東北地方太平洋沖地震津波発生時の名取市閖上地区における避難行動解析

東北大学 学生会員 ○髙木 浩樹
東北大学災害科学国際研究所 正 会 員 マス エリック
東北大学災害科学国際研究所 正 会 員 越村 俊一

1. 序論

2011年の東北地方太平洋沖地震では，巨大津波の発生により多くの人的被害が生じた．なかでも被害の大きかった地区の一つに，宮城県名取市の閖上（ゆりあげ）地区がある．赤貝漁で知られるこの地区には，当時約5600人が暮らしていたが，津波によって700人を超える住民が犠牲となった（2013年3月末現在，名取市調べ）．被災直後より，この地区では，避難所へ集まった住民を別の避難所へ再避難させたことや，防災無線が鳴らなかったことなど，当時の避難誘導体制に対して疑問の声が上がっている．そのため，現在では，被害拡大の原因究明や津波対策を含めた復興計画の策定が進められている．

避難行動の再現や避難誘導計画の検証を行うためのツールとして，近年ではシミュレーションモデルの開発が行われている．Mas *et al.*(2012)は，津波の浸水分布や，街路，人口分布などの地理情報をGISデータとして組み込むことで，避難行動モデルと津波浸水モデルを統合したエージェントベースのモデルを開発し，さまざまな解析対象地でのシミュレーションを可能にした．

本研究では，2011年の津波発生時の閖上地区を対象に，津波避難シミュレーションを行う．Mas *et al.*(2012)のモデルを閖上地区に適用し，津波浸水シミュレーションを組み込むことで，津波襲来時の避難行動の再現を試みる．これにより，被災前の閖上地区における避難誘導計画の問題点を明らかにする．

2. 解析の概要

(1) 解析の対象領域

本研究では，宮城県名取市の一部（名取市閖上1～7丁目と一部の字，および同市小塚原の一部の字）を対象領域とした．東西1,650m，南北1,745mの長方形の領域で，3箇所の指定避難所（閖上公民館，閖上中学校，閖上小学校），および閖上地区における被害甚大区域（多くの人的被害が発生した区域）を含む．領域内の地図を図–1に示す．

図-1 対象領域内の地図

(2) 人口データ

2011年2月末時点での閖上地区の人口は5612人であった（名取市調べ）．しかし，池上ら（2013）によると，「5600人余りの人口のうち、当時、在宅していたのは4000人弱」であった．したがって，閖上地区における昼間人口を夜間人口の約71%（4000/5600）と想定し，対象領域内の昼間人口を夜間人口5556人の71%，すなわち3944人とした．また，被災後に行われた住民アンケートに基づき，自動車で避難した住民の割合を72%と設定した．

(3) 避難行動

本研究で使用したエージェントベースモデルの避難行動の流れを，図–2に示す．

3. 解析結果および考察

解析による避難完了人数，実際の避難完了人数（「公開質問状」回答書，名取市による），実際の収容可能人数，および解析による犠牲者数，実際の犠牲者数(2013年3月末現在の対象領域内，行方不明者含まず，名取市調べ)を表–1に示す．また，シミュレーションによって作成された動画から，(a)地震発生直後（0分後），(b)60分後，(c)75分後，(d)90分後のスクリーンショットを図–3に示す．図

仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-03，TEL: 022-795-4901，FAX: 022-795-4901

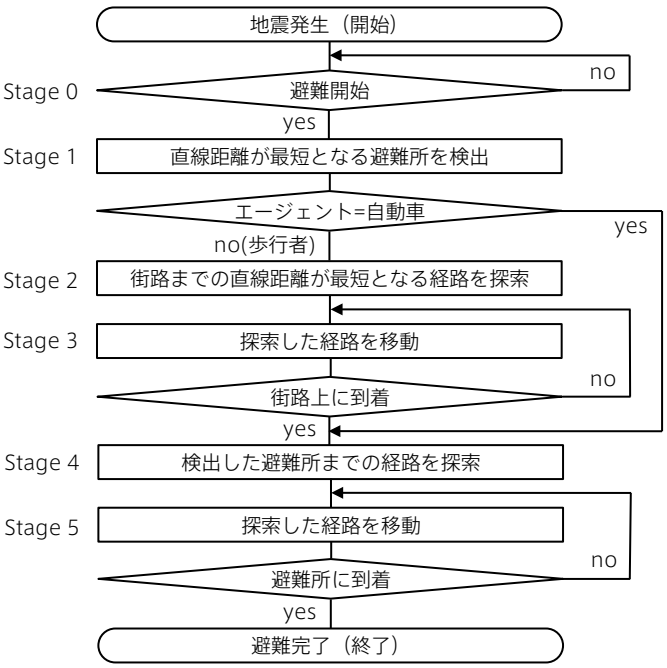

図-2　避難行動のフロー

中，歩行者は黒色の点，自動車は赤紫色の点で表されている．図中(c)，(d)に現れる青色で示される範囲は津波の浸水域を示し，津波に巻き込まれたエージェントは赤色の点で，渋滞の発生は白色の点で示している．

現時点での解析では，各避難所における避難完了人数について，解析結果と実際の災害時の集計結果には大きな乖離がある．図–1を見ると，地域内の多くの住民にとって，最も近い避難所が収容人数の少ない閖上公民館であったことが分かる．公民館においては，津波襲来の直前に閖上中学校への再避難誘導が行われ，犠牲者が増加した一因になったとも言われているが，元来の避難誘導計画自体にも問題があった可能性がある．

また，図–3(d)より，閖上東部から避難所へ向かう道路（県道129号閖上港線）で渋滞が発生していることが分かる．この道路は，閖上3〜6丁目の住民が避難所へ向かう際に最も多く利用する道路であり，実際の災害時には，小学校近くの五叉路の先までの長い距離で渋滞が発生した．しかし，シミュレーションでは公民館付近のごく一部に限られており，渋滞の再現性には問題がある．原因として，シミュレーション中では公民館に避難者が集中したことや，実際の災害時には自動車で対象領域外（海から遠ざかる方向）への避難を試みた住民が多くいたことが考えられる．

4. 結論

本研究ではまず，既往のモデルを対象領域に適用して

表-1　避難完了人数および犠牲者数の比較

指定避難所	避難完了人数[人]		収容可能人数[人]
	解析結果	実際の集計	
閖上公民館	2608	84	400
閖上中学校	252	約1000	8100
閖上小学校	468	約870	5800

解析による犠牲者数[人]	実際の犠牲者数[人]
610	721

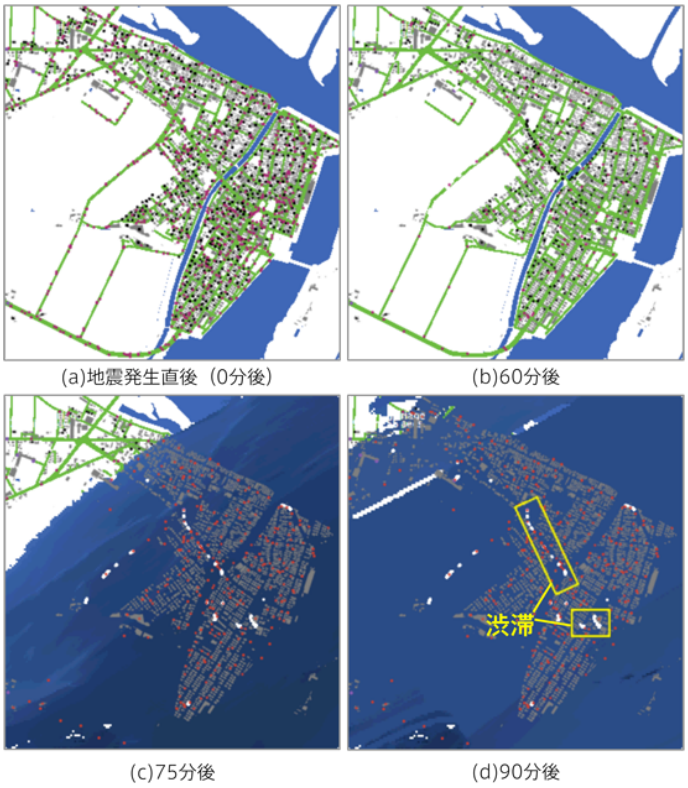

図-3　シミュレーション結果のスクリーンショット

津波避難シミュレーションを行い，実際の災害時におけるデータと比較することでモデルを検証し，被災前の避難誘導計画の問題点を考察した．しかし現時点では，各避難所での避難完了人数や，渋滞の発生状況などについて，モデルの再現性は低く，問題点の解明には不十分である．今後はモデルの再現性を向上させるための工夫を行い，その上で再度，検証と考察を行っていく．

参　考　文　献

Mas, E., Imamura, F., and Koshimura, S. (2012) : An agent based model for the tsunami evacuation simulation. A case study of the 2011 Great East Japan Tsunami in Arahama town, International Conference on Urban Earthquake Engineering, 9th, pp.1957-1964.

池上正樹，加藤順子 (2013) : 被災者はどこに住むべきか〜宮城県名取市閖上のいま，ダイヤモンド・オンライン，ダイヤモンド社，http://diamond.jp/category/s-yuriage/