

第Ⅱ部門

車避難を考慮した津波避難施設の新設効果に関する検討

近畿大学大学院 総合理工学研究科 学生会員 ○長谷川 七海
 近畿大学 理工学部 社会環境工学科 正会員 高畠 知行

1. 研究背景・目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、東北地方沿岸域に未曾有の被害を引き起こした。特に、60歳以上の高齢者が全死亡者の66%以上¹⁾、障害者の死亡率が全体の約2倍²⁾であったことなどが報告されている。こうしたことを背景として、東日本大震災以降、内閣府の中央防災会議³⁾において、高齢者や障害者に対する津波避難のあり方が改めて検討され、徒歩避難が困難な災害弱者に対しては車避難を部分的に容認する指針が示された。一方で、津波発生時における車の使用は交通渋滞を引き起こし、逆に避難時間を増大させる危険性もある。そのため、車避難を容認しつつ避難計画や津波避難施設の配置を最善化していくためには、車の使用が避難計画や施設配置にどのように影響を及ぼすのかを明らかにする必要がある。しかし、津波発生時の車避難が津波避難施設の新設に伴う減災効果に与える影響に着目した研究はほとんど行われていない。

そこで本研究では、車避難を考慮可能なMAS（マルチエージェント・シミュレーション）に基づく津波避難シミュレーションモデルを用いて、津波避難時の車使用が地域全体の被災率にどのような影響をもたらすのか、そして車使用が津波避難施設の新設に伴う減災効果に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究手法

本研究では、Takabatake et al. (2020)⁴⁾が開発した歩車混合交通を考慮可能な津波避難シミュレーションモデルを、対象地域とした和歌山県新宮市に適用できるよう改良し、津波避難シミュレーションを行った。モデル内では徒歩避難者と車避難者の移動経路と移動速度に関する行動ルールをそれぞれ規定している。具体的には、徒歩避難者は年齢と、道路上の群衆密度（車の存在も考慮）を踏まえて算出した移動速度で避難場所までの最短経路を移動するよう規定している。車避難者については

道路幅や前方車との車間距離、交差点での混雑度・進入状況に基づき算出した移動速度で、避難場所までの距離と道路幅を踏まえて決定した避難経路を移動するようモデル化している。対象とした地震津波は内閣府が公表している南海トラフ巨大地震モデル（ケース8）⁵⁾であり、非線形長波方程式に基づき計算した対象地域内での浸水情報を入力として被災者数を算出した。本研究では「車使用あり（使用率は25%と設定した）」と「車使用なし（全ての住民が徒歩で避難）」のそれぞれで津波避難シミュレーションを行った。まず、対象地域における既存の津波避難場所⁶⁾のみを考慮して、それぞれの条件で被災率を算出した。次に、避難場所を対象地域内に新設したことを仮定し、再度それぞれの条件で津波避難シミュレーションを行い、被災率の増減（減災効果）を分析した。この時、新設場所の違いによる減災効果の変化を明らかにするため、対象地域内で新設場所を網羅的に変化させた。具体的には、対象地域全体を200 m×200 mの格子間隔で分割し、その中から既存の建物が一棟以上存在するメッシュ（合計61個）を新設箇所として仮定した。そして、それぞれのメッシュ中心に避難場所を新設した状況下で解析を行った（すなわち、61ケースの解析を車使用ありとなしのそれぞれで実施した）。なお、解析においては避難者の初期配置や、避難開始時間、年齢や避難手段等の決定に乱数を用いているため、同一のケースであっても解析の実行ごとに結果が僅かに変化する。そのため、本研究では各ケース10回ずつ解析を行い、被災率の平均値と偏差を算出した。

3. 解析結果

既存の津波避難場所のみを考慮した場合の被災率の算出結果を四分位範囲として図-1に示す。「車使用なし」と「車使用あり」とともに全体の被災率に加えて、年齢別の被災率についても算出結果を示している。「車使用なし」と「車使用あり」を比較すると、対象地域では

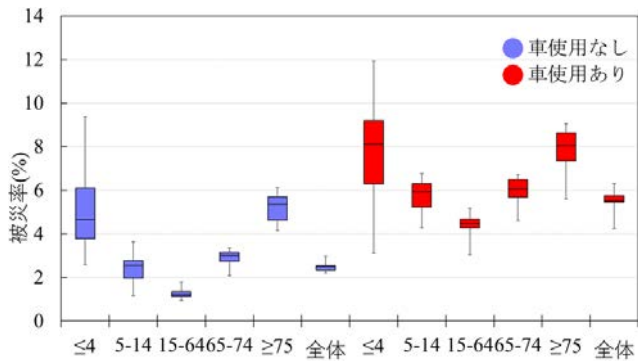


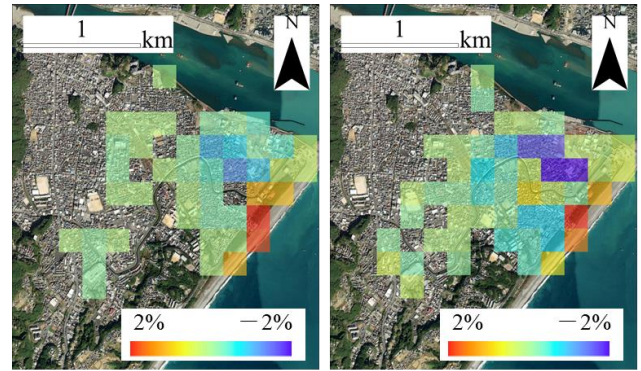
図-1 年齢別被災率

車使用により被災率が増加することがわかった（少なくとも車使用率 25%の場合には）。これは特に道路の合流地点で激しい車渋滞が発生したためだと考えられる。また、年齢別の被災率に着目すると、車使用の有無に関わらず 4 歳以下と 75 歳以上の避難者の被災率が高いことがわかった。

避難場所の新設による減災効果についてまとめた結果を、図-2 に示す。図-2(a)(b)は自身のメッシュに避難場所を新設した際に算出された被災率から、既存の避難場所のみを考慮した場合に算出された被災率を減じた被災率の差を可視化したものである。図-2(c)は各メッシュに避難施設を新設した場合に算出された被災率を車使用の有無について一対一で比較した結果である。これらの図より、「車使用あり」の方が避難場所の新設により被災率を減少させられる場所（メッシュ）は多いが、被災率そのものは「車使用あり」の場合、「車使用なし」よりも常に大きいことがわかった。「車使用なし」の場合は既存の避難施設のみを考慮した場合の被災率がそれほど高くなかったため、「車使用あり」の場合よりも避難施設の新設効果が小さかったのだと推察される。また、車使用の有無に関わらず、人口が比較的密集している場所や車が十分に通行可能な道幅を有する道路が多い場所に避難施設を新設すると、被災率の低減により効果的であることもわかった。

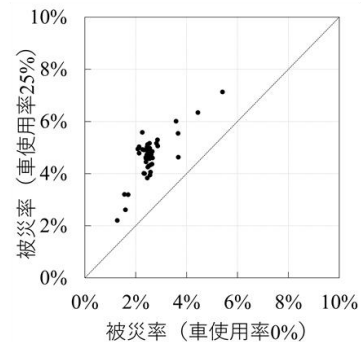
4. まとめ

本研究の結果、対象地域において車避難を容認すると、渋滞により被災率が大きくなることがわかった（車使用率 25%の場合）。また、車避難を考慮する場合としない場合では、避難場所の新設による減災効果が異なることが明らかになった。したがって、車避難を容認する状況下で避難計画や津波避難施設の配置計画をする際には、



(a) 被災率の差
(=新設－既存の避難施設)
(車使用なし)

(b) 被災率の差
(=新設－既存の避難施設)
(車使用あり)



(c) 避難場所を新設した場合の
車使用の有無による被災率比較

図-2 避難場所の新設による被災への影響

歩車混合交通を考慮した津波避難シミュレーションを実施することが重要であると考え。

参考文献

- 1) 内閣府：平成 25 年版 高齢社会白書（全体版），https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2013/zenbun/25pdf_index.html，2013，2023 年 7 月 10 日閲覧。
- 2) 立木茂雄：高齢者、障害者と東日本大震災：災害時要援護者避難の実態と課題（特集 東日本大震災（8）避難所），消防科学と情報（111），7-15, 2013。
- 3) 中央防災会議防災対策推進検討会議：津波避難対策検討ワーキンググループ報告，<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/>，2012，2023 年 7 月 10 日閲覧。
- 4) Takabatake, T., Fujisawa, K., Esteban, M., Shibayama, T.: Simulated Effectiveness of a Car Evacuation from a Tsunami, International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol 47, 101532, 2020.
- 5) 内閣府：南海トラフ地震防災対策，<https://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/index.html>，2012，2023 年 7 月 10 日閲覧。
- 6) 和歌山県新宮市：Web 版 新宮市ハザードマップ，<https://www.city.shingu.lg.jp/Info/1132>，2020，2023 年 7 月 10 日閲覧。