

加賀・能登地方の田園都市をモデルとする令和5年7月豪雨の氾濫解析技術の開発

国立高等専門学校機構 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 大橋 慶介

1. はじめに

近代河川改修以降、洪水被害の少なかった津幡町が梅雨前線の影響を受け、令和5年7月12日から13日にかけて豪雨災害に見舞われた。この豪雨では、かほく市、津幡町、内灘町付近で線状降水帯が発生し、令和3年6月から運用された、顕著な大雨に関する石川県気象情報（第1号）が初めて発表された。24時間降水量として、かほく市で206.5 mm、白山白峰で126.0 mm、加賀中津原で124.5 mm、宝達志水で116.5 mm、医王山で83.5 mm、金沢で73.0 mmを観測している。かほく市のアメダス降水量を図1に示す。

津幡町では、山間地から町の中心部にかかる広域で浸水被害が発生し、従来の対策では被害を防ぐことが難しいという現実が示された。町全体の被害概要を表1に示す。表2は地区別の被害概要であり、それぞれの地区の位置は図2に示す。英田（あがた）地区、津幡地区、中条地区は低平地の市街地に該当する。一方で、谷底平野での被害も顕著で、笠谷地区、倶利伽羅（くりから）地区でも多くの被害が発生している。津幡町は、中山間地から開けた低平地に町の中心部が存在し、そこを津幡川が河北潟に向けて流れており、低平地部分の河床勾配は小さく、排水能力の低さから水害リスクが潜在的に高い地域である。中山間地では河床勾配は比較的大きいものの、河川の狭窄部が多数存在し、部分的な流下能力の不足から溢水が発生しやすい。

これらの地形的特徴は、日本海側に河口を有する北陸の河川流域の典型である。本研究では、津幡川流域における令和5年7月豪雨の再現計算を北陸地方の田園都市におけるモデルケースと捉え、そこから見出される特徴について考察する。

2. 研究方法

再現計算の妥当性の検証には、津幡町による氾濫解析結果を参照する²⁾。その推定浸水

深の一例を図2に示す。この津幡町による再現計算では、行政界を計算境界としており、河川流域を境界とする本研究と比べて計算領

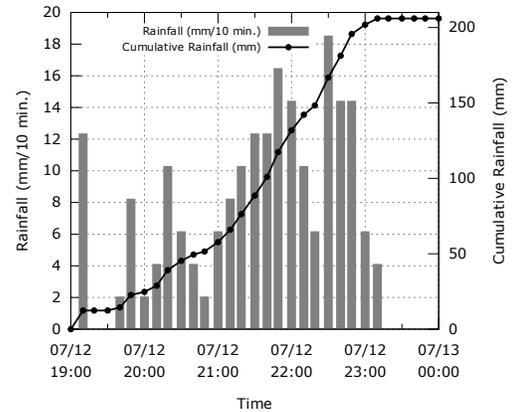


図1 豪雨時のアメダス観測降水量（かほく市）

表1 家屋被害の概要

| 被害の種類別 | 棟数 |
|------------|-----|
| 全壊 | 7 |
| 大規模半壊 | 1 |
| 中規模半壊 | 43 |
| 半壊 | 75 |
| 準半壊（床上浸水） | 41 |
| 準半壊（床下浸水） | 1 |
| 一部損壊（床上浸水） | 8 |
| 一部損壊（床下浸水） | 197 |
| 合計 | 373 |

表2 地区別の被害概要（床下浸水：50 cm未満の浸水、床上浸水：50 cm以上の浸水）

| 被害報告地区 | 浸水の種類 | |
|----------|-------|------|
| | 床下浸水 | 床上浸水 |
| A 英田地区 | 25 | 10 |
| B 津幡地区 | 82 | 75 |
| C 中条地区 | 2 | 0 |
| D 笠谷地区 | 16 | 10 |
| E 倶利伽羅地区 | 20 | 24 |
| 合計 | 145 | 119 |

域が小さい。特に境界付近での浸水深に相違がみられるものの、精緻な実績浸水深の調査がなされていないため、現時点で唯一の参照情報と言える。

本研究の再現計算には、二次元洪水追跡プログラムの FLO-2D を用いる³⁾。この計算モデルは、有限差分法により、降雨量から地下浸透量を差引いたものを表流水として扱い、二次元浅水方程式によって洪水追跡するものである。本モデルに与えるのは、標高分布、降水量、浸透能、主な河川および水路、雨水排水暗渠、および土地利用である。FLO-2D は GIS ソフトの QGIS と連携する形で動作し、計算条件の殆どはこの QGIS 経由で計算モデルに渡される。

入力データのうちの標高分布は、国土交通省の国土数値情報（5 m メッシュ）に基づいて空間解像度 10 m のグリッドとして再構成している。津幡川の流域面積は約 64 km²であるが、津幡町に位置する小河川等の残流域を加えて、計 1,002,315 グリッド、約 100 km²が計算領域である。計算領域の標高分布を図 3、その面積高度曲線を図 4 に示す。流域の最高標高は約 300 m、平均標高は約 67 m である。

降水量は簡単のため、図 1 のかほく市アメダスの観測値を流域全体に与え、浸透能は、Green-Ampt 法で算出している。河川および水路は、大きなものから順に 40 流路をモデル構築した。流路の概要を図 4 に示す。津幡川の本流として、八反田川、総門川、倉見川、材木川、吉倉川があり、津幡川左岸には河原市用水が合流している。また、低平地部分の多くは水田として利用され、無数の農業用排水路が下流端の河北潟方向に延びている。

土地利用として、山地、水田、および建物を区別し、それぞれの浸透能の評価に用いている。図 4 の茶色の地物が建物を表しており、流出率は 100% である。建物情報はオンライン・マップサービスである OpenStreetMap 上に津幡川流域に存在する建物をポリゴンとして配置し、ポリゴン情報を GIS でダウンロードすることで計算モデルに反映させている。

3. 結果と考察

被害が大きかった 5 つの地区（表 2）の、再現計算における浸水深の時間変化を図 6 に

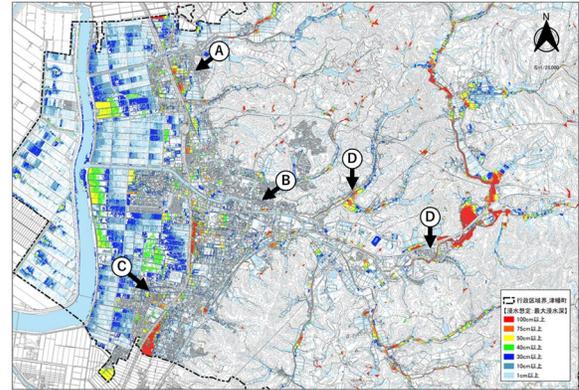


図 2 津幡町による再現計算における最大浸水深（被害報告地区の位置を加筆）²⁾

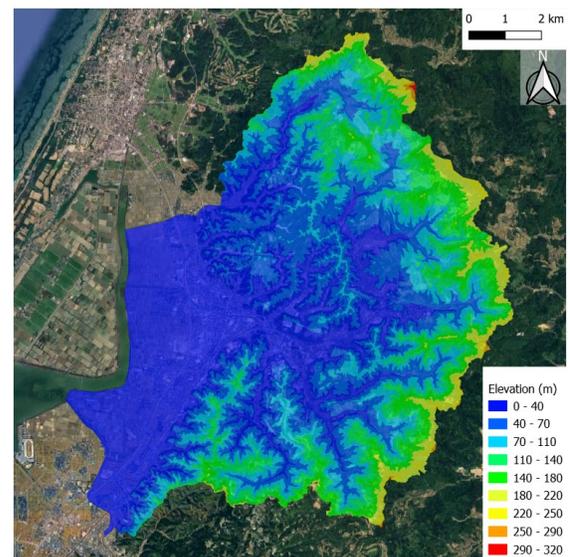


図 3 津幡川流域の標高分布

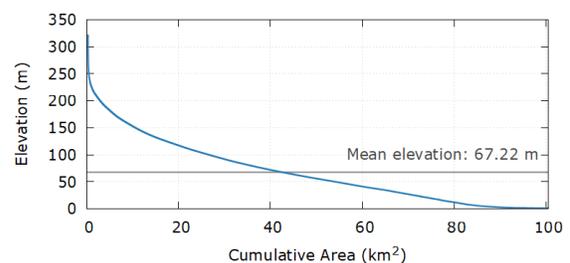


図 4 津幡川流域の面積高度曲線

示す。図 1 の観測降雨と比較すると、連続した降雨となる 7 月 12 日 20 時以降から、各地区における浸水深の増加が開始している。この図は浸水深を表しており、河川の洪水波の伝播ではないことに注意が必要である。この結果は、河川洪水による溢水・越水ではなく、むしろ、各地区の排水不足による内水氾濫の特徴を示している。すなわち、非常に強い降雨が開始されるとすぐに、地表では浸水深が生じていることが分かる。

ただし、倶利伽羅地区においては、20 時以降は浸水深の僅かな増加にとどまり、23 時前後から浸水深が急増している。この変化は明らかに溢水によるものであると考えられる。7 月 13 日午前に著者がこの地点を訪れた際、橋の欄干に捕捉された漂流物や、周辺建物の洪水痕跡を確認しており、この計算結果の状況と一致している。

英田地区の浸水深は非常に小さなものとなっているが、これについては、境界条件設定の課題を示している。英田地区は、北部計算境界近くに位置し、この境界条件を外部流出として設定しているため、実際の浸水深に対して過小評価されていると考えられる。英田地区では、本研究と比べて、津幡町による再現計算の方が優れた結果であると言える。中条地区、笠谷地区は流域面積が同程度であるため、浸水深やその時間応答も類似している。

一方で、津幡地区は津幡川下流の市街地に位置し、比較的良好な排水能を有しているため、浸水深の増加のタイミングは比較的遅い。しかし、22 時前後から急激な増加を示すのは、津幡川の水位上昇に伴い、八反田川、総門川の合流点付近で堰上背水（バックウォーター）が発生し、周辺の排水能が不足によるものであると想像できる。

図 7 に 7 月 12 日 23 時における浸水深分布を示す。津幡地区における、床上浸水（50cm 以上）と床下浸水（50cm 未満）の区別の結果は良好である。津幡町による再現計算では、津幡地区の浸水深は小さく見積もられているが、本研究結果では床上浸水規模になっており、浸水実績と一致する。

流域西部には南北に筋状の浸水深 75 cm の領域が存在している。これは、国道 8 号線の盛土部分で表面流が止められ、滞留していることを示している。この付近は津幡町に隣接

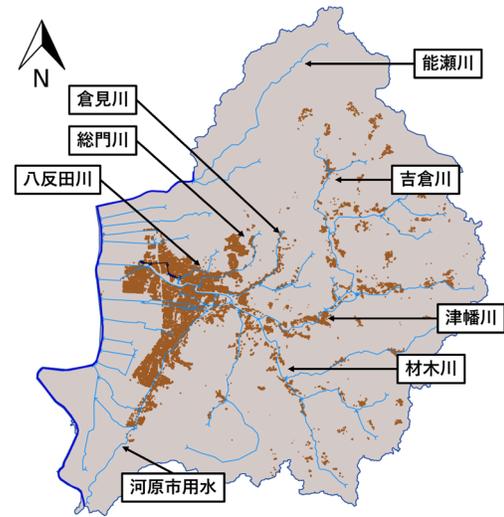


図 5 河川・水路および建物分布

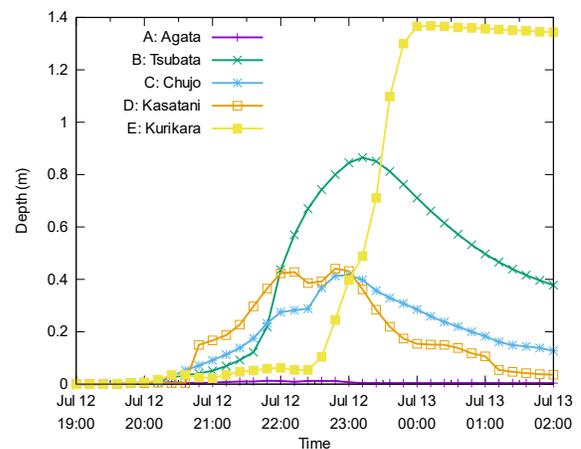


図 6 被害の大きい 5 地区における浸水深変化

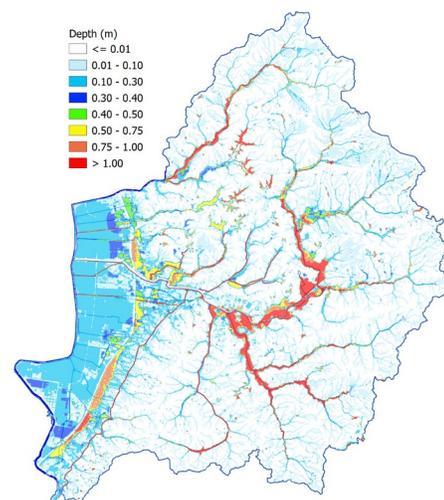


図 7 7 月 12 日 23 時における浸水深分布

する金沢市になるため、津幡町による再現計算では評価されていない。しかし、津幡町住民によると、頻繁に道路冠水する地点とよく一致しているとの情報も得られている。

次いで、図 8 に 30cm 浸水深、図 9 に 60cm 浸水深に至るまでの経過時間を示す。

それぞれの浸水深までの到達時間が、寒色系であるほど早く、暖色系であるほど遅いことを示している。流域の上流部の僅かな領域を除いて、今回の豪雨ではほぼ同じタイミング、すなわち、時刻 22～23 時頃にそれぞれの浸水深に到達していることを示している。これは、図 10 の最大浸水深までの経過時間も同様で、山地では全域で 3～4 時間（時刻 22～23 時）である。ただし、谷底平野や市街地部分は、5～6 時間であり、避難が不可能なほどリードタイムが短い訳ではないことが分かる。

4. 終わりに

津幡町による再現計算に比べて、広範囲を計算対象としたため、市街地や国道 8 号線付近の浸水深において良く一致する結果を得ることができた。一方で、北部の境界条件の設定は不適切で浸水深は過小評価であった。

特定の浸水深までの経過時間の結果から、避難までのリードタイムは確実に存在し、事前の避難準備が重要であることがあらためて確認できた。

課題としては、被災地区の正確な浸水実績データが存在しないことが判明し、より精緻なコンピューター・シミュレーションの構築と並行して、現地踏査を伴う浸水実績の整理が不可欠であることが分かった。

参考文献

- 1) 津幡町ホームページ，被災状況について（令和 5 年梅雨前線による大雨災害），<https://www.town.tsubata.lg.jp/page/1191.html>（2025.9.19 閲覧）
- 2) 津幡町総務課危機管理対策室，令和 5 年 7 月豪雨災害の原因及び対策に関する説明会，2024 年 12 月 22 日，<https://www.town.tsubata.lg.jp/uploaded/attachment/4145.pdf>（2025.9.19 閲覧）。
- 3) FLO-2D ホームページ，<https://flo-2d.com/>（2025.9.19 閲覧）

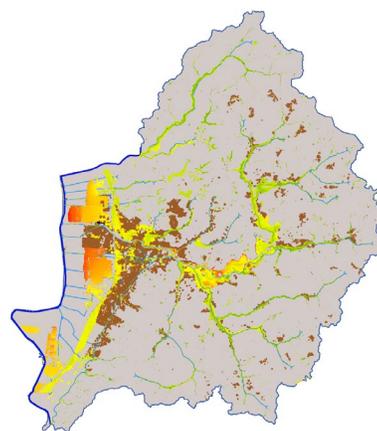


図 8 30cm 浸水深までの経過時間

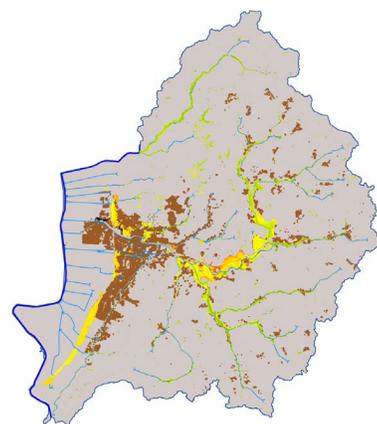


図 9 60cm 浸水深までの経過時間

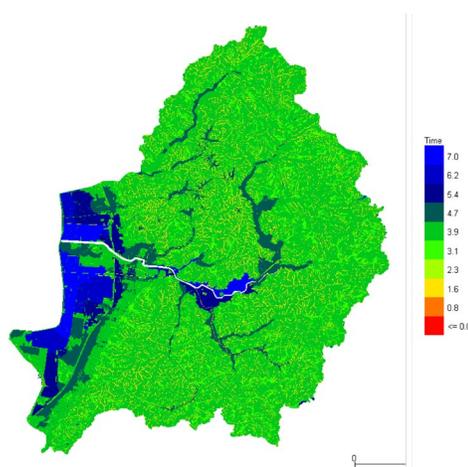


図 10 最大浸水深までの経過時間