

GNSS を用いた津波集団避難行動に関する移動軌跡データ分析

奥野祐介・塩崎大輔・橋本雄一

An Analysis of Trajectory Data for Group Evacuation Behavior from Tsunami Disaster using GNSS

Yusuke OKUNO, Daisuke SHIOZAKI and Yuichi HASHIMIOTO

Abstract: The purpose of this study were to obtain trajectory data of evacuations of groups in tsunami inundated areas and identify problems in evacuating groups by analyzing the data. To this end we collected trajectory data of evacuations of groups with the global navigation satellite system and smartphones, and analyzed the data focusing on the time required from start till completion of evacuations by using geographic information system and changes group form during evacuations. The collected trajectory data pointed to problems in the evacuation of the groups.

Keywords: 集団避難行動 (group evacuation behavior), 津波災害 (tsunami disaster), 移動軌跡データ (trajectory data), 苫小牧市 (Tomakomai), 室蘭市 (Muroran)

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始まっている、研究も蓄積されつつある。

従来、避難行動の研究としては、聞き取り調査や質問紙調査によるものが多くみられるが、近年では、GNSSを用いて避難行動情報を収集する研究も見られる。奥野・橋本(2015)は、ハンディGPSを用いて個人の疑似的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ている。森田ほか(2015)は、集団の先頭と最後尾にハンディGPSを持たせ、集団の長さに着目し、小学校の避難訓練を事例に集団避難の課題を把握した上で、改善策を検討した研究がみ

られる。

しかし、集団避難行動の研究において、集団全員の移動軌跡データを収集し、分析しているものは稀である。そこで本研究は、集団全員の避難に関する疑似的移動軌跡データを収集し、集団列の形態に着目した上で、集団避難時の行動を分析する。これにより、集団避難時の課題等が明らかとなり、観光施設等の集客施設からの多人数避難を検討する際の基礎資料になると考えられる。

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)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、集団の分断、時間経過による集団の長さや形態の変化を分析し、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、北海道苫小牧市と室蘭市で行った（図-1）。苫小牧市、室蘭市は、太平洋沿岸部に位置し、苫小牧市は最大約15m、室蘭市は最大約12mの津波が想定されている。集団での避難が想定される観光施設からの避難行動に関する移動軌跡データを収集する。

移動軌跡データの収集は、2016年5月21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、送信するスマートフォンアプリを利用した。なお、軌跡データはおよそ5秒間隔で取得している。データ収集時には、避難の様子をビデオカメラで列の前方、中間、後方を3台体制で撮影した。

調査員は、北海道大学文学部で 2016 年度前期の地域システム科学演習を受講している学生、院生の全 44 名（男性 25 人、女性 19 人）である。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ため、苫小牧市は 22 データ、室蘭市は 37 データを有効データとした。

避難経路は、2 経路設定した（図- 2）。避難開始地点を、津波浸水想定域内にある水族館施設、マリーナ施設等の観光者を含む多くの人が集中する施設とし、苫小牧市は、勇払マリーナを避難開始地点とし、勇払中学校へ、室蘭市は、室蘭水

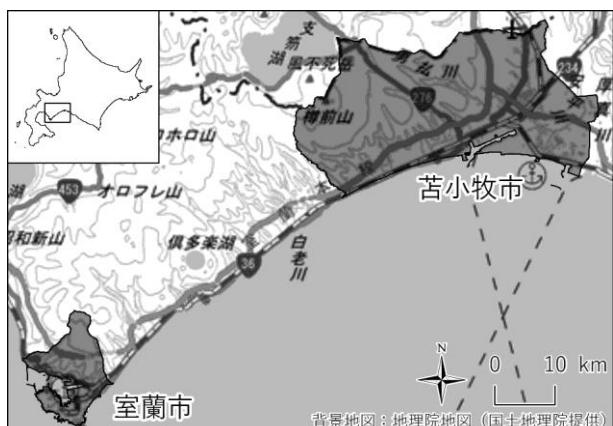


図-1 研究対象地域

灰色（透過表示）部は行政区域を表す。

族館を避難開始地点とし、祝津公園へ避難する経路を設定した。避難先については、苫小牧市、室蘭市の指定する避難場所である。

4. 集団形態に着目した移動軌跡データ分析

本研究では、集団避難時における集団形態の変化（長さ、分断）に着目し、詳細な集団避難行動分析を行う。集団列の長さについては、図-3のように計測する。まず、避難経路を作成し、その経路上に 50cm 間隔のポイントデータを作成する。そして、任意の時間（移動開始から移動終了まで 10 秒間に分割）における先頭と最後尾を抽出し、最寄りのポイントデータの位置を記録及び列の長さを計測する。列の分断は、避難者の所持するスマートフォンによって位置精度にばらつきがあると想定されるため、今回は 10m 以上の距離が生じた場合を分断状態とする。

図-4, 5は、苫小牧市、室蘭市で収集した移動軌跡データから計測した列の長さをグラフ化したものである。集団列の長さが大きく変化する等、特徴的な箇所について、移動軌跡データ収集時に記録していたビデオカメラ映像と照合した。図-6, 7は、列の長さを3次元化したものである。図中の数字は避難開始からの時間（分）である。

苫小牧市で収集したデータでは、避難開始から避難場所への到着までに 22 分の時間を要して



図-2 移動軌跡データ収集経路

灰色（透過表示）部は津波浸水想定域を表す。

た。まず、3分20秒に、列の分断が見られたが、避難開始後2分頃に到達した曲がり角において集団列の中盤が渋滞したためであった。6分には分断が解消しているが、これは、信号により停止していたためであった。11分20秒に再び分断するが、歩道上にトラックが停車しており、歩道が狭くなっていたためであった。14分50秒から列が3つに分断している。これは、道が上り坂であったためであった。跨線橋の歩道幅員の狭さ、曲がり角での渋滞等により、集団列が長くなり、15分20秒には先頭から最後尾までの距離が100mを超えていた。

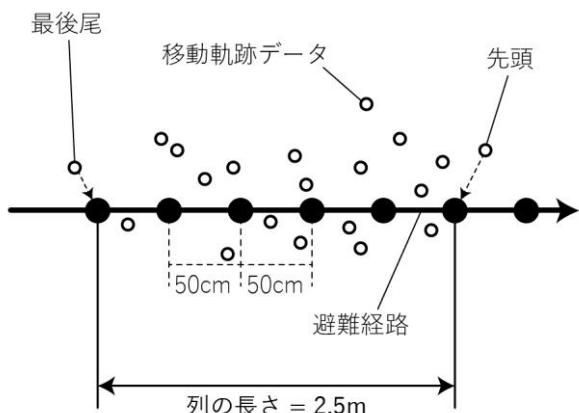


図-3 集団列の長さ計測イメージ

室蘭市で収集したデータでは、避難開始から避難場所への到着までに7分40秒の時間を要していた。まず、避難開始後2分20秒の時点で列が分断している。これは、経路の一部に砂利があり、歩きづらくなっていたためであった。その後、分断は解消されたが、3分10秒より再び分断が見られた。これは、上り坂によるものであった。その後、また一時的に分断が解消されたが、傾斜が緩やかになったためであり、4分40秒の地点から再び上り坂による分断が見られた。

5. 考察

津波からの避難では、遠方避難のほかに、高い場所への避難が必要であるが、今回の分析結果では、上り坂での列の分断が多く見られた。また、歩行スペースの狭い箇所においても分断が見られ、避難経路を設定する際に有用な課題を抽出することができた。

両市の津波避難に関する計画では、津波の到達時間、歩行速度が避難困難地域の設定に使用されている。しかし、分析結果では地形的要因が迅速な避難の妨げとなって場合が多く、津波災害からの避難を検討する場合、地域的特徴も踏まえた避

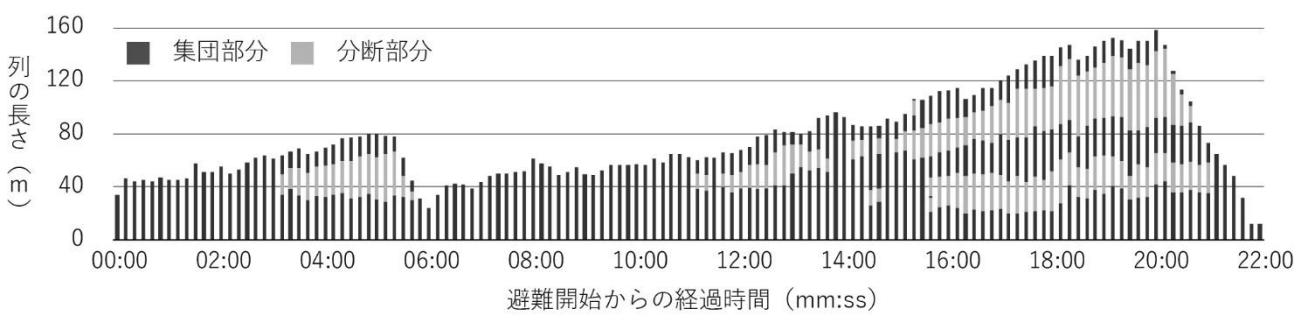


図-4 時間経過による集団列の長さの変化（苫小牧市での収集データ）

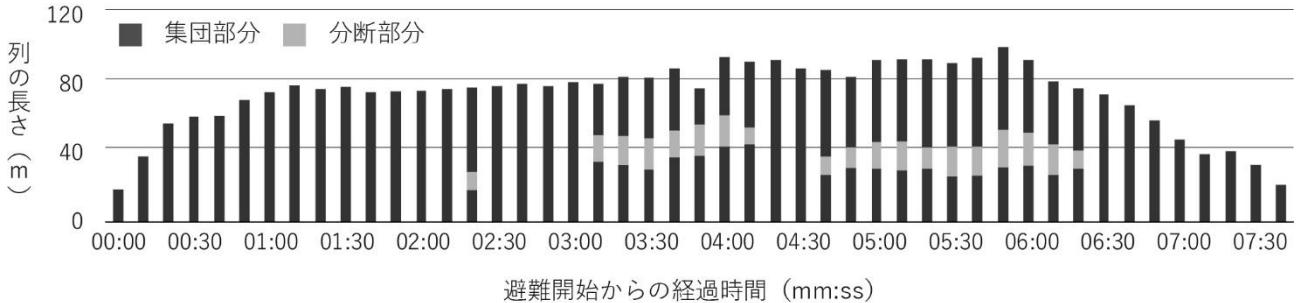


図-5 時間経過による集団列の長さの変化（室蘭市での収集データ）

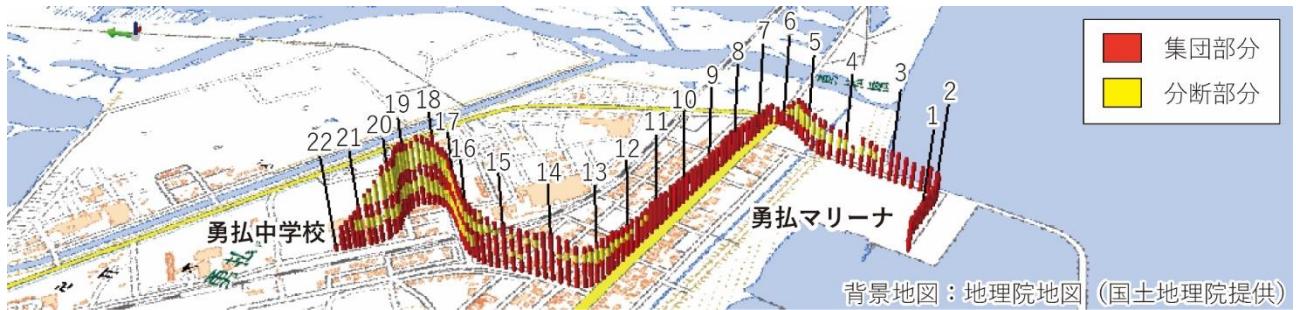


図-6 集団列の長さの3次元表示（苫小牧市での収集データ）

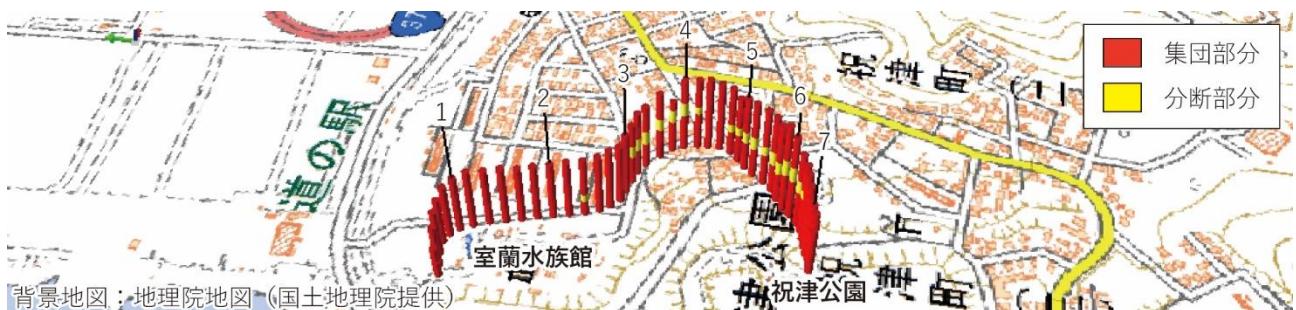


図-7 集団列の長さの3次元表示（室蘭市での収集データ）

難を計画する必要性が示唆された。

6. おわりに

本研究では、GNSSとスマートフォン、開発した避難ログアプリによる移動軌跡データの収集及び津波集団避難に関するデータベースの構築を行い、移動軌跡データの集団の形態に着目した避難行動を分析した。その結果、集団避難をする際の課題を明らかにできた。観光施設等の集客施設において、来場者や従業員全員の避難の検討や、安全な避難経路をモニタリングする際に有用である可能性がある。しかし、離れた集団の間に数人（1～2人）がいたことで分断状態とみなされなかつたケースがあるため、分断状態の定義を再検討する必要がある。

今後は、上記課題の解消を進めるとともに、集団内における個人の速度に着目した避難行動分析等の詳細な分析を行い、衛星測位技術を用いた集団避難行動分析研究に寄与していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、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および院生に調査員としてご協力いただきました。ここに記して深く感謝いたします。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・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.
- 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) .
- 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) .
- 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) .