

モバイルビッグデータを用いた 水害時における被害状況の把握および 避難者の分布推定

- 令和元年台風19号における長野県千曲川周辺を対象として -

折出 康輔¹・秋山 祐樹²

¹学生会員 東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科 (〒158-0087 東京都世田谷区玉堤一丁目28-1)
E-mail:rugby.orioku@gmail.com

²正会員 東京都市大学 建築都市デザイン学部都市工学科 (〒158-0087 東京都世田谷区玉堤一丁目28-1)
E-mail:akiyamay@tcu.ac.jp

近年、日本では、台風や豪雨によって人々の生活に甚大な影響を与える被害が発生している。発災時においては、国や自治体が被害状況および避難者分布を迅速に把握・推定し、緊急車両の手配や最適な避難経路および避難所に関する情報の発信を対応する必要がある。しかし、被害情報の錯綜によって、被害状況の把握・推定に多くの時間を要し、以上の対応にも遅れが生じる場合もある。そこで本研究では、令和元年台風 19 号により甚大な被害を受けた長野県千曲川周辺を対象に、膨大な人々の分布状況を時系列的かつ即時的に把握することが可能なモバイルビッグデータを用いて、被害状況および避難者分布を把握・推定するとともに、モバイルビッグデータの有用性を検証した。まず、本研究で使用したモバイルビッグデータ、浸水推定段彩図データ、避難所と駅の分布データの基本特性の整理を行った。次に、モバイルビッグデータの基礎的处理と浸水推定段彩図データを用いた浸水深の推定を行った。最後に、モバイルビッグデータを用いて対象地域における避難者分布の分析を行い、その有用性を明らかにした。その結果、モバイルビッグデータを用いることで水害時における発災前後の人の分布や移動を把握することが可能なことが明らかとなり、その有用性を確認することができた。

Key Words : flood damage, mobile phone big data, damage situation, evacuee, Typhoon Hagibis

1. はじめに

近年、我が国では台風や豪雨の激甚化により、河川の氾濫等による甚大な被害が発生している。発災時には、国や自治体が被害状況および避難者の分布を迅速に把握し、緊急車両の手配や、最適な避難経路および避難所に関する情報の発信等に対応する必要がある。しかし、発災時には情報の錯綜により、被害状況の把握に多くの時間を要し、以上の対応に遅れが生じる場合もある¹⁾。発災時における被害の広がり方や人々の動き・分布を迅速に把握できれば、以上の課題に対応できるものと期待されている²⁾。

そこで本研究では、携帯電話の移動履歴に基づいた人々の動きに関するビッグデータ（以下、「モバイルBD」）を用いて、水害発生時の被害状況および避難者の分布を把握・推定するとともに、その有用性を検証し

た。

2. 研究方法

本研究では令和元年台風19号で甚大な被害を受けた長野県千曲川周辺地域を対象とした³⁾・⁴⁾。まず、本研究において有用なモバイルBDを調査した。次に、対象日時・地域のモバイルBDを整形・抽出するとともに、国土地理院の5mメッシュ標高データを用いて、千曲川周辺の推定浸水深データを整備した。最後に、抽出したモバイルBDおよび推定浸水深データを用いて、対象地域における人々の分布の時系列的な変化を把握することにより、避難者の分布を把握・推定した。

3. 本研究で使用したデータ

本研究では、モバイルBD、浸水推定段彩図データお

よび指定避難所と駅の分布データを用いた。まず、これら3つのデータの仕様を以下の通り調査した。

(1) モバイルBD

本研究では、株式会社 Agoop が提供しているモバイル BD であるメッシュ型流動人口データを使用した。このデータは、株式会社ソフトバンクが提供するアプリユーザのうち、GPS 位置情報の収集に同意した端末を対象に取得されている。そして、対象端末の GPS から位置情報を取得し、メッシュ毎に拡大集計することで、1 時間毎のメッシュ内に分布する人口が把握可能となる。なお、ここで取得できる情報は全ての携帯電話端末の情報ではないため、アプリユーザ数を日本の総人口規模になるようにアプリユーザに地域偏差を考慮した重みを与え、各種メッシュの滞在時間を考慮し人口を算出している⁵⁾。

(2) 浸水推定段彩図データ

浸水範囲の把握には、国土地理院が公開している浸水推定段彩図データを使用した⁶⁾。なお、同データは浸水範囲のみを示したものであり、浸水深は収録されていない。本研究の対象地域周辺の浸水範囲を図-1に示す。浸水範囲は、JR飯山線信濃浅野駅からしなの鉄道三才駅までであり、千曲川を挟んで最大で南北約6.5km、東西約4.5kmに及んでいた。

(3) 指定避難所と駅の分布データ

避難所の位置情報は、長野県防災情報ポータル⁷⁾の2019年10月16日発表の避難所情報から収集し、各施設の住所をアドレスマッチングすることでポイントデータ化した⁷⁾。また、駅の位置情報も、研究対象地域内の駅の住所に基づきポイントデータ化した。

4. データの基礎的処理

本研究では、データの基礎的処理として、対象地域におけるモバイルBDの人口の算出と、国土地理院の標高データを用いた浸水深の推定を実施した。

(1) モバイルBDの基礎的処理

本研究では、まず発災時に該当する2019年10月12日・13日および、平常時に該当する2019年10月5日・6日のデータを抽出した。続いて、浸水推定段彩図データで被害が確認された領域を含む範囲の500mメッシュのデータを抽出した。そして、抽出した500mメッシュのデータの分布人口を1時間毎に算出した。また、100mメッシュにおいても同様の手法で処理した。

(2) 浸水深の推定

本研究では、国土地理院の5mメッシュ標高データを



図-1 台風19号の被害に伴う千曲川の浸水範囲

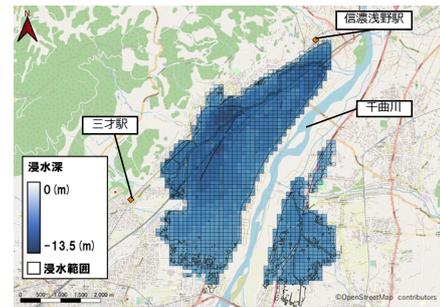


図-2 メッシュ毎の浸水深の推計結果

用いて100mメッシュの浸水深を算出した。まず、5mメッシュ標高データから対象地域の標高を算出した。次に、浸水推定段彩図から得られる浸水範囲の外枠が重なるメッシュの平均標高を算出した。そして、その中から平均標高が最も高いメッシュの値とそれ以外のメッシュの平均標高との差を求めた。その差を推定浸水深とすることで、浸水範囲の浸水深を推定した。図-2にその結果を示す。

5. 対象地域における避難者分布の分析

本研究では、前章で算出したモバイル BD による時間帯別の推定人口分布と、浸水推定段彩図データおよび推定した浸水深を用いて、対象地域における避難者の分布を分析した。まず、1 時間毎の人口分布と浸水推定段彩図データとを重ね合わせて、発災前後における人口分布の推移を分析した。次に、決壊箇所周辺と避難所周辺における人口分布の推移を分析した。最後に、避難所外避難者の分布推定をした。

(1) 発災前後における対象地域全体の人口分布の推移

千曲川が決壊する前の10月13日2時における500mメッシュ集計の推定人口分布を図-3に、千曲川が決壊した後の10月13日4時における500mメッシュ集計の推定人口分布を図-4に示す。決壊前の2時の時点では、浸水範囲内の千曲川沿いのメッシュで人口が少なくなっているものの、一部のメッシュでは多いところで250人以上の人が分布していることが確認できた。また、決壊直後の浸水

範囲が広がりつつある4時では、2時と比較して浸水範囲内における人口が更に減少し、浸水範囲を避けるように人口が移動・増加していることが確認された。

(2) 決壊箇所と避難所周辺における人口分布の推移

決壊場所と避難所周辺における100mメッシュ集計の1時間毎の人口分布の推移を図-5、図-6に示す。図-5より、決壊場所周辺では、避難勧告の発令された18時から人口が減少し始め、決壊時間の3時まで人口がほぼ0となっていることが確認できた。また、図-6より、避難所周辺では、避難勧告発令の約4時間後である12日22時から人口が増加し始め、結界時刻を挟む13日0時頃から13日6時前頃に人口がピークとなり、その後人口が減少していることが確認された。

(3) 避難所外避難者の分布推定

過去の災害では、水害のみならず様々な災害の発災直後に、自治体が指定している避難所ではない場所を避難所として機能している場合も多い。そのような事例が数多く報告されており、このような場所に避難している「避難所外避難者」の数と空間的分布を把握することも、発災直後には重要である⁸⁾。

そこで、まず、100mメッシュにおける1時間毎の人口分布と浸水推定段彩図データとを重ね合わせて、人口が多くなっているメッシュを抽出した。それらの中で指定避難所を含まないメッシュを特定することで、避難所外避難者が数多く分布すると考えられるメッシュを特定し、避難所外避難者が数多く分布しているメッシュにヒアリング等を行うことで、そのメッシュに何があるのかを調査した。千曲川の決壊後である10月13日4時の推定人口分布の結果を示す。本節では、図-7に記載してある通り4つの場所に注目して分析した。

その結果として、まず、発災時に人口が大きく増加しているメッシュの中には長野市立豊野中学校（図-7中A）や下水処理場のクリーンピア千曲（図-7中B）であることが確認された。この図-7中Aの場所は、当時は指定避難所ではない避難所指定外になっていることや、図-7中Bの場所は、当時は従業員が19名勤務していたことがヒアリングを通じて確認できた。また、図-7中Bの場所では避難所外避難者ではなかったが、台風への対策をするために従業員がいたことが確認された。

さらに、発災時に人口が大きく増加しているメッシュの中には北信センターや介護施設である特養リンゴの郷等（図-7中C）、長野県立総合リハビリテーションや下駒沢公民館等（図-7中D）であることが確認された。この図-7中Cの場所は、介護施設の利用者が避難所に避難できず、取り残され2階へ避難していたことがヒアリングを通じて確認できた。また、図-7中Dの場所は、病院

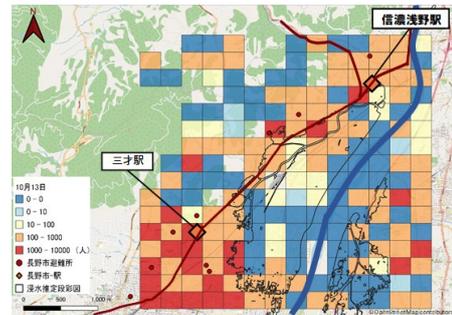


図-3 10月13日2時の推定人口分布（決壊前）

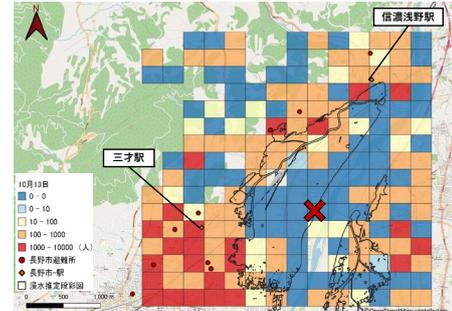


図-4 10月13日4時の推定人口分布（決壊後）

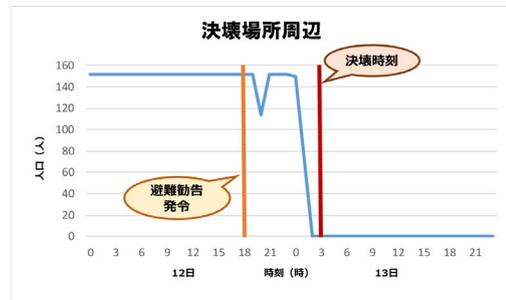


図-5 決壊場所周辺における時間毎のメッシュ人口推移

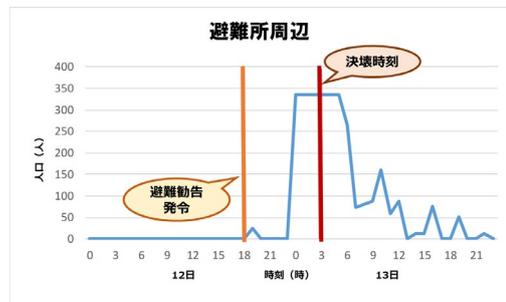


図-6 避難所周辺における時間毎のメッシュ人口推移

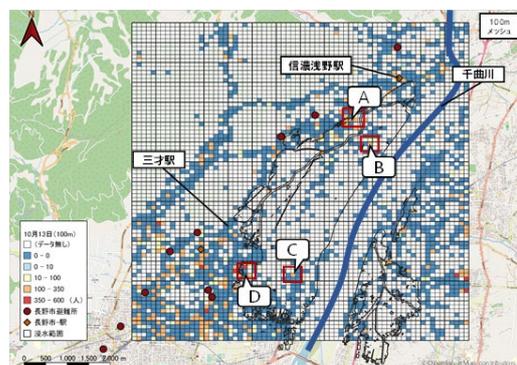


図-7 10月13日4時の推定人口分布

や公民館等の施設があり，病院の患者や間違えて公民館へ避難してしまった可能性があると考ええる。

6. おわりに

本稿では，モバイルBDを用いることで水害時における発災前後の人の分布や移動の把握可能性および，その有用性を確認することを目的に実施した。その結果，モバイルBDを用いることで発災前後の人の分布・移動を把握できることや，避難所が発災に伴って使用されている様子を確認できた。また，発災時の人々の動きの変化から決壊直後の浸水範囲を大まかに推定できる可能性が示唆された。さらに，避難所外避難者が集まり結果的にいわゆる「野良避難所」が発生していたものと考えられ，その分布も確認することができた。

迅速性に関して，株式会社Agoopでは現在，可視化処理等をしたメッシュデータを提供方法は未定ではあるが最速で3分で提供できるとされている。そのことにより，人々の分布状況等のデータをリアルタイムで提供することができ，以上で述べた適切な避難経路の確保や緊急車両の迅速な手配等に，迅速に対応できる可能性があると考えられる。

今後は本研究での手法を他の被災地にも適用することで，手法の汎用性や改善点等を明らかにしていくことを検討していきたい。

参考文献

- 1) 永山 透：被害状況を一刻も早く把握し，分かり易く提供するための取組，<<https://www.gsi.go.jp/common/000201329.pdf>>。（最終閲覧日 2021 年 3 月 6 日）
- 2) 山口裕通，奥村誠，金田穂高，土生恭祐：携帯電話 GPS 情報からわかる熊本地震による行動パターンの被災・回復過程，「土木学会論文集 D3」，73(5)，I_105-I_117，2017。
- 3) 気象庁 | 令和元年東日本台風（台風第 19 号）による大雨，暴風，<<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html>>。（最終閲覧日 2021 年 2 月 13 日）
- 4) 気象庁 | 令和元年台風第 19 号等に係る被害状況等について，<http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_45.pdf>。（最終閲覧日 2021 年 2 月 13 日）
- 5) メッシュ型流動人口データ | 株式会社 Agoop，<<https://www.agoop.co.jp/service/mesh-data/>>。（最終閲覧日 2021 年 3 月 6 日）
- 6) 国土交通省国土地理院（2020）令和元年東日本台風に関する情報，<<https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R1.taihuu19gou.html>>。（最終閲覧日 2021 年 3 月 6 日）
- 7) 長野県（2019）長野防災ポータル，<http://nagano-pref-bousai.force.com/PUB_VF_TopA>。（最終閲覧日 2021 年 3 月 6 日）
- 8) 荒木裕子，坪井塑太郎，北後明彦：津波被災後の指定外避難所の発生傾向に関する研究，「日本建築学会計画系論文集」，日本建築学会，82巻，741号，2017。

ASSESSING DAMAGE AND ESTIMATING THE DISTRIBUTION OF EVACUEES DURING FLOODS USING MOBILE BIG DATA - Case Study in Chikuma River in Nagano Prefecture Damaged by Typhoon Hagibis-

Kosuke ORIDE, Yuki AKIYAMA

In recent years, typhoons and torrential rains in Japan cause a tremendous impact on people's lives. In the event of a disaster, the national and local governments need to quickly assess and estimate the damage situations and the distribution of evacuees, and then deploy emergency vehicles and disseminate information on optimal evacuation routes and shelters. However, in the chaotic situation immediately after a disaster, it takes a lot of time to grasp and estimate the damage situation due to the confusion of information, and these responses may be delayed. Therefore, In this study, we used mobile phone big data, which can monitor time-series and instantaneous information on the spatial distribution of a large number of people, to understand and estimate the damage and the distribution of evacuees in the Chikuma River area of Nagano Prefecture, which was severely damaged by Typhoon Hagibis in 2019, and verified the usefulness of mobile phone big data. First, we investigated the basic characteristics of the data used in this study: mobile phone big data, estimated inundation depth data, location data of shelters and stations. Next, basic processing of mobile phone big data and estimation of inundation depth using estimated inundation depth data were conducted. Finally, we analyzed the distribution of evacuees in the target area using mobile phone big data and showed its usefulness. As a result, it was found that mobile phone big data can be used to understand the distribution and movement of people before and after the onset of a flood disaster, and its usefulness was confirmed.