

河川氾濫時における移動手段を考慮した避難シミュレーション

大分工業高等専門学校 学生会員 ○上田 恭平
大分工業高等専門学校 正会員 永家 忠司

1. はじめに

近年我が国では梅雨時期になると、台風の発生や前線の発達により、集中的な豪雨を影響とした洪水や土砂災害が毎年のように発生している。大分県でも、九州北部豪雨や令和2年7月豪雨など、我々の生活に多大な影響を及ぼす水害が発生している。そこで、我々に求められることは生命を守るための避難行動である。消防庁が発表する防災マニュアルには、避難方法は原則徒歩で行うようにと記されている。しかし、高齢者や身体障害者など徒歩で避難を行うことが困難な人も一定数存在する。そのため、自動車による避難もやむを得ない場合がある。実際に東日本大震災では、避難に成功した人の約57%が自動車で避難をしており、避難行動の選択肢として効用は高いと思われる。ただ、自動車避難の問題点は多く、緊急車両の交通の妨げや、渋滞の発生、水没などの恐れがある。また、東日本大震災において自動車避難を行なった内の、約1/3が渋滞に巻き込まれている¹⁾。

そこで本研究では、交通シミュレータを用いた避難シミュレーションを行うことで、自動車避難の課題を明確化していく。

2. 研究方法

避難シミュレーションを実施するにあたり、交通流シミュレータであるSUMOを利用した。SUMOはオープンソースの交通シミュレーションソフトウェア群であり、道路交通車両、公共交通機関、歩行者を含むインターモーダルな交通システムのモデリングが可能である²⁾。道路ネットワークはSUMOパッケージの一つであるosmWebWizard.pyを用いてOpenStreetMapのデータを対象地域から抽出した。その後、現地調査や、Google Mapで確認した詳細部分の道路情報を参考に、図-1に示す道路ネットワーク構造の細部を構築した。構築した道路ネットワークについて設定した避難シナリオに基づくシミュレーションを実施した。なお、各避難シナリオの評価

において、シミュレーション実行のたびに乱数により避難エージェントの挙動が変化するため、各シナリオにつき100回のシミュレーションを実施し、比較、検討を行った。



図-1 研究対象地域の道路ネットワーク

3. 対象地域の現状

大分県大分市森岡地区、滝尾地区は国道210号沿いに面した地域で、一級河川である大分川に隣接する。対象地域の地域特性として世代別の人口割合は、2022年11月のデータによると65歳以上の高齢者割合はおよそ25%であり、4人に1人が高齢者の居住する地域である。また、老人介護施設や病院もあり、洪水時の避難行動要支援者は一定数存在する。

4つの地区が大分川氾濫時に浸水が想定される範囲を図-2に示した。場所により最大でおよそ10mの浸水が想定されており、洪水時は避難を余儀なくされ、建物種別によっては垂直避難ではなく、近隣の指定避難場所に水平避難を要する。そのため、大雨や台風の際は状況により迅速な避難が求められる。対象地域の指定避難場所は森岡小学校と滝尾小学校の2か所であり、その他にも避難場所はあるが、浸水想定区域に入っているため本研究では除外した。2つの避難場所の地域特性として、滝尾小学校は大分川から離れており浸水想定区域外である。また、起伏が少なく徒歩での避難もしやすい場所であ

るが、大分川に近い地域から避難するには地域内でも比較的距離が遠い場所に立地するため自動車避難を考慮する必要がある。森岡小学校は周辺地域と比較すると、標高の高い場所に位置するため洪水による浸水の危険性は非常に低いものの、高齢者や身体障害者による徒歩避難は困難な状況が想定されるため自動車避難を考慮する必要がある。また、両避難場所とも周辺地域の道幅が狭く渋滞や交通事故の恐れがあり、周辺には病院や老人介護施設があり緊急車両が走行する可能性もあるため、シミュレーションによって自動車避難の効用を確かめ課題を明確にする必要がある。

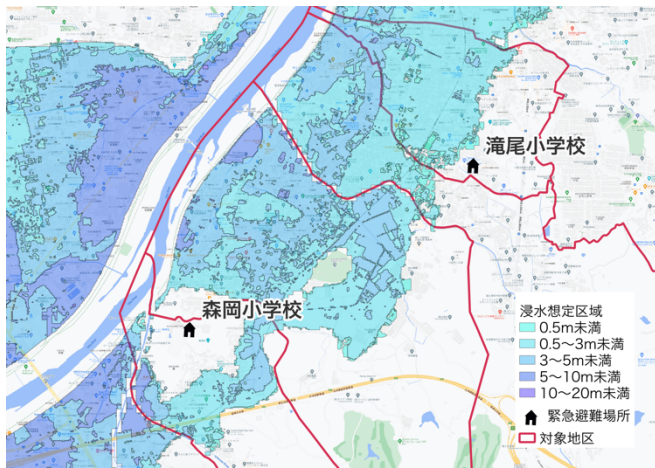


図-2 対象地域周辺の浸水想定区域と避難場所

4. 本研究で想定する避難シナリオ

一般的に豪雨時には、気象庁や市町村が避難指示を発令してから避難を行うことが多い。避難指示には避難指示レベルが存在し、5段階で表される。避難指示レベル3以上は市町村が発令するもので、避難指示レベル3は高齢者等避難、避難指示レベル4は全員避難、避難指示レベル5は直ちに安全確保であり、避難指示レベル5が発令された時には避難自体が困難な状況が想定される。よって避難指示レベル3が発令された際には高齢者から順に避難を開始しなければならない³⁾。本研究の避難シナリオは、対象地域の人口データをもとにおよそ25%を高齢者とし、残りの75%をその他の住民とする。よって、避難指示レベル3発令時に避難する割合を25%とし、避難指示レベル4発令時に避難する割合を75%で設定しシミュレーションを行う。自動車避難と徒歩避難の割

合については過去の災害の事例¹⁾をもとに、始めは自動車避難を60%、徒歩避難を40%とし、そこから自動車避難と徒歩避難の割合を変化させていく。

5. 避難シナリオに基づくシミュレーション結果

対象地域の住宅データをもとに浸水想定区域内にある各住宅を避難開始地点とし、自動車をランダムで発生させ、避難場所である森岡小学校と滝尾小学校までのルートを走らせた。当初の避難シナリオ通りにシミュレーションを行ない、表-1のような結果となった。しかし、駐車可能台数がおおよそ1,000台に対し約1,700台の自動車が避難を行うという結果になり、避難場所の駐車可能台数を大きく超過した。その後高齢者等避難、その他避難ともに自動車避難の割合を下げシミュレーションを行った結果、避難にかかる時間は大幅に短縮されたものの、避難場所付近で渋滞が発生する、駐車可能台数を超過するなど、自動車避難の課題がある程度明確化された。

表-1 シミュレーション結果
(避難完了時間と自動車避難台数)

自動車避難の割合	避難指示レベル3 発令時	避難指示レベル4 発令時
60%	14分30秒 (600台)	38分30秒 (1,700台)
50%	14分00秒 (450台)	33分45秒 (1,500台)
40%	10分45秒 (400台)	27分00秒 (1,100台)
30%	10分30秒 (300台)	21分30秒 (900台)

6. おわりに

本研究では洪水時の避難に自動車が移動手段としてどの程度活用できるか、どのような課題があるのかを避難シミュレーションを用いて明確にした。結果として、避難場所付近の駐車場の確保や道路の整備の必要性などが示唆された。

参考文献

- 1) 内閣府, 気象庁, 消防庁: 平成23年度東日本大震災における避難行動等に関する面接調査(住民), 2011
- 2) Behrisch, Michael and Laura Bieker, Jakob Erdmann, Daniel Krajzewicz, SUMO - Simulation of Urban Mobility: An Overview, SIMUL 2011, The Third International Conference on Advances in System Simulation, pp. 63-68, 2011
- 3) 内閣府: 避難情報に関するガイドライン, 2021