

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24520883

研究課題名(和文) ジオマイクロデータを用いた積雪寒冷地都市内部における冬季災害時避難の地理学的研究

研究課題名(英文) A geographical study of the winter season evacuation in time of disaster in the cold and heavy snow cities using a geo-micro data

研究代表者

橋本 雄一 (Hashimoto, Yuichi)

北海道大学・文学研究科・教授

研究者番号：90250399

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ジオマイクロデータとGISを用いて、積雪寒冷地の都市内部で生じた「人口の都心回帰」現象による構造変容が、都市住民の防災や災害時避難に与える影響を明らかにした。北海道における調査と分析から、本研究は(1)「人口の都心回帰」減少が避難場所の容量不足をもたらすこと、(2)積雪寒冷地の冬季環境が、避難困難人口を増大させることを明らかにした。また、本研究ではジオマイクロデータ活用のための新たな手法を開発し、その活用を提言した。

研究成果の概要(英文)：This research clarified the relationship between the recent urban structural change and the evacuation at the time of the disaster in cold and heavy snow area using Geo-micro data and GIS. From the analysis in Hokkaido, this research showed clearly that urban structural change had brought about the shortage of capacities of an evacuation buildings, and that the winter environment of cold and heavy snow area had increased the evacuation difficult persons. Moreover, this research developed the new usage of geo-micro data, and proposed the activities of this data.

研究分野：人文地理学

キーワード：GIS マイクロジオデータ 津波 防災 積雪寒冷地 都市 北海道

1. 研究開始当初の背景

(1) 都市内部においては住民の分布は常に変化しており、「人口の都心回帰」現象といわれるような郊外分散から都心集中へのシフトは比較的短期間に起こっている。しかし、避難施設などの社会資本は、配置を変化させるのに時間がかかり、特に都心部における避難施設の増加はスペースや費用の点からきわめて困難と思われる。このように流動性の高い人口分布の変化と、流動性の低い社会資本の分布変化のミスマッチが、災害に対する社会的脆弱性の増大に結びついていると考えられる。

(2) 特に、積雪寒冷地の冬季環境は、これら問題を一層深刻化させている。都心部の公園における大量の積雪は、オープンスペースへの避難を不可能にし、数少ない屋内避難場所では多数の避難者を収容しきれないことが明らかにされている。また、除排雪頻度が低い地域では、積雪で道幅がきわめて狭くなり、路面も凍結することから歩行困難となる。また、急な傾斜地では、高齢者が移動不可能な状態になる場合もある。

2. 研究の目的

本研究は、「人口の都心回帰」現象が進む積雪寒冷地の都市内部を対象として、ジオマイクロデータとGISを援用し、冬季災害時避難について避難施設と避難行動の両面から明らかにする。本研究では、この実態を解明するために、ジオマイクロデータとGISを活用して、避難施設へのアクセスを中心とする避難圏域内の環境や、避難施設への個人の移動に関する分析を行う。さらに、その結果から、都市の構造変容が災害時避難を困難にしつつある状況を明らかにし、その要因について考察を行う。最後に、この結果を用いて、都市の構造変容と災害に対する社会的脆弱性との関係について空間的な視点で議論を行う。

3. 研究の方法

(1) まず、都市計画基礎調査の建物データや、国勢調査小地域データなどのジオマイクロデータを時系列的に収集し、GISで時空間

データベースを構築し、「人口の都心回帰」現象の動的な把握を行う。

(2) 次に、避難場所と詳細道路データを使用し、GISのネットワークボロノイ領域分割法を用いて、対象地域全体を理論的な各避難場所の利用圏域(避難圏)を設定し、その圏内人口を避難場所に収容しきれんのかを検討する。続けて、避難圏の中で単位時間内に避難場所に到達できる範囲(到達圏)と、それ以外の到達困難地域とで、人口動態に関する比較を行う。

(3) 避難場所への到達困難地域の住民を対象に、避難経路における具体的な障害を明らかにするため、疑似避難行動によりGPSによる避難時の行動履歴データを収集する。この行動履歴に関するジオマイクロデータから、避難経路における歩行条件の悪い部分を抽出し、積雪期と、非積雪期で比較を行う。

(4) さらに、住民側の防災上の取り組みを明らかにするため、町内会や保育施設などで集団による避難活動に関する聞き取り調査を行い、積雪期と非積雪期とで課題を比較する。

(5) 最後に以上の分析を併せて考察し、人口の都心回帰現象が進む、内陸部と海岸部の都市において、災害時避難に関する問題点の解明を行う。なお、内陸部の都市の事例としては札幌市を、海岸部の都市の事例としては釧路市を取り上げる。

4. 研究成果

(1) 内陸都市の事例: 札幌市を事例とした内陸都市の分析結果は以下の通りである。なお、ここでは石狩低地東縁断層帯および月寒断層を震源とする地震災害を想定した。札幌市で最初に避難場所の指定が行われた1975年から、2010年までの人口分布の変化をみると、札幌市では1990年代半ばから人口が都心で増加しつつあり、「人口の都心回帰」現象が生起していた。なお、その範囲は1990年代後半から2000年代にかけて、都心周辺から都心部へとシフトしつつあった。

(2) 札幌市都心部の避難場所の分布をみると、1975年から2010年までに当市の人口はほぼ2倍になっているが、避難場所の配置数は両年で大きな変化はみられなかった。これら避難場所を母点としてネットワークボロノイ領域分割により設定された避難圏をみると、非積雪期と比べて積雪期における避難圏域の方が、面積の大きいため、避難者の移動距離や移動時間も長くなっていた。これは積雪期には収容避難場所しか使えなくなることによる。

(3) 避難圏域ごとの避難人口も積雪期には多くなるため、この時期には、対象地域全体で大幅に収容能力が低下し、ほとんどの避難圏域で5,000人以上の人口が収容できない状況が発生していた。この過剰人口の発生地区は、1975年から2010年にかけて増加しており、2010年にはほとんどの地区で圏域内の人口を避難場所に収容しきれない状況となっていた(図1)。

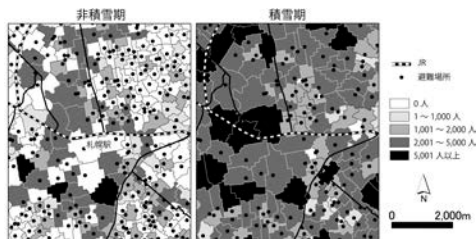


図1 札幌市都心部における各避難場所の非収容人口(2010年)

(4) 町内会への聞き取り調査から、札幌市都心部では耐震性の高いマンションが増加したため、地震災害発生時における避難場所利用者は多くないという予想であった。また、都心部では積雪期でも避難圏が狭く、避難困難地域がほとんど発生しないため、「人口の都心回帰」現象が進行していても避難の困難性は高まっていないと考えられた。

(5) 臨海都市の事例：釧路市を事例とした内陸都市の分析結果は以下の通りである。なお、ここでは釧路根室沖を震源とする地震で

発生が予想される津波災害を想定した。まず総務省が作成した国勢調査小地域データ(2010年)と、北海道が作成した太平洋沿岸市町村の津波想定データをGISで読み込み、その数を推定した。推定の結果、北海道全域で459,896人、太平洋沿岸で439,179人が津波想定地域に居住しているという結果が得られた。この結果を市町村別にみると、津波想定地域の人口が最も多いのは、釧路市の129,132人であり、函館市、苫小牧市と続く。

(6) 釧路市の住宅と人口の変化をみると、都市計画基礎調査データをみると、釧路市では住宅が増加している。また国勢調査小地域人口でも都心を取り囲む地区の一部で人口増加がみられ、「人口の都心回帰」現象がみられた。

(7) ネットワークボロノイ領域分割を用いて各避難場所の圏域を設定し、避難圏内における2010年時点での避難場所の収容能力をみるため、津波想定地域人口から避難場所の収容可能人数を引いて非収容人口を算出した。その結果、釧路市では津波想定地域の人口に対して避難場所の収容能力が不足しており、住宅が増えつつある市街地西部で著しいことがわかった(図2)。

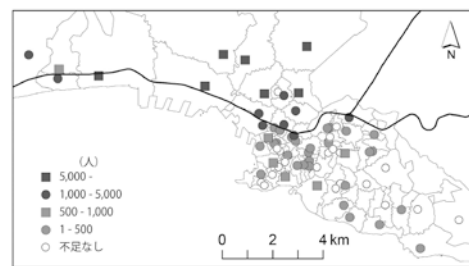


図2 釧路市都心部における各避難場所の非収容人口(2010年)

(8) 津波到来までの時間的制約による避難可能距離を考慮した分析を行うために、ネットワーク空間上のバッファ生成を用いて、避難場所への到達圏を設定した。避難場所からの距離としては、2011年に国土交通省資料を参考にして500mとした。計算の結果、2010年

における到達圏人口は、津波想定地域に居住する人口の30.03%であり、残りの69.97%は到達圏外となった。

(9) 積雪期には路面の圧雪で滑りやすくなり、路側帯は除雪した雪の置き場となって道路の幅員がきわめて狭くなるため、単位時間当たりの移動距離が短くなる。内閣府資料を参考に、積雪期の移動距離を非積雪期の0.833倍である416.5mにして到達圏として算出すると、到達圏内の人口は全体の22.92%となり、それに含まれない避難困難地域の人口は77.08%となった。

(10) 避難圏域ごとに到達圏人口の比率をみると、非積雪期も積雪期も中心部が高く、周辺部で低くなっていた。このことから、釧路市西部や東部に拡大した住宅地では、近隣に津波避難場所がなく、避難時には長距離の移動が必要であることがわかった。このように釧路市では、避難場所の収容能力不足に加えて、避難場所までの移動距離の長さも、1年を通じて問題となっていた。さらに、これら地区では高齢者比率が高いことも問題を深刻化させている。高齢者は移動に時間がかかるため、津波到達までに避難ビルに入ることができなかつたり、到着した時には満員の状態で避難場所に入れなかつたりする可能性があった。

(11) 本研究では、津波避難行動時の具体的な避難の困難性を明らかにし、課題を抽出することを目的に、北海道釧路市において疑似的な津波避難行動を記録した移動軌跡データを積雪期、非積雪期に収集し、歩行速度に着目した季節別比較分析を行った。その結果、積雪期と非積雪期で速度が低下する要因が大きく異なることが明らかとなった。

(12) 住民側の防災上の取り組みを明らかにするため、津波浸水想定域における町内会に聞き取り調査を行った結果、従来の避難場所では避難困難であるため、近隣のビルと独自に契約し、高齢者を中心とした避難訓練を行っていた。また、積雪期と非積雪期では高

齢者の移動手段が異なり、冬季に困難が深刻化するため、季節に応じた避難の準備を行っていることもわかった。

(13) 認可保育園における集団避難の課題を運営面と移動面に注目して聞き取り調査を行った結果、まず運営面では長時間保育の促進等の政策的背景から登園時間や降園時間に介助者数と園児数の不均衡がみられ、介助避難が困難となる可能性が高いことがわかった。次に、各保育園の避難先については、東日本大震災以降、避難先の階数が重視されたことで公営住宅や民間施設への避難が増加し、その結果、避難施設としての機能の低い建築物への避難が増え、冬季は避難後の長時間にわたる待機中に体調悪化が起りやすくなっていた。また、保育園の中には避難施設への移動距離が長いものがあり、冬季には積雪等の影響で夏季よりも避難が困難となることが示唆された。さらに、冬季は多人数用ベビーカーが積雪で使えないことにより、避難効率が低下すると考えられた。以上のように、積雪寒冷地における保育園の集団避難は、冬季に困難が深刻化することが明らかとなった。

(14) 総合的考察：人口分布が流動的であるのに対し、避難場所としての公共施設は固定的であり、本研究は、「人口の都心回帰」現象の発生により、両者間の空間的分布のミスマッチが拡大しつつあることを確認した。なお、都心部で耐震建築が増加していた内陸都市の事例と、津波浸水想定域で低層住宅が増加していた臨海都市の事例では、後者の方が災害リスクの高まりが大きく、都心部の人口増加と災害に対する社会的脆弱性との関係に違いがみられた。

(15) 「人口の都心回帰」現象が進行しつつあり、建築物の集積が進む都心部やその周辺では、新たに大規模な避難場所を確保することは難しい。そのため、通常は解放されない既存の民間施設を避難場所として利用可能にすることで、地域全体の持つ収容能力を引き上げていくことなどの対策が必要である。特

に、臨海都市の都心部では、津波発生時に避難場所への到達は生死に関わるので、収容能力向上は、きわめて重要な課題である。また、既存の避難施設においても、幼児や高齢者を優先的に収容するスペースを確保するなどを行うべきであり、被災時の避難場所に関する管理・運営を、町内会など地域の防災組織と、自治体の防災関係者らとの間で打ち合わせておくことなどが望まれる。さらに、積雪寒冷地では、季節性を考慮した防災対策を検討していく必要があることが示された。

(16) 本研究は「人口の都心回帰」現象に関する研究の中で、これまで扱われることの稀であった都市防災への影響を明らかにした。また、近年における都市の構造変容に関する新たな議論を行った。さらに、本研究の成果は、防災研究を積雪寒冷地研究における展開した事例として、今後の冬季の防災計画の基礎的研究として貢献できる。加えて、本研究は、ジオマイクロデータをGISで活用するための手法として、避難施設の理論的利用圏域の推定方法や、GPSで取得する行動履歴データの解析方法を開発した。これらは、今後の地理学におけるジオマイクロデータ活用のための方法論構築に寄与するものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 29 件)

- ①奥野祐介, 橋本雄一, 積雪寒冷地における疑似的津波避難に関する移動軌跡データ分析, GIS—理論と応用, 査読有, 23巻, 2015, 11-20
- ②橋本雄一, 北海道における津波浸水想定域人口の推定, 北海道大学文学研究科紀要, 査読無, 144号, 2014, 31-65
- ③橋本雄一, 国家基本計画における地理空間情報の災害対策, 北海道大学文学研究科紀要, 査読無, 140号, 2013, 131-174
- ④橋本雄一, Quantum GIS による北海道の津波ハザードマップ開発, 北海道大学文学研究科紀要, 査読無, 137号, 2012, 137-219

- ⑤橋本雄一, 東日本大震災の津波被害把握と北海道の津波危険度評価に関する基盤地図情報の活用, 北海道大学文学研究科紀要, 査読無, 136号, 2012, 141-203

[学会発表] (計 27 件)

- ① 橋本雄一, マイクロジオデータからみた積雪寒冷地の都市変化と災害リスク, 人文地理学会大会 特別研究発表, 2014年11月8日, 広島大学 (広島県東広島市)
- ② 橋本雄一, 北海道沿岸における津波災害リスクに関する空間分析 (1) —津波浸水想定データによる浸水地域人口の推定, 日本地理学会秋季学術大会, 2014年9月21日, 富山大学 (富山県富山市)
- ③ 川村 壮, 橋本雄一, 北海道沿岸における津波災害リスクに関する空間分析 (2) —積雪寒冷地における港湾都市の津波災害に関する地理学的考察, 日本地理学会秋季学術大会, 2014年9月21日, 富山大学 (富山県富山市)

[図書] (計 5 件)

- ① 橋本雄一編, 古今書院, 三訂版 GIS と地理空間情報—ArcGIS10.2 とダウンロードデータの活用, 2014, 176
- ② 橋本雄一, 古今書院, 東南アジアの経済発展と世界金融危機, 2014, 198
- ③ 橋本雄一編, 古今書院, 増補版 GIS と地理空間情報—ArcGIS10 とダウンロードデータの活用, 2012, 174

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 雄一 (HASHIMOTO, Yuichi)
北海道大学・大学院文学研究科・教授
研究者番号: 90250399

(2) 研究分担者

仁平 尊明 (NIHEI, Takaaki)
北海道大学・大学院文学研究科・教授
研究者番号: 60344868

深田 秀実 (FUKATA, Hidemi)
小樽商科大学・商学部・准教授
研究者番号: 40547866