

施設の広域利用の観点から見た行政界と道路網の関係に関する研究

田宮 圭祐・鈴木 勉

Abstract: In this study, we analyze the possibility of crossing administrative boundaries for flooding and earthquake evacuation, and evaluate the administrative boundaries in relation to the road network. First, we find out that the possibility of cross-border evacuation is different by boundary type. Second, the average of the ratio of road distance to direct distance to the evacuation site is 1.34, which is lower than the overall average, but there are some areas that take more than an hour. Third, there is a bias in the flow amount by link during cross-border evacuation. Fourth, the cross-border administrative community tends to have higher connectivity.

Keywords: 行政界(administrative boundary), 道路網(road network), 施設配置(facility location), 広域連携(regional collaboration)

1. はじめに

近年多発している集中豪雨による水害においては、遅滞のない避難行動が重要とされている。しかし、必ずしも近くに適切な避難場所があるとは限らず、場所によっては隣接自治体の避難場所に避難した方が良いと思われる場所も見られる。このような場合、市区町村の行政界を越える広域避難対策の取り組みが重要となる。本論文では、こうした広域避難対策の必要な場所がどのくらい存在するかを把握するとともに、市区町村界を越える越境を伴う避難のアクセシビリティおよび道路接続の状況について明らかにすることを目的とする。

自治体間の広域連携について、宮下ら(1999)は、山梨県を対象に公共施設整備の連携が可能な自治体間の圏域とその圏域内の公共施設の整備実態をアンケート調査により明らかにしている。また、高橋・戸田(2009)は、県境地域を対象とした地域計画の策定プロセスとその評価から県境地域計画の立案に対する知見を得ている。一方、鈴木ら(2012)や笹・鈴木(2014)は、海岸地域における津波避難リスク評価に

対し、各避難場所へ安全に避難することが可能な圏域とその人口を同定するための方法を提案している。

本論文では、地震災害や水害時において利用される避難施設への移動における行政界越境の可能性と、道路網との関係から見た行政界の影響評価を意図して分析を行う。これにより、広域避難実施により住民の安全性の向上が期待できる高ポテンシャル地域を抽出するとともに、細かいスケールで施設の広域利用の可能性と現状の道路網や行政界の線引きとの乖離を明らかにし、既存の自治体の枠組みに捉われない施設の広域利用に資する知見を得る。

2. 分析手法と使用データ

本研究では、地震・水害時の避難場所の選択を例に、以下の手法で市区町村界を越える越境を伴う避難のアクセシビリティおよび道路接続の状況の分析を行う。

分析の基本単位は町丁目・大字とし、関東地方を対象に、それぞれの町丁目・大字ポリゴンの地理的重心を代表点と定義する。各代表点から避難場所への最短距離を取るルートを、ArcGIS の Network Analyst を用いて探索し、代表点と目的地(避難場所)の自治体の対応関係及びその距離を調べ、町丁目・大字単位で越境を要する人数・面積を算出し、その

地理的傾向を明らかにする。次に、代表点と目的地間の所要時間、道直比を求め、これらからアクセシビリティ評価を行う。そして、越境を伴う移動に関して道路ごとに流動量を求める。最後に、アクセシビリティ評価、流動人員、田宮・鈴木(2019)による接続度との関係を分析する。

道路網は平成 26 年版 DRM デジタル道路地図を利用し、関東地方およびその周辺バッファ 10km の範囲の高速道路・有料道路を除く道路ネットワークを構築した。避難場所については、平成 28 年版 PAREA-Hazard 避難所データのうち、避難場所に指定されているポイントを対象として抽出し、地震・水害それぞれに対応可能なものをデータセットとして作成した。なお、元データにどの災害に対応できるか明記されていない避難所はデータセットから除いた。

地震時の被災人口は全人口とした。一方、水害時については、平成 24 年版国土数値情報から町丁目ごとに浸水想定区域の割合を算出し、人口・面積にその値を乗じて、被災する人口・面積を算出した。

3. 関東地方での避難場所の広域利用

地震・水害が発生した際の避難場所選択に関して関東地方を対象に分析を行い、市区町村境界を跨ぐ広域利用の発生可能性を調べる。

3.1 避難時の越境有無

地震・水害発生時の最近隣の避難場所に行くとしたときの越境のある場所を図 1 に示す。関東地方全体 31,852 町丁目のうち、7.7% に当たる 2,448 町丁目において越境が発生し、そのうち 155 町丁目では都県を越えての越境となった。関東全体では、水害時は人口の 2.68%、面積の 2.56%、地震時は人口の 7.70%、面積の 8.04% において越境避難が生じることがわかる。一部の自治体を除き、越境の生じる町丁目は行政界に接している場所に位置するケースが大半であり、該当する地域では、自治体内での避難計画に従うことが必ずしも効率的であるとは言えないことがわかる。

例えば、2015 年 9 月に関東・東北豪雨で鬼怒川

が氾濫した茨城県常総市では、浸水した左岸側の住民に対し鬼怒川を渡り対岸側へ避難するよう指示がなされたが、むしろこのケースでは逆方向の隣接他市への広域避難を促すべきだったとの指摘が多い。ところが常総市は、他自治体との事前の打ち合わせがないなどの理由で広域避難を検討の対象から除外していた。しかし、災害ハザードから住民の生命を守るという避難対策の目的からすれば、災害時に住民は、付近における市区町村境界の存否に拘わらず、自身の周囲でより安全な方面へ避難できることが、本来あるべき姿として望ましいと考えられる。

3.2 避難所へのアクセシビリティ評価

次に、代表点から避難所までの所要時間・道直比をもってアクセシビリティ評価を行った。所要時間を計算する際は、笹・鈴木(2014)の研究を参考に時速 2.65km/h で避難すると仮定した。そのうち、茨城県での結果を図 2 に示す。水害時の道直比の茨城県内での平均値は、越境ありのときは 1.383(全体の平均は 1.487)となり、道直比は越境する方が小さいことが明らかになった。地震時は、越境あり 1.343(全体平均 1.479)となり、同様の傾向が得られた。だが、越境避難の所要時間を町丁目毎に図示すると、60 分以上の長時間避難を要する地点が複数確認できる。

図 3 から常総市内東部の町丁目で水害時の越境避難が発生することを読み取ることができ、施設利用の面で隣接自治体との連携を検討する必要があることがわかる。また、他にも県境地域の一部では、県境を越えた避難場所に越境する場合が見られ、こうした地域ではタイムラインを見据えた計画が求められる。

3.3 越境避難時のリンク別流動量

茨城県内において、越境避難を行う人数を道路リンクごとに計上した結果を図 2 に示す。該当するリンクの分布自体に大きくばらつきがあるが、その中でも流動量の多い道路の存在が確認できる。該当する道路の断面交通容量を踏まえ、ボトルネックの発生するリスクや、道路寸断時の時間的損失を事前に把握することが可能となる。常総市東部は避難に要する

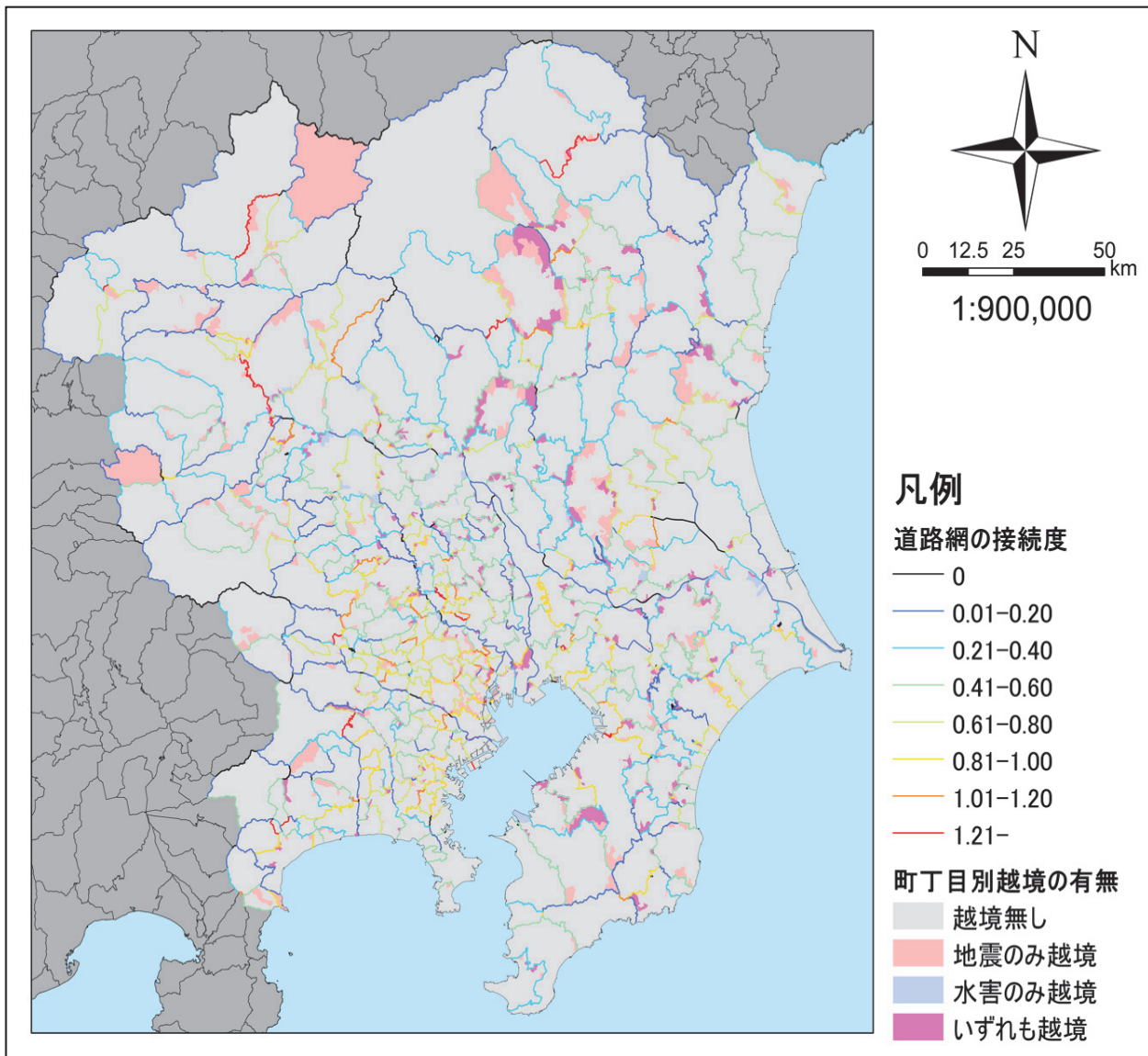


図1 町丁目別にみた避難所への越境の有無と道路網の接続度

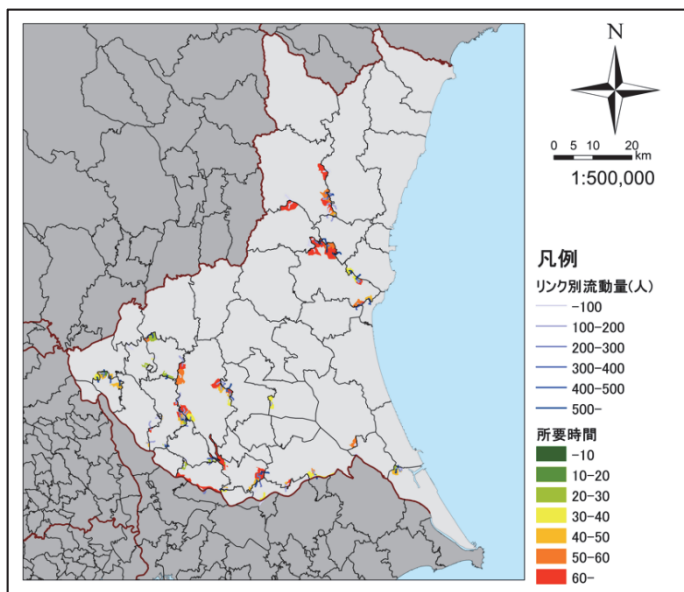


図2 避難所までの所要時間（分）とリンク別流動量

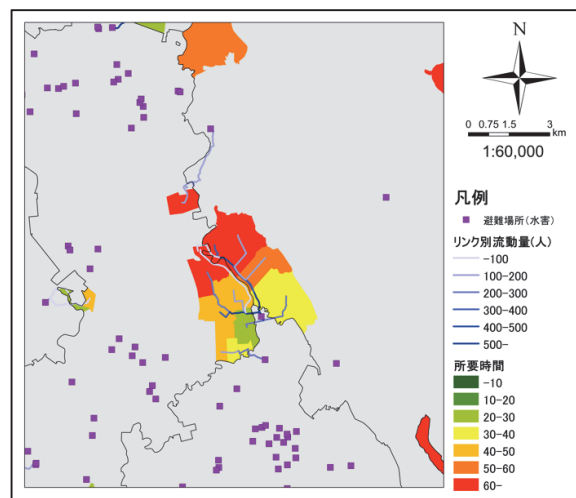


図3 常総市・つくば市での越境避難

時間が多く、その流動量も比較的多いため、綿密にボトルネックの弊害を検討する必要がある。

3.4 接続度との関係

最後に、越境避難と行政界の接続度との関係を考察する。田宮・鈴木(2019)より、接続度を

$$R = N/v$$

N : 行政界上の 1km 当たりの道路交点数

v : 隣接する両自治体の道路密度から得られる行政界上の 1km 当たりの道路交点数の理論値

と定義する。道路網の接続度の分布を図1、茨城県内の行政界上を通過するリンクとその道路網の接続度との関係を図4に示す。越境の発生する行政界の方が接続度の平均値は 0.49 であり、越境のない行政界の 0.33 より高い傾向にあることが分かった。また、図4より流動量が比較的多いのにも関わらず通過する行政界の接続度が低いリンクがいくつか存在することが分かる。避難時に任意のリンクに流動量が集中しがちで、さらに行政界を跨ぐそのリンク以外の道路が少ないことから、有事の際に予測を超えた流動の集中が発生し得る。

4. おわりに

本研究では、地震・水害時における避難場所までの移動における行政界越境の可能性を分析するとともに、道路網との関係から行政界の評価を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- ① 越境避難を要する人口・面積の割合は水害と地震で異なる傾向をとり、広域連携において多角的

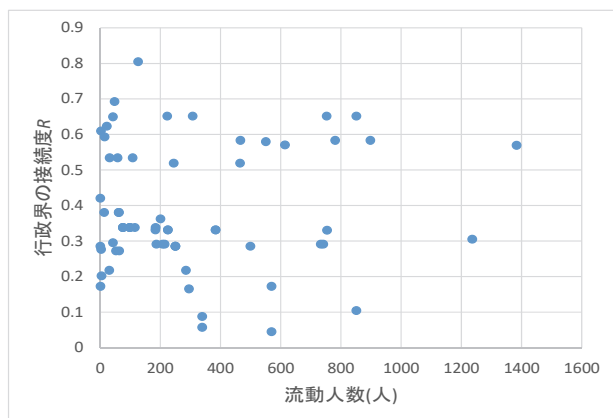


図4 道路網の接続度とリンク別流動人数の関係

な対応が求められる。

- ② 避難場所へのアクセシビリティについては、越境時の平均道直比は 1.34 程度と全体平均より低い。一部で所要時間の長い町丁目がある。
- ③ 越境避難時のリンク別流動量については、地理的分布の偏在、流動量の集中が見られ、交通集中や寸断リスクの検討が可能となる。
- ④ 道路網の接続度は越境のある行政界の方が高い傾向にあり、茨城県の例では、値が低いにも関わらず避難時の流動量の多いリンクも存在する。

上述の結果から、自治体という単位ではなく広域利用の枠組みで避難場所までの避難を考えることが効果的であり、地域間での密な連携を図ることが望ましいと考えられる。対象施設を避難場所、対象地域を関東地方としたが、他の施設種類についても同様のことが言えると考えられ、対象地域を広げての検討が今後の課題として挙げられる。また、町丁目・大字単位での分析のため、距離の精度に限界があり、メッシュデータによる分析なども検討すべきである。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19H02374 及び 19H02398 による成果の一部である。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 宮下清栄・高橋賢一・石田容: 市町村連携に関する公共施設整備の可能圏域に関する研究 -山梨県をケーススタディとして-, 都市計画論文集 **34**, pp.139-144, 1999.
- 高橋大輔・戸田敏行: 県境地域における地域計画の策定プロセスと評価に関する研究 -三遠南信地域連携ビジョンを事例として-, 都市計画論文集 **44**(3), pp.589-594, 2009.
- 笹井圭樹・鈴木勉: 道路容量制約下での避難場所割当の変更による津波避難時間短縮効果, 都市計画論文集 **49**(3), pp.543-548, 2014.
- 田宮圭祐・鈴木勉: 行政界による影響に着目した道路網の接続度に関する数理的研究, 都市計画論文集 **54**(3), 2019. (掲載予定)
- 鈴木勉・中野慎吾・YUAN Xinyao・林恵子: 海岸地域における津波避難モデル, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会アブストラクト集, pp.116-117, 2012.