

GNSS を用いた疑似的津波集団避難行動分析

－北海道釧路市・厚岸町を事例として－

奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一

Analysis of Quasi Evacuation of Groups in Tsunamis Using GNSS

- A Case Study for Kushiro City and Akkeshi Town in Hokkaido, Japan -

Yusuke OKUNO, Daisuke SHIOZAKI and Yuichi HASHIMOTO

Abstract: This study aimed to identify problems in group evacuations in the case of tsunamis, by developing an evacuation behavior log data collection system for tsunamis, and analyzing the obtained data. The data was collected as evacuation behavior log data using a trajectory data collection system that uses the Global Navigation Satellite System (GNSS) developed for smartphones in Kushiro city and Akkeshi town in Hokkaido, and analyzed the data focusing on the time required from start till evacuation of all the groups is complete, using the Geographic Information System (GIS). The collected trajectory data showed problems related to the evacuation of the groups.

Keywords: 集団避難 (group evacuation), 移動軌跡データ (trajectory data), 釧路市 (Kushiro City), 厚岸町 (Akkeshi Town)

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いる。個人の避難行動では、例えば、奥野・橋本(2015)のハンディGPSを用いて個人の疑似的な避難行動情報を収集し、積雪寒冷地における避

難課題を季節別に明らかにした研究がある。集団避難では、森田ほか(2015)の集団の先頭と最後尾にハンディGPSを持たせ、小学校の避難訓練を事例に集団避難の課題を把握し、改善策を検討した研究が見られる。しかし、集団避難行動の研究において、集団員全員の移動軌跡データを分析した研究は少ない。加えて、集団避難研究の多くは住民避難を想定したものであるが、地理不案内者を対象にした研究は稀である。津波避難では、各避難者の主体的な避難が求められるが、地理不案内者の場合、周囲の避難者と一緒に避難する集団避難となるケースが考えられる。

そこで本研究は、団体旅行者を想定し、集団避難の移動軌跡データからの課題抽出を目的とする。これにより、団体の津波対策検討を行う上で基礎資料整備に繋がるものと考えられる。

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研究科 (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

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移動軌跡データを収集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。避難ログアプリを使用して集団での疑似避難を行い、移動軌跡データを収集する。収集した移動軌跡データから、時間経過と集団の空間的な広がりに着目し、集団避難時における課題を明らかにする。

3. 移動軌跡データの収集

移動軌跡データの収集は、北海道釧路市及び厚岸町で行った（図-1）。両自治体は、北海道東部の太平洋沿岸部に位置しており、釧路市は最大36.4m、厚岸町は最大46mの津波浸水が想定されている（北海道総務部危機対策局危機対策課，2012）。橋本（2014）によると、釧路市は昼間で75%、夜間で71%、厚岸町は昼間で73%、夜間で62%の人口が津波浸水想定域内に居住または勤務等をしていると想定されている（2010年時点）。

移動軌跡データの収集は、2018年6月30日、7月1日に実施した。収集には、位置情報を保存、確認する塩崎・橋本（2014）のWebアプリと、奥野ほか（2015）の位置情報を取得、送信するスマ



図-1 研究対象地域

基盤地図情報（国土地理院）を使用。

ートフォンアプリを利用し、位置情報を約5秒間隔で取得している。移動軌跡データ収集時には、避難の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2018年度前期の地域システム科学演習を受講している学部生の全36名である。集団避難は、釧路市入舟町4-5丁目交差点から釧路小学校（指定緊急避難場所）まで（ルートa）、同市寿3丁目から道営住宅であえーる幸団地（指定津波緊急避難施設）まで（ルートb）、厚岸町の港町3丁目から味覚ターミナル（指定津波緊急避難場所）まで（ルートc）の3箇所において移動軌跡データを収集した（図-2）。収集の際、調査員には、各自のペース（移動速度）で避難するように指示した。なお、アプリの停止等が原因である不完全なデータが含まれていた

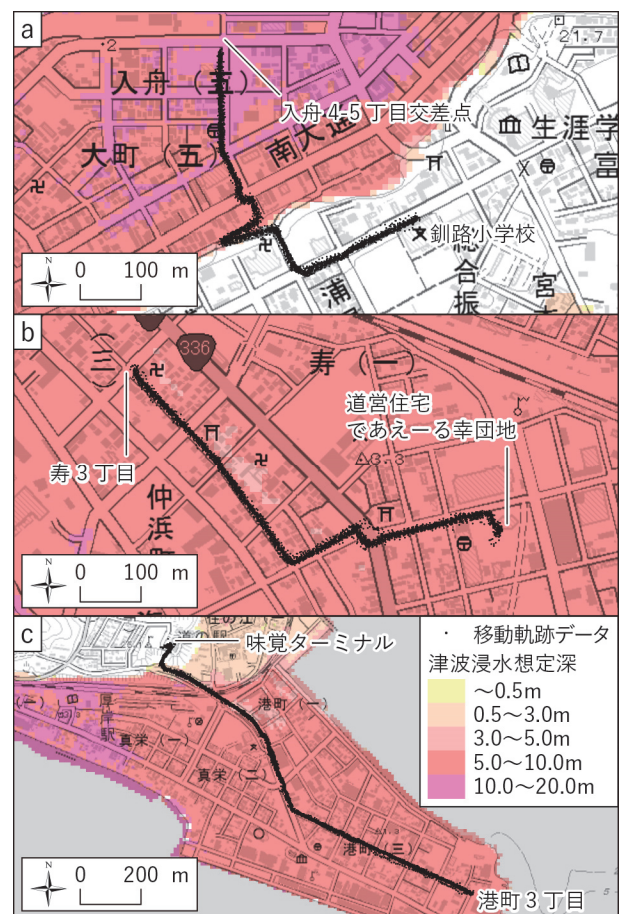


図-2 収集データ

地理院地図（国土地理院）を使用。

ため、ルート a 及びルート c は 34 データ、ルート b は 35 データを有効データとした。

4. 移動軌跡データ分析

本研究では、集団避難時における時間経過と集団員の空間的な広がり方に着目して分析を行う。そのために、まず、収集した移動軌跡データについて、移動開始から 1 分間隔でデータを抽出する。次に 1 分ごとに標準偏差楕円（以下、「楕円」という。）を作成し、標準距離（長軸の長さ）と重心間の距離を算出する。その上で周囲の地理的環境等と照合し、集団避難行動を分析する。

図-3 は、1 分間隔の移動軌跡データから作成した楕円、図-4 は、標準距離と重心間の距離をグラフ化したものである。ルート a は、釧路小学校へ

の避難であるが、避難開始から 3 分、5 分、9 分の時点で楕円が小さくなり、そのほかは大きくなっていった。3 分の時点は信号による停止、5 分の時点は急な坂道、9 分の時点は先頭の避難者の移動軌跡データが欠如していたためであった。8 分の時点で集団の速度が低下しながらも楕円が急激に大きくなっているが、これは集団の後半部が信号によって停止して集団が分断化し、前半部との距離が大幅に広がったためであった。

ルート b は、道営住宅であえーる幸団地への避難である。避難開始から集団が大きくなる傾向にあったが、5~6 分の時点で信号による停止によって一時的に集団が小さくなっていった。その後、7~8 分時点において急激に大きくなっているが、信号停止によって集団が分断化したためであった。

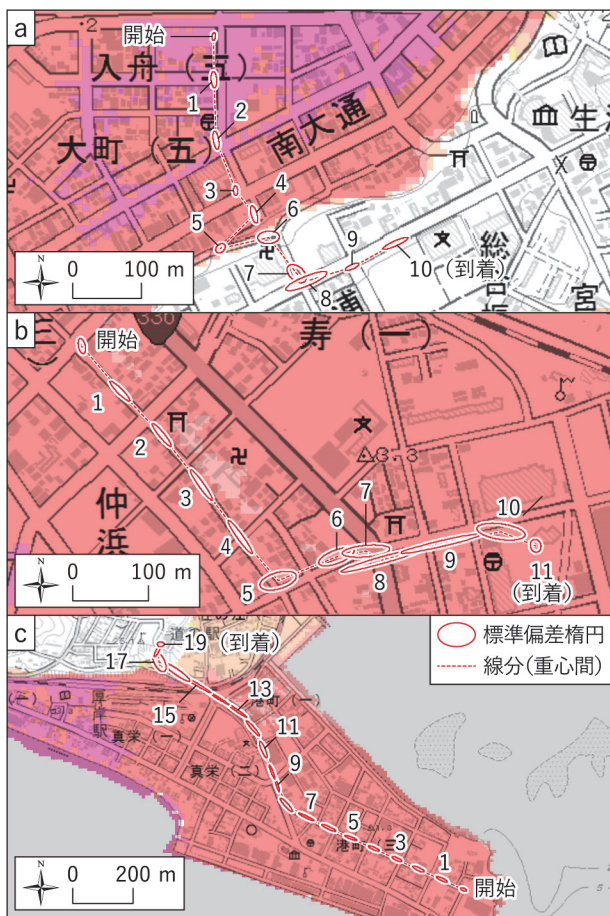


図-3 標準偏差楕円（1分間隔）

地理院地図（国土地理院）を使用。浸水深は、図-2 に同じ。

図内の数字は、避難開始からの経過時間（分）を表す。

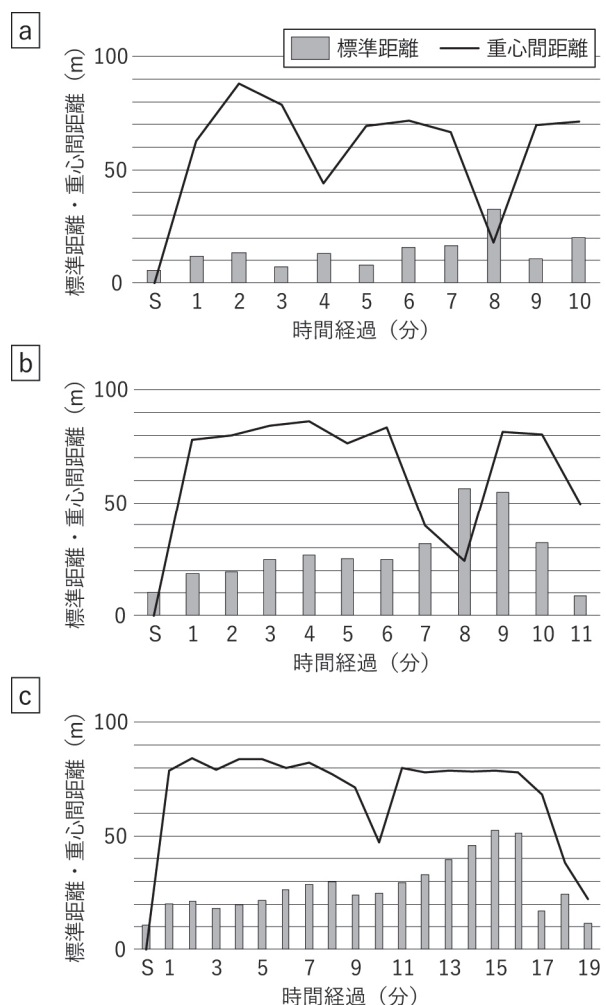


図-4 標準距離及び重心間距離の変遷

ルート c は、味覚ターミナルへの避難である。避難を開始して9分の時点で集団が小さくなっているが、信号によって停止したためであった。その後、時間経過とともに集団が大きくなっているが、跨線橋の緩やかな坂道を歩行しており、集団の後半部が遅れたためであった。なお、信号等がなく、平坦な箇所における楕円の増大がルート a～c すべてに共通して見られた。

5. 考察

分析結果より、楕円の大きさの変化については、平坦な箇所、緩やかな坂道、交差点によって集団が分断化した箇所において楕円が大きくなっていた。これは、避難者の体力や移動速度によるもの、周囲の交通環境によるものであった。

楕円が増大した場合、集団の後半部が津波に巻き込まれるというリスクが生じる。釧路市及び厚岸町に津波が到達するまでには、それぞれ32分、29分程度と想定されている。今回実施した3箇所のうち、ルート b では、避難場所に到着した後に建物の階段を登る垂直避難が必要であり、避難開始までの時間や到着後の階段の状況によっては、集団の一部に津波による被害が生じる可能性がある。また、ルート c においては、避難完了まで19分を要しており、地震が発生してから迅速に避難を開始する必要があることが明らかとなった。団体旅行など地理不案内な避難者の場合、災害発生情報の収集や避難先の選定に時間を要する場合が想定され、迅速に避難を開始するための仕組み等の必要性が改めて示唆された。

6. おわりに

本研究では、独自に開発したスマートフォン用避難ログ収集アプリによる移動軌跡データを用いて津波集団避難データベースの構築を行い、集団避難時における避難者の空間的な広がりに着目し、避難行動を分析した。その結果、集団避難時の課題、避難対策検討に関して有用な知見を得

ることができた。これは、津波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。

しかし、図-3aの9分時点において、一部データ欠如による誤差発生という課題も見られた。今後は、上述の課題解消を進めるとともに、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」における成果の一部である。

参考文献

- 奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一 (2015) : GNSS を用いた津波集団避難実験と移動軌跡データ分析. 地理情報システム学会講演論文集, **24** (CD-ROM) .
- 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.
- 塩崎大輔・橋本雄一 (2014) : ICT を用いた除排雪車位置情報システムの利活用. 地理情報システム学会講演論文集, **23** (CD-ROM) .
- 橋本雄一 (2014) : 北海道における津波浸水想定域人口の推定. 北海道大学文学研究科紀要, **144**, 31-65.
- 北海道総務部危機対策局危機対策課 (2012) : 平成24年度 太平洋沿岸に係る津波浸水予測図作成業務報告書.
- 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) .