

収容人数に基づいた避難者の割り当てによる避難所の充足度評価

赤松哲也・山本佳世子

Evaluation of the Sufficiency of Emergency Shelters by Assigning Evacuees Based on the Capacity

Tetsuya AKAMATSU and Kayoko YAMAMOTO

Abstract: In recent years, Japan frequently suffered several natural disasters, the damages caused by earthquakes were enormous in particular. An emergency shelter is a place for people to live temporarily when they cannot remain in their previous homes, and it is necessary for each community to respectively designate such facilities in Japan. Against these backdrops, the present study quantitatively evaluated the sufficiency levels of emergency shelters on a small spatial scale as the unit of districts (250m) in Japanese urban area (Chofu City in Tokyo Metropolis). Based on the results, the present study extracts the districts which are short of emergency shelters, and visually proposes the places where such facilities should be newly established on digital maps.

Keywords: 災害 (disaster), 避難所 (emergency shelter), 充足度評価 (sufficiency evaluation), 大規模小売店舗 (large-scale retail stores), 仮設住宅 (temporary house)

1. はじめに

日本では、多くの自然災害が発生しており、特に地震による被害は甚大なものになっている。世界で起きている地震の10~15%、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。地震発生後の建物倒壊や火災、津波などが原因で住む家に戻れなくなった人が一時的に滞在する場所が避難所である。避難所は駅近くの施設が指定されていることが多いため、駅から離れた地域では避難所が不足している町丁目が多くなってしまう。また、避難所までは徒歩で向かうことが多く、身の回り品を持参することが想定されるため、自宅から避難所まで近距離であることが望ましいといえる。本研究では以上の背景を踏まえ、小さい空間スケール単位の避難人口に注目して避難所が不足しているか定量的に

評価する。具体的には、全ての人口が現在存在する避難所に実際に避難する場合に、全員を避難所へ収容できるか250mメッシュ単位で評価する。

2. 評価方法

2.1 先行研究における評価方法

天国ら(1999)^[1]は災害時の対応能力を評価する方法、滝田ら(2002)^[2]は地域コミュニティの防災対策と地域内の避難施設の整備状況の両面を対象として大規模災害時の避難所運営力を評価する方法を提案した。しかし、どちらも地域の防災力を評価するものであり、本研究のように、被災者が避難所に実際に避難した場合に、全員を避難所へ収容可能か定量的に評価を行った研究は存在しない。また、本研究では、250mメッシュという小さな空間スケールで評価を行うことにより、避難所が不足する地域を具体的に指摘し、地域の人口分布を考慮して避難所を充足させるにあたって有益な情報提供を行う

赤松哲也

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

E-mail: a1930002@edu.cc.uec.ac.jp

ことができる。

2.2 評価の枠組み

図-1 は本研究の評価の枠組みをフローチャートで表している。

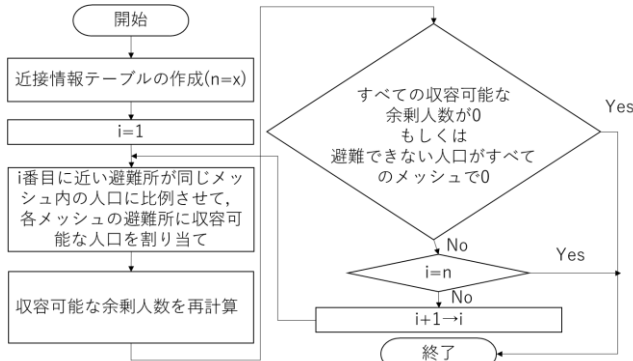


図-1 本研究の評価の枠組み

2.3 評価方法

本研究では前述のように 250m という小さな空間スケールで、Python を用いて評価を行う。評価の手順を以下に示す。

① ArcGIS Pro の解析ツールの一つである「近接情報テーブルの生成」を用いて各メッシュから n 番目に近い避難所までの情報を抽出する。n の値については、各町丁目において高齢者が歩行可能な距離の平均である 879m 以内にある避難所数の平均値をとる。また、スフィア・ハンドブック 2011 年版（日本語版）^[3]によると、被災者には覆いのあるフロアの面積として 1 人あたり最低 3.5m² を割り当てる必要がある。そのため、避難所の施設規模(m²)を 3.5 で割ったものを避難所の収容人数とする。

② i=1 と定義する。

③ i 番目に近い避難所が同じメッシュ内の人口に比例させて、各メッシュの避難所に収容可能な人口を割り当てる。この際、メッシュ内の人口と各メッシュに割り当てた避難所に収容可能な人口の大小によって、以下のように計算方法を変える必要がある。

(i) メッシュ内の人口が各メッシュに割り当てた避難所に収容可能な人数より多い場合

各メッシュに割り当てた収容可能な人数だけ避難所に収容し、{(メッシュの人口)-(メッシュに割り当てた避難所に収容可能な人数)}人を避難所に収容不可能な人口とする。

(ii) メッシュ内の人口が各メッシュに割り当てた避難所に収容可能な人数より少ない場合

メッシュ内の人口をすべて避難所に収容し、避難所に収容不可能な人口を 0 人にする。

④ ③から避難所ごとに各メッシュの収容可能な人数を合計し、収容可能な余剰人数を再計算する。

⑤ すべての収容可能な余剰人数が 0 になる、もしくは、避難できない人口がすべてのメッシュで 0 になった場合は評価を終了する。

⑥ ⑤のいずれも満たさない場合は i の値に 1 を加える

⑦ i=n になった場合は評価を終了し、i=n でない場合は③に戻る。

2.4 評価対象地域の選定

本研究の評価対象地域は東京都調布市とする。選定理由は、表-1 より、調布市は 75 歳以上の後期高齢者人口が今後増加していくことが予測されているため、自宅付近に避難所が必要になる人が今後も増えると予想できることである。

調布市の場合、各町丁目の 879m 以内にある避難所は 728 か所、町丁目数は 105 であったため、n の値は 6 とした。n の値は、前節で示したように、各町丁目において高齢者が歩行可能な距離の平均距離の平均である 879m 以内にある避難所数の平均値である。

表-1 調布市の 75 歳以上の将来推計人口

2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年
27,708	31,646	32,690	33,013	35,648	39,663

(参考：国立社会保障・人口問題研究所)

3. データの収集・加工

3.1 避難施設の種類とその分布

本研究では、各市区町村において避難所に設定されていない施設や大規模小売店舗、広域避難所を新規避難所として設定する。なお、広域避難所に関しては屋外の避難所であるため、重信ら（2013）^[4]の研究成果に基づき、広域避難所の面積に仮住宅の比率を掛けたものを施設規模とする。

調布市の場合、以上の条件に従うと、従来の避難所に加えて、一時収容可能施設、大規模小売店舗、広域避難所も新規避難所に加えることになる。表-2には調布市における避難施設の種類とそのデータの出典をまとめており、図-2には避難施設の分布を種類別に色分けして示した。避難所や一時収容可能施設、広域避難所は偏りなく分散しているが、大規模小売店舗は駅周辺に集中している。図-3には避難施設の収容人数を表した。広域避難所に設置された仮設住宅や大規模小売店舗は収容人数がかなり多いが、避難所や一時収容可能施設は収容人数が少ない傾向にある。

3.2 メッシュ単位での人口分布

図-3にはメッシュ単位での人口分布も示した。南部の多摩川沿いや鉄道沿線に人口が集中する傾向がある。

4. 評価結果

表-3に調布市における避難所に収容可能・不可能な人口、総人口を表している。調布市の総人口のうち、45.9%は避難所に収容することができないという結果になった。また、調布市における避難所の充足度評価結果を250mメッシュ単位で示す。図-4は避難所に収容不可能な人口の分布を示した。鉄道線路の北部や東部のメッシュに避難所に収容不可能な人口が多く残ることになる。図-5は避難所に収容可能な人口を示した。調布市の南部の多摩川沿いや北部のメッシュは避難者数が多い傾向があった。

表-2 避難施設の種類とデータの出典

種類	データの出典
避難所（従来）	国土数値情報
一時収容可能施設（追加）	
広域避難所（仮設住宅設営場所として追加）	
大規模小売店舗（追加）	各施設のウェブサイト

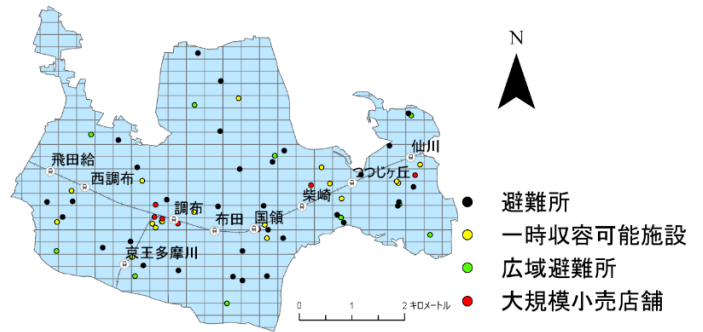


図-2 避難施設の分布

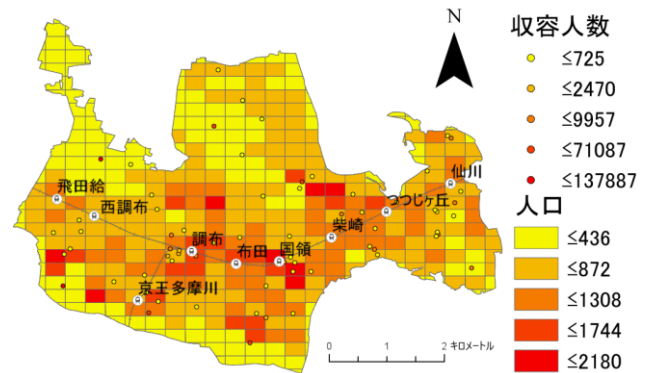


図-3 避難施設の収容人数と人口分布

表-3 避難所に収容可能・不可能な人口と総人口

避難所に収容可能な人口 (人)	避難所に収容不可能な人口 (人)	総人口 (人)
124,764	105,835	230,599

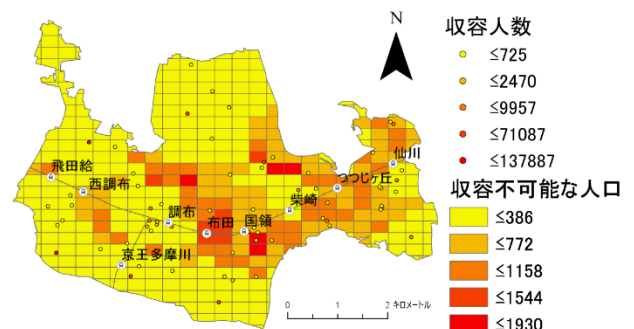


図-4 避難施設の収容人数と避難所に収容不可能な人口の分布

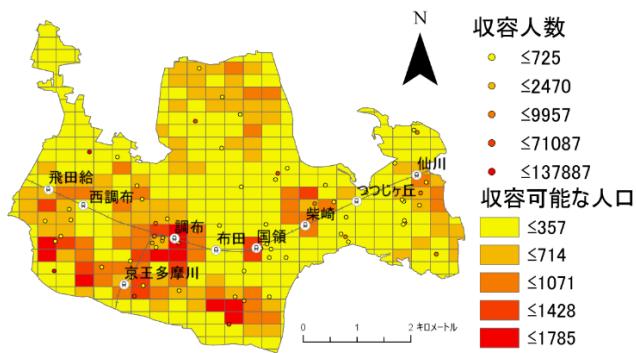


図-5 避難施設の収容人数と避難所に収容可能な人口の分布

5. 考察

避難所の充足度評価結果について、以下の4点から考察する。

5.1 避難所、一時収容可能施設の周辺メッシュ

避難所は学校、一時収容可能施設は保育園や児童館、公共施設であるため、広域避難所や大規模小売店舗に比べると収容人数が少ない。そのため、周辺に避難所や一時収容可能施設しか存在していないメッシュでは、避難所に収容不可能な人口が多く残ることになった。

5.2 広域避難所の周辺メッシュ

図-4, 5より、人口が多いメッシュの中でも、南部の多摩川沿いのメッシュには、周辺に収容人数が約70,000人と非常に多い広域避難所が3ヵ所存在するため、避難所に収容不可能な人口がかなり少なかった。しかし、周辺にこのような広域避難所が存在しないメッシュは、避難所に収容不可能な人口が多く残ることになった。また、北部のメッシュには、収容人数が36,000人と非常に多い広域避難所が1ヶ所存在するため、避難所に収容可能な人口がとて多くなった。

5.3 大規模小売店舗の周辺メッシュ

調布駅、柴崎駅、仙川駅の周辺に存在する大規模小売店舗は収容人数が1,000～7,000人であり、避難所や一時収容可能施設と比べると収容人数が

多い。そのため、以上の大規模小売店舗の周辺のメッシュでは、避難所に収容不可能な人口がかなり少なくなっていた。

5.4 人口が多いメッシュ

もともと人口が多く、避難所に収容不可能な人口が多いメッシュは、避難所が周辺に存在していない、もしくは、収容人数が少ない避難所しか存在していない傾向があった。つまり、人口の多いメッシュでも、周辺に避難所が充足していない地域が存在することが明らかになった。

6. まとめと今後の研究課題

本研究では、災害時における避難所の充足度の定量的な評価方法として、全ての人口が現在存在する避難所に実際に避難することを前提とした方法を提案し、250mという小さい空間スケールで避難所が不足している地域を抽出した。本研究では、国勢調査や国土数値情報といったオープンデータを用いて、メッシュ単位の人口や避難所までの距離、避難所の収容人数を算出した。

今後の研究課題として、高齢者により着目し、高齢者を優先的に避難させることを前提として、避難所の充足度を評価する必要がある。また、評価結果をもとに避難所が不足する地域に避難所を新設することが現実的に可能か確認する必要がある。

参考文献

- [1] 天国邦博, 荏本孝久, 望月利男「地震災害における脆弱性と災害対応の評価手法の研究 -青森県を事例として」, 地域安全学会論文, No.1, p.179-188, 1999
- [2] 滝田真, 熊谷良雄「大規模災害時の避難所運営に関する地域防災力評価」, 地域安全学会論文集, No.4, p.15-24, 2002
- [3] 認定NPO法人難民支援協会(2011)「スフィア・ハンドブック 2011年版(日本語版)」, https://www.refugee.or.jp/sphere/The_Sphere_Project_Handbook_2011_J.pdf (参照 2017-1-1)
- [4] 重信藍, 檜垣洋平, 大谷英人「1戸当たり仮設住宅地面積及びオープンスペース別仮設住宅団地面積比率の算定:東日本大震災(宮城県)の緊急仮設住宅団地の事例から」, 日本建築学会四国支部研究報告集, No.13, p.115-116, 2013