

自家用車の利用可能性と避難者の空間分布を考慮した津波避難シミュレーション

豊橋技術科学大学 学生会員 ○山本 若菜
豊橋技術科学大学大学院 学生会員 小林 頌平

豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直
豊橋技術科学大学 正会員 松尾 幸二郎

1. はじめに

日本は世界的に見ても非常に災害が多い国であり、2011年の東日本大震災においては津波による大きな被害が発生した。死者の9割以上が津波によるものであり60歳以上の死者割合が人口構成に占める割合の2割以上であった¹⁾。自動車運転が困難な高齢者が避難する場合、徒歩もしくは家族の運転する車へ同乗する必要があるといったように、避難手段や避難速度は年齢階層や所属する世帯によって異なるため、津波避難シミュレーションを行う際にはこれらの要素を考慮する必要がある。

そこで本研究では、南海トラフ地震等の際に津波による被害が発生することが予想されている愛知県豊橋市の浸水域²⁾を対象として、各世帯の世帯構成員推定に基づいて避難時の自家用車利用可能性を考慮するとともに、住宅分布に基づく避難者の空間分布を考慮した津波避難シミュレーションを行うことにより、津波避難に関する地域課題の把握を行う。

2. 避難シミュレーションの概要

本研究では、小林らの研究における津波避難シミュレーション³⁾をベースにする。小林らの研究では100mメッシュごとに世帯を配分し、メッシュの重心座標を出発点としており空間的な歪みが生じる可能性がある。また、年齢階層のみで避難手段を決定しており、自家用車による避難者数を過小評価している可能性がある。本研究では世帯を住宅に配置することで避難者の空間分布の歪みを改善し、再現性を向上させる。さらに年齢階層、世帯人数などをふまえた各世帯の免許・自動車保有推定を行い、避難における現実的な自家用車の利用可能性を考慮した津波避難シミュレーションを行う。

3. 避難者の空間分布と免許・自動車保有の推定

1) 避難者の空間分布の推定

世帯を配置した各住宅を出発点とした津波避難シミュレーションを行うために、世帯と住宅のマッ

チングを行う。世帯タイプと世帯主年齢より戸建て率を求め、戸建て住宅もしくは集合住宅に世帯を割り当て、ランダムに住戸番号を与える。また、各建物ポイントデータについても戸建て住宅・集合住宅に分けたのち住戸番号を与え、それらの番号の一致によりマッチングを行うものとする。各住戸に配置する世帯のデータには、平田らの既存研究⁴⁾によって推定された世帯マイクロデータを用いた。また、建物位置はZENRIN社2017版建物ポイントデータを用い、戸建て率は平成27年国勢調査等を用いた。浸水域におけるマッチング結果の内訳を表1に示す。

表1 マッチング結果内訳

住宅タイプ	世帯タイプ	世帯数 (世帯)	割合 (%)
戸建て住宅	高齢者のみの世帯	4163	12.72
	高齢者と非高齢者からなる世帯	4999	15.27
	非高齢者のみの世帯	10548	32.23
集合住宅	高齢者のみの世帯	1853	5.6
	高齢者と非高齢者からなる世帯	1286	3.93
	非高齢者のみの世帯	9896	30.24

2) 免許・自動車保有状況推定

性別・世帯人数・世帯構成員の年齢階層ごとの免許保有率に基づき、各世帯構成員の免許保有状況を推定する。免許を保有している世帯構成員の合計人数から各世帯内の免許を保有している人数を算出する。さらに世帯内の免許を保有している人数・世帯主年齢ごとの自動車保有率に基づき、各世帯の自動車の有無を推定する。免許保有率、自動車保有率の算出には、第5回中京圏パーソントリップ調査(平日基本)のうち豊橋市のデータを利用した。自動車保有世帯推定結果の内訳を表2に示す。

表2 自動車保有推定合計値

自動車保有	世帯タイプ	世帯数 (世帯)	割合 (%)
無	高齢者のみの世帯	2558	7.82
	高齢者と非高齢者からなる世帯	91	0.28
	非高齢者のみの世帯	1416	4.33
有	高齢者のみの世帯	3440	10.51
	高齢者と非高齢者からなる世帯	6194	18.93
	非高齢者のみの世帯	19028	58.14

4. 津波避難シミュレーション

1) 津波避難シミュレーション概要

世帯を配置した各出発点から避難所までの最短経路探索を行い、最寄りの避難所もしくは浸水域外への経路を取得する。取得された経路をたどり、避難所もしくは浸水域外まで到達すると避難完了となる。

避難手段としては徒歩と自動車を考慮する。徒歩による避難は取得した経路に基づいて行われ、自動車による避難は前方車の有無によって行動を変えるマルチエージェントシミュレーション⁴⁾となっている。

2) 利用データ

世帯をマッチングさせた住宅ポイントを出発点とし、到着点は豊橋市が定める津波発生時における一時避難ビルまたは浸水域外とした。出発点を図1に到着点を図2に示す。道路ネットワークデータにはZENRIN社のZmap-AREA IIを利用した。

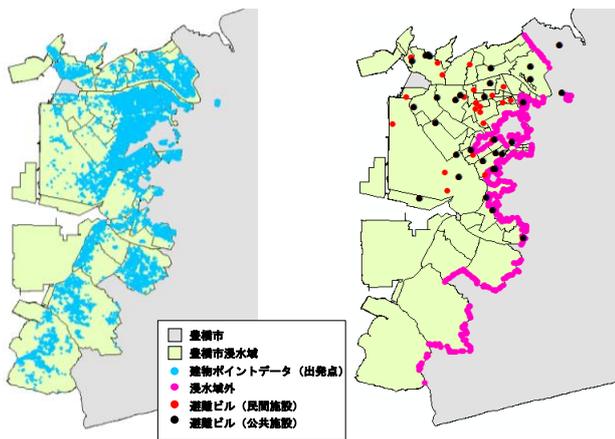


図1 出発点

図2 到着点

3) シミュレーション条件とケース

シミュレーション条件については先行研究である小林らの研究³⁾と同様とする。また、2種類のケースを想定し、ケース1.「自動車非保有世帯は徒歩避難、自動車保有世帯は自動車避難」、ケース2.「自動車非保有世帯は自動車保有世帯のうち高齢者がいない世帯を徒歩避難、自動車保有世帯のうち高齢者がいる世帯は自動車避難」とした。

4) シミュレーション結果

ケース1、ケース2における100mメッシュごとの避難完了率を図3、図4に示す。各ケースを比較すると、ケース1では北側の住宅密集地には避難完了率の低いメッシュがあるが、南側はほぼ避難完了率の高いメッシュであり、ケース2では、北側の避難完了率の低いメッシュは改善されたが、南側には避難

完了率が低いメッシュが増加した。このことから浸水域北側では住宅が多く、避難車両も多いことから渋滞が発生し避難完了率が低いが、南側では避難所が少なく到着地まで遠いため徒歩避難の場合に避難完了率が低くなると考えられる。よって、同じ浸水域内であっても避難できる人が増加するルールは異なるといえる。また、ケース1の避難完了率は全世帯についてみると96.0%、高齢者は95.1%であったのに対し、ケース2では全世帯が96.1%、高齢者が98.9%となった。高齢者の避難完了率はケース2の方が高くなったことから、歩行速度が遅く徒歩避難に時間を要する避難者に自動車避難を優先させるなどのルール作りが必要であると考えられる。

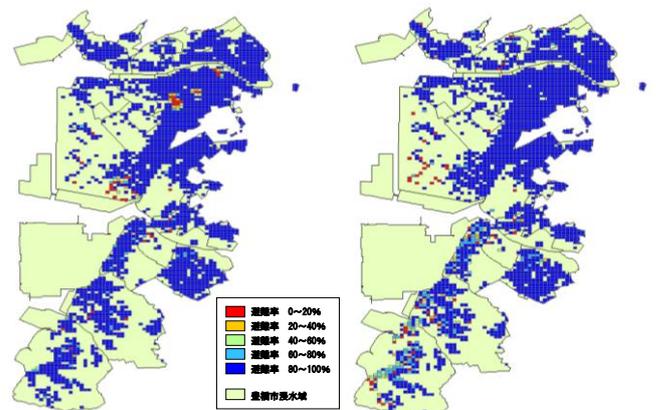


図3 ケース1結果

図4 ケース2結果

5. まとめ

本研究では自家用車の利用可能性と避難者の空間分布を考慮した津波避難シミュレーションを行った。シミュレーション結果から、住宅の数や避難所の位置などの地区特性に合わせたルール作りが必要であると考えられる。また、本研究では平常時の交通量は考慮していないが、現実の避難時にはより深刻な渋滞の発生が考えられる。今後は、平常時に避難経路を走行している自動車交通を考慮するなど、避難シミュレーションの改良を行ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 内閣府：平成23年防災白書，
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h23/index.htm>。
- 2) 豊橋市：南海トラフ地震被害予測調査，
<http://www.city.toyohashi.lg.jp/16584.htm>
- 3) 小林頌平，杉木直，松尾幸二郎：所属世帯による避難手段の相違と交通渋滞の発生を考慮した津波避難シミュレーションの検証と避難課題の検討，第58回土木計画学研究発表会・秋大会，2018
- 4) 平田芳樹，杉木直，松尾幸二郎：世帯マイクロデータを用いた津波災害時の避難シミュレーションに関する研究，平成29年度土木学会中部支部研究発表会，2017