

## 第IV部門

## 津波災害時の住民の避難開始についての時空間分析

京都大学工学部地球工学科	学生員	○上大迫 弘隆
京都大学大学院地球環境学堂	正会員	奥村 与志弘
京都大学大学院地球環境学堂	正会員	清野 純史

## 1. 研究の目的及び背景

2011年3月に発生した東日本大震災による津波災害によって東北地方沿岸部は大きな被害を受けた。津波が発生してから沿岸部に到達するまで30分以上の猶予があったにもかかわらず、避難を全く行わなかった死亡者が少なくなかったという報告がいくつかあり<sup>1)</sup>、津波避難の難しさが浮き彫りとなった。避難の開始について土肥ら<sup>2)</sup>(2015)は、津波避難者発生シミュレーションモデルを開発しているが、実際の津波避難の開始の傾向について再現できていない部分があった。そこで本研究では、アンケートや実地調査をもとにして得られた住民の津波避難のデータを用いて、避難開始の特徴を時空間的に分析する。

## 2. 利用したデータと分析方法

### 2.1 復興支援調査アーカイブを用いた分析

本研究では復興支援調査アーカイブ<sup>3)</sup>(以下、復興アーカイブ)を用いて東北地方沿岸部の住民の避難開始の時空間的特徴を3つの地区について分析する。復興アーカイブは、国土交通省都市局が行った「東日本大震災津波被災市街地復興支援調査」を東京大学空間情報科学研究センターがGISデータに変換したものである。本研究では、アーカイブ中の「個人避難」というアンケートをもとに作成されたデータを使用する。

アンケートの回答では、住民が複数のトリップを経て最終的な移動先へ移動していることが分かった。アンケートではそれぞれのトリップについて移動目的を記録してある。本研究では避難開始について分析するため、アンケートで住民が「避難のため」移動を行ったと回答したトリップについてそのトリップの開始時間と開始地点について分析し、その後特徴的だった区域について避難のきっかけなどについ

て詳細に分析した。

本研究で対象とした地区は、宮城県南三陸町志津川地区、同県石巻市門脇・南浜地区、岩手県宮古市田老地区の3つである。本研究では対象地域を150m, 200m, 250m四方の領域(以下、メッシュ)ごとに分割し、さらに避難開始時間を15分, 20分ごとに区切ってデータの整理を行った。

### 2.2 避難訓練時の住民の行動調査を用いた分析

復興アーカイブのデータは、震災時に避難を行った住民の中の更に一部の住民からとったアンケート調査をもとにしている。また津波は平時からおこるものではないのでサンプル数が十分に取れない可能性がある。

そこで本研究では2016年11月13日に兵庫県全域で行われた合同防災避難訓練に参加し、兵庫県南あわじ市阿万中西地区で住民の避難の様子を調査した。分析には無人航空機(UAV)を用いて上空から対象地域を撮影した映像を利用した。

撮影した映像を分析し、路上にいる地域住民の移動開始地点及び時間を住民の移動経路ごとに整理した。分析の際、対象地域を20m, 40m, 60m四方のメッシュ幅で分割し、映像で確認したデータを5分間ごとに分割した。避難訓練の分析では、住民の避難場所に指定されている高台へ向かう各トリップを避難行動とする。

## 3. 復興アーカイブを用いた分析

### 3.1 南三陸町志津川地区

地震発生後15分までに、沿岸部で二つの区域A, Bにおいて避難を開始する住民が増えていることが分かった。この二つの区域について移動を開始した目的を整理したところ、区域Bと比較して区域Aから出発した住民は避難以外を目的とする行動が多く見られた。

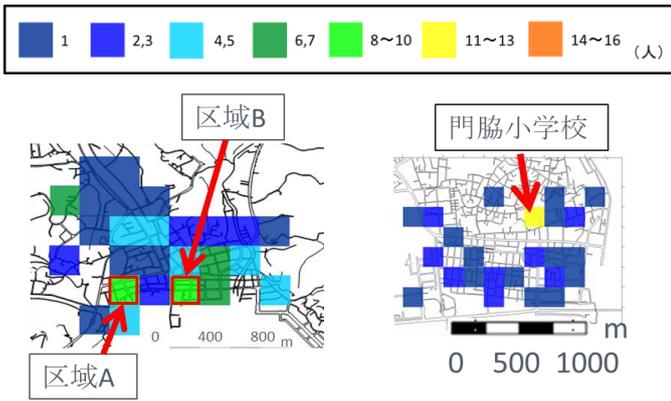


図 1 南三陸町志津川地区の避難開始人数 (200m 間隔, 発災後 0~15 分)

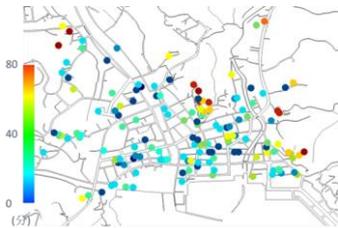


図 3 南三陸町志津川地区の避難開始時間と避難開始地点

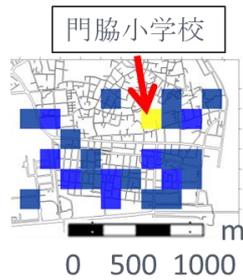


図 2 石巻市門脇・南浜地区の避難開始人数 (150m 間隔, 発災後 20~40 分)

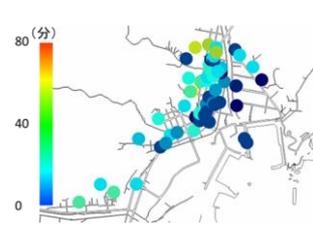


図 4 宮古市田老地区の避難開始時間と避難開始地点

### 3.2 石巻市門脇・南浜地区

図から、メッシュでは 20~40 分に避難開始者数が増加していることが分かる。この区域にはこの地区唯一の緊急避難場所であった門脇小学校があり、発災後 20~40 分の間に大きな余震が起きたことから、一度避難していた住民がそれらの情報を受け取ったことでさらに高台へ避難を行う動きがあったことが考えられる。

### 3.3 宮古市田老地区

他の地域と比べて避難の開始が早く (図 4)、市街地と避難所までの距離も短いことから地震発生から避難の完了までにかかった時間は短かったものと思われる。復興アーカイブの特性上時間間隔を細かくして分析するのは難しいためこれ以上時間的に細かく分析は行わなかった。

## 4. 避難訓練時の行動調査・分析

阿万中西地区では複数の世帯で隣保という集合を組織しており、津波災害時は隣保単位で避難を行う。

路上で確認できた住民は 64 人で、そのうち 57 人が隣保を介して高台へ移動しており 1 人が直接高台へ避難していた。また図 6 に示す隣保の避難開始時間と図 5 を比較すると、隣保が高台へ移動を開始した様子が図 6 の人数が多くなっているメッシュに



図 5 南あわじ市阿万中西地区 (橙枠は隣保の集合場所, 赤枠は避難所となる高台)

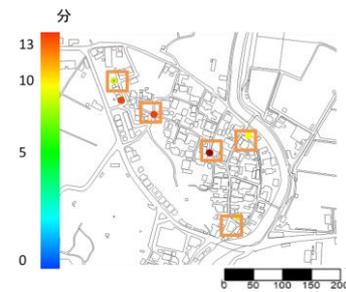


図 6 南あわじ市阿万中西地区の避難開始時間及び避難開始場所

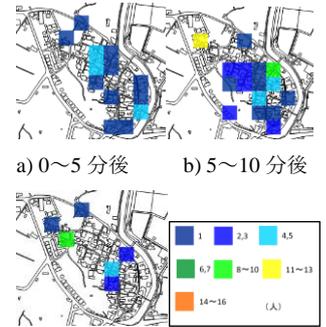


図 7 南あわじ市阿万中西地区の避難開始人数 (40m 間隔)

特徴的に表れていることが分かる。またその特徴は 20m, 40m, 60m のどのメッシュ幅についても見られた。

このことから避難訓練の行動調査によって 60m 以下のメッシュ幅において隣保による避難開始の特徴を見ることができることが分かる。しかしメッシュ幅や時間間隔を大きくして分析するとこの特徴はとらえることができなくなると考えられる。

## 5. 結論

復興アーカイブのデータを用いた分析によって各地域の避難行動の特徴を分析することができた。また、住民の避難開始についての分析をするうえで、UAV を用いた避難訓練に参加する住民の行動調査の手法を提案することができた。

参考文献 1) 東日本大震災の津波犠牲者に関する調査分析～山田町・石巻市～, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.70, No.4, pp.908-915, 2014.  
2) 土肥裕史・奥村与志弘・小山真紀・清野純史: 2011 年東北地方太平洋沖地震津波における避難者発生シミュレーション～石巻市門脇地区を対象として～, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol71, No.4, pp.I\_823-I\_831, 2015.  
3) 国土交通省都市局: 復興支援調査アーカイブ, <http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>, 2017 年 1 月参照。