

地方都市における津波避難計画策定のための 自動車利用避難シミュレーションの適用

福田 崇紀¹・奥嶋 政嗣²

¹学生会員 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 博士前期課程

²正会員 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門 准教授
(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail:okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

東北地方太平洋沖地震での被災状況調査結果として、多数の自動車利用避難により、交通渋滞に巻き込まれた状況下での被災の実態が明らかとなっている。本研究では、南海トラフ巨大地震発生時の津波被害が想定されている地方都市の沿岸平野部を対象として、自動車利用避難シミュレーションを適用することで、津波避難計画策定において自動車利用避難の問題点を明確にする。避難車両発生数の推計結果より、滞留車両のピーク時点では来訪車両が地域内車両と同程度となり、来訪者の帰宅意向を考慮すると多数の避難車両の発生を抑制するのは容易ではないことがわかった。また、楽観的な仮定にも関わらず、東北地方太平洋沖地震での被災地域での平均自動車利用避難率と同程度割合で避難車両が発生した場合には、多数の避難困難車両が発生することが明示された。さらに、自動車利用避難率を抑制できた場合でも、地震により主要区間が通行不能となった場合には、多数の避難困難車両が発生することがわかった。

Key Words : *tunami evacuation, traffic demand estimation, traffic simulation, coastal plain area, local city*

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震を教訓とする専門調査会による被災者へのアンケート調査から、自動車による避難の実態が明らかとなっている¹⁾。これによると、自動車利用避難を行った避難者は全体の約57%にのぼり、その約30%が交通渋滞に遭遇したことが報告されている。特に福島県では全体の約84%が自動車により避難している。地方都市では自動車依存社会となっているため、津波避難時においても多数の自動車利用が発生するものと考えられる。また、高台のない沿岸平野部という地理条件が、避難者の自動車利用を促す要因と考えられる。

一方、我が国では南海トラフ巨大地震の発生が想定されている。中央防災会議の発表では犠牲者は最大32万2,000人(2012年8月29日現在)と想定されており、そのうち津波による犠牲者が70%を占める。津波発生時には東日本大震災発生時と同様に多数の住民の避難行動が予想される。このため、南海トラフ巨大地震の被害が想定されている地域では、東日本大震災での教訓に基づいて、津波避難計画の策定を進めていく必要がある。また、甚大な被害が想定されている四国地方における「災害に強いまちづくりガイドライン」では、自動車利用避難の

明確なルール化の必要性が指摘されている²⁾。

そこで本研究では、南海トラフ巨大地震発生時の津波被害が想定されている地方都市の沿岸平野部に位置する徳島市沖洲地区を対象とし、自動車利用避難シミュレーションを適用することで、津波避難計画策定において自動車利用避難の問題点を明確にすることを目的とする。このため、地域住民保有車両だけでなく来訪車両も考慮して、対象地区における自動車利用避難車両の最大発生台数を推計する。また、東日本大震災での自動車利用避難状況および、地域住民避難意向アンケート調査結果・事業所アンケート調査結果に基づいて、自動車利用避難率を推計する。これらにより推計された自動車避難発生車両数を交通需要とし、道路交通シミュレーションを実行して、地震発生から津波到達時点までの道路交通状態を把握するとともに、津波到達時点までに避難目標地点に到達できない避難困難車両を特定する。また、地震による通行不能区間の発生を想定し、避難困難車両の発生状況への影響を分析する。これより、自動車利用避難の問題点を明確になり、自動車利用避難の抑制が特に必要なエリアの特定が可能となる。

2. 地震発生時の避難状況の想定と道路網

本章では、地域住民保有車両だけでなく来訪車両も考慮して、地震発生時の自動車利用避難車両の発生状況を推計するとともに、対象道路網を設定し、道路交通流シミュレーションの適用条件を整理する。

(1) 自動車利用避難の最大発生台数推計

対象地域である沖洲地区は徳島市の東端に位置し、海に面した面積 456ha の地域である。7,598 世帯があり、人口 17,602 人が居住している。沖洲地区のエリア区分を図-1 に示す。対象地域全体が河川に囲まれており、橋梁を通過しないと対象地域外には避難できない。沿岸部の埋め立て地には事業所が集中して立地しており、対象地域全体での従業者数は 1,622 人である。

対象地域における時刻別エリア別の居住滞在者数および居住者運転避難可能車両数を推計する。平成12年度に行われたパーソントリップ調査データを用いて、対象地域居住サンプルを抽出し、対象地域に関連する自動車運転による出発トリップ数および到着トリップ数を時刻別に5分単位で集計した。また、時刻帯ごとに自動車運転による到着トリップ数と出発トリップ数の差を前時刻（5分前）の滞留車両数に順次加算していき、滞留車両数の時間推移を推計した。

一方、対象地域における時刻別エリア別の来訪滞在車両数を、道路交通センサス調査データを用いて推計する。使用の本拠が対象地域であるサンプルを除外して、対象地域に関連する出発台数および到着台数を時刻別に5分単位で集計した。居住者保有車両の場合と同様に、時刻帯ごとに到着台数と出発台数の差を前時刻の滞留車両数に順次加算していき、滞留台数の時間推移を推計した。

地域住民保有車両と来訪車両の滞留台数を合わせて、時刻別の地域内滞留台数を算出した。沖洲地区全体での滞留台数の時間推移を図-2に示す。沖洲地区では、昼間時間帯の来訪車両数が地域内住民保有車両の地域外への流出交通量を上回るため、昼間時間帯での滞留台数が多くなっている。沖洲地区内の滞留台数が最大になる時間帯はAM 8:55となり、最大滞留台数は10,652台となった。このうち、地域住民保有車両数：5,510台、来訪車両数：5,142台である。

つぎに、ゾーン区分を番地単位で設定し、前述の最大滞留車両数を124ゾーンに分配した。具体的には、地域住民保有車両は居住人口に比例して分配し、来訪車両は事業所数に比例して分配した。これらを合わせて、各ゾーンにおける自動車利用避難車両の最大発生台数と定義した。自動車利用避難車両の最大発生台数を、町丁目別に集計した結果を図-3に示す。事業所が多く立地する東沖洲からの発生台数が多いことがわかる。

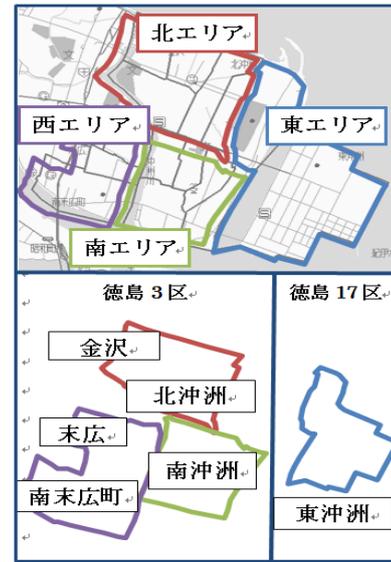


図-1 エリア区分

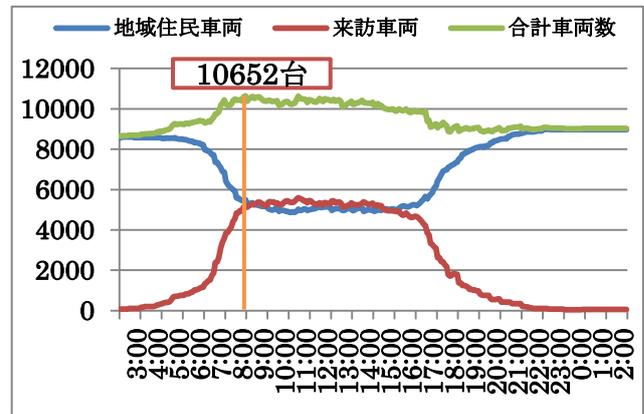


図-2 エリア内最大車両数

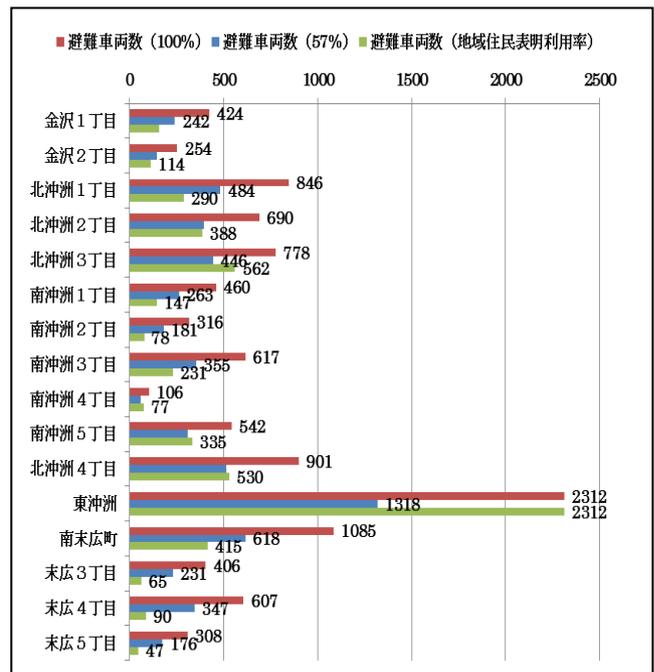


図-3 想定状況別発生交通量



図-4 避難道路ネットワーク

(2) 避難道路ネットワークの設定

対象地域における道路網について、道路区間を抽出し、道路構造（車線構成、走行速度および容量などによる速度低減などの条件）を設定し、避難道路ネットワークデータを構築する。具体的には、全国デジタル道路地図データ（DRM）を用いて、対象地域内の自動車避難による利用可能な道路区間を抽出した。抽出した道路ネットワークについて、124ゾーンに対応した発生地点を設定した。また、津波の遡上方向を考慮して、各発生地点に対応した6箇所（箇所）の避難目標地点を設定した。沖洲地区の自動車利用避難道路ネットワークを図-4に示す。

それぞれの道路区間（リンク）の構造（座標、路線長、幅員）および交差点（ノード）の構造はDRMの設定に準拠している。車線数は現地調査および道路詳細地図に基づいて設定している。住宅密集地域内には幅員の狭い道路が数多く存在する。幅員が3.0～5.5mの住宅密集地内の細々道路に関しては一方通行の経路を仮定し、その方向は津波遡上方向及び一番近い幹線道路への流入方向を考慮して設定した。また、交差点部の交通信号による規制（サイクル、青時間など）については、16か所の現地調査により得られた信号現示時間を用いて設定した。

(3) 自動車利用条件の仮定

それぞれの発生点から出発した避難車両は、基本的に最短距離の避難目標地点を目指すものと仮定する。このような仮定に基づいて、OD交通量の設定を行った。また、避難経路に関しては、最短時間で到達する経路を選択するものと仮定する。

ここで地震発生から避難開始までに5分、対象地域東端から西端までの津波遡上に5分を要すると仮定する。

想定される東端までの津波遡上時間は45分であることから、シミュレーション実行時間を45分とした。

南海トラフ大地震発生時には、対象地域では震度7の揺れにより、津波が到達するまでに、道路・橋梁・信号システムが被災することも想定される。また、緊急状態において交通事故などが発生することも懸念される。震災時における歩行者避難の影響についても、特に細街路などでは、歩行による避難者により道路区間が占有される可能性は否定できない。地域外の道路区間においても、自動車利用による避難車両により交通渋滞が発生し、その交通渋滞の延伸により、対象地域内の自動車交通流にも影響が及ぶことも十分に考えられる。

しかしながら、ここでは敢えて楽観的な仮定をおき、そのような状態を考慮しないこととする。このような楽観的な仮定の下でも、避難困難車両が発生することを検証することで、自動車利用による避難を抑制する必要性を示すことを目指す。

上記のような方針のもと、楽観的な仮定として、道路・橋梁・信号の被災及び交通事故の発生による道路交通流への影響はないものと仮定する。また、震災時における歩行者避難の影響は考慮しないものと仮定する。対象道路網以外からの避難車両による交通渋滞の影響はないものと仮定する。

自動車利用避難率に関しては、最大発生台数すべてが自動車利用避難を行うケースA（自動車利用避難率100%）、東北地方太平洋沖地震における被災地域での平均自動車利用避難率57%を想定したケースB、対象地域での地域住民津波避難アンケート調査により得られた地域住民表明利用率10%を想定したケースCの3種類の仮定について検討することとする。

3. 自動車利用避難シミュレーションによる検証

本章では、汎用的マイクロ交通流シミュレータAIMSUNを用いて自動車利用避難シミュレーションを実行し、地震発生時点から津波到達時点までの道路交通状態を推計し、避難困難車両を特定する。

(1) 交通渋滞状況の推計

津波到達までの道路交通状況の推移を把握するために、旅行遅れ時間の推計結果を図-5に示す。各ケースともに旅行遅れ時間は時間経過とともに増大する。また、交通需要に比例して旅行遅れ時間は大きくなる。最大需要を想定した状況では最終的に1kmあたり7分近い遅れが生じており、深刻な交通渋滞状況である。

また、対象地域東端の東沖洲からの発生車両が多数であることから、沖洲橋を経由する幹線道路には特に深刻な交通渋滞がみられ、幹線道路に進入できない車両による待ち行列が細々道路に現れ、経過時間に比例して渋滞長が増大する。

(2) 避難困難車両数の推計

つぎに、津波遡上時刻までに避難目標地点に到達できない避難困難車両数の推計結果を図-7に示す。自動車利用避難率の抑制に対応して、避難困難車両数は減少する。また避難困難車両は東エリアおよび北エリアから多数発生することがわかる。特に東沖洲で多く推計され、自動車利用避難を抑制する必要性が高いことがわかる。当該ゾーンは交通需要が集中する避難経路を利用し、かつ沿岸部に位置している。この点は、避難困難車両が多数発生する他のゾーンにも共通した特徴である。

(3) 通行不能区間の影響分析

地域住民表明利用率を想定したケースCでの自動車利用避難シミュレーションにおいて、最大の通過交通量が推計された沖洲橋の道路区間について、地震により通行不能となる状況を想定する。自動車利用避難シミュレーションによる避難困難車両数の推計結果を図-8に示す。迂回路における交通渋滞は、多くのエリアで避難困難車両数を増加させ、全体で1千台程増加した。特に北沖洲では、避難困難車両数の推計結果が4倍程度推計される。このように、主要道路区間の通行不能による影響は大きく、地域住民保有車両だけでなく来訪車両についても自動車利用避難の抑制が必要であることがわかる。

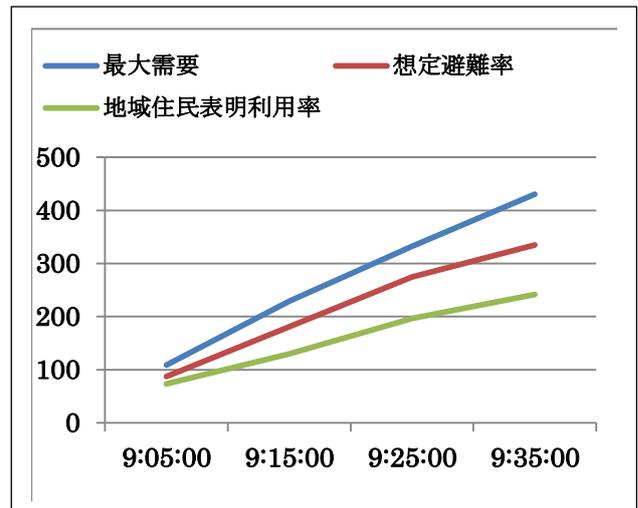


図-5 旅行遅れ時間

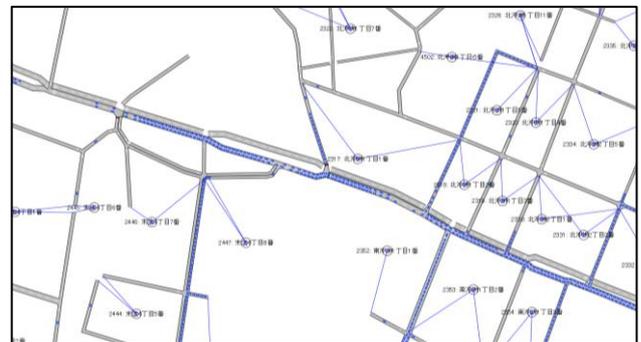


図-6 道路交通渋滞状況



図-7 避難困難車両数

4. おわりに

本研究では、地方都市沿岸平野部での自動車利用避難の最大発生車両数を推計するとともに、自動車利用避難シミュレーションを実行し、避難困難車両数を推計した。本研究の成果は以下のように整理できる。

- 1) 滞留台数のピーク時点では来訪車両が地域内車両と同程度となり、来訪者の帰宅意向を考慮すると多数の避難車両の抑制は容易ではないことがわかった。
- 2) 楽観的な仮定にも関わらず、東北地方の被災地域での平均自動車利用避難率と同程度割合で避難車両が発生した場合には、多数の避難困難車両数が発生することが明示された。また自動車利用避難を抑制する必要性が高いエリアが特定された。
- 3) 通行不能区間の発生を想定した場合、主要道路区間の通行不能による影響は大きく、地域住民保有車両だけでなく来訪車両についても自動車利用避難の抑制が必要であることがわかった。

今後の課題としては、アンケート調査により得られた地域住民の避難場所を避難目標地点とした設定における避難困難車両の特定などが挙げられる。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告，2011
- 2) 国土交通省四国地方整備局：災害に強いまちづくりガイドライン，2012



図-8 通行不能区間の影響

Traffic Simulation for Evacuation Planning at the Outbreak of Tsunami in Local City

Takanori Fukuda and Masashi OKUSHIMA