



西宮市広域津波避難訓練の再現と考察

小林, 健一郎

木村, 圭佑

(Citation)

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 18:127-131

(Issue Date)

2014-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81011453>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81011453>



西宮市広域津波避難訓練の再現と考察

Simulation and Discussion of Tsunami Evacuation Training in Nishinomiya

小林 健一郎¹⁾
Kenichiro KOBAYASHI
木村 圭佑²⁾
Keisuke KIMURA

概要：本研究では、南海トラフ巨大地震発生時における想定避難行動について検討するために、2013年1月に行われた西宮市避難訓練により得られた歩行者行動のデータを分析し、再現シミュレーションを行った。具体的にはマルチエージェントシミュレータによる避難行動モデルを作成し、信号や歩道橋などによる影響を考慮した避難行動数値実験を実施し、検証を行った。今回は特に人口1万人程度の西宮市夙川より西側エリアにおいて現地調査を行い、シミュレーションモデルが実際の状況に近づくようにした。

キーワード：避難行動モデル, 西宮市, マルチエージェントシミュレーション

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では津波による死者が全体の9割を占めている。換言すると津波発生時にはただちに標高の高い場所へ避難する必要がある。また駿河湾から四国の南側にかけて存在する南海トラフを震源とする巨大地震及び津波が発生することが予想されている。図1は西宮市市街地部の標高を示している。市街地部の多くは標高10m以下の低地であり、南海トラフによる津波浸水の危険性がある。こうした事から西宮市では南海トラフ巨大地震を想定した津波避難訓練を2013年1月27日に実施した。本稿ではこの避難訓練において得られたデータを基にマルチエージェントシミュレーションモデルによる避難行動の再現を行った。

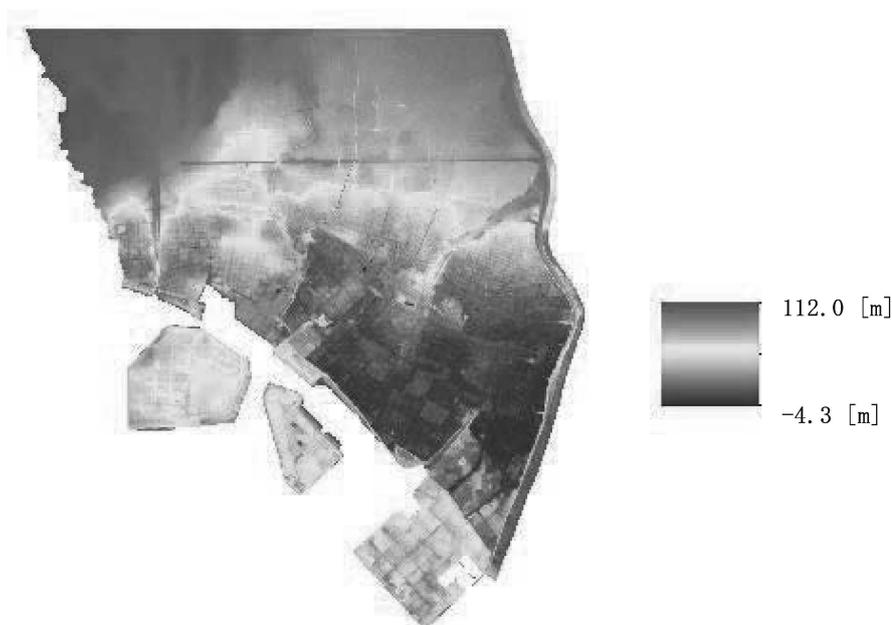


図1 西宮市の標高

2. 避難訓練

西宮市の避難訓練は内閣府が発表した津波浸水想定に基づき、表1で示される条件のもと行われた。津波到達時間の想定は90分である。西宮市避難訓練では地震発生20分後に避難を開始した。したがって70分以内に標高の高い場所へ避難完了する必要がある。避難訓練は集団での訓練だった為、各集団の先頭と最後尾を歩く歩行者にGPSロガーを保持してもらい、歩行者行動データの収集を行った。(小林・北後・西野, 2013)

避難訓練は西宮市南部全域で行われたが、今回は特に西宮市の夙川より西側のエリアで検証を行った。検証エリアの人口は2013年12月31日現在で12791人である。表2は検証エリアでの避難訓練の参加者数と避難所までの距離、図2は夙川検証エリア内4ルートで行われた集団避難訓練の際の歩行時間と歩行速度の関係のグラフである。図2より今回の避難訓練における歩行速度は0.3m/sから1.1m/sの間であることがわかる。この歩行速度を基にシミュレーションを行う。

3. 避難モデル概要

避難モデルの構築は、マルチエージェントシミュレーション構築プラットフォーム artisoc を基盤にプログラム作成した。避難経路の道路網ネットワーク及び建物情報は国土地理院の数値地図25000(空間データ基盤)を用い、現地調査の結果を加味し修正を行った。この道路網を図3に示す。

避難訓練は4か所の集合場所から標高の高い場所にある避難場所(夙川公民館)へ移動するというものであったが、今回は各家庭から避難場所への移動するシミュレーションを行った。

今回の避難シミュレーションにおけるアルゴリズムは以下の通りである。

- (1) 避難者エージェントは建物データの位置から計10000人発生する。
- (2) 避難者エージェントはダイクストラ法によって求められた最短距離を通過して避難所へ移動する。
- (3) 信号のある交差点には信号モデルを設置する。赤信号の時間は120秒、青信号の時間は60秒で一律とする。
- (4) 歩行者の避難速度は0.3~1.1 m/sで、図4で示した歩行者速度と密度の関係をもとに避難混雑度を考慮するために各道路ノード間の歩行者密度により変化させる。

表1 避難訓練の想定

地震発生日時	2013年1月27日午前10時
マグニチュード	9.0
西宮市における震度	6弱(強い揺れが3分間続く)
津波の高さ	5m(地震発生から90分後に到達)
津波到達時間	90分

表2 検証エリアの避難訓練参加者

集合施設名	距離	参加者数	
ルート1	森具公園	750m	342人
ルート2	香櫨園小学校	1160m	380人
ルート3	上葭原公園	1320m	23人
ルート4	大浜公園	1900m	181人

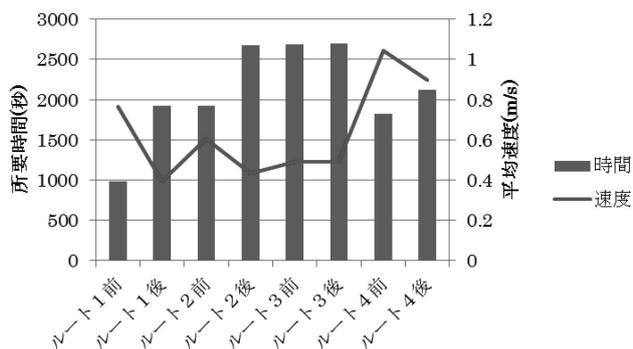


図2 検証エリアの避難行動データ

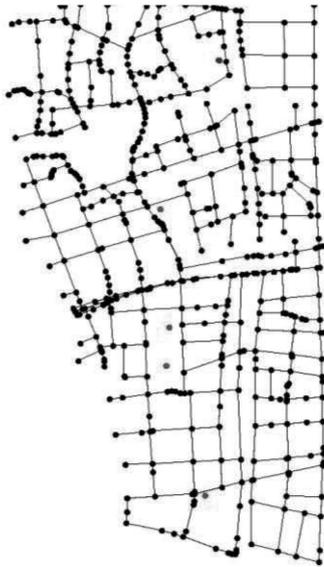


図3 検証エリアの道路網

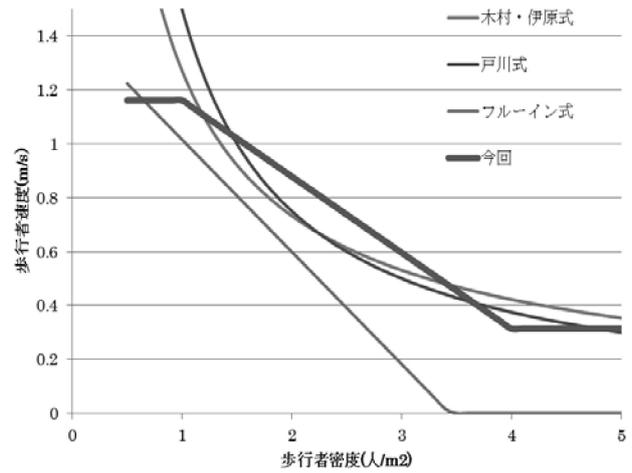


図4 今回用いた歩行者密度と速度の関係

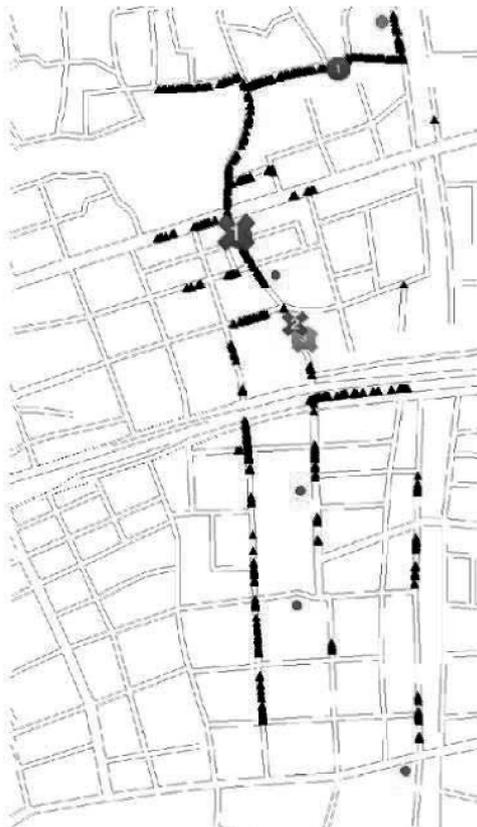


図5 避難シミュレーション 600 秒後

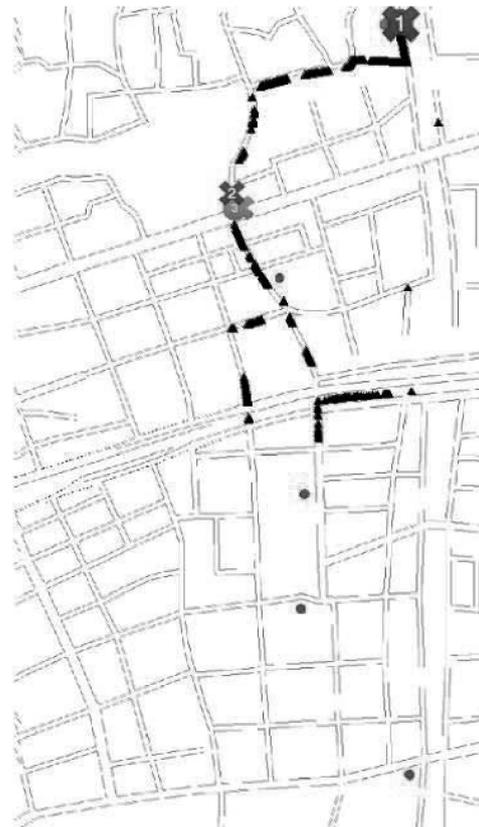


図6 避難シミュレーション 1800 秒後

4. シミュレーション結果

3章で述べたアルゴリズムに基づいてシミュレーションを行う。図5はシミュレーション開始から600秒後の歩行者エージェント（図中▲印）とGPSのログ（図中1~3）を、図6は1800秒後の歩行者エージェントとGPSログを図示したものである。図7は今回のシミュレーションにおける避難完了割合を示したグラフである。図7よりこのエリアでは1割の人が津波到達時刻までに避難所に到達できていないことがわかる。

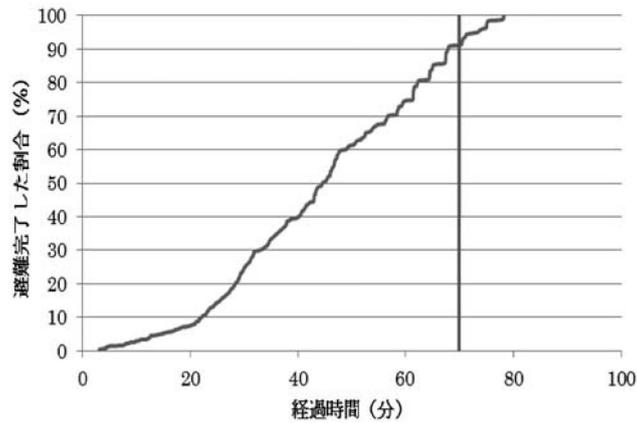


図7 歩行者の避難完了割合

5. おわりに

本研究では西宮市の津波避難訓練の結果を分析し、避難行動シミュレーションで再現した。実際の訓練データと比較しておおよその程度で再現できているということが確認できた。今後は斜面による速度変化や歩行者属性といった事象を考慮することによりさらに再現性が高い歩行者シミュレーションモデルが作成できると考えられる。

参考文献

- 1) 小林健一郎, 寶馨: 最悪シナリオを考慮した淀川流域洪水予測と広域避難に関する基礎的研究, 河川情報センター研究成果報告書, 39 pp., 2012
- 2) 毛利正光, 塚口博司: 歩行路における歩行者挙動に関する研究, 土木学会論文報告集第268号, pp. 99-108, 1977.
- 3) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>, 2014
- 4) 国土地理院基盤地図情報: <http://www.gsi.go.jp/kiban/>, 2014
- 5) 兼田敏之: artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション, 構造計画研究所, 198 pp., 2010

著者: 1) 小林健一郎, 都市安全研究センター 准教授; 2) 木村圭佑 神戸大学工学部 学生

Simulation and Discussion of Tsunami Evacuation Training in Nishinomiya

Kenichiro KOBAYASHI
Keisuke KIMURA

ABSTRACT

At the time of Tsunami disaster caused by big earthquake, we must evacuate to the higher elevation zone. The actual evacuation training is one of the most important activities to save the lives. However, the numerical evacuation model is helpful to obtain more insight of the evacuation as it can simulate the training situation for many cases. To repeat the evacuation training many times for many situations is time consuming. Thus, this study focuses on constructing a multi-agent evacuation model. Concretely we refer to Nishinomiya-city large scale evacuation training by the municipal government. The numerical evacuation model is constructed based on GPS pedestrian behavior data measured at the training time. The evacuation model programming is made using a platform of multi-agent simulation artisoc. The complex road network is incorporated in the modelling with the modification of some roads based on the on-site survey. Especially, we consider the effect of traffic signals. As the result, we succeed in simulating the situation of evacuation training by the model on some level.

©2014 Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, All rights reserved.