

避難時間の短縮効果から水害時の広域避難の効果と 有効な自治体間の連携範囲を定量化

洪水の際の安全かつ効率的な避難方法を策定しておくことは、水害リスク軽減のための対策の一つです。また、自治体の境界を越えた広域避難の重要性も増しています。しかしながら、避難計画は自治体単位で立案されているため、広域避難は十分に考慮されておらず、効率的な避難計画の策定のためには、広域避難の効果と、そのための自治体間の連携範囲に関する検討が必要です。

本研究では、全国の自治体を対象に、大規模洪水時における広域避難の効果を、自治体内に限った避難と比べた際の避難時間の短縮に着目して定量化し、広域避難のための効果的な空間的連携範囲を明らかにしました。その結果、①広域避難の距離が自治体内避難より短い避難者は避難対象人口の24%を占めており、広域避難により全体の避難時間が14%短縮できること、②広域避難に利用可能な避難経路が限られている場合、広域避難が避難時間を増す可能性があること、③避難経路について事前に知らせる必要であること、を明らかにしました。また、広域避難の効果と避難者数の関係についてコミュニティ検出を行い、有効な自治体間連携の範囲を示しました。

本研究成果は、広域避難の効果を簡便な手法で定量的に示した上で、広域避難の必要性の高い自治体および自治体間の連携範囲を具体的に把握することが可能です。これにより、複数の自治体が連携した広域避難計画の策定に貢献できると期待されます。

研究代表者

筑波大学システム情報系

梅本 通孝 准教授

巖 先鏞 助教

研究の背景

気候変動により、近年、豪雨災害の危険を及ぼす大雨の発生頻度は増加しています。それに加え、都市の拡大や人口集中で洪水による被害が拡大していることから、レジリエントな都市計画に向け、洪水による水害リスクの軽減のための戦略が世界的に求められています。その一つが、安全かつ効率的な避難戦略の策定です。また、自治体の境界を越えた広域避難の重要性も増大しています。しかしながら、避難計画が自治体単位で策定されていること、広域避難の効果が把握されていないこと、複数の自治体間の連携体制が必要であることなどから、広域避難を含めた具体的な避難計画の策定は進んでいません。そこで、本研究では、広域避難の効果を、自治体内避難に比べた際の避難時間の短縮の観点から定量化し、効率的な自治体間の連携範囲の提案を試みました。

研究内容と成果

本研究では、全国の浸水想定区域を対象に、避難先の選択肢として、居住する自治体内避難と広域避難のシナリオを設定し、広域避難の方が自治体内避難に比べて避難距離が短くなる避難者数とその短縮率から、広域避難の効果を定量化する手法を提案しました。また、広域避難の効果と避難者数の関係から、広域避難の効果が大きい自治体間の連携範囲を分析しました。

その結果、第一に、広域避難は避難時間を短縮させる効果があり、避難対象人口の24%が自治体内避難よりも広域避難の避難距離が短く、避難時間が全体では14%、避難距離によっては30%まで短縮できることが分かりました。第二に、自治体別に避難効果を算出することにより、広域避難の効果が大きい、あるいは広域避難の検討が必要な自治体の把握が可能となりました（図1）。第三に、広域避難においては、河川を渡ることが多く、避難に利用できる経路が限られることがあるため、避難時に渋滞をもたらす可能性もあることが明らかになりました。特に、大都市近辺のように多数の避難者が発生する場合には、距離は短くなるものの、避難時間が長くなります。

さらに、自治体間の広域避難人数と時間短縮効果から自治体をノード、自治体間を結ぶ線をリンクとするグラフを構築し（図2）、コミュニティ検出^{注1}の手法により、広域避難の効果が大きくなる自治体間の連携の空間範囲（コミュニティ）を示しました（図3）。検出されたコミュニティの中には実際に広域避難を検討している自治体も多く含まれており、このような分析手法の実用性も確認できました。これにより、安全かつ効率的な広域避難のためには、避難経路の事前確認、経路と隣接自治体の避難施設の情報を含めた住民の誘導計画の策定が重要であることが示唆されました。

今後の展開

本研究では、洪水水害における移動時間の短縮の観点から広域避難の効果を定量化し、広域避難の効果が大きい地域の連携範囲が把握できることを示しました。2021年のWMO（世界気象機関）の報告書によると、洪水による水害は自然災害の4割以上を占めており、自然災害による経済損失の約3割を占めています。近年の気候変動に伴う大雨の増加により、さらに洪水のリスクが大きくなる可能性があり、安全かつ効率的な避難計画の策定はレジリエントな都市づくりのために不可欠です。本研究結果は、自治体間の連携計画の策定のための基礎資料の提供や、より高度な避難シミュレーションのための空間範囲の設定などに役立つと考えられます。今後、徒歩以外の複数の避難手段の検討、避難者の個人属性の考慮を含めた提案手法の改善を進める予定です。

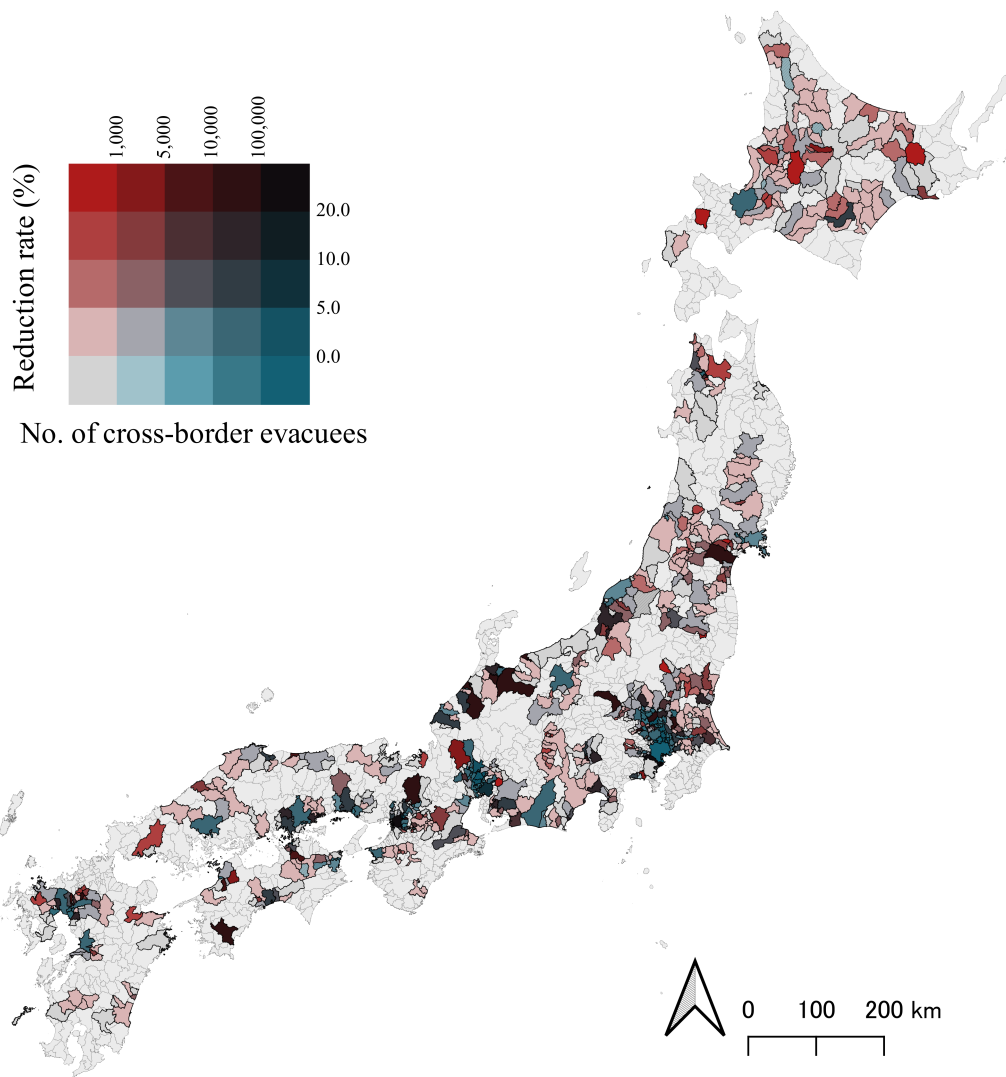


図1 広域避難の評価の結果

自治体内避難と広域避難を比較し、広域避難での避難距離が短くなる人口の割合（広域避難率）と自治体全体の避難時間の短縮率を自治体ごとに色分けして示したものの。色が濃い地域ほど、広域避難率と短縮率の観点から広域避難の効果が大きいことを表す。

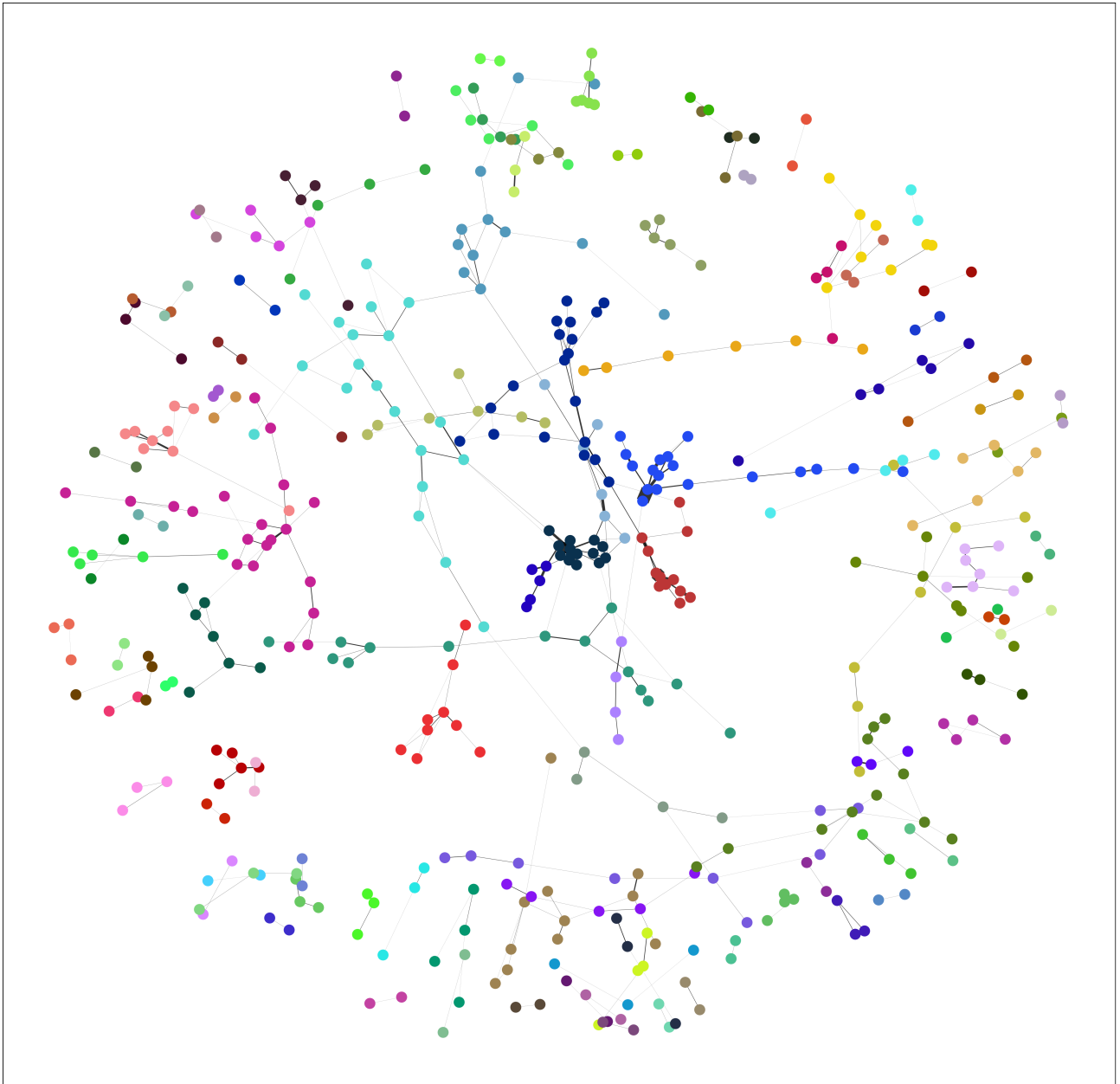


図2 自治体間広域避難グラフ

自治体間の広域避難において自治体をノード、自治体間の広域避難者数をリンクの太さとして構築したグラフ。ノードの色は各自自治体が属しているコミュニティを表す。

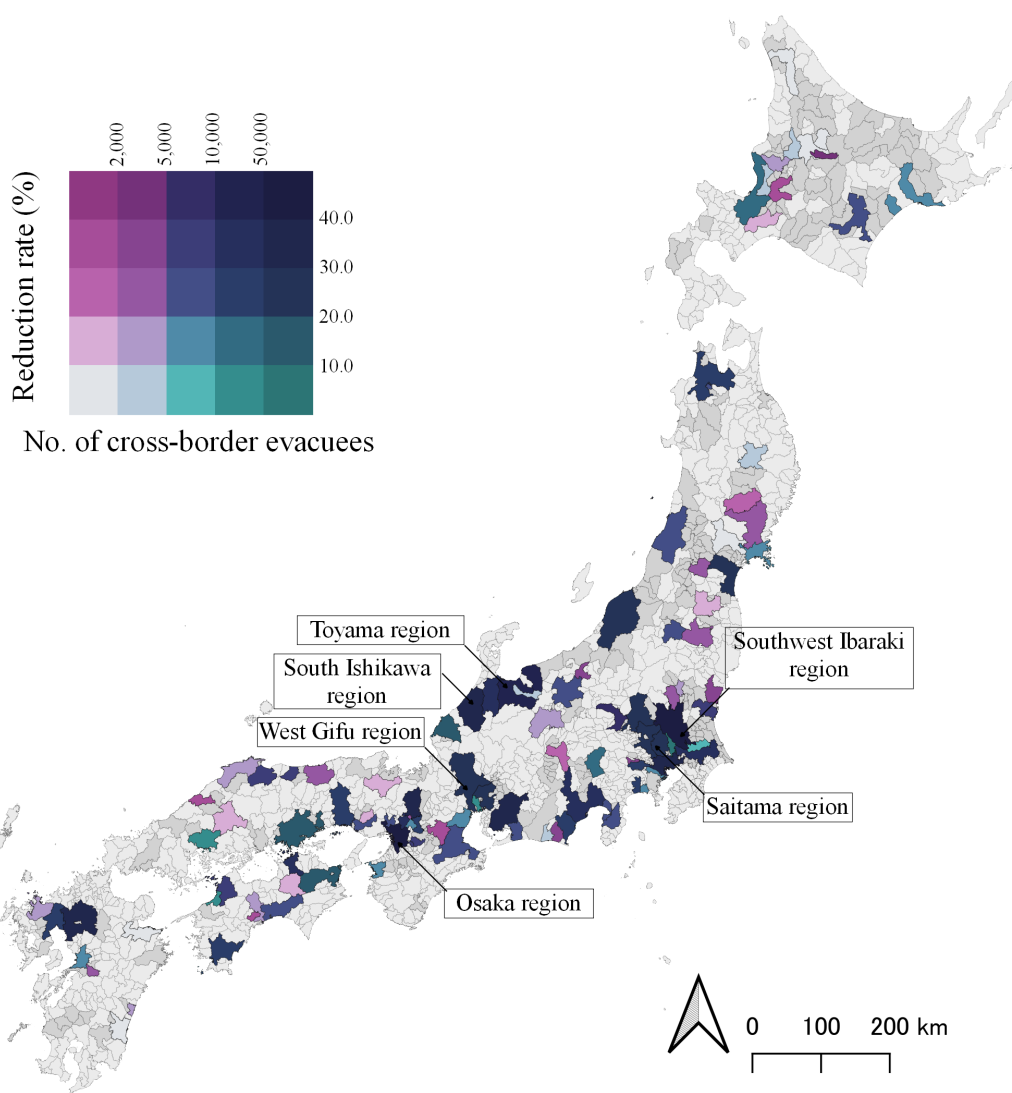


図3 広域避難効果に基づいたコミュニティの分布

自治体間の広域避難人数と避難時間短縮率に基づいて、広域避難の効果が大きいコミュニティ（複数の自治体の連携）を抽出した結果とコミュニティ別の広域避難の効果を示したもの。色が濃いほど、広域避難率と短縮率の観点から広域避難の効果が大きいことを表す。

用語解説

注1) コミュニティ検出

グラフにおいてノード間が密に接続しているノードの部分集合を発見する手法。

研究資金

本研究は、科学研究費補助金（JP19H02398）と、公益財団法人ヒロセ財団による研究助成の支援を受けて実施されました。

掲載論文

【題名】 Cross-border evacuation and intermunicipal cooperation during large-scale flood disasters

(大規模水害における自治体を越えた広域避難と自治体間の連携)

【著者名】 Sunyong Eom, Michitaka Umemoto, and Tsutomu Suzuki

【掲載誌】 International Journal of Disaster Risk Reduction

【掲載日】 2022年7月11日

【DOI】 10.1016/j.ijdrr.2022.103159

問い合わせ先

【研究に関すること】

巖 先鏞 (おむ そんよん)

筑波大学システム情報系社会工学域 助教

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000004562>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp