

避難者間の経路障害情報の共有が水害避難行動に及ぼす影響  
Effect of obstacle information sharing among evacuees on flood evacuation

○西川 詞雲・堀 智晴・野原 大督

○Shiun NISHIKAWA, Tomoharu HORI, Daisuke NOHARA

It is necessary to take safeness of the street into consideration during evacuation of flood disaster. Actually some accidents are reported where evacuees were washed away on their way to the shelter. Therefore route selection plays a crucial role in flood evacuation activity. In order for safe evacuation, evacuees are required to know inundated street segments in advance and to avoid them. It is not easy for each evacuees to identify such dangerous parts of the streets today. However, the development of the Internet and SNS may enable evacuees to share inundated street segments they know with other evacuees and to move to the shelter avoiding inundated areas as much as possible. As a result they can get there more safely. In this study using a flood evacuation micro model developed by the authors, the efficiency will be analyzed when information on street conditions is provided to evacuees.

### 1. 序論

洪水防御施設の規模を上回る洪水が発生する際、被害の拡大を防ぐためには有効な避難システムが必要である。近年ではインターネットや SNS などの普及によって、情報収集の手段や住民の情報入手ルートも多様化し、利用者が認知した浸水状況などを自ら発信したり、あるいは自治体や他の住民が提供する浸水情報をリアルタイムで入手することができるようになってきた。そこで、本研究のテーマは、このような SNS やインターネットを通じた情報共有や情報提供が避難行動にどのような影響を与えるかを検討することである。この検討を行うために T.Hori (2008) が開発した水害避難マイクロモデルを改良し、避難者間の経路上の障害情報の共有や避難者へのリアルタイムでの情報提供をコンピュータ上で再現する機能を新たに付加した。

### 2. 水害避難マイクロモデルの概要

本研究で開発している水害避難マイクロモデルは、これまで高棹ら（土木学会論文集 No.509, II-30, pp.15-25, 1995）による水害避難行動のマイクロモデルシミュレーションにはじまり、大都市大規模水害を対象とした避難対策に関するシミュレーション（桑沢ら, 2013）、花島ら（2014）が開発した自動車行動特性を考慮した水害避難モデルなど、シ

ミュレーションシステムを構成する各要素についてより詳細にモデル化し、避難者の行動を個別に再現する研究で用いられたモデルをベースにして、改良を行ったものである。具体的には、次節にて詳しく説明する佐山ら（2013, 土木技術資料, 56-6）が開発した RRI モデルと水害避難マイクロモデルを統合し、RRI で解析した氾濫結果を基に水害避難シミュレーションを行うことを可能にした。また、本論文において焦点を当てている避難者間の経路上の障害情報の共有や避難者へのリアルタイムでの情報提供をコンピュータ上で再現するだけでなく、各モデル避難者が認知した浸水や移動してきた経路を記憶し、情報が無い状況においてもその記憶を頼りに可能な限り浸水を避けながら行動するような行動アルゴリズムを新しく加えた。

### 3. RRI モデルの概要

RRI モデルは降雨を入力して河川流出から洪水氾濫までを一体的に解析するモデルである。ここでは、数値アルゴリズムや式について省略する。本研究では、滋賀県彦根市の芹川を対象流域とし、滋賀県が公開する 10 年・30 年・50 年・100 年・200 年の確率降雨データを RRI モデルに適用した。そして、その解析結果を水害避難マイクロモデルに適用する。

## 4. 適用

### 4.1 適用地域の概要と避難者の設定

本研究では、滋賀県彦根市の一部を分析対象地域とした。Figure1 は、国土地理院 数値地図 2500 を用いて作成した対象地域のデジタル街路網を示しており、モデル避難者はこの街路網上を移動しながら避難所を目指す。分析対象地域は、その中心部を南東から北西に芹川が流れ、南北方向に 3,000m、東西方向に 4,000m の領域とした。そして、実際に対象地域内で指定されている 11 箇所を避難所 (Figure1 の黄色の点) として設定し、モデル避難者の総数は分析対象地域の人口を考慮して 5962 人とした。全ステップ 15000 ステップ (1 ステップは 1 秒) で、避難者は初期速度 1.1m/s で一斉に避難を開始し、最短経路をとりながら目的地に向かって移動する。目的地にたどり着いた避難者は”避難成功”とし、移動中に 0.7m 以上の浸水に巻き込まれた避難者を”避難失敗”として判定する。

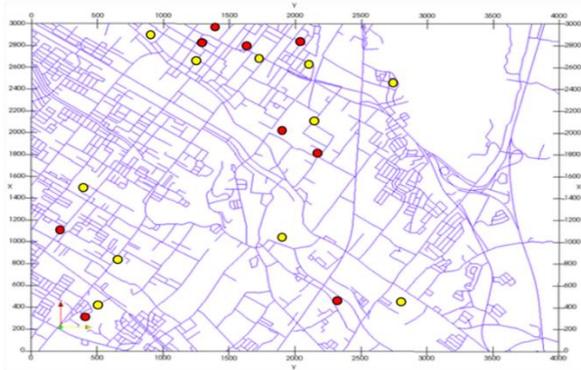


Figure1 対象地域の街路網と避難所

### 4.2 モデル避難者への情報提供手法

本研究では、モデル避難者への情報提供手法として 2 種類のケースを想定している。

(1) 情報共有型ケース：各モデル避難者は 1 分ごとに自身が認知した浸水箇所 (0.1m 以上) の情報を他のモデル避難者と共有し合い、その共有した情報を加味した上で避難を行うケース

(2) 情報提供型ケース：1 分ごとに対象エリア内のすべての浸水箇所 (0.1m 以上) をモデル避難者に提供し、モデル避難者はそれを加味した上で避難を行うケース

前者の情報共有型ケースは、インターネットや SNS 等の著しい普及に伴い、氾濫時に各住民が持つ浸水情報をリアルタイムで収集し、その情報を共有しながら避難を行うケースを想定している。一方、後者の情報提供型ケースは、ある時刻の完璧な浸水状況を住民にリアルタイムで提供するケ

ースを想定している。つまり、情報提供型ケースは、現実では起こりえない理想的なケースである。また、本論文では上述した情報共有型と情報提供型の 2 ケースに加えて、「避難者に情報提供をしないケース」の水害避難シミュレーションも行った。

## 5. 結果

表 1 は 0.1m 以上の浸水が急激に拡大する時に避難を開始したケースにおける避難者成功者数 (最終ステップ時)、表 2 は同ケースの避難失敗者数 (最終ステップ時) をまとめたものである。

表 1 が示すように洪水の規模に関わらず、情報なし型の避難成功者数が最も多いという結果となった。これは、情報提供型及び情報共有型のモデル避難者は情報から早期に浸水エリアを認知し、可能な限り浸水に巻き込まれない避難を行うため、情報なし型よりも早い段階で避難所に到達できないと判断し引き返す。それゆえ、避難成功者数が少ないという結果となったと考えられる。一方で、情報なし型のモデル避難者は情報提供型及び情報共有型のモデル避難者が早期に浸水していると判断した箇所をいずれ通るが、情報なし型の避難成功者数がその箇所を通過するときに浸水が違う場所に流れ、偶然通過できたという現象が起きたと考えられる。しかし、このような避難を行うと、表 2 が示すように大規模な氾濫のケースでは、情報なし型の避難失敗者数が他の 2 ケースに比べて多いという結果となる。つまり、これから浸水が急激に拡大していく段階での避難において、情報提供や情報共有は避難成功者の人数を増やすことはできないが、避難失敗者の人を減らすことができるという結果が得られた。

表 1 避難成功者数 (降雨開始 540 分後) [人]

	情報提供型	情報共有型	情報なし型
10年確率降雨	5619	5614	5623
30年確率降雨	4631	4617	4757
50年確率降雨	4258	4183	4413
100年確率降雨	1724	1709	1852
200年確率降雨	900	873	960

表 2 避難失敗者数 (降雨開始 540 分後) [人]

	情報提供型	情報共有型	情報なし型
10年確率降雨	0	0	0
30年確率降雨	0	0	0
50年確率降雨	0	0	0
100年確率降雨	3	13	60
200年確率降雨	1	1	26