

第IV部門 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

摂南大学 正会員 熊谷 樹一郎
学生員 ○高木 孝文

1. **研究の背景**：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、建物が密集した市街地となっている傾向にある。建物が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、都市整備の状況と、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。一般に、避難区域は自治会のベースとなる町丁目の単位で決められており、避難地も既存の公共施設が指定されていることが多い。その結果、他区域や他市との境界線付近では、隣り合う区域や市の避難地へ向かう方がより近いケースが存在する。一方で、震災発生時における各避難地の避難圏域を分析した事例では、直線距離での検討が多かった。また、道路閉塞時における街路網の安全性を検討した事例では、対象とする範囲を限定する傾向にあった。災害時に避難経路となる道路ネットワークを取り上げ、複数の避難区域の境界状況を広域的な観点から分析できれば、避難地までの距離に基づいた領域区分が明らかになり、避難区域間での関連性を把握することが可能となる。そこで本研究では、災害時に避難経路となる道路ネットワークを用いた領域分割の結果と実際の避難区域との整合性を調査するとともに、指定外の避難地への依存状況を分析した。

2. 対象領域および対象データの選定

(1) **対象領域**：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、他市への影響や依存状況を分析するために、使用データは寝屋川市に加えて隣接する市の町丁目を含む領域としている。

(2) **対象データ**：国土地理院から発行されている数値地図 2500 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。

3. **避難区域単位での整合性の分析**：ここでは従来型の避難圏の考え方として直線距離の分析を取り上げ、ネットワーク距離での結果と比較する。

(1) **直線距離での整合性の分析**：直線距離での分析方法としては既往の研究である90%避難圏の考えを用いた¹⁾。90%避難圏とは避難地を中心として、そこに避難してくる住民の居住地のうち90%が含まれる最小円の半径のことであり、高校や大学などの大規模避難地は約1500m、それ以外の小規模避難地は約500mとされている。避難区域の面積のうち、避難区域に指定されている避難地の避難圏の面積が占める割合を整合率と定義し、それぞれの避難区域で算出した。他市との境界と隣接する避難区域では整合率が60~70%程度であったが、それ以外の避難区域では90%以上の整合率が得られた。

(2) **ネットワーク距離での整合性の分析**：災害時に避難経路となる道路ネットワークを用いて整合性を分析した。本研究で使用した避難地のデータは、避難施設の重心点を避難地の位置情報として設定しており、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た。ネットワーク分析の方法としては、ボロノイ分割の考えを応用したネットワークボロノイ分

割を採用した。ボロノイ分割とは、任意の場所から直線距離で最も近い範囲に平面を分割したものであり、本研究で用いたネットワークボロノイ分割は、直線距離の代わりにネットワーク距離を用いて、基準となる点が最も近くなる範囲を求めたものである。対象領域内でのネットワークボロノイ分割に基づいた区分の結果を図-1に示す。図中の黒の道路線は、指定外の避難地のほうが近い道路線を表す。避難区域とネットワークボロノイ分割の結果は比較的一致しているものの、所々に黒色の道路線の表れていることが確認できる。ここでは、ネットワークボロノイ分割に基づいた道路長を「避難地が受け持つ道路長」とした上で、避難区域の道路総延長で除算したものを整合率とし、各避難区域で算出した。比較の対象として実施した直線距離での整合率はほとんどの避難区域で90%以上であったのに対して、ネットワーク距離での分析では半数以上の避難区域で90%を下回っていた。また、他市と隣接していない避難区域においても整合率が低い箇所もみられたほか、直線距離での整合率が低い値であった避難区域においてはネットワーク分析での整合率が10%前後高い値が得られたケースも確認できた。



図-1 ネットワークボロノイ分割の結果

4. 隣り合う避難区域への依存状況の把握

(1) 検討方法：ネットワークボロノイ分割の結果を用いて避難区域で指定されていない避難地への依存状況を把握する。検討方法としては、避難区域内に位置する全ての避難地の重心点を求め、指定外避難地の設置されている避難区域の代表点とする。避難区域全体の道路長から指定外の避難地が受け持つ道路長の割合を、他の避難区域への依存度と定義した上で、依存の方向を矢印で表現し、避難区域間での関連性を表現した。なお、依存の強さは矢印の太さで表現している。

(2) 依存度の算出：依存度の計算方法を用いて隣り合う避難区域との関連性を分析した。結果の例を図-2に示す。全ての避難区域で他区域への依存がみられたほか、依存度が40%以上といった強い依存がみられるケースもあった。また、市境と接する避難区域では他市への依存がみられた。

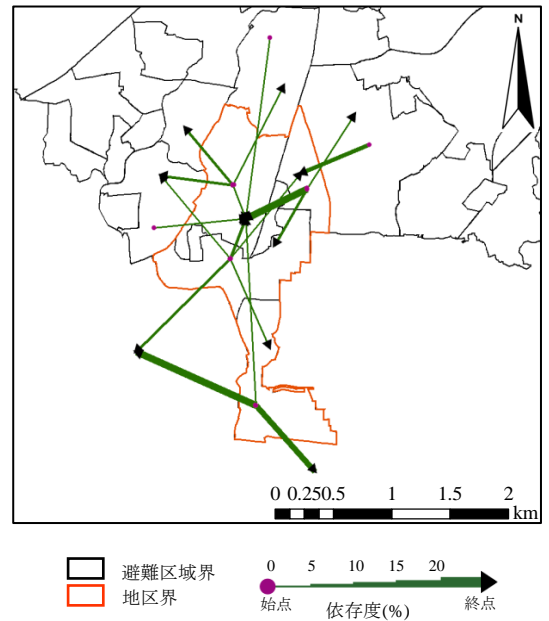


図-2 依存度(対象領域南部)

5. まとめ：直線距離では整合率が高い値であった避難区域にお

いても、ネットワーク距離での分析では整合率の低くなるケースがみられた。これは、避難区域に対する避難地の位置に偏りがあり、かつ、道路網のパターンと避難区域との空間的なミスマッチが生じていることを示唆している。指定外避難地への依存状況については避難区域内での強い依存や、他市と隣接する避難区域では他市への依存がみられた箇所が確認できた。このことより直線距離での分析では得られない相互関係が明らかとなり、隣接する避難区域との連携が必要な箇所が示唆される結果となった。今後は、より細かい特性を把握するために、町丁目単位での依存状況の分析を行うほか、人口データを導入し、避難区域ごとの特性をより鮮明にすることで、空間的なミスマッチの生じている箇所をより具体的に分析することを考えている。

【参考文献】1) 柏原士郎, 上野淳, 森田孝夫: 阪神大震災における避難所の研究, 大阪大学出版会, p.342, 1998年