

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

豊橋技術科学大学 学生会員 ○平田 芳樹

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

日本では近年において大規模地震が多発している。2011年には東日本大震災において大きな被害が発生しており、死者の9割以上が津波によるものであった¹⁾。さらに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⁾。近い将来、東海地方でも南海トラフ地震など大規模地震の発生やそれに伴う大津波による被害が想定されており、本研究の対象地域である豊橋市においても、津波の到達する可能性が高く大きな被害が出ることが予測されている。

既存の震災時における津波避難シミュレーション分析としては片田らによる一連の研究^{2), 3)}がある。災害時の避難を考える上で避難の速度は重要な要因の1つである。特に高齢者の避難は、車での避難が困難な場合は、徒歩で避難するか、家族の運転する車への同乗する必要がある。避難速度も非高齢者と比較すると低速であると想定される。よって、高齢者の避難は所属する世帯の構成によって異なる速度と考えられるが、世帯単位での避難速度を考慮したシミュレーションは行われていない。

そこで本研究では、個人属性、家族構成を世帯マイクロデータによって把握し、所属する世帯タイプや避難時の交通手段の避難速度を考慮して津波避難シミュレーションを行う。

2. 世帯タイプを考慮した避難シミュレーション

1) 概要と手順

世帯の属性を利用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データを入手する必要があるが、国勢調査などの集計データからすべての属性を有するデータを入手するのは困難である。従って、人口データ推定より世帯マイクロデータを推定することが必要である。総合的な属性からなる初期マイクロ推定システムの開発と実都市レベルにおける適応として杉木らによる研究がある⁴⁾。本研究では、この初期世帯マイク

ロデータ推定システムを用いて世帯マイクロデータを作成する。その上で年齢性別、世帯構成、避難手段を考慮した津波避難シミュレーションを行う。

2) 対象地域

対象地域は、国勢調査データの中から豊橋市南海トラフ地震被害予測調査⁵⁾、ちずみる豊橋⁶⁾を参考に抽出した豊橋市の浸水域の町丁目ゾーンである。

3. 世帯マイクロデータ推計

1) 推計手法の概要

総合的属性を対象として開発された初期世帯マイクロデータ推計システム⁴⁾のうち、世帯人数別世帯数および年齢階層別人口を周辺制約とし、世帯構成員の属性の推定を行う機能を抽出して利用する。

本推定手法の最も特徴的な点は、連続変数である属性間の相関性の処理方法である。これらの処理を対象地域内の全ての世帯人別世帯数に対して実行するが、この初期データセットは、周辺分布である性別5歳階級人口を満たさないため、周辺分布を満たすまでモンテカルロ法を用いて世帯をランダム抽出し、世帯構成員の年齢が更新された新たなデータによって置き換える作業を繰り返し実行する。

2) 利用データ

周辺分布データとしては、平成22年国勢調査データの性別年齢階層別人口、人員別世帯数のデータを利用した。また、マイクロ世帯データ推定を行うためのサンプルデータは、平成23年の第5回中京都市圏パーソントリップ調査の世帯票データより世帯属性、個人属性のデータを使用した。

3) 推定結果

表-1に世帯タイプ別世帯数を推定した結果の一例を示す。高齢者を65歳以上と定義して高齢者比率を算出すると全体平均は14.6%である。高齢者比率が40%を超えるゾーンは青竹町と城山町の2つであった。高齢者比率が10%以下のゾーンは潮崎町と堂坂町の2つであった。高齢者比率は、津波避難時に影響が大きい要因であるが、ゾーンによってばら

つきがあることを確認できた。

世帯マイクロ推定結果を集計したゾーンごとの高齢者数と非高齢者数を各ゾーンに含まれる居住区の100mメッシュの数で分配し、メッシュごとに高齢者数と非高齢者数を割り振った。その際、国土数値情報の平成26年度都市地域土地利用細分メッシュデータを用いた。図-1に各100mメッシュの高齢者数の分布を示す。

4. 津波避難シミュレーション

1) 概要

世帯マイクロデータ推計結果を用いて世帯属性を考慮した避難シミュレーションを行う。避難シミュレーションは、Esri社のArcGIS Network AnalystのODコストマトリックス解析を用いた最短経路検索により実施した。避難速度は、豊橋市南海トラフ地震被害予測調査⁵⁾、国土交通省の東日本大震災の津波被災現況調査結果⁷⁾を参考に非高齢者が徒歩39.0m/s、高齢者が徒歩15.6m/s、車の場合150m/sと設定した。

2) データ

道路ネットワークはEsri社製「ArcGIS データコレクションー道路網ー2012」の道路ネットワークデータ(ADF2012.gdf)を使用した。起点データとして上記の各ゾーンの100mメッシュを利用し、終点データとして豊橋市の定める津波発生時における一時避難施設⁸⁾を用いた。

3) 結果

図-2にシミュレーション結果の一例として磯辺下地町を示す。四角形が設定された避難所であり、各メッシュから避難所までの経路を示している。赤色で示した経路は高齢者が徒歩で避難すると津波到達想定時間までに避難が完了しないメッシュの最短経路である。図-3に避難者の属性別の時間分布を示す。豊橋市の公開した津波到達想定時間⁵⁾と避難完了までにかかる時間を比較すると、徒歩で避難する高齢者は津波到達までに避難しきれない人が存在することが分かった。車を用いて避難する場合には、一定の時間帯に多くの人々が集中して避難する結果となり、大規模な渋滞や事故が発生する可能性が示唆される。よって、新たな避難所の設定等の対策が必要な地域があると考えられる。

表1 世帯タイプ別世帯数の推定結果の一例

		推定結果		
		ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3
単身世帯	11 単身男	52	40	
	12 単身女	8	32	
	20 その他2人世帯	3	2	
2人世帯	21 夫婦	13	35	
	22 世帯主+子供男	1	7	
	23 世帯主+子供女	1	7	
	24 世帯主男+母親	3	8	
	25 世帯主女+父親	3	8	
3人世帯	30 その他3人世帯	4	3	
	31 夫婦+子供男	4	16	
	32 夫婦+子供女	1	10	
	33 夫婦+子供男+母親	3	3	
	34 夫婦+子供女+父親	3	3	
4人世帯	40 その他4人世帯	2	2	
	41 夫婦+子供男2人	1	1	
	42 夫婦+子供女2人	4	10	
	43 夫婦+子供男+子供女	1	1	
	44 夫婦+子供男+母親	1	1	
5人世帯	50 その他5人世帯	2	4	
	51 夫婦+子供男2人+子供女	1	1	
	52 夫婦+子供男+子供女2人	1	3	
	53 夫婦+子供男+母親+子供女	2	1	
	54 夫婦+子供女+父親+子供男	1	4	
6人世帯	60 6人世帯	1	4	
	61 夫婦+子供男+子供女+子供男+子供女	1	2	
7人世帯		1	2	
合計		46	250	214

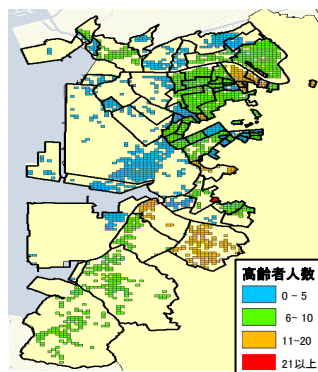


図-1 各100mメッシュの高齢者数の分布



図-2 磯辺下地町の詳細ルート

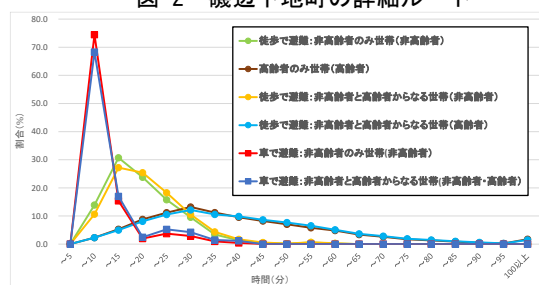


図-3 避難者の属性別の時間分布

5. おわりに

本研究では、世帯マイクロデータを用いて所属する世帯タイプや避難時の交通手段の避難速度を把握した。シミュレーションをさらに精度の高いものにしていくために渋滞や道路閉塞などの考慮や詳細な浸水設定、発生時刻によって異なる人口推定などを行う必要性があると考えられる。

参考文献

- 平成23年防災白書, 内閣府, 2016/12/5 最終閲覧。
- 片田敏孝, 桑沢敬行: 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発, 土木学会論文集, 62(3), 2006。
- 桑沢敬行, 片田敏孝: 震災状況下における津波被害の発生構造に関するシミュレーション分析, 土木学会論文集, 64(3), 2008。
- 杉木直, 村中智哉, 宮本和明: 実都市を対象とした初期マイクロデータの推定手法の適用と検証, 第45回土木計画学研究発表論文集, 2013。
- 豊橋市南海トラフ地震被害予測調査, 2016/12/5 最終閲覧。
- ちずみる豊橋, 2016/12/5 最終閲覧。
- 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), 2016/12/5 最終閲覧。
- 豊橋市防災・災害情報/避難施設一覧, 2016/12/5 最終閲覧。