

田原市を対象とした津波避難シミュレーションによる地域内共助の検討

豊橋技術科学大学 学生会員 ○田中 遥香

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

2011年に発生した東日本大震災では、死者の90%以上が溺死、犠牲者の65%以上が60歳以上であり、多くの高齢者が逃げ遅れたことが考えられる。このような被災状況から、東日本大震災以降はやむを得ない場合の自家用車を利用した避難が容認された。しかし、自身による自動車運転が困難な高齢者等、避難手段に制約がある場合、避難の完了が困難になる。このような状況において、地域内共助は有効であると考えられているが、共助がどの程度有効であるかは明らかにされていない。本研究では、襲来する津波がより深刻な田原市において、先行研究¹⁾において構築された属性によって異なる世帯内同乗、地域内共助を含めた避難手段の違いを表現可能な避難シミュレーションにより、地域内共助の有効性を検討する。選択可能避難手段やシミュレーション実行結果の比較を行い、地域課題の把握や共助による課題解決の可能性の検討を行う。

2. 同乗可能性を考慮した津波避難シミュレーション

2.1 概要

まず、長尾ら²⁾が構築した初期世帯マイクロデータの推定を行う。加えて、住宅タイプや住宅位置、自家用車保有状況等の推定を行い、世帯マイクロデータの推定を行う。これにより、世帯内同乗による自動車避難が可能か否か等の所属する世帯の構成によって異なる避難手段の考慮を可能とする。これらの推定結果を用いて山本ら³⁾の先行研究をベースとした避難シミュレーションを実行することにより、同乗可能性を考慮した津波避難シミュレーションとする。本研究では、各世帯はすべて各住宅に滞在しているとし、夜間人口を仮定した避難シミュレーションの実行を行う。

2.2 避難シミュレーション

本研究で避難シミュレーションは、交通渋滞、渋滞下での経路変更を考慮した津波避難シミュレーションをベースとする。徒歩による避難速度は、東日本大震災津波現況調査を参考に非高齢者速度を39.0m/分、高

齢者速度を15.6m/分とする、自家用車による避難は前方車両の有無や渋滞状況により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り、30km/hで前に進む。シミュレーション実行環境はUnityとする。

3. 田原市への適用

3.1 対象地域

本研究では、南海トラフ地震の際に津波による深刻な被害が発生すると予想されている愛知県田原市を対象として分析を実施する。避難シミュレーションの対象地域は、田原市津波浸水域により少しでも浸水のある地域と、津波避難対象地区に指定されている地域を4次メッシュ単位で抽出して作成したものとする。避難場所は田原市が定める津波避難場所とする。

3.2 使用データ

世帯マイクロデータ推定では、平成27年国勢調査における「4次メッシュ統計」、「人口等基本集計」、「世帯構造等基本集計」、および平成27年人口動態調査の入手可能な統計データを利用し、初期世帯マイクロデータを推計する。世帯と住宅のマッチングには、国土数値情報の「土地利用細分メッシュデータ」、道路ネットワークにはESRI社のデータを用いる。

3.3 世帯マイクロデータ推定

世帯属性、個人属性を含む世帯マイクロデータの推定を行った。このデータを用いて、詳細な世帯構成や付加された自家用車保有状況をもとに、津波避難シミュレーションを行う。各世帯の住宅位置は、世帯の存在する4次メッシュ内に含まれる、「建物用地」になっている細分メッシュ(100mメッシュ)の重心に世帯マイクロデータをランダムにマッピングすることにより、各世帯の住宅位置(緯度、経度)を決定した。

3.4 支援者と被支援者のマッピング

地域内共助発生の判定に用いる支援者と被支援者のマッピング方法を以下に示す。支援者は、(1)自力での自動車避難が可能である、(2)パートタイム職もしくは主婦・無職である、(3)世帯内乗車可能人数が世帯人数

を上回るという3つの条件を満たす世帯構成員とする。被支援者は(1)自力での自動車避難が不可能である、(2)65歳以上であるという2つの条件を満たす世帯構成員と設定する。その中で、自宅間距離が50m以内の支援者と被支援者に対し、重み付き二部マッチングを行う。支援者と被支援者の自宅間距離、被支援者の年齢を考慮し、地域住民間で自然発生的に共助が起きる状況を想定したものである。ペア数は2,927、マッチング率は95.7%となった。

3.5 ケース設定

避難シミュレーションの出発点は、各世帯の住宅位置とする。到着点は、田原市が定める津波避難場所とする。避難開始時間分布は、津波の襲来が深刻な地域として東日本大震災の避難開始時間分布を利用する。

3.6 避難手段に関する分析

世帯内同乗のみを考慮した場合と地域内共助ありの場合の避難手段の変化と、地域内共助による高齢者の徒歩避難から自動車避難への改善率を図-1に示す。地域内共助ありの徒歩避難者（高齢者速度）の割合は世帯内同乗のみの徒歩避難者（高齢者速度）の割合と比較して減少する。地域内共助により高齢者の避難手段は約25～50%が徒歩避難から自動車避難に変わる。これは、支援者と被支援者のマッチングにより、地域内共助が有効的に発生したためであると考えられる。

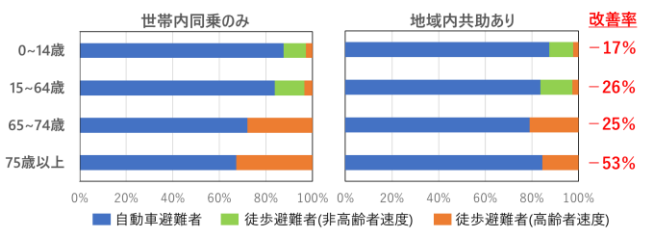


図-1 年代別避難手段と改善率

3.6 避難完了率に関する分析

避難所要時間の分布を図-2に示す。避難所要時間とは、地震発生から避難開始までの時間と避難先までの移動にかかった時間の和である。全避難者は尖った分布形状となり、比べて高齢者は右側に膨れた分布となった。このことから高齢者は全避難者と比較して避難時間が長くなる傾向にあるといえる。

加えて、避難シミュレーションの実行結果から避難完了率を算出し比較する。避難完了率は、田原市の最短津波到達時間内に避難が完了した世帯構成員の割合である。田原市の津波到達時間は、太平洋側と三河湾側で大きな差があるため、太平洋側は地震発生から10

分、三河湾側は60分と設定して分析した。世帯内同乗のみと比較して、地域内共助により高齢者の避難完了率は、太平洋側では1%、三河湾側では10%程度向上した。ここで、避難手段別避難完了率を表-3に示す。太平洋側の徒歩避難による避難完了率が極端に低いことが分かる。太平洋側の津波到達時間は10分となっており、地震発生直後に避難を開始した場合であっても、徒歩避難の速度を考慮すると、非高齢者は390m、高齢者は156m以内に避難場所がある場合のみに可能となる。したがって、徒歩避難で10分以内に避難を完了するのは困難であると考えられる。

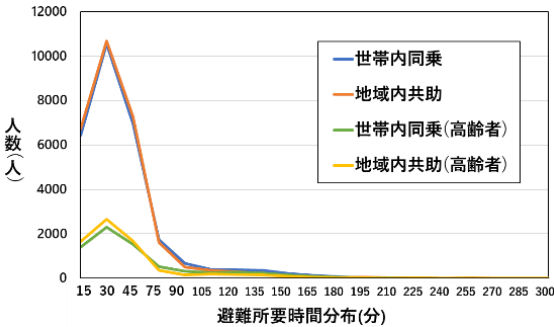


図-2 避難所要時間

表-3 避難手段別避難完了率

	太平洋側（10分）		三河湾側（60分）	
	世帯内同乗のみ	地域内共助あり	世帯内同乗のみ	地域内共助あり
自動車避難	11.4%	11.3%	97.2%	97.3%
徒歩避難（非高齢者速度）	0.38%	0.76%	58.3%	59.6%
徒歩避難（高齢者速度）	0.37%	0.31%	24.7%	25.9%

4. おわりに

本研究では、南海トラフ地震の際に津波による深刻な被害が発生すると予想される愛知県田原市を対象に、属性によって異なる世帯内同乗、地域内共助を含めた避難手段の違いを表現可能な津波避難シミュレーションを適用し、共助の有効性を定量的に評価した。評価の結果、津波の襲来が深刻な地域においても、地域内共助は高齢者の避難において有効であるといえる。今後の課題として、実際の田原市に合わせた、津波到達時間の詳細なケース設定や、昼間人口分布と夜間人口分布の違いによって生じる世帯内同乗、地域内共助の可否を考慮する必要がある。

参考文献

1) 山本若菜：自家用車への同乗可能性を考慮した津波避難シミュレーションによる地域内共助の評価，豊橋技術科学大学 令和3年度 修士学位論文
2) 長尾将吾，杉木直，松尾幸二郎：地域メッシュ統計を用いたメッシュベースの初期世帯マイクロ データ推定，平成30年度 土木学会中部支部研究発表会・講演概要集，2019