

リモートセンシングデータを活用した災害時の避難場所充足度評価

小林優介・山本彩

An Evaluation of the Locations of Evacuation Sites in Disaster Using Remote Sensing Data

Yusuke KOBAYASHI and Aya YAMAMOTO

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the locations of public and private evacuation sites in specified districts in Tokyo Metropolis at the time of disaster. For this purpose, we use population census, digital surface model, digital elevation model and satellite remote sensing data. Our results showed that 64.7% of the districts have enough public and private evacuation sites (over 1 m² per capita) in daytime, and 66.5% in nighttime.

Keywords: 災害(disaster), 避難場所(evacuation sites), 衛星リモートセンシングデータ (satellite remote sensing data), 数値表層モデル(digital surface model), 数値標高モデル(digital elevation model)

1. はじめに

東京都においては、避難場所として活用可能な地区レベルの1ha以上の公共的緑地が充足していないことが指摘されている(山本, 2000)。とりわけ、昼間人口の都心部への集中により、昼間の都心部で特に震災時の避難場所としての公共的緑地が不足している。そのため、公共的緑地以外の空地を避難場所としての可能性を検討することが考えられる。東京都防災会議(2014)においても、東京都都市整備局は、避難場所が不足する地域について、避難場所となりうる可能性がある空間を調査し、権利者の理解を得ながら積極的に避難場所としての指定に努める、としている。そこで、本研究では東京都特別区を対象に、緑地とともに

空地を避難場所とした場合の避難場所の充足度の評価を行う。

2. 分析対象地域とデータ

2.1 分析対象地域

分析対象地域は、東京都特別区 23 区とする。東京都特別区 23 区に完全に含まれる 3 次メッシュ (合計 477 メッシュ) を対象とする。

2.2 データ

避難場所面積の算出のために、リモートセンシングデータと数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) と数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を用いる。

リモートセンシングデータは、Landsat8 OLI の 2015 年 10 月 9 日の パス 107, ロウ 35 のデータを米国地質研究所 (USGS: U. S. Geological Survey) のサイト Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) よりダウンロードする。数値表層モデルは、全世界デジタル 3D 地形データ (AW3D) (<http://aw3d.jp/>) の 5m 解像度を

小林優介 〒105-0001 東京都虎ノ門3-17-1 TOKYU REIT
虎ノ門ビル 3階

一財) リモート・センシング技術センター

Phone: 03-6435-6791

E-mail: kobayashi_yusuke@restec.or.jp

用いる。数値標高モデルは、国土地理院の「基盤地図情報」(<http://www.gsi.go.jp/kiban/>)より、数値標高モデル 5m メッシュをダウンロードし、用いる。

昼間人口データは、「平成 22 年 東京都の昼間人口」(<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tyukanj/2010/tj-10index.htm>)の町丁・字等別昼間人口(推計)をダウンロードする。夜間人口データは、政府統計の総合窓口(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/toukeiChiri.do?method=init>)より、平成 22 年国勢調査(世界測地系 1km メッシュ)をダウンロードする。

3. 分析手法

3.1 避難場所の把握

避難場所として、表-1 に示す避難場所の対象の把握を行う。

表-1 避難場所の対象と対象外

対象	対象外
<ul style="list-style-type: none"> ・空地(右の対象外を除く) ・草地 ・樹林地 	<ul style="list-style-type: none"> ・空地のうち以下の場所 ・皇居・赤坂御用地 ・自衛隊等の施設 ・鉄道・空港用地 ・広域道路

そのために、まず、衛星リモートセンシングデータから土地被覆分類を行う。Landsat 8 OLIのうち、Band2 から Band7 の 6 バンド(解像度 30m)を用いて、最尤法による教師付き分類により、樹林地・草地・裸地・市街地・住宅地・工場等・水域に分類する。

次に、AW3D と数値標高モデル 5m メッシュから、その高さの差を求め、高さの差が 1m 以内のメッシュは建物や構造物ではないと考え、空地とする。そして、Landsat8 OLI から分類した草地・樹林地と、AW3D と数値標高モデル 5m メッシュから抽出した空地を避難場所とし、ポリゴンを生成する。

原科・山本(1999)による既往研究において、一

次避難地は 500m 圏内に 1ha 以上の小規模緑地を対象としている。本研究では、メッシュサイズを踏まえ、避難場所のポリゴンのうち、9,000m²(=0.9ha)以上のものを選ぶ。さらに、そのデータから表-1 に示す皇居等の対象外の場所を削除する。その上で、3 次メッシュごとの 9,000m²以上の避難場所の合計面積を算出する。

3.2 人口データの作成

人口データは昼間人口と夜間人口を用いる。昼間人口についてはダウンロードした町丁・字等別昼間人口(推計)を 3 次メッシュに面積按分する。夜間人口は 1km メッシュデータが 3 次メッシュで整備されているため、そのまま用いる。

3.3 1 人当たりの避難場所面積の算出

3 次メッシュごとの避難場所面積と人口から、1 人当たりの避難場所面積を算出する。人口は昼間人口と夜間人口ともに算出する。1 人当たりの避難場所面積として、東京都防災会議(2014)で原則として 1 人当たり 1m² 確保することが記されている。そこで本研究においても、1 人当たり 1m² を 1 つの基準として評価する。

4. 分析結果

4.1 避難場所と人口

Landsat 8 OLI と DSM と DTM から作成した避難場所について図-1 のようになった。図-1 より、大規模公園と、多摩川・荒川・江戸川等の河川敷、埋立地の空地が避難場所としてのポテンシャルがあると考えられる。

また、昼間人口分布は図-2 に、夜間人口分布は図-3 のようになった。図-2 より、昼間人口は都心部で多く、周縁部へいくほど低くなる傾向がわかった。図-3 より、夜間人口は都心部で少なく、その周縁部で相対的に多くなり、その外側で少ない傾向がわかった。

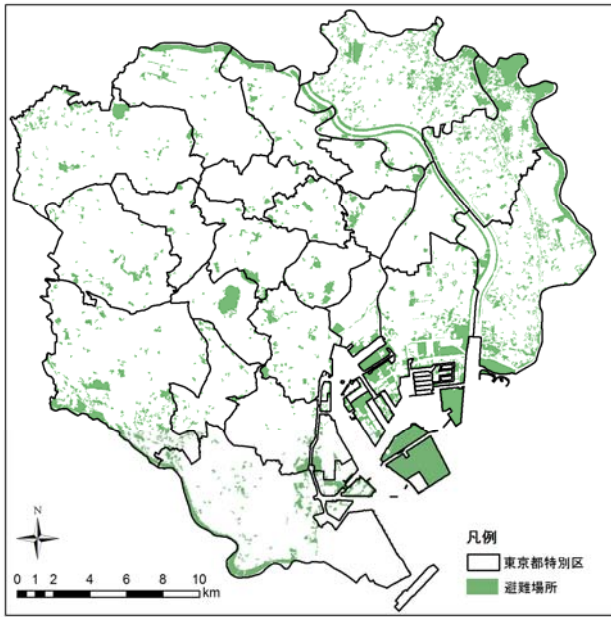


図-1 避難場所の位置

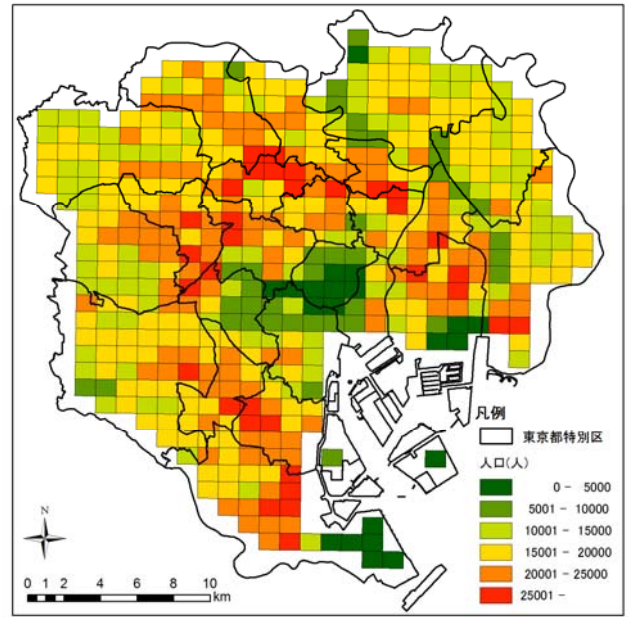


図-3 夜間人口分布

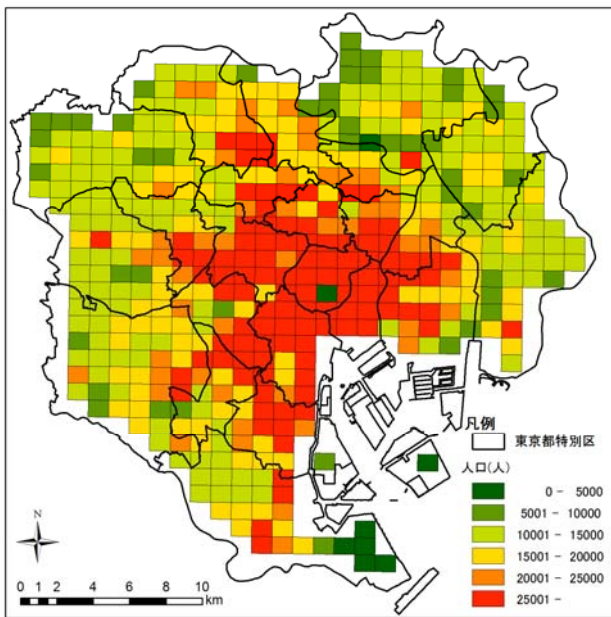


図-2 昼間人口分布

表-2 1人当たりの避難場所面積別メッシュ数

1人当たりの 避難場所面積(m ² /人)	昼間	夜間
-0.5	122	116
0.5-1	46	42
1-2	64	54
2-5	83	82
5-	161	178
合計	476	472

4.2 1人当たりの避難場所面積

1人当たりの避難場所面積について、昼間は図-3、夜間は図-4のようになった。そして、1人当たりの避難場所面積別メッシュ数は表-2のようになった。なお、人口が0のメッシュ(昼間人口で1メッシュ、夜間人口で5メッシュ)は評価対象から除外した。

昼間人口について、1人当たりの避難場所面積は、1m²未満は168メッシュ(35.3%)、1m²以上は

308メッシュ(64.7%)となり、3分の2近くのメッシュにおいて、1人当たりの避難場所面積の基準である1人当たり1m²を上回った。一方で、3分の1以上のメッシュにおいて1人当たり1m²を下回り、避難場所が不足していることがわかった。図-4より、1人当たり1m²を下回った地域は中心部と、北部・西部・南部の周縁部で多くみられることがわかった。一方で、東部の周縁部では避難場所が充足していることがわかった。これは荒川・江戸川等の河川敷に広大な空地があり、これが避難場所として活用可能なためと考えられる。夜間人口について、1人当たりの避難場所面積は、1m²未満は158メッシュ(33.5%)、1m²以上は314

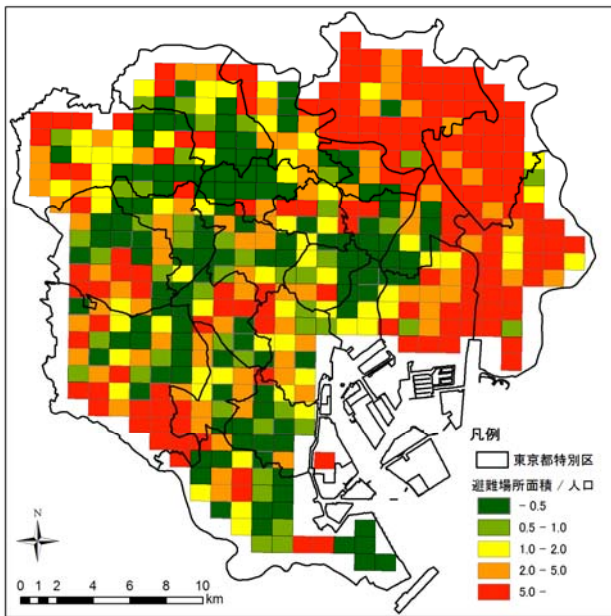


図-4 1人当たりの避難場所面積(昼間)

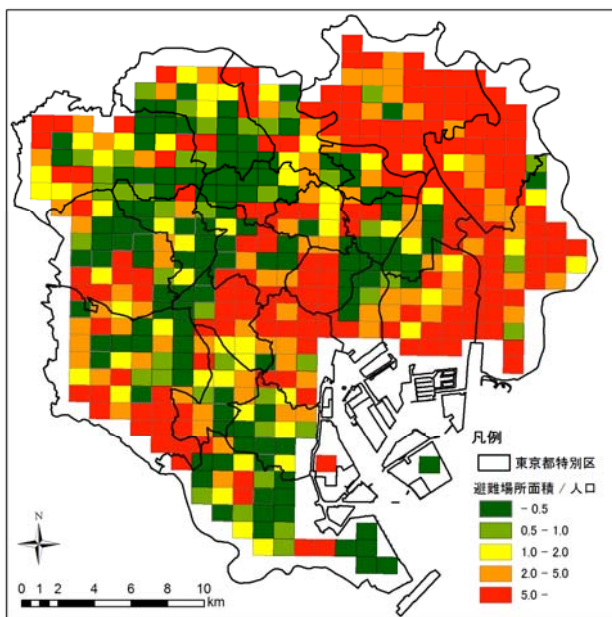


図-5 1人当たりの避難場所面積(夜間)

メッシュ(66.5%)となり、3分の2近くのメッシュにおいて、1人当たりの避難場所面積の基準である1人当たり1m²を上回った。一方で、3分の1以上のメッシュにおいて1人当たり1m²を下回り、避難場所が不足していることがわかった。図-5より、1人当たり1m²を下回った地域は中心部の東側と、北部・西部・南部の周縁部で多くみられることがわかった。一方で、中心部の西側と東部の周縁部では避難場所が充足していることが

わかった。中心部の西側で避難場所が充足しているのは、夜間人口が少ないためと考えられる。東部の周縁部で避難場所が充足しているのは、昼間人口と同様に荒川・江戸川等の河川敷に広大な空地があり、これが避難場所として活用可能なためと考えられる。

5. まとめ

本研究では、公共的緑地以外の空地を避難場所として利用するための可能性を検討するために公共的緑地以外の空地を避難場所を含めた場合の充足度の評価を行った。その結果、昼間人口では64.7%、夜間人口では66.5%のメッシュにおいて、1人当たり1m²を上回ることがわかった。一方で、昼間人口・夜間人口ともに3分の1以上のメッシュにおいて1人当たり1m²を下回り、公共的緑地以外の空地を避難場所としても充足していないことがわかった。そのため、これらの地域においては、新たな避難場所の確保もしくは他の地域の避難場所への安全な誘導が必要であると考えられる。

今後の課題として、本研究では国勢調査を用いたがこのデータは昼間・夜間に滞在している人口と異なる場合がある。そのため、それぞれの地域の滞在人口のデータを入手の上で評価を行うことで、精度の向上を図り、避難場所評価を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 原科幸彦・山本佳世子(1999)：地域防災性指標としての公共的緑地の充足度評価，総合都市研究，70，29-49.
- 山本佳世子(2000)：地域防災性からみた公共的緑地の充足度評価方法に関する研究，環境科学会誌，13(4)，439-454.
- 東京都防災会議(2014)：「東京都地域防災計画 震災編 本冊」