

内水・外水の複合水害による高松市街地への可能浸水深の推定

香川大学大学院工学研究科
香川大学創造工学部
香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構

学生会員 ○北村友叡
正 会 員 石塚正秀
正 会 員 藤澤一仁

1. はじめに

これまでに、外水、高潮、内水について個別のハザードマップが整備されてきた¹⁾。しかし、近年の激甚化する災害に対しては、複数の災害が同時に発生する「複合災害」について検討することが重要である。そこで本研究では、内水と外水による複合水害に着目し、内水氾濫モデルと外水氾濫モデルを用いて、それらを統合することで複合水害モデルを構築し、複合水害による浸水深に変化や避難に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の手法

河川流量の推定と内水氾濫解析の二つのステップでシミュレーションを行った。対象河川は香川県高松市の市街地東部を流れる 2 級河川の御坊川とした。また、高松市街地において内水被害を引き起こした 2004 年 10 月 20 日の台風 23 号 (210.5 mm/24hr, 高松アメダス) について、モデルの検証を行った。

本研究では、アメダス降雨データから 1 時間降水量を取得し、確率降雨を算出する。つぎに、対象降雨と想定最大規模降雨である生起確率 1000 年の降雨を用い、流出解析のために RRI (Rainfall-Runoff-Inundation)²⁾ モデルを用い、対象降雨と各確率降雨における流出量を算出する。最後に、算出した流量と降雨を InfoWorks ICM (https://www.iemori.co.jp/hw/software/infoworks_icm.html) に与えて、内水氾濫、外水氾濫、複合水害の解析を行い、可能浸水深を求めた。なお、本研究では下水道を考慮していない。

3. 研究の結果

想定最大規模降雨である生起確率 1000 年の降雨とこの降雨における御坊川の流量を用いた各シミュレーション結果を図-1 に示す。内水氾濫シミュレーション (図-1a) では広い範囲で浸水がみられ、浸水面積は 11.09 ha であった。最大浸水深は 84.7 cm であり、最大流速は 45.5 cm/s であった。外水氾濫時の

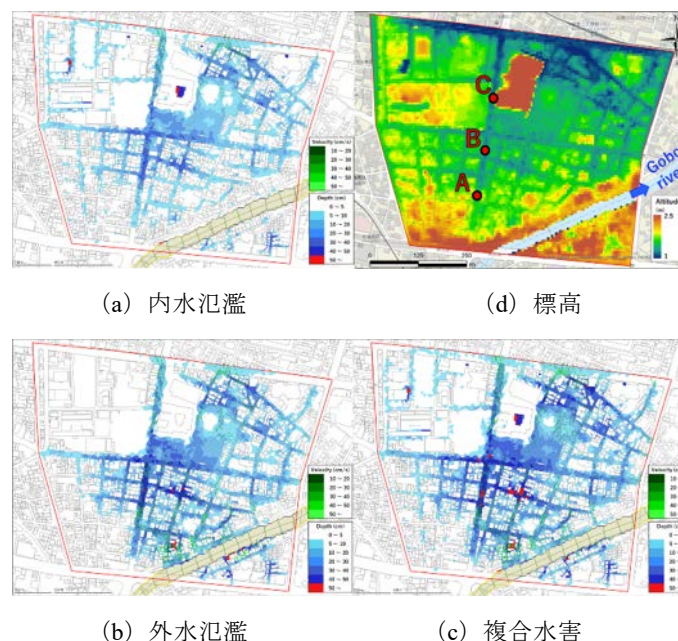


図-1 内水氾濫、外水氾濫、複合水害の各シミュレーションにおける最大浸水深と最大流速の分布の比較 (右上は標高 (T.P.) (基盤地図情報 5 m) と A, B, C 地点の位置を示す。計算範囲の面積は 39.7 ha である。)

83.3 cm/s や複合水害時の 83.1 cm/s に比べて約半分の流速に留まった。外水氾濫シミュレーション (図-1b) では、河川からの氾濫が河道から北部に広く流れ、氾濫域が広がっている。氾濫範囲は 12.17 ha であり、内水氾濫時の浸水面積よりも 1.1 倍広がった。複合水害シミュレーション (図-1c) では、氾濫面積が 14.85 ha と最大となり、床下浸水戸数が 927 戸、床上浸水戸数が 16 戸と最も建物の浸水被害が大きくなった。水深 50 cm 以上の浸水域は内水氾濫時では 266 m²、外水氾濫時では 415 m²であったのに対し、複合水害時では 1343 m²と内水氾濫時の 5 倍、外水氾濫時の 3 倍の値となった。

4. 考察

(1) 水位と流速への影響

内水氾濫、外水氾濫、複合水害の各シミュレーションにおける浸水深や流速の違いを検証するために、

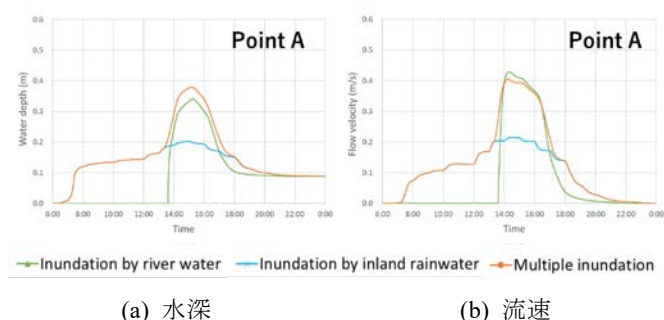


図-2 A点における内水氾濫、外水氾濫、複合水害の水深と流速の時間変化（2004年10月20日6時～24時）

図-1に示すA点における水深、流速を出力した（図-2）。その結果、外水氾濫時に比べて複合水害時では、河川の溢水地点からの氾濫流（外水）の到達時刻に差がみられた。その差は、A点では26分、図には示していないがB点では27分、C点では62分であった。また、最も速い流速が算出されたシミュレーションは、A、B点では外水氾濫時であったのに対し、C点では複合水害時であった。

図-3より、氾濫流の流速は溢水地点から一定距離までは外水氾濫時の方が複合水害時よりも速くなるが（赤色）、溢水地点から離れるほど複合水害時の方が速くなる傾向（青色）に変化する結果が示された。

(2) 避難行動への影響

本研究では、内水氾濫、外水氾濫、複合水害において避難行動に与える浸水の影響について検討した。検討には、以下に示す単位幅比力 $M (= h^2/2 + u^2h/g)$ を用いる。ここで、 h は水深（m）、 u は流速（m/s）である。浅野ら³⁾はこの値が 0.125 m^2 を上回ると非難が困難になるとした。 $M > 0.125$ となる地点はA、B、C点のうちB点のみであった。図-4より、複合水害の場合、14時14分からの2時間7分間、 M が 0.125 を上回っていた。外水氾濫の場合、 $M > 0.125$ となる時間は、15時8分の24分間であり、複合水害と比べて5分の1未満の時間であった。また、歩行困難になるまでの時間も外水氾濫時と比べて、複合水害シミュレーションでは54分速かった。このことから、外水氾濫時よりも、複合水害時の方が避難行動をより早める必要があるといえる。

5. まとめ

本研究では、複合水害モデルを構築し、内水氾濫と外水氾濫を個別に考慮する場合と比べて、複合水

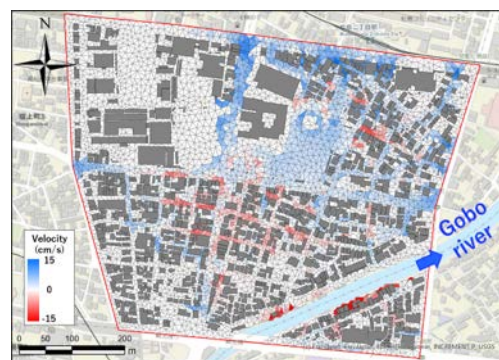


図-3 複合水害シミュレーションと外水氾濫シミュレーションの最大流速の差の分布

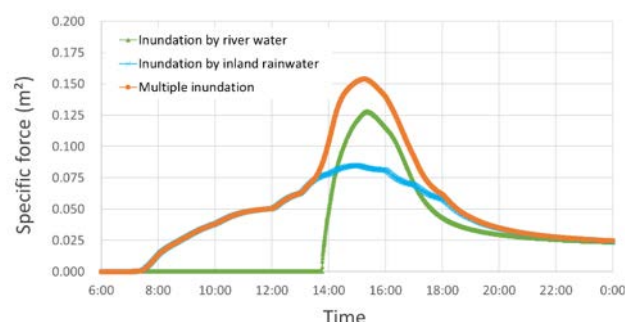


図-4 B点における内水氾濫、外水氾濫、複合水害の単位幅比力の時間変化（2004年10月20日6時～24時）

害では、解析範囲全域において浸水深が高くなり、流速も部分的に速くなることが分かった。また、避難行動への影響は複合水害時が最も大きくなり、影響時間も長くなった。以上より、水害による被害を考慮する場合、複合水害について想定することが今後必要である。

謝辞

高松市下水道整備課においては内水氾濫の状況、香川県河川砂防課には河川整備の状況について、ご説明いただきました。

参考文献

- 1) 国土交通省：洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版），43p，2017。
- 2) 佐山ら：2011年タイ洪水を対象にした緊急対応の降雨流出氾濫予測，土木学会論文集 B1（水工学），69，No.1，14-29，2013。
- 3) 浅野ら：密集市街地における内水氾濫時の歩行避難および車両移動の危険度評価，土木学会論文集 B1（水工学），69，No.4，I_1561-I_1566，2013。