

# 避難区域間における避難地の配置状況の広域的な分析

熊谷樹一郎, 高木孝文

## Spatial Analysis of Locations of Evacuation Sites between Evacuation Planning Areas

Kiichiro KUMAGAI and Takafumi TAKAGI

**Abstract:** The locations of evacuation sites are significant for laying down an emergency evacuation plan. Especially, it is required to discuss the locations from a viewpoint of spatial analysis based on road-network space because roads provide evacuation routes generally. We calculated average distances from small areas to evacuation sites through network voronoi tessellation. Moreover, we extracted the differences of locations between small areas, using populations and average distances.

**Keywords:** 避難地(evacuation site), 道路ネットワーク(road network),  
ネットワークボロノイ分割(network voronoi tessellation)

### 1. はじめに

我が国の都市部では計画的に整備された地区がそれほど多くなく、建物が密集した傾向にある。建物が過度に密集した市街地は街路が狭く、建て替えが困難なケースもあり、災害時に建物倒壊や延焼といった危険性が指摘されている。これらの市街地の脆弱性が顕著に表れた例として 1995 年に発生した阪神・淡路大震災があり、住宅が密集した市街地で

は特に多くの建物が倒壊し、道路が寸断された。このことは都市の整備状況と、避難地や避難経路の状況の両面から防災・減災対策を議論する必要性を教訓として残したことになる。

市町村で指定されている避難区域は自治会を構成する町丁目単位で決められているが、町丁目の形状は防災上の観点から決定されたものではなく、避難区域の形状も一様ではない。さらに市町村で指定されている避難地は既存の公共施設を使用しているが、避難区域の中心に位置することはまれである。結果として、他市との境界付近では隣り合う市の避難地へと向かう方がより近いケースや近隣に避難

---

熊谷 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8

摂南大学 理工学部 都市環境工学科

TEL&FAX: 072-839-9122

E-mail: kumagai@civ.setsunan.ac.jp

地が無い場合最も近い避難地であっても距離を要する箇所が存在する。

これまで著者らは、市町村で指定された避難区域をベースに、災害時に避難経路となる道路ネットワークを用いて避難区域の整合性と隣り合う避難区域との関連性を分析した（熊谷・高木，2010）。

その一方で、各町丁目における人口や、町丁目と各避難地との距離を明らかにすることによって、より詳細な特性を把握することが期待できる。そこで本研究は、災害時に避難経路となる道路ネットワークを用いて避難地の領域分割を行い、各町丁目から避難地までのネットワーク距離を算出することにより、相互の位置関係を明らかにした。さらに、人口データを導入し、町丁目から避難地までのネットワークにおける平均距離と組み合わせることで避難区域間での違いを抽出した。

## 2. 対象領域および対象データの選定

### 2.1 対象領域の選定

本研究の対象領域として、大阪府寝屋川市を選定した。この地域は都市基盤が未整備の状態であり市街地が形成された歴史を有しており、住宅市街地総合整備事業地区である池田・大利地区と香里地区、萱島東地区が含まれている。一方で太閤検地により生まれた旧村や地区計画の実施地区も多くあり、多様な都市構造となっている。なお、他市への影響を調査するために使用データは寝屋川市に加えて寝屋川市と隣接する市の町丁目を加えた範囲としている。

### 2.2 対象データの選定

国土地理院より発行されている数値地図 2500(空間データ基盤)より道路中心線を道路ネットワークのデータとして採用した。避難地のデータについては、寝屋川市防災ガイドを基に、指定されている公共施設を調査した上で、建物データから避難施設の重心点を計算し、避難地の位置情報(地点)として

設定した。また、人口データについては総務省統計局が提供している平成 17 年の国勢調査データ(町丁目単位)を採用した。

## 3. 避難地と避難区域の位置関係について

### 3.1 道路ネットワークの領域分割

本研究で使用した避難地データは避難施設の重心点を避難地の位置情報として設定しているため、必ずしも道路ネットワーク上には存在しない。そこで、緊急時には全ての門扉を開放すると仮定し、各避難地の重心点から避難地の入口と接する道路ネットワーク上の点を結んだラインを新たな道路ネットワークとして追加している。

ここでは避難地の区分に、ネットワークボロノイ分割を採用した。基準となる点を避難地として、分割された道路ネットワークを各避難地の受け持つ範囲(道路長)と定義した。

### 3.2 平均距離の算出

避難区域を構成する町丁目の中には近隣に避難地が無い場合、最も近い避難地までの距離を要する箇所が存在する。そこで、各町丁目と避難地との位置関係を明確にするため、それぞれの平均距離を算出した。

具体的に述べると、ネットワークボロノイ分割の結果を町丁目ごとに分割し、町丁目内における各避難地の受け持つ範囲の重心点を求める。続いて各避難地の重心点を最近隣のネットワーク上に挿入し、町丁目内における各避難地が受け持つ範囲の代表点とする。町丁目内の代表点から避難地までのネットワーク距離を算出し、これを平均距離とした。

### 3.3 人口データの導入

災害時の避難を考えるのであれば、実際に避難する人の数を反映することが必要となる。そこで、町丁目から避難地までの平均距離に人口データを組み合わせることによって、町丁目間におけるより詳細

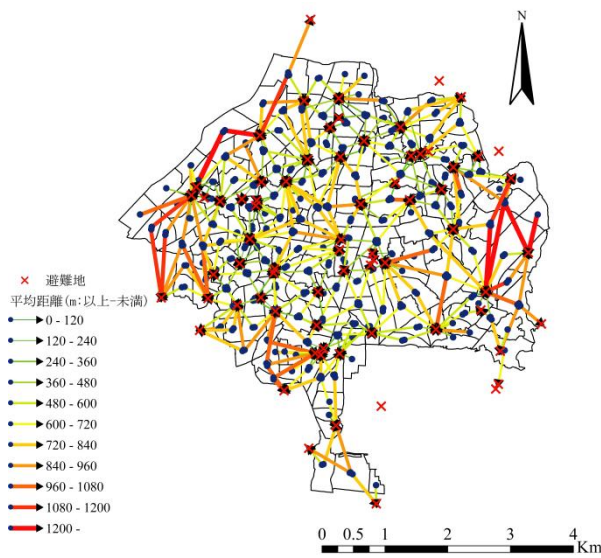


図-1 町丁目から避難地までの平均距離

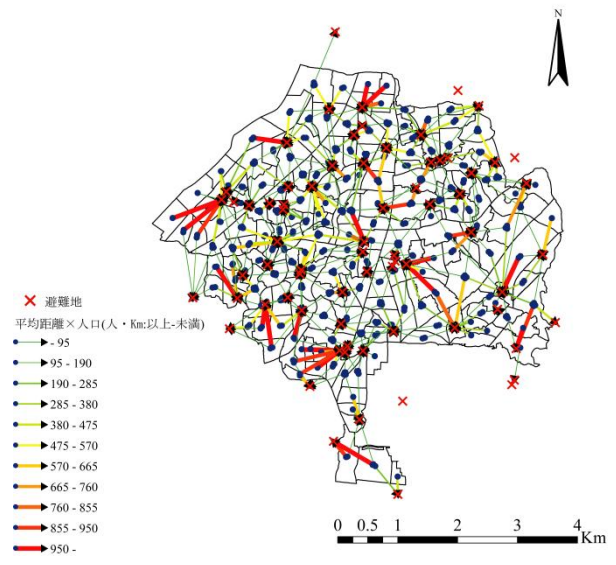


図-2 平均距離に人口を加味した結果

な比較を試みた。

詳細には、ネットワークボロノイ分割の結果をもとに、町丁目内を占める道路総延長のうち、避難地が受け持つ道路長の割合を算出する。町丁目内における人口の分布が一樣であると仮定し、各避難地が受け持つ道路の割合を人口に乘じる。この値を避難地が受け持つ人口と定義した上で平均距離とかけ合わせることで新たな指標として表現した。

また、町丁目ごとの特性を見るために町丁目に平均化した表現も試みた。町丁目ごとに関連性のみられた全ての避難地までの距離を合計し、平均値を算出する。この値を人口とかけ合わせ、町丁目ごとの特性を表現した。

## 4. 結果と考察

### 4. 1 避難地までの平均距離の算出結果

算出結果を図-1に示す。各町丁目の重心点を始点、関係のみられた避難地を終点として矢印で表現しており、避難地までの距離が長くなるほど矢印を太く、かつ色を緑色から赤色に変化させて表現している。

対象領域の東側と西側の市境付近において避難地までに距離を要する箇所が多くみられた。対象領域

の東側については、避難地の分布が疎らであるものの、寝屋南土地区画整理事業地区が含まれており、今後土地利用や道路の状況に変化があることが予想される。一方で、対象領域の西側については、複数の避難地が一箇所に集中しているため、いずれの避難地に向かう際にも距離を要する箇所が多く存在している。

### 4. 2 人口データを加味した配置状況の分析

分析結果を図-2に示す。数値が高い値を示すほど、避難地までの平均距離が遠いことに加えて、避難地が受け持つ人口が多いことを意味する。避難地までの平均距離のみに着目した分析では他市との境界に隣接する箇所に多く高い値がみられたが、人口データを加味した結果、対象領域の中心部においても高い値となった箇所が確認できた。

町丁目単位で平均化した結果を図-3に示す。結果の値が高くなるほど青色から赤色に変化させて表示させており、対象領域の中央部と南東部、南部に高い値を示す町丁目の分布している傾向がみられた。

対象領域中央部である国松町や三井南町(図-3A)は近隣に避難地があるものの、住宅地の人口が多く、さらに、避難地への道路長が長くなるケースも確認されている。対象領域の南部に位置する南水苑町

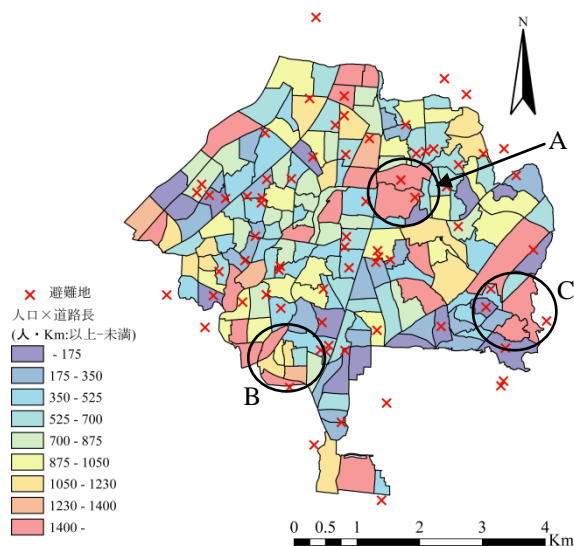


図-3 町丁目単位での平均値

(図-3B)は、それほど人口は多くないものの、町丁目を囲むように河川が位置しており、隣接する町丁目に通じる道路が3箇所しか存在しない。同じく図-3Bの萱島信和町においても町丁目を囲むように河川と線路が位置し、最も近い避難地に向かうまでに迂回する必要がある箇所である。図中Cで示した対象領域南東部に位置する打上元町と梅が丘1丁目は、避難地に到達するまでに距離を要することに加え、府営寝屋川打上団地が立地しているため人口も多く分布している。

#### 4. 3 避難区域単位での分析結果

同様の分析を避難区域単位で行った。避難区域単位での分析では、避難区域で指定されていない避難地のみに着目した。町丁目単位での分析結果を避難区域単位にまとめ、避難区域で指定されていない避難地と関連性のみられた箇所を抜き出す。続いて指定されていない避難地が位置する避難区域を調査し、避難区域ごとにまとめた。

結果を図-4に示す。町丁目での分析に比べて周辺の避難地が受け持つ道路と人口は少なくなっている。これは多くの避難区域で隣接する避難区域に位置する避難地を指定していることが挙げられる。

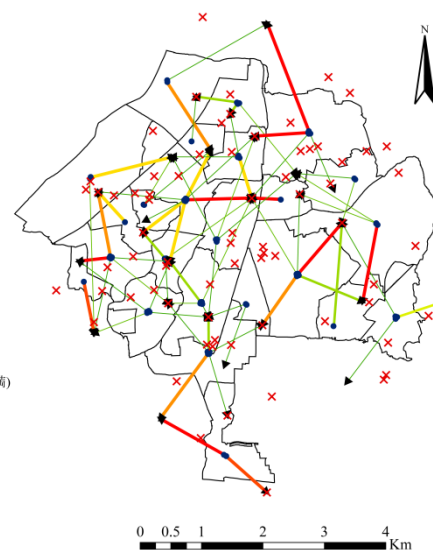


図-4 避難区域単位での分析

## 5. おわりに

本研究では、町丁目から避難地までの平均距離を算出するとともに、人口データを導入することによって避難区域間での違いを抽出した。平均距離の算出結果では、特徴的な値となった箇所の多くが市境付近の町丁目であったが、人口データの導入により土地利用の状況などネットワーク距離の分析のみでは得られない地区特性が明らかになった。また、人口を含めた検討を行う際には避難区域単位に加えて、それを構成する町丁目の単位で分析することで、より詳細な特性を把握できることが確認できた。

### 謝辞

本研究を進めるにあたりまして東京大学空間情報科学研究センターで開発されたSANETを使用させていただきました。ここに深く感謝いたします。

### 参考文献

熊谷樹一郎・高木孝文 (2010) 道路ネットワークに基づいた避難区域間の空間的な関連性の分析, 平成22年度土木学会関西支部年次学術講演概要集, IV  
-71