

巨大地震発生想定時の沿岸観光地における避難行動分析

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○竹村亮佑
豊橋市役所 丸山智弘
名古屋工業大学大学院 正会員 鈴木弘司

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、避難者の半数以上が、徒歩避難の原則に反し自動車避難を行い、渋滞等により津波に巻き込まれていることが明らかとなっている。これを受けて、地震発生時の自動車避難に関する多くの研究が進められている。例えば、佐藤ら¹⁾は、歩行者と自動車の混在が津波避難に与える影響を分析し、本内ら²⁾は自動車の発生台数や避難タイミング等の条件が避難完了時間に与える影響を分析している。しかし、津波の襲来が予想されている沿岸地域での観光客を考慮した津波避難行動の特性を明らかにし、津波避難状況を再現した事例は多くはない。

本研究では、アンケート調査を実施し、南海トラフ地震発生想定時の避難行動について分析するとともに、津波避難シミュレーションを行い、避難完了時間や交通渋滞等の課題を検討し、交通運用対策案を提案する。

2. アンケート調査概要

アンケート調査概要を表-1に示す。なお、調査項目の「観光施設における避難行動」に関しては、愛知県田原市内にある観光施設にいた場合に、南海トラフ級の地震に遭遇したと仮定した時の避難行動について回答を頂いている。なお、回答の際に、図-1のように、設定した避難場所ごとに、避難場所の標高、自動車・徒歩での所要時間、避難場所の収容人数・台数に関する情報を与えている。また、図-2にアンケート回答者の居住地、図-3に田原市までの移動交通手段についてそれぞれ示す。

3. 避難行動に関する基本集計

図-4に赤羽根校区を対象に、避難場所と避難手段に関して、地域住民と観光客別に集計した結果を示す。なお、田原市居住者を地域住民、それ以外を観光客と定義する。これより、地域住民・観光客ともに避難場所③の割合が最も高いことがわかる。また、地域住民・観光客ともに徒歩と自動車の割合が同程度であることがわかる。避難場所・避難手段に関して、地域住民と観光客について、それぞれ χ^2 検定を行ったところ、避難場所では統計的有意差がみられ (χ^2 値: 8.51, p値: 0.01)、避難手段では統計

表-1 アンケート調査概要

実施日	一次調査	2015年12月12日(土) 9時~16時 (回収数: 186枚)
	二次調査	2015年12月19日(土) 9時~16時30分 (回収数: 159枚)
調査対象	愛知県田原市を訪れた観光客および田原市民	
調査方法	田原市の観光施設でアンケート調査票を用いて調査員により聞き取り調査	
主な調査項目	回答者属性、観光施設における避難行動、災害意識	

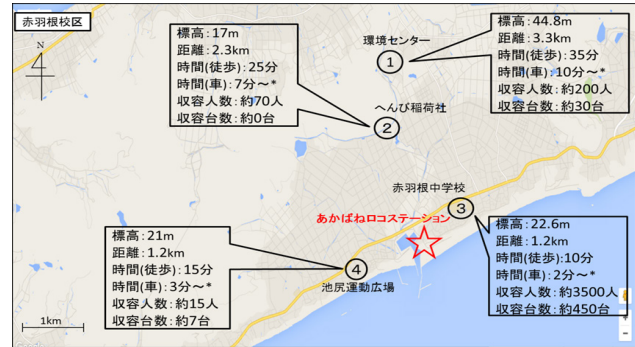


図-1 赤羽根校区の避難場所に関する基本情報

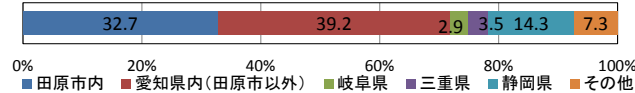


図-2 アンケート回答者の居住地

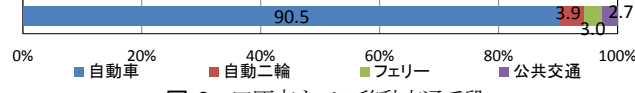


図-3 田原市までの移動交通手段

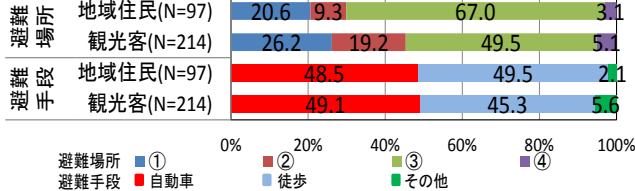


図-4 赤羽根校区における避難場所と避難手段の選択割合

的有意差はみられなかった (χ^2 値: 0.16, p値: 0.69)。

4. 避難行動特性に関するモデル分析

避難行動特性について、非集計ロジットモデルを構築し分析を行う。なお、避難手段選択を徒歩と自動車の二項ロジットモデルで、避難場所選択を図-1に示す避難場所①~④の多項ロジットモデルで表現する。表-2に避難手段選択モデルの構築結果を、表-3に赤羽根校区での避難場所選択モデルの構築結果をそれぞれ示す。

表-2 より所要時間のパラメータは、負値であり、所要時間が長い選択肢が選ばれにくいことがわかる。表-3 よ

り、標高、距離が共通変数であり、避難場所の標高が高いほど選択されやすく、避難場所までの距離が長いほど選択されにくくなることがわかる。また、地域住民ダミーと避難手段ダミーのパラメータが③に正值であるため、地域住民と徒歩避難する人は③の避難場所を選択しやすいことがわかる。

5. 津波避難に関するシミュレーション分析

前章で構築した避難場所選択モデルとアンケート集計結果を用いて、赤羽根校区を対象にシミュレーションにより避難行動を再現し、課題の抽出と対策の検討を行う。なお、地震発生後、停電が発生し信号機が滅灯すると仮定してシミュレーションを行っている。本研究では、マイクロ交通シミュレーションソフト Aimsun (TSS 社製)を使用している。また、シミュレーションは3回行い、その平均値を結果として用いる。

図-5にシミュレーションのフローについて示す。なお、図-5中の*について、地震発生までの1時間に、平成22年度道路交通センサスに記載されている交通量(データ①)を流し、実際の道路状況を再現している。また、データ②・③は田原市の統計情報を基に算出し、④はアンケート集計結果、⑤は避難場所選択モデルを用いて、それぞれ算出している。

各避難場所への避難完了率に関するシミュレーション結果より避難場所②、③、④への避難完了時間は地震発生後約30分とほぼ同時であり、避難場所①の避難完了時間は最も長く40分後となることがわかった。その際に、図-6に示す避難場所③付近の交差点がボトルネックとなった。この地点は南海トラフ地震発生時に津波による浸水が予想される地点である。したがって、これを解消するために、信号機の滅灯を防ぎ信号を機能させる対策1、警官による交通整理を実施する対策2、避難場所③付近交差点をラウンドアバウトに置き換える対策3をそれぞれ個々にシミュレーションに反映した。対策別の避難場所③への避難完了率を表-4に示す。これより、ボトルネック地点をラウンドアバウトにすることで、他の対策より、わずかではあるが避難完了時間が短くなることがわかった。

6. おわりに

本研究では、地域住民と観光客の両者を対象としてモデル分析を行い、避難場所や避難手段の選択特性を明らかにした。また、構築したモデルを用いて、地震発生時の自動車避難シミュレーションを行い、現状の再現と対策効果について検討した。

今後は避難手段選択モデルについてもシミュレーションに反映し、両者を比較検討する。また、赤羽根校区以外の地域に関しても分析し、避難完了率を高める対策を

表-2 避難手段選択モデル結果 (N=383)
(有意確率 $p<0.01$: *, $p<0.05$: **, $p<0.10$: ***)

説明変数	パラメータ		t値
	自動車	徒歩	
切片	—	2.06	6.58*
所要時間	- 0.0871		- 7.42*
施設訪問数ダミー (3箇所以上=1, その他=0)	0.439	—	1.83***
的中率: 67.40%		尤度比: 0.151	

表-3 避難場所選択モデル結果 (N=318)
(有意確率 $p<0.01$: *, $p<0.05$: **, $p<0.10$: ***)

切片	—	—	—	-1.74	- 5.46*
標高[m]	0.0222				2.12**
距離[km]	- 0.338				- 2.16**
地域住民ダミー (地域住民=1, 観光客=0)	—	—	1.13	—	3.41*
避難手段ダミー (徒歩=1, 自動車=0)	—	—	0.960	—	3.69*
地域住民(自動車避難)ダミー (自動車かつ地域住民=1, その他=0)	1.00	—	—	—	2.33**
的中率: 55.70%		尤度比: 0.253			

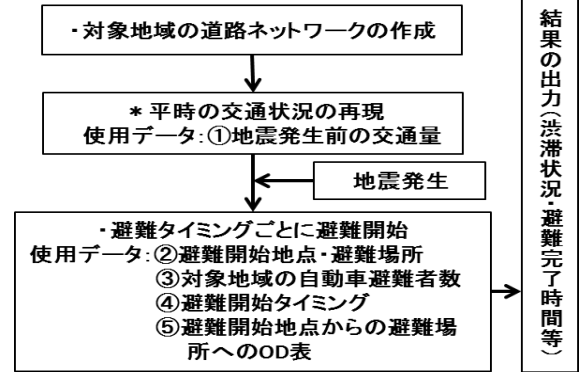


図-5 シミュレーションのフロー



図-6 避難場所③付近の避難状況

表-4 対策別の避難場所③への避難完了率

	対策なし	対策1 (信号機能)	対策2 (交通整理)	対策3 (ラウンドアバウト)
5分後	2%	2%	2%	3%
10分後	20%	21%	20%	23%
15分後	46%	48%	46%	48%
20分後	67%	73%	69%	74%
25分後	87%	94%	90%	98%
30分後	100%	100%	100%	100%

検討する。

参考文献

- 1) 佐藤洋路, 鈴木勉「自動車と徒歩の混在が津波避難に与える影響と交通手段制御施策効果の分析」, 一般社団法人 地理情報システム学会, 第23回研究発表会, C-1-4, 2014.
- 2) 本内洋平 他「津波災害を想定した自動車避難シミュレーションについて」, 土木計画学研究・講演集, Vol45, 258_1-5, 2012.