

津波避難時の自動車利用が住民の津波避難挙動に及ぼす影響

に関する解析的研究

徳島大学大学院 正会員 ○源貴志 西日本旅客鉄道 非会員 垣内貴行  
 徳島大学大学院 正会員 成行義文

1. はじめに

南海地震、東南海地震などの南海トラフでの地震が 30 年以内に 60~70%の確率で発生すると予測<sup>1)</sup>されており、海洋型地震であることから地震動だけでなく津波による甚大な被害も想定されている。著者らが住んでいる徳島県での被害想定<sup>2)</sup>では、揺れによる建物倒壊等の被害者数よりも津波による被害者数の方がはるかに多く、6倍以上となっている。また、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震において、避難者全体の57%が自動車で避難を行っている。そのうちの34%は渋滞に巻き込まれたと回答している。このようなことから「自動車による避難は原則禁止」から「避難は原則として徒歩」へと方針が変更されている。そこで本研究では、徳島県徳島市川内町の一部地区を対象とし、自動車利用を考慮した津波避難シミュレーションシステムを構築し、歩行者と自動車の複合的な避難を考慮した避難シミュレーションを行い、津波避難時の自動車利用が住民の津波避難に及ぼす影響についての検討を行った。

2. 津波避難シミュレーションシステム

本研究では MAS (マルチエージェントシステム) を用いて避難シミュレーションシステムを構築した。MAS は、エージェントと呼ばれる複数の要素で構成されており、各エージェントは単純な規則に従って行動し、個々の問題を解決しながら系全体 (環境) の問題を解くシステムである<sup>3)</sup>。また、本研究では構造工学研究所が開発したマルチエージェント・シミュレータ「artiso」を使用し、システムの構築を行った。本研究で構築した津波避難シミュレーションシステムの流れを図1に示す。

3. 道路ネットワークの作成

本研究では、南海地震で発生する津波による被害を受けると想定された徳島県徳島市川内町の一部地区 (図2 枠内) を対象地区として選定し、道路ネットワーク (図3) を作成した。本地区は図2に示すように川と海

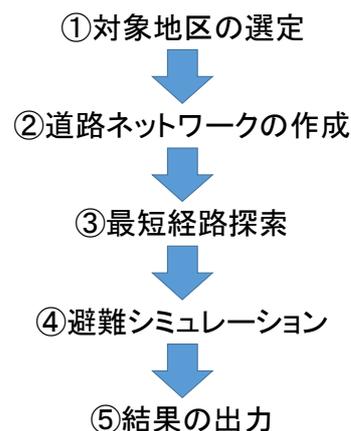


図1 シミュレーションフロー



図2 対象地区

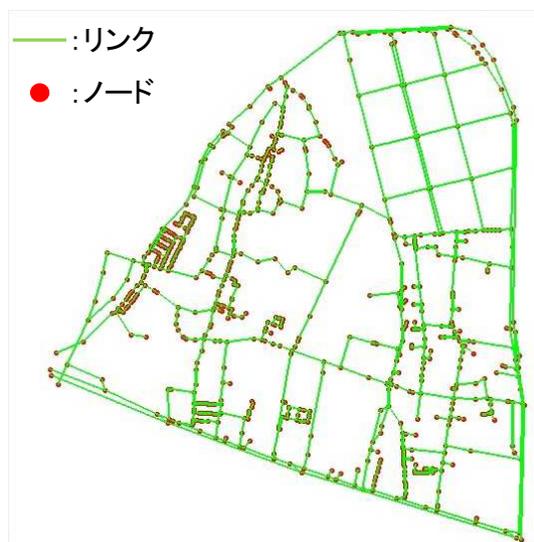


図3 道路ネットワーク

表1 避難シミュレーション結果

パターン	自動車割合	歩行者割合	避難完了時間	避難完了率(%)		
				全体	自動車	歩行者
1	0	100	62 分 18 秒	87.5	0.0	87.5
2	10	90	61 分 59 秒	88.8	100.0	87.5
3	20	80	62 分 9 秒	90.1	100.0	87.8
4	30	70	62 分 18 秒	91.2	100.0	87.5
5	40	60	63 分 36 秒	86.0	85.5	86.5
6	50	50	77 分 14 秒	78.1	68.8	87.7
7	60	40	89 分 41 秒	69.8	58.3	87.2
8	70	30	102 分 1 秒	62.6	50.8	89.1
9	80	20	121 分 22 秒	50.7	42.0	87.3
10	90	10	134 分 44 秒	42.8	38.0	91.4
11	100	0	148 分 9 秒	35.2	35.2	0.0

に囲まれており内陸部への交通手段は3本の道路のみとなっている。このうちの1本は歩行者または自転車用の橋梁であり、自動車が通行可能なのは吉野川沿いの道路もしくは宮島江湖川にかかる相生橋である。このため、自動車で避難を行うことにより混雑が予想される地区である。

#### 4. 避難シミュレーション

本研究で行う避難シミュレーションの前提条件について示す。地震発生時刻は一般に在宅の可能性が高い早朝とし、全住民が在宅しているものとした。さらに、家屋倒壊等による負傷がなく、地震発生直後に自力で世帯ごとに歩行もしくは自動車での避難を開始する。避難経路は最短経路とし、避難場所は阿波しらさぎ大橋とする。津波到達時間は地震発生から53分後、世帯数は456世帯とし移動方法はランダムに振り分けた。歩行速度は一律に2.3km/h、自動車の基本走行速度は9km/h±5%とし、各自動車の進行方向10m以内に他の自動車がある場合は停止し、停止後は基本歩行速度になるまで基本歩行速度の10%の±5%ずつ速度を増加（増加速度が0km/h以下となる場合は0km/hとする）させる。このように速度に幅を持たせることで渋滞を発生させることができる。本研究では、避難における自動車割合を0~100%の間で10%ずつ変化させ、11パターンのシミュレーションを行った。

#### 5. 避難シミュレーション結果

避難シミュレーション結果を表1に示す。すべてのパターンにおいて全世帯の避難が完了しなかった。パターン4までは避難完了時間は大きく変わらないが、避難完了率は若干増加している。これは自動車の利用により、今まで避難できていなかった世帯が津波到達までに避難できたためだと考えられる。また、パターン5から11まで自動車割合の増加とともに避難完了率が減少している。これは自動車割合の増加に伴い渋滞が発生しやすくなり、さらに渋滞の車列がより長くなるためである。また、本地区は避難場所に到達するためには相生橋もしくは吉野川沿いの道路のどちらかを必ず通らなければならないことも渋滞発生の大きな要因であると考えられる。

#### 6. おわりに

本研究では、自動車割合と渋滞を考慮した津波避難シミュレーションシステムを構築した。今後は交差点での信号機を考慮したシミュレーションを行うなどより多くの状況について検討を行う予定である。

#### 7. 参考文献

- 1)地震調査研究推進本部：南海トラフで発生する地震，地震調査推進研究本部 HP <http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/index.html>
- 2)徳島県：徳島県南海トラフ巨大地震被害想定（第一次），徳島県 HP <http://anshin.pref.tokushima.jp/>
- 3)大内東・山本雅人・川村秀憲：マルチエージェントシステムの基礎と応用－複雑系工学の計算パラダイム－，コロナ社，2003.