

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 学生員 ○畑尾 一貴

1. はじめに：日本の都市では、計画的に整備された地区があまりみられず、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、災害時の建物倒壊や延焼といった防災上の問題が多く存在する。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を通し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を比較す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。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) 建物単位における瓦礫範囲の設定：建物倒壊による瓦礫の広がりについては、様々な地震パターン考慮して、建物の階数に応じて全方向に瓦礫が広がるモデルを設定した。

(3) 閉塞判定の設定：閉塞判定は沿道の建物の倒壊や落下などによる道路の閉塞、通行車両の放置や駐車中の車両による道路の閉塞を考慮して、通行可能な幅員が2m未満となった道路は通行不可と判定した。一方で、建物と道路がセットバックしていることや道路幅員が様々であることから、工夫が必要となる。そこで、道路幅員を反映した建物の瓦礫幅を発生させ、隣接する道路の中心線と重複するか否かによって残りの幅員が2m未満かどうかを調査し、道路閉塞の判定を行った。

(4) **道路閉塞危険度の算出**：道路閉塞危険度の算出は、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求めた。建物存在比率は、注目する道路周辺の建物の総戸数を分母としている。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。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。対象領域内での道路閉塞危険度を図-1に示す。

4. 避難経路パターン数の計算

(1) **モンテカルロ法の導入**：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。

(2) **ネットワークボロノイ分割**：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したものである。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（道路長）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。

(3) **最近隣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、最近隣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、道路単位で最近隣に位置する避難地が変化した回数を算出する。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-2に示す。寝屋川市西部は、高度経済成長期の急激な市街化の進んだ地域であり、最も近い避難地の変化した回数が多い傾向にある。一方、東部には丘陵地が広がっており、最も近い避難地が変化しないケースが支配的である。

5. **おわりに**：開発した分析手法では、地震災害時に避難経路となる道路ネットワーク上での道路閉塞の状況から、最近隣に位置する避難地の変化回数を算出した。これは、地震災害時における都市の脆弱性を示す新たな指標として提案できる。今後の課題として、分析手法の妥当性を検証するために、整備計画が推進されている地区や地区計画の実施地区などの地区で比較・検討を行う。さらに土地利用を導入し、最近隣に位置する避難地の変化回数ごとでの特性を把握することを考えている。

【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

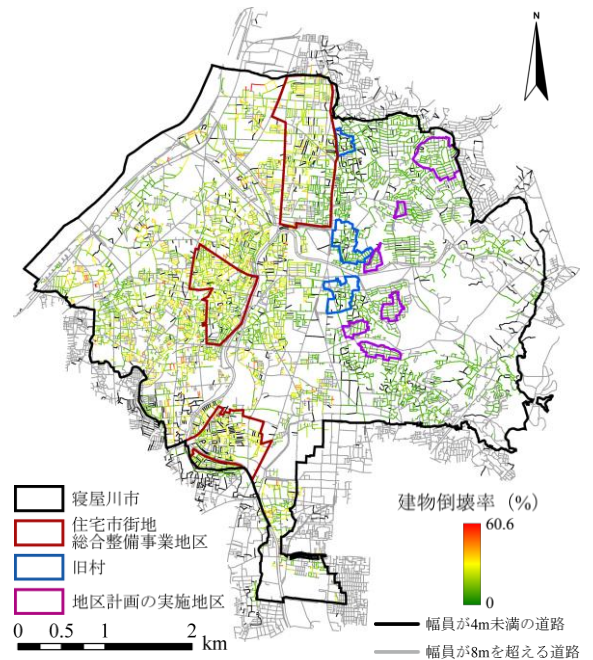


図-1 道路閉塞危険度

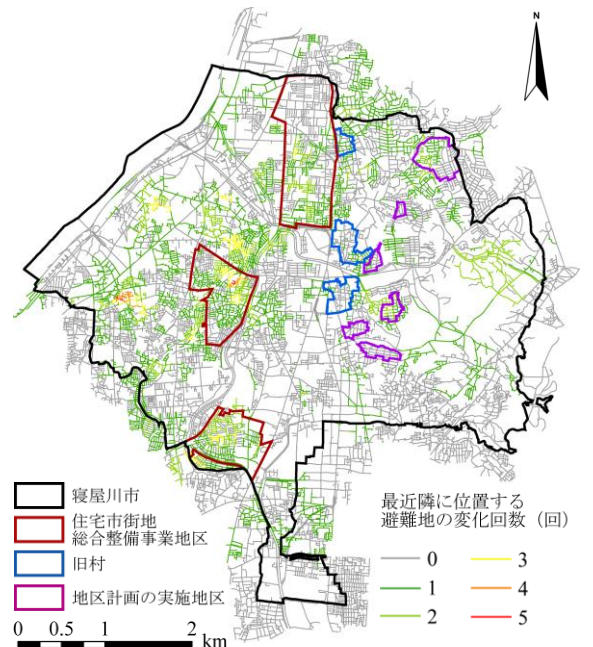


図-2 最近隣に位置する避難地の変化回数