

災害時における人的・物的需要予測による被災地支援

○蛭田健吾 ○陣内宏太 市川学 (芝浦工業大学)

Support for disaster-stricken areas by forecasting human and material demand at the time of the disaster

*K. Hiruta and *K. Jinnouchi and M. Ichikawa (Shibaura Institute of Technology)

概要— 日本は世界有数の地震大国であり、過去の災害を教訓にして様々な対策が行われてきた。代表的なものはプッシュ型・プル型による物資供給や避難行動要支援者名簿の作成が挙げられる。大地震の際インフラ被害や物流の停止によって食料・生活必需品などの物資の不足、医療・保健・福祉サービスの機能低下、または停止が予想される。そのため必要と想定される必要最低限の人的・物的な支援を被災地に短時間で供給する必要があるが、過去の災害では物資の過剰供給や劣悪な避難所環境による持病の悪化などの問題が発生した。これらの問題を踏まえ、あらかじめ必要となる支援物資と人的支援の需要予測モデルを構築することで、震災後の被害予測から速やかな支援が可能になる。これにより災害発生時における支援チームの初動を改善し、被災地が必要とする支援をより迅速に届けることが期待できる。また地域ごとの需要供給の最適化に繋がり、被災自治体の円滑な支援につながる。

キーワード: 災害, 要配慮者, 人的支援, 支援物資, プッシュ型支援, 需要予測

1 背景と目的

日本は世界でも有数の地震大国である。日本の国土面積は世界の 0.25%ほどにも関わらず、世界で発生するマグニチュード 6.0 以上の地震の約 20%が日本で発生している¹⁾。直近の 2016 年に発生した熊本地震では、多数の家屋倒壊や地盤沈下、液状化、土砂災害など、熊本県内に甚大な被害をもたらした。また、2019 年には、8 月の九州北部地方を中心とする記録的な大雨、9 月上旬に関東・東北地方広域を襲った台風 15 号・台風 19 号など、甚大な被害をもたらす自然災害が相次いでいる。このような災害に対処するため、日本では過去の災害を教訓にして、様々な対策が行われてきた。国や地方行政が行う防災対策は、災害発生前に備える事前対策と発災直後の初動対応、インフラ復旧、復興などの事後対策に分けることができる。その中の初動対応として人的・物的支援の供給がある。

また、過去の東日本大震災における犠牲者の多くは高齢者であった。総人口に対する死亡率と比べて、障害者の死亡率は 2 倍を越え²⁾、被災後 1 ヶ月後の災害関連死者の 9 割が避難所生活での疲労、医療の停止による持病の悪化、生活環境の激変などを原因としている。これらのことを考慮すると、できるだけ早く被災地の災害時要援護者（別称の「要配慮者」と呼称されることが多いため、以後「要配慮者」と呼称する）に提供するサービスを再開する必要がある。被災地に人的支援を迅速に送るためには、「どこに（場所）」、「どのような（支援の種類）」、「どれだけ（量）」の支援が必要か把握しなければならない。また物資支援としての初動対応としてプッシュ型支援による物資供給というものがある³⁾。発災当初は被災自治体において正確な情報把握に時間を要する

こと、民間の供給能力が低下することなどから、被災自治体のみでは必要な物資量を迅速に調達することは困難と想定される。そのため、プッシュ型支援により、国が被災した自治体からの具体的な要請を待たず、必要不可欠と見込まれる物資を調達し、被災地に供給を行う。しかしやみくもに物資を輸送してしまうと過剰供給に陥り、被災地での物資の滞留や混乱を招く恐れがある。そのため概ねの被害予測を踏まえ、物資の需要予測をした上で物資を供給する必要がある。

それらの背景を踏まえ、本研究では、地域分析からなる予測モデルの構築によって、避難所ごとの要配慮者やそれをもとにした人的支援量・物資需要量を明らかにすることを目的としている。また、避難所単位で算出したものを合算することで、小学校区・市区町村・保健所管内・二次医療圏・都道府県単位での人的・物資需要量を算出することも可能になる。これにより需要供給の最適化や被災自治体の円滑な支援につなげることを目標とする。

2 先行研究

桑原ら⁴⁾の研究は、東日本大震災における支援物資の流れについて、定量的な記録と分析を行い、一次集積所における主要物資の搬入搬出記録を対象として各物資の搬入搬出傾向の違い、物資間の傾向の比較等を行なっている。まず、一次集積所における記録として宮城、岩手両県の記録を収集し、20 日間の分析を行った。集積所の拠点から見ると、搬入と搬出の推移が異なった特徴を持つことが判明した。具体的には、震災 10 日後以降の時期に二次集積所における飲料水の在庫が多くなったため、一次集積所から飲料水を送る必要がなく、結果的に一次集積所への搬入が依然として

続き、需給のミスマッチがあったことを指摘している。震災直後の通信手段が全く途絶された状況においては、これまでも指摘されているように被災地の状況を予想して、飲料水、毛布、食糧などの生活必須物資のセットをプッシュ型で供給することが必要になる。ただし、震災後数日を経過した段階以降は、被災地のニーズに合わせた物資供給に早期に切り替えるべきである。分析から岩手県でも宮城県でも一次集積所への供給はニーズとミスマッチしていたことがわかる。震災数日後の依然として混乱をきわめる被災地を考えると、できるだけ被災地の外で物資量をニーズに合わせて調整して搬入し、被災地の作業軽減と効率化をできるだけ支援することが望ましい。

吉田²⁾の研究は、震災を分析し、自治体ごと、または個人で取り組む震災への対策をまとめたものである。2011年の東日本大震災では、未曾有の犠牲者を出したが、中でも高齢者や障害者の死亡率が総合の死亡率よりも倍近く高かったことが目立った。災害関連死も同様に高齢者が占める割合が多いことが報告されている。吉田は「災害時要援護者」の避難対策が2005年から開始されているが、自治体の名簿作成率と関係各所との名簿共有率が低いことを課題として挙げている。最新の名簿作成状況（平成30年11月5日時点）では全自治体のうち97%が作成済みであり、名簿作成済みの自治体の民生委員（地域の福祉業務に広くかかわる奉仕者）への共有率は92.5%と大きく改善されている。しかし、記録されている要配慮者の項目が少ないこと、自治体によって収集されている要配慮者の項目が違うこと、名簿を共有している団体に差があるなどの問題点がある。また、現状の福祉避難所は、入所するために1度一般避難所に一時避難して審査を受ける必要がある。そうすると福祉避難所に入所するまでに2回移動しなければならないことになる。そこで吉田は移動することに対して障害が大きい重度の症状をもつ災害時要援護者は、事前に登録して、直接福祉避難所に避難することが出来るようにすることを提案した。

災害時に発生する出来事と、対策の取り組み方を示しているのが有用な研究である。ただし提案されていた対策の多くは当事者の意識改革が必要なものなので、地域、または個人によって温度差が大きく、地域の住民全てに対策を徹底することはまず不可能である事が問題として挙げられる。意識改革は重要であるが、この研究で提案されていた福祉避難所への直接避難のように、当事者の意識の高さに作用されない対策をする必要がある。

これらの研究のように既存研究では、過去の災害において需給バランスを分析し、問題点を見つけ出すものや過去の災害から、これからの対策に繋げるものが多い。また、医療分野においては需給バランスの予測などが行われているが、災害時の人的・物的支援の予測に関する研究は少ないの

が現状である。そのため本研究では、人的・物的需要の予測に着目し、災害発生直後の初動支援に向けて、予測モデルの構築を目指す。

3 支援期間

災害後のフェーズは大きく4つに分けることができる。発災直後（発災～6時間）は、建物の倒壊や火災等の発生により傷病者が多数発生し、救出救助活動が開始される状況となる。超急性期（6時間～72時間）は、救出された多数の傷病者が医療機関に搬送されるが、ライフラインや交通機関が途絶し、被災地外からの人的・物的支援の受入れが少ない状況である。急性期（72時間～1週間）は、被害状況が少しずつ把握でき、ライフライン等が復活し始めて、人的・物的支援の受入れ体制が確立されている状況。救援物資が届き始めてから、教育活動を再開するまでのフェーズであり、漸次インフラが復旧することが想定される。このフェーズでは、避難活動に必要な最低限の機能に加え、居住スペースにおけるプライバシーの確保や畳スペースの確保など、より良好な避難生活を送るための対策が求められる。亜急性期～（1週間～）地域医療やライフライン機能、交通機関等が徐々に復旧している状況である⁵⁾。

このフェーズの中で供給支援に着目すると、主に2つの期間に分けることができる。急性期（72時間～1週間）を対象にしたものと亜急性期～（1週間～）を対象にしたものである。本研究では、急性期である72時間～1週間に着目し、需要予測を行う。期間は災害発生後4日目～7日目までの4日間とする。

4 需要予測モデルの構築

本研究では、被害予測から避難所ごとの要配慮者数や物資需要量を明らかにするために、予測モデルを構築する。発災後に避難所ごとの避難者数を明らかにし、その人数から人的・物的需要を計算して供給を行うのは初動対応として遅れることが予想される。また、被害が甚大かつ広範囲に及んだ場合、自治体等が避難者数を把握・伝達するのにも時間を要し、供給が滞る可能性が非常に高い。そのため予め、予測モデルの構築からおおよその人的・物的需要量を算出し、速やかに供給を行う方が初動対応として優れている。具体的なモデルの流れをFig.1に示す。

まず、5次メッシュごとの人口比率を算出し、基礎データの作成を行う。その基礎データと避難所データ、そして市区町村レベルで避難所圏域の作成を行うための市区町村境界データを用いて予測データの作成を行う。その作成したデータと被害予測を用いて、避難所ごとの避難者数を算出する。その避難者数を定式化した支援物資の算出式や要配慮者の算出式に加え、避難所ごとの人的・物的需要量を算出する。

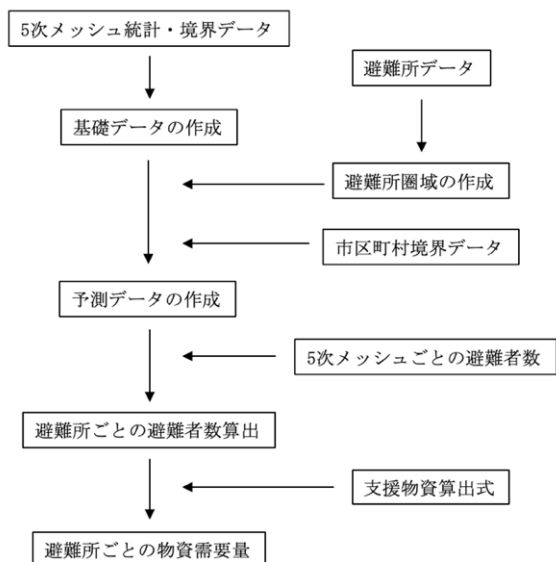


Fig. 1 予測モデルの流れ

4.1. 必要支援の算出式

緊急災害対策本部の調整により、消防庁、厚生労働省、農林水産省及び経済産業省がプッシュ型支援により被災府県に供給する品目は、食料、毛布、乳児用粉ミルク又は乳児用液体ミルク、乳児・小児用おむつ、大人用おむつ、携帯トイレ・簡易トイレ、トイレットペーパー、生理用品の8品目を基本とし、被災者の命と生活環境に不可欠な必需品とする。本研究では、懐中電灯・一般医薬品・衛生用品を加えた計14品目を需要予測対象とする。また算出式は支援期間を4日間とし、平時の必要量や論文を参考に定式化を行った。算出式一覧をTable 1に示す。また人的支援量を算出するため、避難者カードで記入欄があることや災害対策基本法に明記されている要配慮者などを参考に、明らかにする要配慮者の項目を決定した。要配慮者の算出式はTable 2に示す。

Table 1 算出式一覧

主要品目	算出式
食糧	$E \times \{1 - (b + e)\} \times 3 \text{食} \times 98\% \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
離乳・高齢者食（白粥）	$E \times (b + e) \times 3 \text{食} \times 98\% \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
食糧（アレルギー対応）	$E \times 3 \text{食} \times 2\% \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
飲料水	$E \times 3L \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
毛布	$E \times 1 \text{枚} \times \text{災害係数}$
粉ミルク	$E \times a \times 60\% \text{（人工授乳率）} \times 110g \times 4 \text{日} \times 97\% \times \text{災害係数}$
粉ミルク（アレルギー対応）	$E \times a \times 60\% \text{（人工授乳率）} \times 110g \times 4 \text{日} \times 3\% \times \text{災害係数}$
哺乳瓶	$E \times a \times 60\% \text{（人工授乳率）} \times 1 \text{本} \times \text{災害係数}$
幼児用おむつ	$E \times c \times 8 \text{枚} \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
携帯トイレ	$E \times 6 \text{袋} \times 4 \text{日} \times \text{災害係数}$
トイレットペーパー	$E/h \times 2 \text{ロール} \times \text{災害係数}$
生理用品	$E \times d \times 5/31 \text{（月経期間）} \times 25 \text{枚} \times \text{災害係数}$
懐中電灯	$E/h \times 1 \text{個} \times \text{災害係数}$
一般医薬品	$E/h \times 1 \text{セット} \times \text{災害係数}$
衛生用品	$E/h \times 1 \text{セット} \times \text{災害係数}$

Table 2 要配慮者算出式一覧

項目名	算出式	
75歳以上	$E \times e$	E：避難者数（人）
幼児	$E \times b$	F：都道府県人口（人）
高血圧性疾患	$E \times \text{（都道府県ごとの高血圧性疾患者/F）}$	a：0歳人口比率
糖尿病	$E \times \text{（都道府県ごとの糖尿病疾患者/F）}$	b：0～1歳人口比率
妊娠・分娩者	$E \times \text{（都道府県ごとの妊娠・分娩者/F）}$	c：0～2歳人口比率
眼及び付属器の疾患	$E \times \text{（都道府県ごとの眼及び付属器の疾患者/F）}$	d：10～50歳女性比率
耳及び乳様突起の疾患	$E \times \text{（都道府県ごとの耳及び乳様突起の疾患者/F）}$	e：75歳以上人口比率
精神及び行動の障害	$E \times \text{（都道府県ごとの精神及び行動の障害を持つ者/F）}$	h：平均世帯人員

4.2. 災害係数について

東日本大震災や熊本地震では、避難所の過密の回避やプライバシーの確保、自宅の防犯、建物の安全性への不安、避難所までの距離、ペットとの避難等といったさまざまな要因から、指定避難所以外にも独自に設置した避難先への避難や在宅避難、車中避難、軒先避難等（以下「避難所外避難者」という。）といった多様な避難形態が発生した。その結果、被災者の把握や情報提供、救援物資の提供をはじめとする生活支援に支障をきたしたことから、車中避難等の「避難所外避難者」の発生を抑制する取組とともに、発生した場合でも可能な限り迅速かつ網羅的に把握する方法等について検討する必要がある⁶⁾。また支援物資については避難所外避難者の需要量も鑑みる必要がある。国が定めているプッシュ型支援物資の算出式では、避難所外避難者の食料需要を想定したものとして一般式に 1.2 をかけて計算を行っている。本研究では、2つの割合を比較し、その値の中間値を採用する。

・中央防災会議（首都直下）における割合⁷⁾
 （避難所避難者：避難所外避難者）=60:40

・熊本地震調査報告における割合⁸⁾
 （避難所避難者：避難所外避難者）=70:30

この2つの中間値より

（避難所避難者：避難所外避難者）=65:35
 の割合で計算を行うものとする。

4.3. 基礎データの作成

使用データ

- ・5次メッシュ統計データ
- ・5次メッシュ境界データ

本研究で、要配慮者数や物資需要量を計算する際、被害予測から5次メッシュごとの避難者数を用いて算出する。そのため各5次メッシュの人口

比率を予め計算し、基礎データとして作成していく必要がある。また本研究では汎用化を目指し、基礎データは全国版として作成を行った。

方法

地理情報システムを用いて次のような手順で作成する。最終的な出力は、避難所圏域の作成でポイントデータが必要になるため、5次メッシュ重心を作成し、出力する。また作成の流れを Fig. 2 に示す。

作成する人口比率

- ・0歳人口比率
- ・0-1歳人口比率
- ・0-2歳人口比率
- ・女性10-50歳人口比率
- ・75歳以上人口比率
- ・平均世帯人員

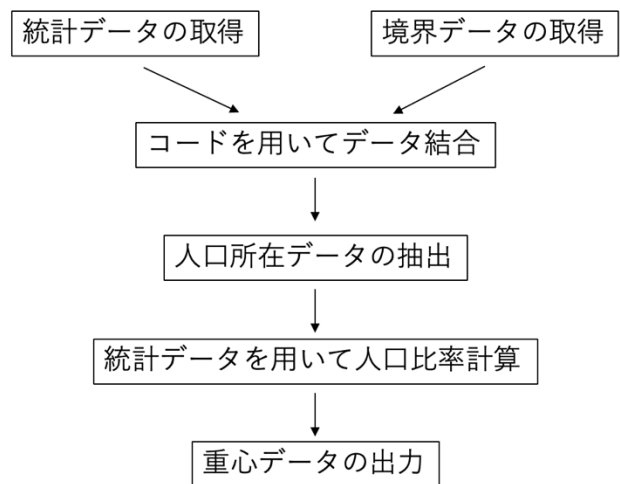


Fig. 2 基礎データ作成の流れ

統計データの年齢区分では直接求めることができない人口比率は、(1)のように年齢区分から歳数で割りその年齢の人口比率を出すものとする。また作成した基礎データの一部を Table 3 に示す。

$$0 \text{ 歳人口比率} = ((0 \sim 14 \text{ 歳人口総数}) / 15) / \text{人口総数} \quad (1)$$

Table 3 基礎データ

KEY_CODE	0歳人口比率	0-1歳人口比率	0-2歳人口比率	女性10-50歳人口比率	75歳以上人口比率	平均世帯人員	メッシュ内人口
4630070512	0.0081	0.0163	0.0245	0.187	0.21	1.9	57
4630070514	0.0028	0.0057	0.0086	0.1426	0.2826	1.64	46
4630070521	0.0066	0.0133	0.02	0.205	0.3166	2.06	60
4630070522	0	0	0	0.2147	0.33	1.68	42
:	:	:	:	:	:	:	:

4.4. 予測モデル

全国基礎データと避難所データ・市区町村境界データを用いて予測モデルの構築を行う。

まず、全国基礎データから市区町村単位でのデータを抽出するため、市区町村境界データを用いる。抽出データと各避難所データを用いて避難所圏域の作成を行い、需要計算に必要なデータを作成する。そのデータと被害予測(5次メッシュごとの避難者数)から避難所ごとの避難者数、そして出力情報として避難所ごとの要配慮者数や物資需要量を算出する。この流れを入力情報から数値モデルとして自動化処理を行う。予測モデル構築の流れを図示化したものを Fig. 3 に示す。

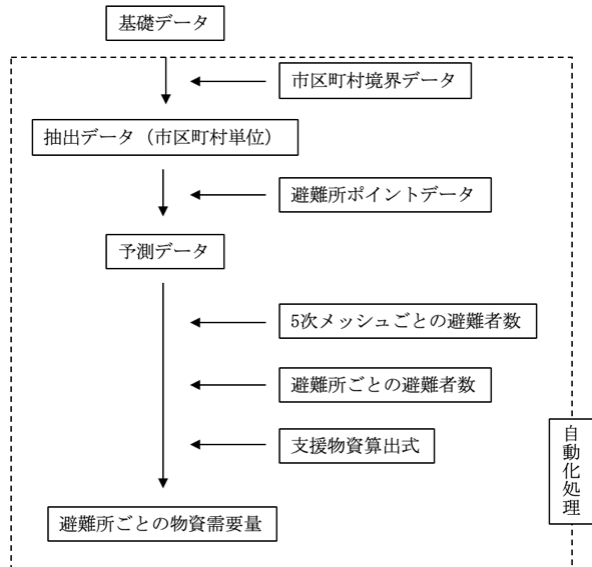


Fig. 3: 予測モデル構築の流れ

使用データ

- ・ 基礎データ
- ・ 避難所ポイントデータ
- ・ 市区町村境界データ
- ・ 被害予測 (5次メッシュごとの避難者数)

4.5. 避難所圏域の作成

主に避難所の種類として、指定緊急避難所と指定避難所の2つに分けることができる。指定緊急避難場所とは、津波、洪水等による危険が切迫した状況において、住民等が緊急に避難する際の避難先として位置付けるものであり、住民等の生命の安全の確保を目的とするものである。指定避難所とは、災害の危険性があり避難した住民等を災害の危険性がなくなるまで必要な期間滞在させ、または災害により家に戻れなくなった住民等を一時的に滞在させることを目的とした施設であり、市町村が指定するものである⁹⁾。本研究では、支援物資の供給や長期滞在を考えると指定避難所が該当するため、指定避難所を避難所圏域の対象として考える。

まず各避難所における避難者の人口比率を推計するために、5次メッシュ内の居住者が発災後どの避難所に避難するか定義づけする必要がある。本研究では5次メッシュ内の居住者全員が道

路距離で最短の避難所に避難するものとする。各5次メッシュがどの避難所圏域か明らかにするために、地理情報システムを用いてデータを作成する。ここでの避難所圏域とは各5次メッシュ重心から最短の避難所を選択し、任意の避難所に対して選択された全ての5次メッシュとする。

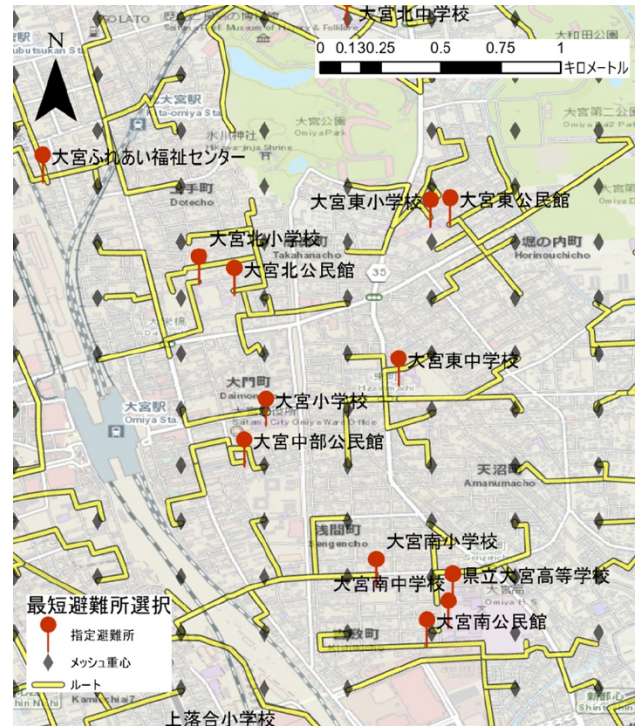


Fig. 4 道路距離における避難所選択

各5次メッシュ重心から道路距離において最短の避難所を選択したものを Fig. 4 に示す。最寄り施設の検出を利用し、作成した基礎データから避難所ポイントデータをルートで結ぶ。道路距離で最短の避難所を選択し、基礎データのコードと避難所データの名称をルートデータに出力する。

- ・ KEY_CODE:5次メッシュコード
- ・ 指定避難所:任意の避難所名称
- ・ IncidentCurbApproach:出発場所の道路車線
- ・ FacilityCurbApproach:到着場所の道路車線
- ・ ShapeLength:フィーチャーのジオメトリの長さ
- ・ TotalTravelTime:ルートの合計所要時間
- ・ TotalKilometers:ルートの合計距離

地理情報システムによる最寄り施設の検出の際に出力されるデータを Table 4 に示す。

最寄り施設の検出により各5次メッシュ重心がどの避難所に道路距離で最短になるか明らかになる。この上記のデータと基礎データからKEY_CODEを用いて結合することで、予測データとなる。これを Table 5 に示す。

Table 4 最寄り施設検出の出力データ

KEY_CODE	指定避難所	Incident CurbApproach	Facility CurbApproach	Shape Length	Total TravelTime	Total Kilometers
5339649543	土屋中学校	車両の右側	車両の左側	809.770	2.381735	0.656505
5339649544	土屋中学校	車両の左側	車両の左側	764.264	2.252089	0.619478
5339649631	土屋中学校	車両の右側	車両の左側	972.774	2.879925	0.793729
5339649632	栄小学校	車両の左側	車両の右側	1149.424	3.387898	0.931672
:	:	:	:	:	:	:

Table 5 予測データ

KEY_CODE	0歳人口比率	0-1歳人口比率	0-2歳人口比率	10-50歳女性人口比率	75歳以上人口比率	平均世帯人員	メッシュ内人口	指定避難所
5339649543	0.007	0.014	0.022	0.255	0.141	2.411	434	土屋中学校
5339649544	0.007	0.013	0.02	0.242	0.149	2.428	777	土屋中学校
5339649631	0.009	0.018	0.026	0.261	0.07	2.697	472	土屋中学校
5339649632	0.008	0.016	0.024	0.276	0.069	2.795	464	栄小学校
5339740422	0.006	0.011	0.017	0.248	0.098	2.078	611	指扇公民館
:	:	:	:	:	:	:	:	:

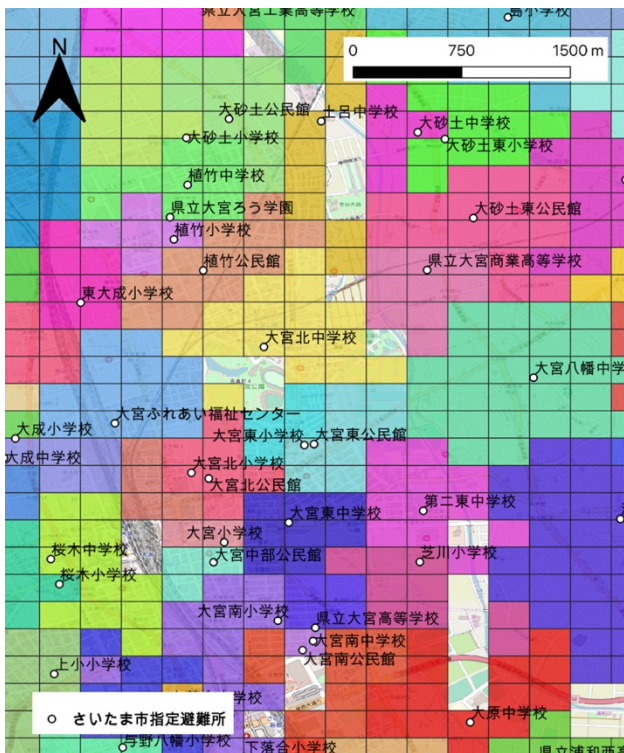


Fig. 5 色分けした避難所圏域

Fig. 5 は、各 5 次メッシュ重心から道路距離で最短の避難所を選択し、避難所ごとに色分けした 5 次メッシュを示している。なお色が塗られていないメッシュは人口所在データではないことを示している。

5. 仮想予測モデルでの適用

本モデルを現実的な災害事例に適用するにあたり、被害予測から予測モデルを実行し、本モデルの実用性を検証する。本モデルで、埼玉県さいたま市を対象として予測モデルを適用する。さいたま市は、九都県市首脳会議において、ビックデータ・オープンデータを活用し、試行的に「避難所等の位置情報」を対象としたオープンデータ化ガイドラインを策定している¹⁰⁾。そのため指定避難所と指定緊急避難所データを区別して公開データとしている。本研究では、この指定避難所データを利用する。

使用データ

- ・ 全国基礎データ
- ・ 市区町村境界データ
- ・ さいたま市指定避難所データ
- ・ 被害予測



Fig. 6 対象地域 (埼玉県さいたま市)

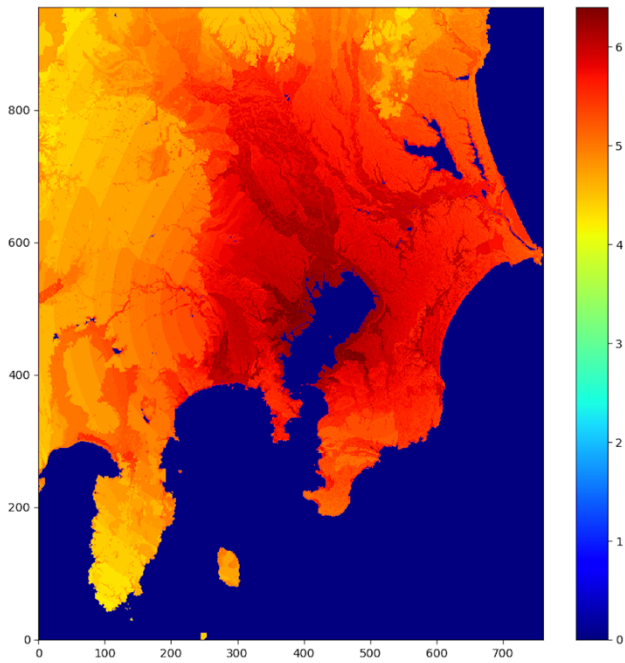


Fig. 7 震度分布図

さいたま市内の 260 カ所の避難所が全て機能するとして、避難所圏域の作成、避難所ごとの避難者数の算出を行い、避難所圏域ごとの要配慮者数、避難所・小学校区ごとの物資需要量の算出を行う。また災害係数は上記で求めた避難所外避難者の需要量を考慮し 1.6 に設定する。被害予測で使用した震度分布図を Fig. 7 で示す。

各小学校区の物資需要量を Fig. 8-9 で示し、色が濃くなるほど物資需要量が多いことを表す。Table 6 で物資需要量の一覧表の一部を示す。

また、避難所圏域ごとの要配慮者の推計とそれに伴う人的支援量を一覧にしたものを Table 7-8 で示す。

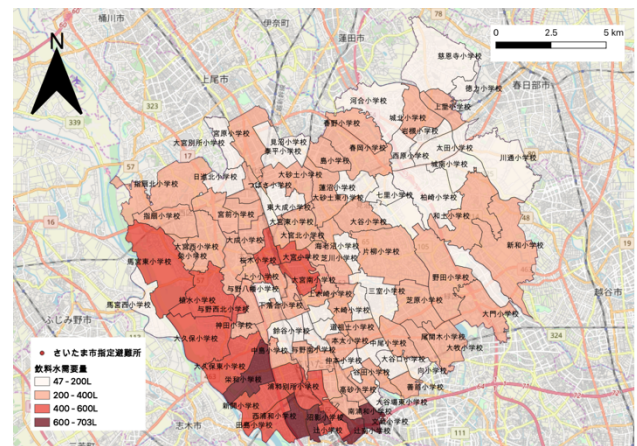


Fig. 8 食糧需要量

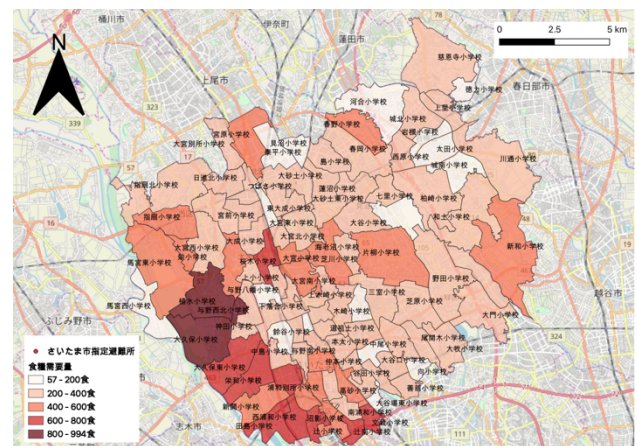


Fig. 9 飲料水需要量

Table 6 指定避難所ごとの物資需要量

指定避難所	食糧(食)	離乳・高齢者食(食)	飲料水(L)	毛布(枚)	粉ミルク(g)	幼児用おむつ(枚)	..
春野中学校	308	128	209	18	134	51	..
沼影小学校	384	40	380	32	146	55	..
上小小学校	203	36	182	16	59	22	..
:	:	:	:	:	:	:	:

Table 7 避難所圏域ごとの要配慮者数

指定避難所	75歳以上人口	乳児	高血圧性患者	糖尿病患者	妊娠・分娩者	眼及び付属器の患者	..
春野中学校	735	156	538	229	32	272	..
沼影小学校	239	145	515	219	35	260	..
上小小学校	672	87	426	181	25	215	..
:	:	:	:	:	:	:	:

Table 8 避難所ごとの人的支援量

指定避難所	保健師	内科医	薬剤師	管理栄養士	精神科医	耳鼻科医	眼科医
春野中学校	1	1	1	1	9	1	4
沼影小学校	1	1	1	1	9	1	4
上小小学校	1	1	1	1	7	0	3
:	:	:	:	:	:	:	:

6. まとめ

さいたま市のケーススタディから、本モデルにより避難所・小学校区ごとの支援需要量を明らかにし、可視化を行った。地域ごとの需要量を見ると、人口分布に応じた差が生じているため、支援需要量算出式に人口比率などを加えることで、地域特性を反映した需要量を算出可能であることが確認できた。例えば高齢者や乳幼児が多い地域では、離乳・高齢者食やおむつの物資需要量が増えることが予め分かり、物資不足の軽減につながる。また地理情報システムで可視化することにより、意思決定支援や支援輸送の迅速化につながる。しかし、より現実的な事例を適用するにあたり、各避難所の収容人数や、物資保管上限、支援チームの巡回ルート及び所要時間などを設定し、より詳細な検討をする必要がある。

7. おわりに

本研究では、被害予測から迅速に被災地へ人的・物的な支援を行うため、プッシュ型支援による避難所ごとの物資需要量を明らかにする事と、避難所圏域ごとの人的支援の需要予測を行うために、予測モデルを構築した。まず、全国基礎データを作成し、避難所データを合わせた予測データや支援物資算出式を基にモデルの構築を行った。その後、埼玉県さいたま市を対象とした仮想的な問題に適用し、モデルの有用性を検証した。その結果、被害予測から避難所・小学校区ごとの需要量を明らかにし、一覧表として出力することができた。予め基礎データ、予測モデルを構築することで、5次メッシュごとの避難者数から地域特性に適した物資需要量と人的支援需要量を算出することが可能になる。この予測モデルの構築によって、災害発生時における支援初動チームの活動が円滑に進み、支援物資と支援チームをより早く各避難所に届けられることが期待できる。

また本モデルは、災害直後の混乱状況である自治体の支援につながると考える。訓練やシミュレーションモデルでの適用や地方行政の災害対策・対応に活用可能である。本研究の需要量予測は、被災地の状況に依存するので、被災想定シナリオを外生的に与え、様々なシナリオで分析する必要があると考える。また過去の災害から、需要供給の関係を検証・分析することも望ましい。今後は様々なシナリオで分析を重ね、より正確な予測モデルの構築に向けて、各避難所の収容人数・物資保管限界量・支援チームの巡回ルート及び所要時間などの設定や、電気・ガス・水道といったイン

フラ停止を考慮した予測モデルの構築を目指していきたい。

謝辞

本稿の内容は、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(管理法人:防災科学研究所)の一環として実施されたものである。

参考文献

- 1) 国土交通省
<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/library/pdf/ko-kudo.pdf>
- 2) 吉田:災害時要援護者と福祉避難所の一考察, 47/48巻, 25/44(2014)
- 3) 安達, 前田, 江守, 横山, 佐野:東日本大震災を踏まえた災害に強い支援物流システムの構築に向けた取り組み, 土木計画学研究(2012)
- 4) 桑原, 和田:東日本大震災における緊急支援物資ロジスティクスの定量的評価:一次集積所における搬入/搬出記録の分析, 土木計画学研究, 16巻1号, 42/53(2013)
- 5) フェーズごとの災害イメージ
http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/nisitama/tiiki/kadaibetu_plan/saigaiguide-line_phn.files/guideline_p15-22.pdf
- 6) 熊本地震を踏まえた「避難所外避難者」への支援対策について
<http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000712171.pdf>
- 7) 中央防災会議:首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要
http://www.bou-sai.go.jp/jishin/syuto/tai-saku_wg/pdf/syuto_wg_butsuri.pdf
- 8) 2016年熊本地震における避難所の分布と避難所運営に関する実態調査報告(2016)
http://www.tries.jp/research/doc/2018031409512829_48.pdf
- 9) 防災白書 指定緊急避難場所・指定避難所
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h27/honbun/1b_1s_02_02.html
- 10) さいたま市指定避難所オープンデータ
<https://www.city.saitama.jp/006/013/014/002/008/p047631.html>