

# 津波避難シミュレーションを用いた気仙沼市における車避難リスクの一検討

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○牧野嶋 文泰  
東北大学災害科学国際研究所 正会員 今村 文彦  
東北大学災害科学国際研究所 正会員 安倍 祥

## 1. はじめに

東日本大震災での津波避難行動では、多くの方が避難手段として車を用いたことで、一部地域では深刻な渋滞が発生し、円滑な避難行動が実現できなかった事実がある。一方で、平野部など、安全な場所まで避難するのに時間がかかる地域での避難や、高齢者などの避難行動要支援者の避難のためには、車避難が有効な避難手段となる事例も明らかになった。こうした事実を踏まえて、津波避難における車利用の考え方は、震災以前の「津波避難において車避難は原則として禁止」という考えから、「徒歩避難を原則としつつ、避難距離や避難行動要支援者の存在といった実情に応じて安全かつ確実な車避難のありかたを許容し検討する」と変遷してきている。

本稿では、筆者らが震災当時の避難実態調査と津波避難シミュレーションの開発をすすめている<sup>1),2)</sup>宮城県気仙沼市において、津波避難シミュレーションを用いて車避難リスクの検討を行った一例を紹介する。

## 2. 研究対象地域の概略

研究対象地域の概略図を図-1に示す。対象地域は、宮城県気仙沼市の中心市街地である気仙沼地区、鹿折地区を含む20km<sup>2</sup>の領域である。図中には、国土交通省の調査を気仙沼市が整理して得た震災当時の時間帯別の渋滞路線も示している。本地域を研究対象地域として選択したのは、国土交通省の調査や気仙沼市の調査によって、震災当時、対象地域で深刻な渋滞があったことが報告されていること、また、当時の避難実態を記録したメディア記録が充実しており、それらが避難実態に基づく津波避難シミュレーションの開発・検証のために有用であったためである。

また、対象地域では、気仙沼市が小地区ごとの津波避難計画策定に向けたワークショップを開催しており、筆者らは、その中で、避難行動要支援者の避難を補助するために高い車避難のニーズがあることを把握している。さらに、気仙沼市が震災2年後に全市で実施したアンケート結果では、将来の津波避難で想定する避難手段として、依然として対象地域の震災時の車利用率である50%と同等の車

利用の意向が明らかになっており、浸水域内に勤務する人に限れば、過半数以上の方が車避難を想定している。以上のことから、対象地域において、津波避難シミュレーションを用いて具体的な車を使用する津波避難のリスクを示す必要があると考える。

## 3. 車避難リスクの検討

### 3.1 計算入力条件

津波避難シミュレーションの諸元を述べる。開発したシミュレーションは地形のモデリングにポテンシャルモデル、避難者のモデリングにエージェント技法を用いた。避難者には、歩行者と車(1人台)を仮定した。人口分布は、2010年の国勢調査から推計した行政区別の昼間人口(25869エージェント)を設定し、避難開始時間は、国土交通省都市局が実施した調査から推定して入力した。これまでの研究から震災時の避難行動の再現性を高めるため

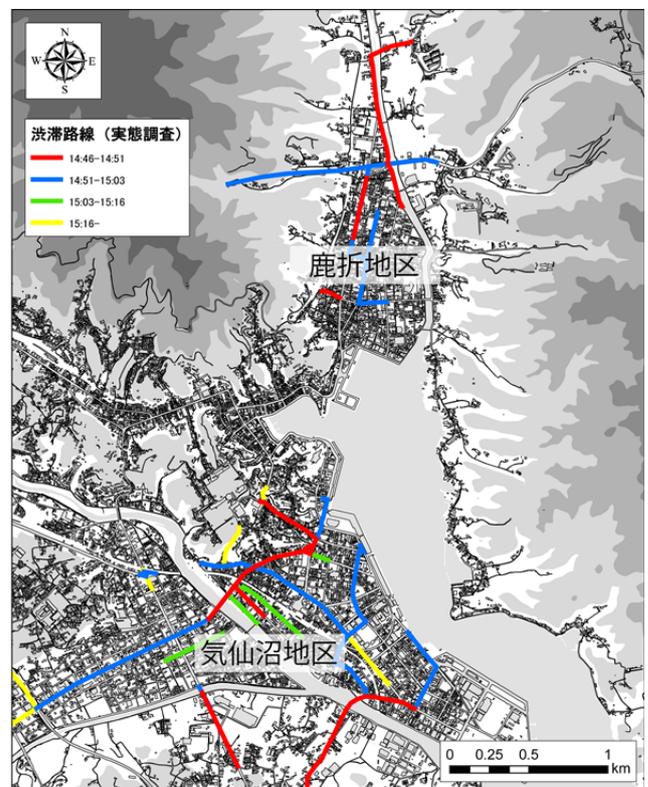


図-1 対象地域と避難実態調査による渋滞路線

キーワード：津波避難、避難シミュレーション、自動車避難、気仙沼市

連絡先：〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1 E305 TEL022-752-2089

に、車エージェントには1) 避難経路に幹線道路を通りやすい、2) 多少遠くてもより安全な避難場所を選択する、という2つの避難傾向があると仮定し、モデリングしている。歩行者エージェントには、最寄り避難場所に最短経路で避難することを仮定した。

市のアンケート結果を基に震災時の車利用率50%を設定し、震災の渋滞路線の再現性が高いパラメータセットで再現された渋滞路線と実態調査での渋滞路線を比較したものを図-2に示す。従来の最寄り避難場所に最短経路を仮定する場合よりも高い渋滞路線の再現性を得ている。紙面の都合上、モデルやデータセットの詳細については、既往研究<sup>1)2)</sup>を参照されたい。本項では、震災時の渋滞路線の再現性が高いパラメータセットにおいて車利用率を0~90%まで10%刻みで変化させて車避難リスクを検討した。

### 3.2 計算結果

車避難リスクの検討結果として、車利用率変化に伴う時系列の避難完了率の変化を図-3に示す。車利用率が高いほうが、避難開始直後の避難完了率は高くなるが、渋滞の発生により、徒歩避難よりも不利な避難戦略となる(車利用率40%以上)ことが分かった。また、車利用率10~30%では、徒歩避難よりも早い時間で高い避難完了率を達成することが出来る結果であった。本検討では、車利用率20%のケースで、早期に最も高い避難完了率を達成できる結果となった。各ケースの最終的な避難完了率を図-4に示す。深刻な渋滞が発生する車利用率に達すると、車両が増える分だけ、津波に暴露される渋滞後続の車両が増え、避難完了率が低下することがシミュレーションスナップショットから定性的に確認された。本解析では、車利用率が40%を越えると最終的な避難完了率が低下する結果となった。

### 4. おわりに

本稿では、津波避難シミュレーションを用いて、車避難のリスクの一検討を行った。いまだ数値計算で考慮できていない要因も多く、今後、様々な条件の下での検討を行い、多面的にリスクを評価する必要があるが、津波避難シミュレーションを用いて、今後の津波避難の議論の一助となるような情報を提供できる可能性を示した。

#### 参考文献

- 1) 牧野嶋文泰, 今村文彦, 安倍祥: 歩車混在を考慮した津波避難シミュレーションの開発-2011年東日本大震災での気仙沼市での検証-, 土木学会論文集 B2, 71(2), pp.1645-1650, 2015.
- 2) Makinoshima, F., Imamura, F. & Abe, Y.: Behavior form tsunami recorded in the multimedia sources at Kesenuma City in the

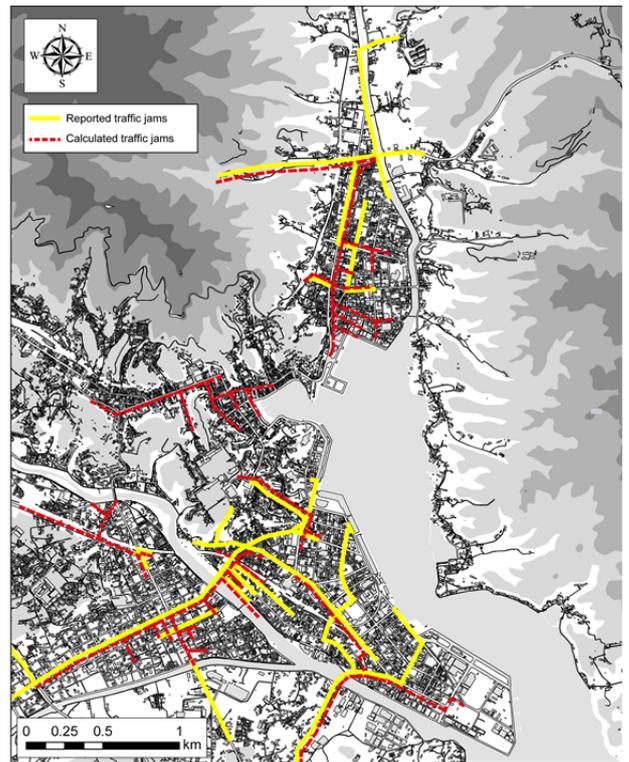


図-2 再現性の高いパラメータセットでの計算結果と渋滞路線(実態調査)との比較(車利用率50%)

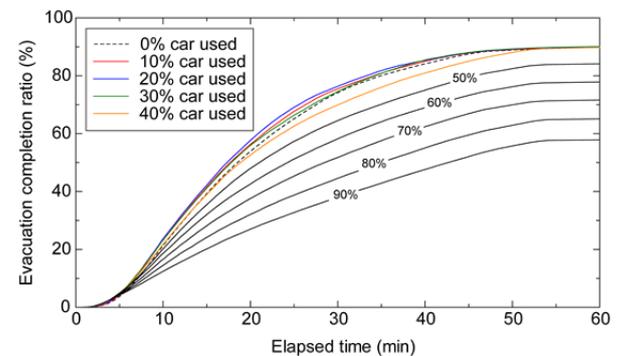


図-3 車利用率を変更した場合の時系列避難完了率の変化

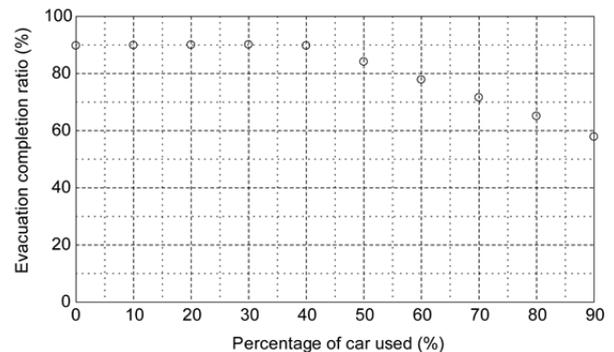


図-4 再現時間内でのケース毎の避難完了率

2011 tohoku tsunami and its simulation by using the evacuation model with pedestrian-car interaction, (submitted to Coastal Engineering Journal)