

# 津波と土砂崩れによる複合災害を想定した集団避難行動分析

## - 北海道稚内市を事例として -

### 奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一

## Analysis of Group Evacuation Behaviors for Tsunamis and Other Disasters Arising from Tsunamis and Landslides

### - A Case Study for Wakkanai City in Hokkaido, Japan -

### Yusuke OKUNO, Daisuke SHIOZAKI and Yuichi HASHIMOTO

**Abstract:** This study aimed to identify problems in group evacuations by analyzing evacuation behavior log data collected through an originally developed evacuation behavior log data collection system. Assuming two cases of (1) tsunami disasters and (2) other disasters arising from tsunamis and landslides, we collected evacuation behavior log data from simulated groups in Wakkanai City, Hokkaido, Japan, and performed the analysis using GIS. As the result, the collected trajectory data showed problems related to the evacuation of groups.

**Keywords:** 津波 (tsunami), 集団避難 (group evacuation), 稚内市 (Wakkanai City)

## 1. はじめに

2011年3月11日に東日本大震災が発生し、東北地方を中心に甚大な被害が生じた。これに伴い、津波災害からの避難行動についての検討が盛んとなり、多くの研究が蓄積されつつある。

従来、避難行動の研究としては、聞き取りや質問紙調査等が多く見られるが、近年では、GNSSを用いて避難行動情報を収集する研究が蓄積されており、個人避難では、奥野・橋本（2015）、集団避難では、森田ほか（2015）等の研究が見られる。

しかし、GNSSを用いた避難行動分析研究においては、津波や火災等の災害種別ごとの避難行動分析は数多く見られるが、複合災害を対象とした分

析研究は稀である。

そこで本研究は、津波災害と土砂災害の複合災害を想定した避難行動の移動軌跡データの収集を行い、複合災害が発生した場合における集団避難行動時の課題を明らかにする。そのためには、津波災害のみを対象とした避難行動と、津波災害及び土砂災害による複合災害を対象とした避難行動とを比較し、複合災害発生時における課題を抽出する。これにより、集団避難行動を検討する際の基礎資料整備につながるものと考えられる。

## 2. 研究方法

本研究では、集団避難に関する移動軌跡データを収集する。まず、収集対象の集団員全員のスマートフォンに位置情報を取得、送信するアプリケーション（以下、「避難ログアプリ」という。）をインストールする。その避難ログアプリを使用して疑似的な集団避難を行い、移動軌跡データを収

---

奥野祐介 〒060-0810 札幌市北区北10条西7丁目

北海道大学大学院文学院（博士後期課程）

（株式会社シン技術コンサル（技術第1部））

Phone: 080-6062-8239

E-mail: okunoyusuke@let.hokudai.ac.jp

集する。その後、疑似避難後に集団員に対して避難行動に関する質問紙調査を実施し、GIS を用いて収集した移動軌跡データから抽出した減速箇所と、質問紙調査の結果とを照合し、避難時における課題を抽出する。

### 3. 移動軌跡データの収集

データ収集は、北海道稚内市の中心市街地で行った（図-1）。稚内市は、北海道北部の日本海、オホーツク海沿岸部に位置しており、最大 11.97m の津波浸水が想定されている（北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会、2017）。市街地西部の傾斜地は、土砂災害警戒区域に指定されている。

データ収集は、2019 年 6 月 1 日に実施した。収集には、避難ログアプリを利用し、位置情報を約 5 秒間隔で取得した。収集する際には、避難状況を記録するため、集団の前方、中間、後方をビデオカメラ 3 台体制で撮影した。調査員は、北海道大学文学部で 2019 年度前期の地域システム科学演習を受講している大学院生、学部生の全 28 名である。集団避難は、観光者等が多く集まると想定される「道の駅わっかない」を避難開始地点とし、(1) 津波災害（図-2 (1)）、(2) 津波と土砂崩れによる複合災害の 2 ケースを想定し（図-2(2)）、収集した。(1) については、避難開始地点から最

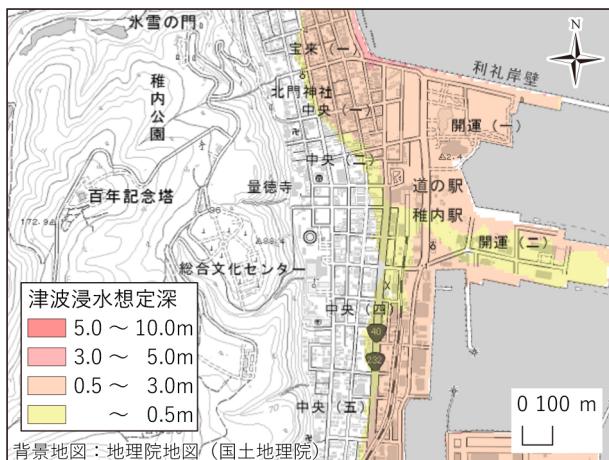


図-1 北海道稚内市の中心市街地

も近い指定緊急避難場所の「稚内総合文化センター」へ向かうものである。(2) については、「稚内総合文化センター」へ向かうが、途中で土砂災害が発生しており、避難先を指定避難所の「宗谷経済センター」へ変更して避難を行うものとした。

収集の際、調査員には、周囲の集団員は考慮せず、各自のペース（移動速度）で避難するように指示した。なお、今回の実験においては、避難ログアプリが動作せず、使用できない集団員がいたため、25 データを有効データとした。

### 4. 移動軌跡データ分析

#### 4.1 速度低下箇所の抽出

速度低下箇所については、奥野・橋本（2015）の低速箇所を強調して可視化するカーネル密度数値を変えて試した結果、要因抽出に最も優れた

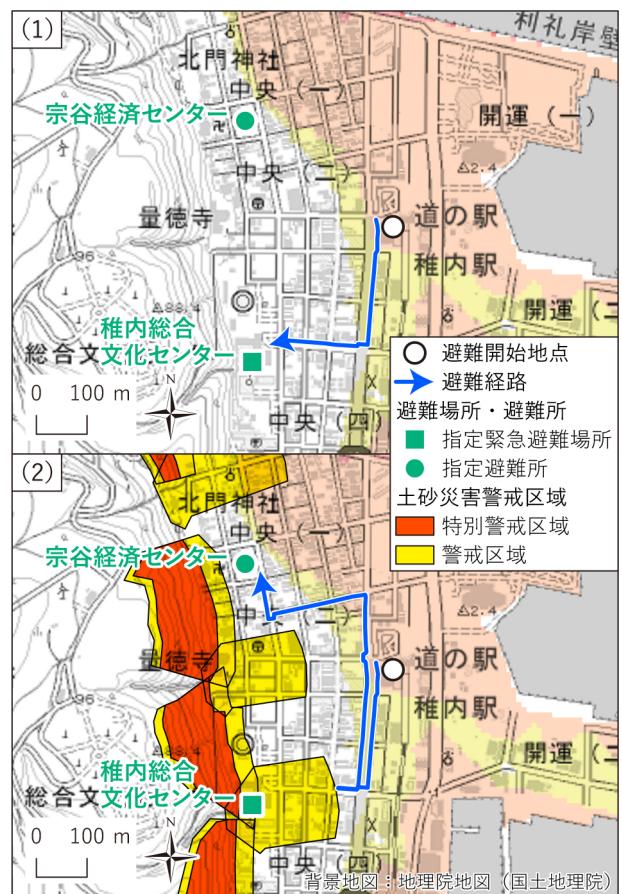


図-2 データ収集経路

浸水深の凡例は、図-1 と同じ。

推定によって抽出する。速度低下箇所については、指標として、密度値が 30 以上の箇所を速度低下箇所とした（図-3）。図内の速度低下要因は、調査時に撮影したビデオカメラ映像と照合し、特定したものである。（1）については、信号設置箇所・樹木（街路樹）によって歩道が狭くなっている箇所が速度低下箇所として可視化された。また、一時的な要因として、歩道上で工事を行っていた箇所及び水溜まりにおいて速度の低下が見られた。

（2）については、（1）と同様の要因のほかに曲がり角や歩道が狭い（植樹升によるものも含む。）箇所において速度の低下が見られた。また、一時的な要因としては、（1）と同要因のほか、通行人とすれ違う際、車両接近による一時停止箇所等において減速していた。

#### 4.2 質問紙調査

質問紙調査については、年齢や稚内市訪問履歴

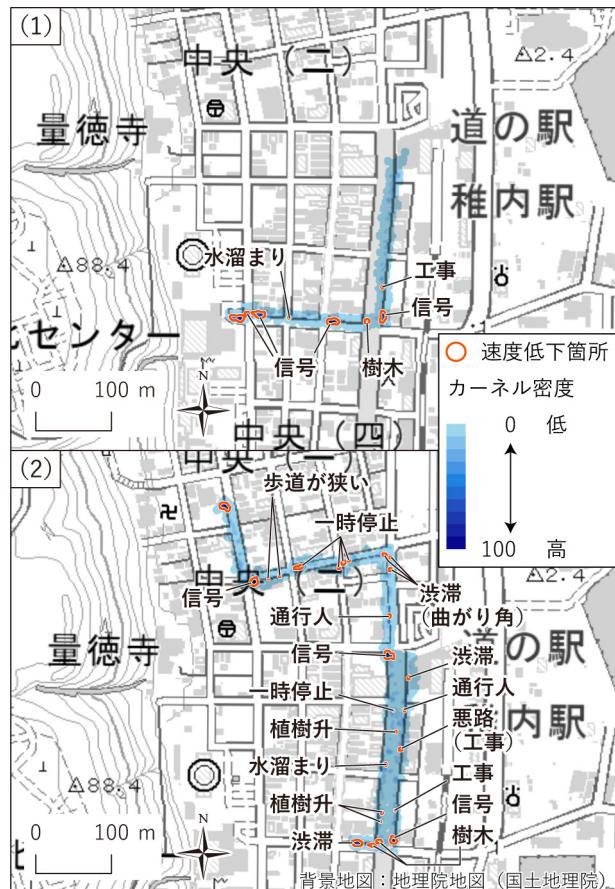


図-3 カーネル密度推定による速度低下箇所

（または居住履歴）等の基本情報のほか、スマートな避難ができなかつた箇所（以下、「避難困難箇所」という。）を質問紙内の地図に記入してもらった。地図への記入結果が図-4である。（1）については、図-3（1）に見られる信号設置箇所や樹木によって歩道が狭くなっている箇所が避難困難箇所として挙げられていた。図-3（1）において見られた工事中の箇所については、図-3（1）においては、工事区間の出口周辺で減速が見られたが、図-4（1）においては、工事区間の入口周辺が避難困難箇所として挙げられていた。水溜まりを避けるために減速していた箇所については、記入が見られなかった。

（2）については、（1）と同様に工事中の箇所、信号設置箇所や土砂災害が発生していることによる折り返し地点での渋滞、曲がり角、横断歩道、歩道が狭い箇所が避難困難箇所として挙げられ

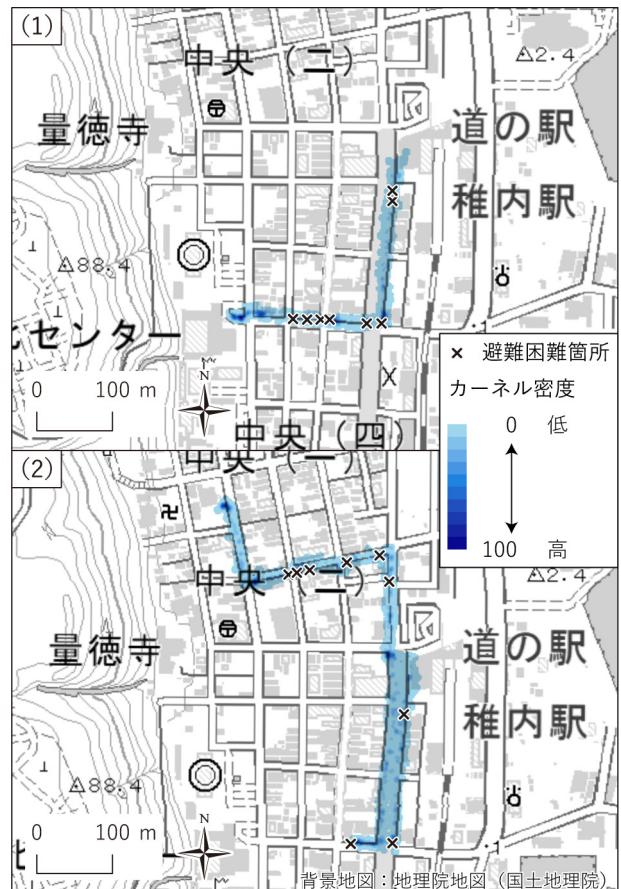


図-4 避難困難箇所 (N=28)

ていた。通行人とすれ違う際や水溜まり等の箇所については記入が見られなかった。

## 5. 考察

移動軌跡データから抽出した減速箇所と、質問紙調査によって得られた避難困難箇所を比較すると、信号による停止箇所や工事等の容易に認識可能な要因については、共通して見られていた。しかし、植樹升設置によって狭い歩道や通行人とすれ違う際、水溜まりを避ける際の減速といった要因については、質問紙調査においては要因としては挙げられておらず、減速要因として認識されていない可能性が示唆された。

調査を行った地域においては、地震発生後から津波による影響が見られるまでが 6 分、第一波が到達するまでが 15 分という想定となっている(北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会、2017)。(1)については 7 分、(2)については 14 分 30 秒で避難を完了しており、地震発生直後に避難を開始した場合、津波のみの場合は第一波到達まで数分間の猶予が見られるが、津波と土砂災害が同時に発生した場合は、時間的な余裕がほぼ無い状況となっている。加えて、速度低下箇所が

(1) は 6 箇所、(2) は 25 箇所となっており(ともに到着時の速度低下は除く。), 避難時間と速度低下箇所が大幅に増加している。

データを収集した地域は、市役所や JR 稚内駅等が立地する稚内市の中心部であるが、背後に海岸段丘があり、その縁に土砂災害警戒区域が多数見られる。そのため、津波に加えて土砂災害が同時に発生した場合は、迅速な避難を妨げる要因が大きく増え、津波に巻き込まれるリスクが増大している可能性があることが明らかとなった。

## 6. おわりに

本研究では、津波災害と土砂災害の複合災害を想定した移動軌跡データの収集を行い、複合災害が発生した場合における集団避難行動時の課題

を明らかにすることを目的とし、集団避難行動に関する移動軌跡データの収集及び質問紙調査を実施し、分析を行った。その結果、津波災害、津波災害及び土砂災害による複合災害の 2 ケースからの避難時における課題を抽出することができた。特に、複合災害を想定した避難行動については、避難時間の大幅な増大、速度低下箇所の増加が見られ、迅速な避難を困難なものとしており、複合災害からの避難対策を検討する必要性が示唆された。本研究は、複合災害からの避難対策検討の基礎資料整備に繋がるものと考えられる。

今後は、質問紙調査で得た他の結果等についても組み合わせた分析等を進めるとともに、より詳細な集団避難行動分析及び衛星測位技術を用いた避難行動分析研究に寄与していきたい

## 謝辞

本研究を進めるに当たり、集団避難に関する移動軌跡データの収集において、北海道大学文学部の学部生には調査員として、院生には調査のサポートとしてご協力いただきました。ここに記して深謝いたします。なお、本研究は、文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第二次)」及び(一財)北海道開発協会研究助成「ICT を援用した津波防災教育システムの開発と実証研究」における成果の一部である。

## 参考文献

- 奥野祐介・橋本雄一(2015)：積雪寒冷地における疑似的津波避難行動に関する軌跡データ分析. GIS－理論と応用－, 23 (1), 11-20.
- 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会(2017)：日本海沿岸の津波浸水想定の見直し報告書 平成 29 年 2 月.
- 森田匡俊・小池則満・小林哲郎・岩見麻子(2015)：小学校における集団避難行動の可視化と改善に関する研究. 地理情報システム学会講演論文集, 24 (CD-ROM) .