

所属世帯による避難手段の相違を考慮した 津波避難シミュレーションの検証と豊橋市における適用

豊橋技術科学大学 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

東日本大震災においては、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倍以上を占めている¹⁾。従来は自動車による津波避難は推奨されていなかったが、東日本大震災以降は、やむを得ない場合の自動車を利用した避難が容認された²⁾。しかし、多くの人が自家用車で避難した場合には交通渋滞が生じ、円滑に避難できない可能性がある。また、自動車を運転できない高齢者等が避難する場合は、徒歩もしくは家族の運転する車へ同乗する必要がある、このような避難者の避難速度は所属する世帯の構成によって異なると考えられる。

そこで本研究では、所属世帯や避難交通手段による避難速度の相違を考慮した津波避難シミュレーションについて豊橋市を対象とした検証と適用を行う。

2. 世帯マイクロデータ

1) 概要

世帯の属性を考慮した津波避難シミュレーションを実施するためには、対象地域の世帯単位の詳細データが必要である。しかし、国勢調査などの集計データから全ての属性を有するデータを入手することは困難であり、入手可能な人口・世帯に関する集計データより世帯マイクロデータの推定を行う必要がある。

初期マイクロデータ推定システムを用いて、豊橋市の世帯マイクロデータを作成したものと平田らによる研究がある³⁾。本研究では、この既存研究において推定された世帯マイクロデータを、所属世帯を考慮した避難シミュレーションの基礎データとして用いる。

2) 対象地域

豊橋市南海トラフ地震被害予測調査⁴⁾、ちずみる豊橋⁵⁾を参考に国勢調査データから抽出した豊橋市の浸水域を分析対象地域とする。

3. 津波避難シミュレーション

1) 概要

各出発点から避難所までの最短経路探索を行い、最寄りの避難所までの経路を取得する。避難はその経路を通り、避難所まで到達すると避難完了となる。

避難手段として、徒歩と自動車を考慮する。徒歩による避難は一定の速度で避難する。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である。図1に示すように前方に自動車があればその場で待機し、無ければ前に進む。徒歩避難と同様、取得した経路に基づいて避難を行う。

2) 利用データ

出発点データとして上記の100mメッシュの重心座標を利用した。終点である避難所には豊橋市が定める津波発生時における一時避難施設⁶⁾を利用した。道路ネットワークデータにはZENRIN社のZmap-AREA IIを利用した。

3) シミュレーション条件

世帯タイプを(1)高齢者のみ世帯、(2)非高齢者のみ世帯、(3)高齢者と非高齢者からなる世帯の3つに分類し、以下の2つのケースでシミュレーションを行った。ケース1:(2)と(3)が自動車で避難し、(1)のみが徒歩で避難を行う。ケース2:(3)のみが自動車で避難し、(1)と(2)が徒歩で避難を行う。自動車による避難は1世帯1台で行うものとし、渋滞が生じていない場合の避難速度は30km/hとした。各車両の前方0.5m以内に車両があればその場で待機し、渋滞を表現した。徒歩による避難速度は東日本大震災の津波被災現況調査結果⁷⁾を参考に高齢者を15.6m/分、非高齢者を39.0m/分とした。また、地震が発生してから避難を開始するまでの時間も同調査に記載されている避難開始時間分布に従うものとした。

キーワード：津波避難シミュレーション、世帯マイクロデータ、交通渋滞、避難手段

連絡先：愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 都市・交通システム研究室(0532-81-5187)

4) 渋滞シミュレーションの検証

簡易的な避難シミュレーションを用いて渋滞の再現性に関する検証を行った。対象は図2に示す避難地域のうち、最寄りの避難所が磯辺小学校である青く塗られた139メッシュ1701世帯とした。

検証の結果を図3に示す。平均避難速度が5.0km/h以下である車両が全体の70%近くを占めている。東北大震災における車両平均避難速度が9.0km/hであったことからシミュレーション上で交通渋滞が再現出来ていると考えられる。

5) 避難完了割合に関する分析結果

図4にケース1、図5にケース2におけるメッシュ別避難完了割合を示す。北側に比べ、南側の地域では避難完了割合が著しく低い。これは、周辺に避難所が無く、交通渋滞により避難が完了する前に津波が到達してしまうためであり、新たな避難所を設置する必要があると考えられる。

図6に各ケースの高齢者、非高齢者の累計避難完了割合を示す。どちらのケースにおいても高齢者の避難完了割合が40%以下であることから、徒歩による避難は現実的ではないと考えられる。そのため、高齢者が自動車による避難を行えるように同乗が必要な高齢者がいる世帯のみが自動車で避難するような地域でのルールづくりが必要であると考えられる。

4. おわりに

本研究では、所属世帯による避難手段の相違を考慮した避難シミュレーションについて、渋滞発生状況の再現性に関する検証を行った。また、豊橋市における適用より、避難所の増設や地域でのルールづくりの必要性を把握できた。

今後は、避難所の設置位置や容量、地震発生時刻によって異なる人口分布推定などを考慮し、シミュレーション精度を向上させる予定である。

参考文献

1. 平成23年防災白書、内閣府、2017/12/4 最終閲覧。
2. 交通の方法に関する教訓、国家公安委員会、2017/12/4 最終閲覧。
3. 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津波避難シミュレーションに関する研究、2016
4. 豊橋市南海トラフ地震被害予測調査、2017/12/4 最終閲覧。
5. ちずみる豊橋、2017/12/4 最終閲覧。
6. 豊橋市防災・災害情報/避難施設一覧、2017/12/4 最終閲覧。
7. 国土交通省 東日本大震災の津波被災現況調査（第3次報告）、2017/12/4 最終閲覧。

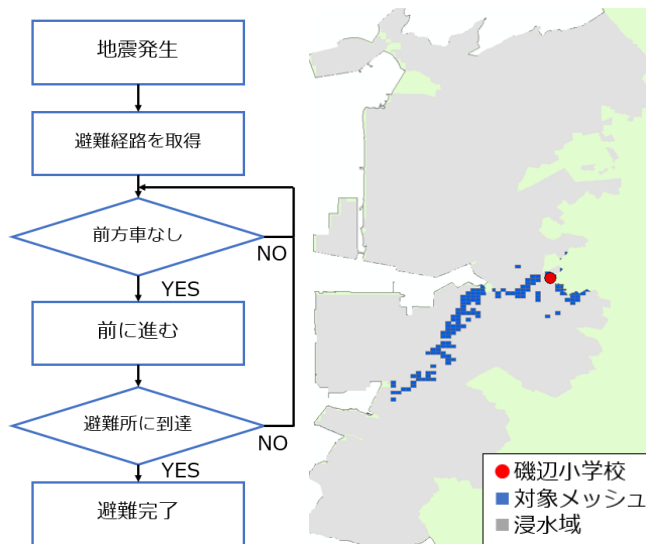


図-1 自動車の行動規則

図-2 検証対象地域

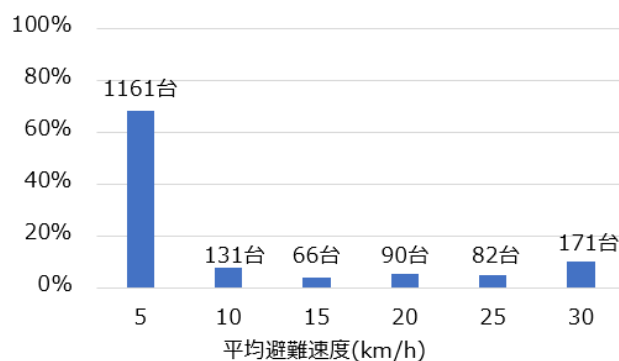


図-3 検証結果

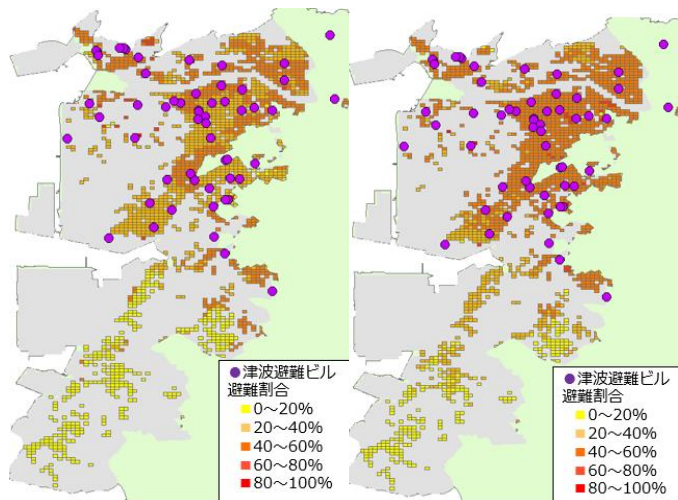


図-4 避難完了割合:ケース1

図-5 避難完了割合:ケース2

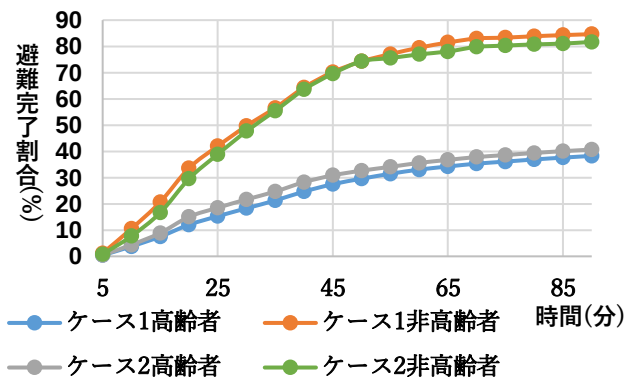


図-6 累計避難完了割合