

災害時における住民行動の回復過程に関する研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○前田 夏輝
鳥取大学大学院 正会員 長曾我部 まどか
鳥取大学大学院 正会員 谷本 圭志

1. はじめに

近年、情報通信端末の普及とデータ集積技術の発展により、端末利用者の位置情報を時分秒単位で取得することが可能となった。このような日々の人々の行動が蓄積されたビッグデータは、人々の行動の変化を可視化することに役立つ。災害時に取得されたデータを用いれば、詳細な範囲で日々の被災地の人々の行動を把握することができ、復興支援対策に有用な知見を与えることが期待される。そこで本研究では、災害発生後の人々の行動の変化を短期的かつ市町村単位で定量的に評価し、人々の行動が災害後に回復する過程を明らかにする。

2. 本研究の基本的な考え方

災害によりインフラやライフラインが被災すると、人々の日常的な買い物や通勤・通学のための移動が制限され、移動速度は変化すると考えられる。すなわち、災害が人々の日常的な活動に対し与える影響は、移動速度の変化に現れると考える。そこで、災害発生前後の人々の移動速度を推計し、災害が人々の日常的な活動に与える影響と災害後の行動の回復過程を明らかにする。本研究では、株式会社 Agoop が提供する「ポイント型流動人口データ¹⁾」を用いる。本データは、スマートフォン向けアプリケーションのユーザーのうちパーミッションを得たユーザーから GPS 位置情報（緯度、経度）、移動方向、移動速度などを取得している。

本研究は、2016 年 4 月に発生した熊本地震を事例として取り扱う。ここで、4 月 16 日の熊本県全域の速度分布を図 1 に示す。横軸は移動速度(m/s)を、縦軸はその件数を示す。図 1 より速度 0 m/s と計測されたデータが過剰であることがわかる。その他の日についても、移動速度 0 と計測されたデータが過剰に含まれていたことから、このことを考慮した上で、モデル式を構築する必要がある。

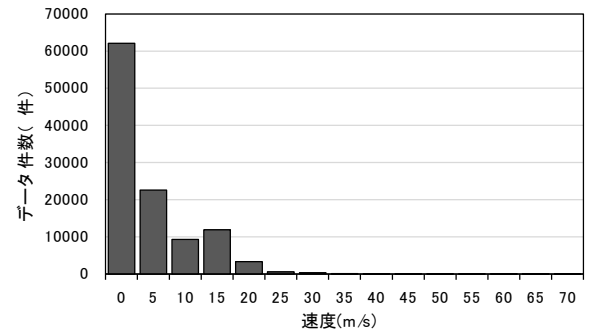


図 1 4 月 16 日の熊本県の速度分布

3. モデルの構築

観測されたデータに 0 が多い場合、同一の確率分布からなるデータと考えられない場合がある。そこで、カウントデータについては、ゼロ過剰ポアソンモデルが提案されている。しかし、移動速度は連続データであることから、ゼロ過剰ポアソン分布を以下のようにガンマ分布を用いて拡張する。

$$P(v) = \begin{cases} \omega (v = 0) \\ (1 - \omega) \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} v^{\alpha-1} e^{-v/\beta} (v > 0) \end{cases} \quad (1)$$

ここで $P(v)$ は移動速度 v の確率密度、 ω ($0 \leq \omega \leq 1$) はゼロ度数の過剰（または過小）を表すパラメータ（以下、「非移動確率」と呼ぶ）であり、 α と β はガンマ分布のパラメータである。式(1)より最尤推定法を用いてパラメータを推計し、それをもとに平均移動速度を次のように算出する。

$$\bar{v} = \alpha \cdot \beta \quad (2)$$

2016 年 4 月 1 日から 30 日までの計測データについて、各日の平均移動速度を推計し、地震発生前（4 月 1 日～14 日）と発生後（15 日～30 日）の結果を比較する。

4. 分析結果

4.1 回復率の算出

災害により道路が被害を受けると人々の移動が制限

キーワード 災害復興、ポイント型流動人口データ、熊本地震、ゼロ過剰モデル

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学大学院 持続性社会創成科学研究科工学専攻

T E L 0857-31-5311

されることから、人々の移動速度は低下すると考えられる。そこで、震災直後に低下した移動速度は、その後の程度回復したのかをみるために、平均移動速度の回復率 $R_v(t)$ を次のように定義した。

$$R_v(t) = \frac{v(t)}{v_{ave}} \quad (3)$$

ここで、地震発生前の期間の平均移動速度 v_{ave} と比較して、 t 日目の速度 $v(t)$ がどの程度回復したのかを示している。また、避難者数の回復率 $R_d(t)$ を次のように定義し、移動速度の回復率と併せて考察を行う。

$$R_e(t) = \frac{e_{max} - e(t)}{e_{max}} \quad (4)$$

避難者数については、地震発生後の 1 日の最大避難者数 e_{max} を基準とする。最大避難者数と比較して、 t 日目の避難者数 $e(t)$ がどの程度減少したのかを示す。

4.2 平均移動速度の分析

熊本県 45 自治体のうち、被害の大きい自治体について推計を行った。被害の大小は地震発生から 2 ヶ月後の 6 月 15 日時点での避難者数から判断した。図 2 に益城町の平均移動速度とパラメータ ω の推移を示す。益城町は 4 月 14 日と 16 日の地震で最大震度 7 を記録し、大きな被害を受けた。6 月 15 日時点の避難者数は 2,029 人と熊本県の中で最も多かった。図 2 より 1 回目の地震が発生した 4 月 14 日の翌 15 日に移動速度が大きく低下していることが分かる。同様に非移動確率も 15 日以降徐々に低下していることが分かる。これは、移動速度ゼロの割合が少なくなっていることを示す。熊本市の結果を図 3 に示す。益城町と同様に 15 日に平均移動速度が低下しているが、非移動確率については地震前後で変化は見られなかった。

次に、益城町と熊本市の避難者数と平均移動速度の回復率を図 4、図 5 に示す。棒グラフは避難者数、実線は避難者数の回復率、破線は平均移動速度の回復率を示している。益城町（図 4）については、4 月 26 日時点で避難者数と平均移動速度が共に 6 割程度まで回復していることが分かった。熊本市（図 5）については、避難者は 30 日時点で 8 割程度まで回復し、平均移動速度は 21 日時点で 8 割程度まで回復したことが明らかになった。熊本市と比較すると、益城町の平均移動速度の回復率は低いことから、人々の日常的な活動は回復していない可能性が示唆された。

5. おわりに

2016 年熊本地震におけるポイント型流動人口データを用い、地震発生前後の人々の移動速度をゼロ過剰モデルにより推計した。その結果、被害の大きかった被災地では、地震発生後に人々の移動速度が低下したことが明らかになった。

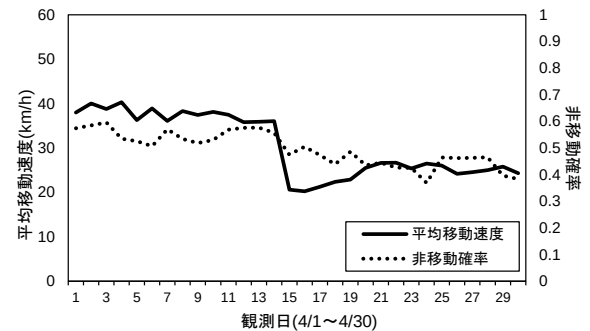


図 2 4/1~4/30 の平均移動速度と ω の推移（益城町）

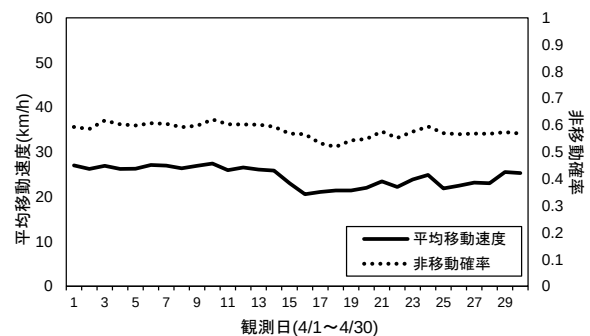


図 3 4/1~4/30 の平均移動速度の推移（熊本市）

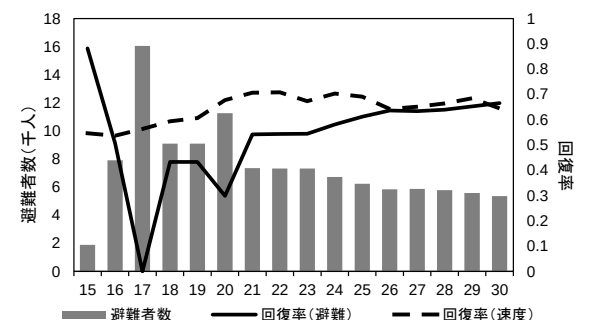


図 4 避難者数と平均移動速度の回復率（益城町）

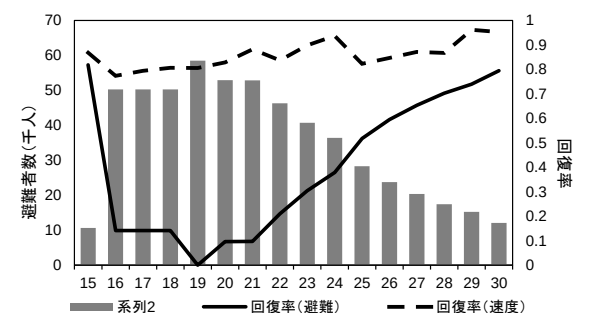


図 5 避難者数と平均移動速度の回復率（熊本市）

【参考文献】 1) 株式会社 Agoop, <https://www.agoop.co.jp/>