

避難経路に着目した都市構造の脆弱性に関する分析について

摂南大学 正会員 熊谷 樹一郎
 摂南大学大学院 学生員 高木 孝文
 摂南大学大学院 学生員 ○畑尾 一貴

1. はじめに：我が国では、地震・火山活動が活発であり、地形的・地質的に見ても災害に対する備えが必要とされている。都市は河口などの軟弱地盤上に形成されている傾向にあり、過密な市街地であるケースが多い上に、ほとんどは木造住宅である。これらの脆弱性が顕著に表れた例として1995年に発生した兵庫県南部地震があり、木造住宅が密集した市街地では多くの建物が倒壊し、道路が寸断された。都市整備の状況や指定された避難地の配置状況、避難地にたどり着くまでの避難経路の状況などから防災・減災対策を議論する必要性を明らかにした災害といえる。これまで我々の研究室では、市町村で指定されている避難地と各地点における最も近い避難地の配置状況から生じる空間的なねじれに着目し、災害時に避難経路となる道路ネットワークを用いて、避難地と町丁目との位置関係を把握してきた¹⁾。一方で、災害時に避難経路となる道路の幅員や道路周辺に位置する建物状況は考慮されていなかった。道路の幅員と道路周辺の建物情報を用いれば道路閉塞のシミュレーションが可能となる。道路閉塞が生じることによって避難経路が寸断され、最も近い避難地が変化することによって、住民の避難には混乱がもたらされる。道路閉塞のシミュレーションによって避難経路の変化が明らかとなれば、地域ごとの詳細な特性の比較が可能となることが期待できる。

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香里地区と池田・大利地区、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、他市への関連性を分析するために、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：国土地理院から提供されている基盤地図情報から抽出した建物データと数値地図 2500 (空間データ基盤) に格納された道路中心線データを採用した。地盤情報となる地盤高と地盤データについては、国土地理院から提供されている数値地図 5m メッシュ (標高) と、防災科学技術研究所から提供されている 250m メッシュの表層地盤微地形区分図を採用した。避難地のデータについては、寝屋川市防災ガイドを基に、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。土地利用データについては、国土地理院から提供されている数値地図 5000 (土地利用) を採用した。また、寝屋川市から提供された家屋台帳と地番図を建物の属性情報として採用し、家屋台帳データを整備した。

3. 道路閉塞危険度評価法の開発

(1) 建物倒壊率の算出：既往の研究を参考として²⁾、建物単位で構造と築年数、地盤の状況の3つの要素から、建物倒壊率を割り振った。建物倒壊率は相対値として定義されるものであり、本研究では地震災害時による道路閉塞の要因として扱う。

(2) 道路閉塞危険度の算出：道路閉塞危険度は、ある道路に沿った複数の建物を一つの群と見なし、個々の建物倒壊率に、瓦礫による閉塞状態から得た建物と道路との配置関係を加味した上で、平均化することによって新たなリスクとして求めた。ノード間の道路を1単位とした上で、建物存在比率と建物倒壊率および瓦礫による閉塞状態を用いている。建物存在比率では、注目する道路周辺の建物の総戸数を分母としている。本研究では、この手法を道路閉塞危険度評価法と呼んでいる。

キーワード 避難経路 道路閉塞 モンテカルロ法 ネットワークボロノイ分割

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 TEL/FAX : 072-839-9122 E-mail:kumagai@civ.setsunan.ac.jp

4. 避難経路パターン数の計算

(1) 最短避難地の計算：本研究では、地震発生時の建物倒壊による道路閉塞状況を生成するため、モンテカルロ法を導入した。ここでは、道路閉塞危険度のパーセンテージで閉塞が発生するものとした上で、100事例のシミュレーションを行い、道路閉塞危険度に応じた複数の道路ネットワークのパターンを作成した。さらに、得られたパターンごとにネットワークボロノイ分割を適用した。ネットワークボロノイ分割とは、ネットワーク距離を用いて、基準となる点の最も近い範囲を抽出するものである。ここでは、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と定義した。つまり、シミュレーションによって作成された道路ネットワークパターンごとに最短となる避難地が計算されることになる。

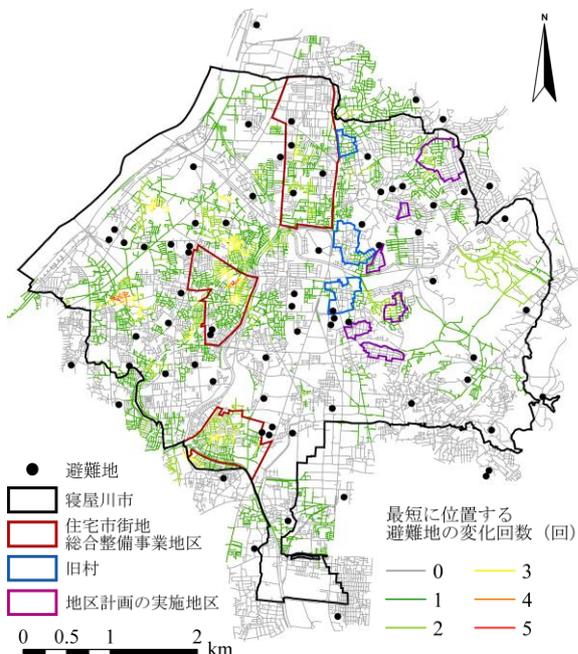


図-1 最短に位置する避難地の変化回数

(2) 最短に位置する避難地の変化回数の算出：100事例に対するネットワークボロノイ分割の結果を基に、最短に位置する避難地の変化回数を計算した。具体的には、ネットワークボロノイ分割の100事例をすべて重ね合わせ、道路単位で最短に位置する避難地が変化した回数を算出した。変化回数が大きければ地震災害によって避難地・避難経路の変更する傾向が高いと判断でき、住民に混乱をもたらす恐れのある地区と解釈できる。結果を図-1に示す。

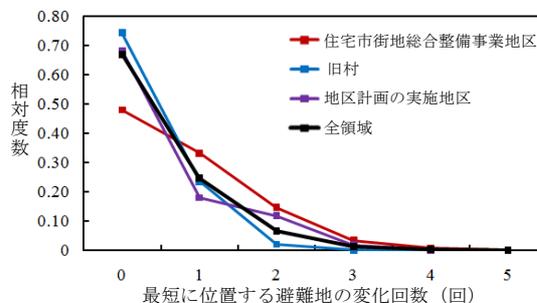


図-2 相対度数分布

(3) 避難経路パターンの検証：図-2は、図-1に示した各地区に含まれる道路の本数を、最短避難地の変化回数ごとの相対度数としてまとめたものである。住宅市街地総合整備事業地区では、避難地の変化回数の高い道路が多い傾向にある。つまり、この地区内は、建物倒壊による道路閉塞が起こりやすく、かつ、最短距離にある避難地が変化することの多いことを意味する。住宅市街地総合整備事業地区は、地震災害時での防災面の脆弱性が指摘されており、整備計画が推進されている地区である。一方、図-3の変化回数ごとの道路周辺の土地利用面積の割合を見ると、避難地の変化回数が高い道路周辺において、密集低層住宅地の割合が高くなっており、道路用地が減少していることがわかる。最短避難地が変化しやすい箇所ほど道路閉塞の起こりやすい土地利用条件がそろった結果となっている。

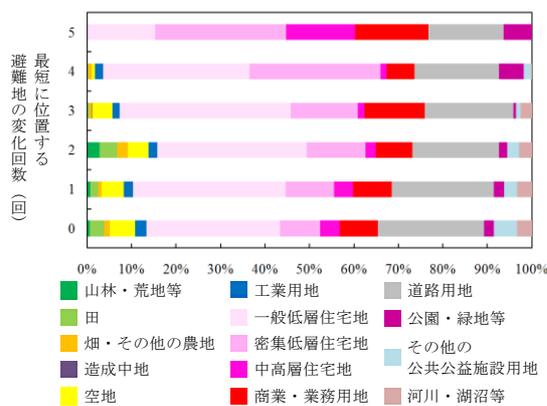


図-3 土地利用の割合

5. おわりに：開発した分析手法は、地震災害時における都市の脆弱性の高い箇所を抽出できる可能性が示唆された。今後の展開としては、人口データを導入することで地域特性をより詳細に把握し、特に整備・対策の必要な地区を絞り込むアプローチを検討していくことが望まれる。

参考文献 1) 熊谷樹一郎, 高木孝文：避難区域間における避難地の配置状況の広域的な分析, 地理情報システム学会講演論文集 (CD-ROM), Vol.19, Session.5G-1, 2010年
 2) 村尾修, 田中宏幸, 山崎文雄, 若松加寿江：兵庫県南部地震の被害データに基づく建物倒壊危険度評価法の提案, 日本建築学会計画系論文集, No.527, pp.197-204, 2000年