象とした降雨と背水影響の不確実性を考慮した洪水リスクの推定

|           |      |                           |
|-----------|------|---------------------------|
| 室蘭工業大学    | ○学生員 | 関洵哉 (Junya Seki)          |
| 室蘭工業大学    | 正 員  | 中津川誠 (Makoto Nakatsugawa) |
| 室蘭工業大学    | 学生員  | Nguyen Thanh Thu          |
| 北電総合設計(株) | 正 員  | 沖岳大 (Takehiro Oki)        |

## 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。2018年7月豪雨では多数の河川で背水の影響により氾濫・堤防の決壊などの被害が発生した。現在、気候変動による豪雨の発生が懸念されているが、すでにその影響が出始めているような事例が相次いでいる。本研究では、降雨というハザードの増大とともに、低平地で本川からの背水影響を受けやすいという脆弱性を有する千歳川流域を対象に流出・氾濫計算を行い洪水リスクを推定した。千歳川流域の地形図を図-1に示す。

## 2. 研究方法

洪水リスク推定は、はじめに流出計算モデル (IFAS) の再現性を検証し、その後氾濫計算を行うことで現在気候に潜在する洪水リスクを推定した。その推定は、1) d4PDF のダウンスケーリング (以降 DS) データによる現在気候予測結果の降雨量の設定、2) 流出計算による千歳川および支川群の流出量算出、3) 氾濫計算の手順で行う。具体的な解析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 から千歳川及び石狩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 5 km 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。千歳川と石狩川の降雨のヒストグラムを図-2 に示す。

## 2.2 流出計算 (IFAS)

IFAS 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、地点雨量を駆使することで流出計算ができる。本研究では本川及び主要な支川で河川流量を計算した。

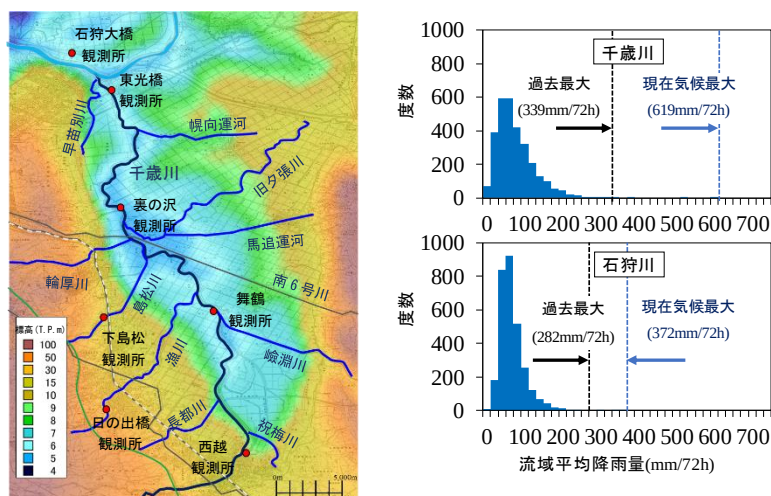
### 2.3 平面二次元汜濫計算

氾濫計算は、(株)コンピューターサイエンス社製の平面二次元氾濫解析システムを使用し、河道を一次元不定流計算、氾濫原は平面二次元不定流計算により行った。氾濫計算モデルは千歳川本川の越水と支川、運河の越水氾濫を考慮することで低平地河川の内水・外水氾濫を一体で考慮している<sup>2)</sup>。モデル内においては、現在整備中の6つの遊水地群、樋門、排水機場、高速道路の盛り土等は主要なものを考慮して計算に組み込んだ。氾濫計算における設定条件を表-1に整理する。

### 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での石狩川・千歳川流域平均降雨量と合流点流量の上位 10 位を表-2 に示す。表-2 より、現在気候における石狩川、千歳川流域での降雨量はともに



図一2 現在気候の年最大 72 時間  
降雨量の頻度分布

表-1 氾濫計算の設定条件

| 計算条件     |         | ケース1<br>治水施設無し                                         | ケース2<br>治水施設有り                                |
|----------|---------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 河道<br>計算 | 河道断面    | 整備計画河道                                                 | 同左                                            |
|          | 粗度係数    | 0.025                                                  | 同左                                            |
|          | 下流端最大水位 | PC1957:11.3m                                           | 同左                                            |
|          |         | PC2006:9.3m                                            |                                               |
|          | 考慮した支川  | 早苗別川、幌向運河、旧<br>夕張川、輪厚川、馬追運<br>河、島松川、漁川、鯉瀬<br>川、長都川、祝梅川 | 同左                                            |
| メッシュサイズ  |         | 250m                                                   | 同左                                            |
| 氾濫<br>計算 | 排水機場    | 無し                                                     | 有り（概ね10m <sup>3</sup> /s以<br>上の排水能力を持つ<br>もの） |
|          | 遊水地     | 無し                                                     | 有り（江別太、晩翠<br>東の里、北島、舞鶴<br>根志談）                |

キーワード バックウォーター ハザード 脆弱性 不確実性 内水氾濫 治水施設  
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

HPB\_m004\_1957（以降 PC1957），HPB\_m043\_2006（以降 PC2006）が 2 位，1 位となっている。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。また，合流点での流量も PC1957，PC2006 で大きく，石狩川からの背水影響も大きいと考えられるため，PC1957 および PC2006 で計算を行うこととした。

3.2 d4PDF から推定される浸水範囲

(1) 現在気候に潜在する洪水リスクの推定

PC1957 と PC2006 の治水施設無しの場合の氾濫計算結果を図-3 に示す。既往最大を記録した 1981 年 8 月上旬洪水で公表された総浸水面積が 192 km<sup>2</sup> であるのに対し PC1957，PC2006 共に 20km<sup>2</sup> 程浸水面積が拡大している。両者を比較すると，流域平均降雨量が最大である PC2006 よりも 2 位の PC1957 のほうが，わずかではあるが浸水面積が広いことが確認できる。これは下流端水位が約 2 m 高いため背水の影響が大きかったためであると考えられる。以上より，千歳川流域で氾濫計算を行う上では千歳川流域の降雨と石狩川からの背水影響の両者を十分に勘案する必要があるといえる。

(2) 治水施設群の効果

治水施設に関しては，現在千歳川流域で整備が進められている 6 つの遊水地（江別太，晩翠，東の里，北島，舞鶴，根志越）と，概ね 10 m<sup>3</sup>/s 以上の排水能力を有する排水機場を考慮し氾濫計算モデルに与えた<sup>3)</sup>。計算結果を図-3 に示す。治水施設無

しの場合と比較すると，PC1957 ではおよそ 65 km<sup>2</sup>，PC2006 ではおよそ 75 km<sup>2</sup> 浸水面積が縮小しているほか，広い範囲において最大浸水深が浅くなっていることがわかる。これは，本川・支川から氾濫していた水が遊水地内に貯留されたことと，排水機場により支川水位が下げられ内水氾濫が抑制されたことが要因と考えられる。

4. 結論

本研究で得られた結果を下記に記す。

- (1) d4PDF による現在気候の降雨量データを使用することで現状の千歳川流域における洪水リスクを推定することができた。
- (2) 内水・外水一体の氾濫計算を行うことで，背水の影響や内水氾濫による被害と治水施設の効果を可視化して比較することができた。
- (3) 現在においても，千歳川流域の降雨と石狩川の背水影響の不確実性の中に大規模な氾濫が発生する可能性が潜在していることがわかった。

謝辞：本研究の遂行にあたり，文部科学省（MEXT）の事業である気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）及び国土交通省河川砂防技術研究開発公募（地域課題分野（河川生態））の助成を受けた。また，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，データ提供などで多大なご協力をいただいた。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) 沖岳大ら，低平地河川を対象とした内水・外水を一体化した氾濫解析手法の提案，土木学会論文集 G（環境），Vol.72，No.5，I\_271-I\_276，2016
- (3) 沖岳大ら，超過洪水による氾濫被害を軽減するための治水施設の総合的な効果分析手法の研究，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.73，No.4，I\_367-I\_372，2017

表-2 d4PDF の現在気候での降雨量・流量予測（左：石狩川，右：千歳川）

| No. | 年             | 流域平均雨量<br>(mm/72h) | 最大流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | No. | 年             | 流域平均雨量<br>(mm/72h) | 最大流量<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-----|---------------|--------------------|-----------------------------|-----|---------------|--------------------|-----------------------------|
| 1   | HPB_m043_2006 | 372                | 12,789                      | 1   | HPB_m043_2006 | 619                |                             |
| 2   | HPB_m004_1957 | 346                | 17,982                      | 2   | HPB_m004_1957 | 525                |                             |
| 3   | HPB_m063_1968 | 314                | 12,268                      | 3   | HPB_m007_1970 | 400                |                             |
| 4   | HPB_m010_1976 | 301                | 16,654                      | 4   | HPB_m063_1968 | 380                |                             |
| 5   | HPB_m089_2002 | 251                | 10,350                      | 5   | HPB_m046_1988 | 355                |                             |
| 6   | HPB_m065_2007 | 244                | 10,665                      | 6   | HPB_m043_1951 | 335                |                             |
| 7   | HPB_m045_1957 | 237                | 7,670                       | 7   | HPB_m089_2002 | 332                |                             |
| 8   | HPB_m086_1988 | 236                | 9,566                       | 8   | HPB_m004_2000 | 330                |                             |
| 9   | HPB_m004_2000 | 234                | 9,325                       | 9   | HPB_m066_1964 | 310                |                             |
| 10  | HPB_m007_1970 | 232                | 10,552                      | 10  | HPB_m002_1984 | 302                |                             |

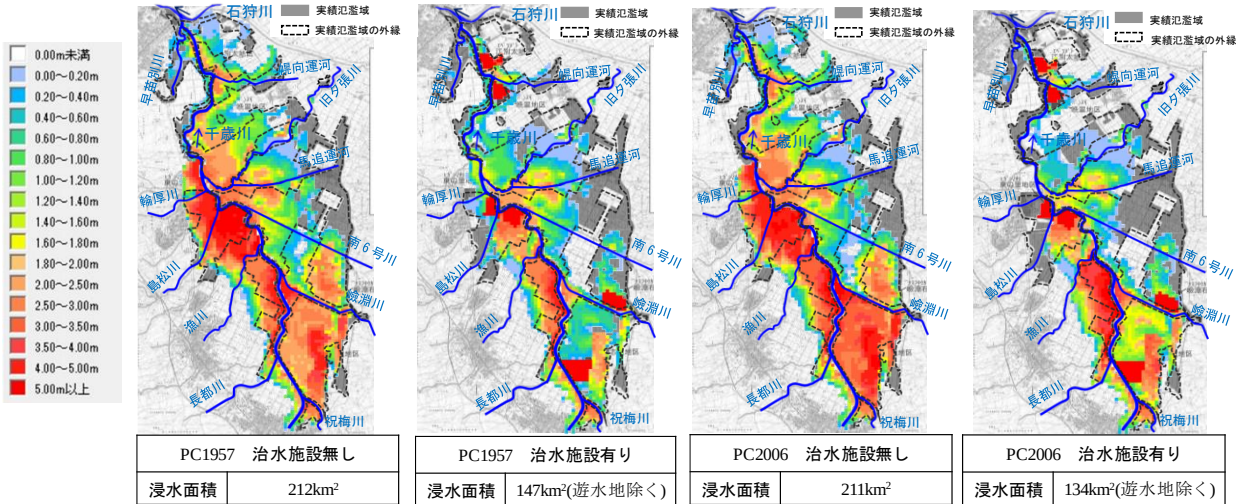


図-3 千歳川流域における氾濫計算結果