

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

インド洋大津波から 20 年 「より良い復興 (Build Back Better)」は実現したか？ 避難リスク低減状況の定量的評価で戦略的改善の必要性が判明

【発表のポイント】

- 2004 年インド洋大津波で被災したインドネシアのバンダ・アチェ市の 20 年間の都市復興が津波避難リスクにどのような影響を与えたかを定量的に評価しました。
- 津波リスクが最も高い地域の人口は 4 分の 3 に減少し、リスクのない地域への人口の移動が確認されました。
- 都市復興の中で施された津波避難ビルの整備により、津波が発生した場合の避難完了率は全体として大幅に改善され、避難時間も 30 分以上短縮される効果が確認されました。
- しかし、一部施設には収容限界を大きく超える避難者が集中することになり、施設配置の見直しが今後の課題として浮き彫りになりました。

【概要】

2004 年のインド洋大津波から 20 年が経過したインドネシア・スマトラ島アチェ州州都バンダ・アチェ市では、津波避難ビルなどの整備が進められてきましたが、都市の復興とともに人口分布や避難能力にも変化が生じています。

東北大学災害科学国際研究所の村尾修教授らは、20 年間の人口変動と津波避難施設の整備状況を踏まえ、津波避難リスクがどの程度軽減されたのかを評価しました。人口データと地理情報を用いて分析した結果、リスクの高い海岸部から安全な地域へと人口が一定程度移動しているものの、依然として市民の約 29%が高リスク地域に居住していることが分かりました。さらに、避難シナリオに基づくシミュレーションから、津波避難ビルが避難完了率を大幅に改善する一方で、施設の容量や配置に課題が残されていることも明らかになりました。本研究は、復興によって仙台防災枠組で提唱されている「より良い復興 (Build Back Better) ^(注1)」がバンダ・アチェでどの程度達成されたのかを定量的に評価した取り組みとして、今後の津波防災対策に示唆を与えるものです。

本研究成果は 2025 年 3 月 20 日に学術誌 International Disaster Risk Reduction に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

2004年のスマトラ沖地震・インド洋大津波は、インドネシアを含むインド洋沿岸諸国に甚大な被害をもたらし、スマトラ島アチェ州では13万人以上が死亡、数万人が行方不明となりました。この未曾有の被害を受け、インドネシア政府は復興庁（BRR）を設立し、数年にわたり様々な復興事業を進めてきました。人口約2億8千万人を擁し、近年は高い経済成長を遂げているインドネシアにおいては、今後の災害リスクに備えた対策が重要です。津波から20年を迎えた現在、バンダ・アチェの変化を「より良い復興（Build Back Better）」の視点から捉え、その経験と教訓を将来の防災と国の発展に活かすことが求められています。

今回の取り組み

本研究グループはWorldPop Hub^(注2)の人口データ（2000～2020年）を用い、津波リスクゾーンごとの人口分布の変化を分析しました（図1）。その結果、最もリスクの高いR3ゾーンでは、20年間で人口比が6.2ポイント減少した一方、津波リスクが最も低いR0ゾーンでは人口比が6.9ポイント増加していました（図2）。これは、津波後の都市復興により、高リスクの沿岸部からより安全な地域への人口移動が進んだことを示しています。ただし、2020年時点でも市全体の約29%が依然として高リスクの沿岸部に居住しており、脆弱性が残されていることが明らかになりました。

次に、市内で最も津波リスクの高いムラクサ（Meuraxa）地区を対象に、ArcGIS^(注3)によるネットワーク分析と100mメッシュ人口データを用いて避難リスクを評価しました。そのための避難シナリオとして、(A) 徒歩避難のみ（避難ビルなし：2004年時点の状況）、(B) 既存の津波避難ビルを利用、(C) 既存津波避難ビルに加えて周辺施設も利用、の3通りを設定しました。

その結果、津波到達までの35分間における避難失敗率は、シナリオAで84.5%、Bで3.1%、Cで1.1%となり、リスクは低くなっていることが示されました（図3）。平均避難時間はAが49.7分、Bが16.6分、Cが14.7分であり、津波避難ビルの整備により30分以上の避難時間が短縮されていることが確認されました。

一方で、既存避難施設の収容力（図4）と人口分布まで考慮すると、大きな不均衡が存在し、中には定員の10倍以上の避難者が集中する施設もありました。また、小規模かつ頻発する津波により低層避難を想定した追加シナリオDでも、この不均衡は解消されませんでした。これらの結果を踏まえ、今後の津波リスク軽減に向けて、避難施設の収容力強化と空間的配置の最適化を中心とした戦略的改善の必要性を提言しました（図5）。

今後の展開

本研究の成果をふまえ、今後は以下の3点を軸に研究を展開していく予定です。第一に、「Build Back Better」の観点から、被災都市における居住環境の回復とリスク低減のバランスを定量的に評価する指標の開発に取り組みます。これは、2004年インド洋大津波の被災地だけでなく、東日本大震災など他の被災都市にも応用可能な視点です。第二に、2006年ジャワ島地震をはじめとしたインドネシア各地の復興過程を対象に、都市の空間構造や避難環境の変化を多角的に分析します。第三に、インドネシアの被災地において住民のリスク認知に関する調査を実施し、避難行動や防災教育のあり方について現地の声に基づく提言を行う予定です。これらを通じて、研究グループは災害後の復興を単なる「物的環境の変化」として捉えるのではなく、将来のリスクを見据えた「進化」として捉える研究を目指します。

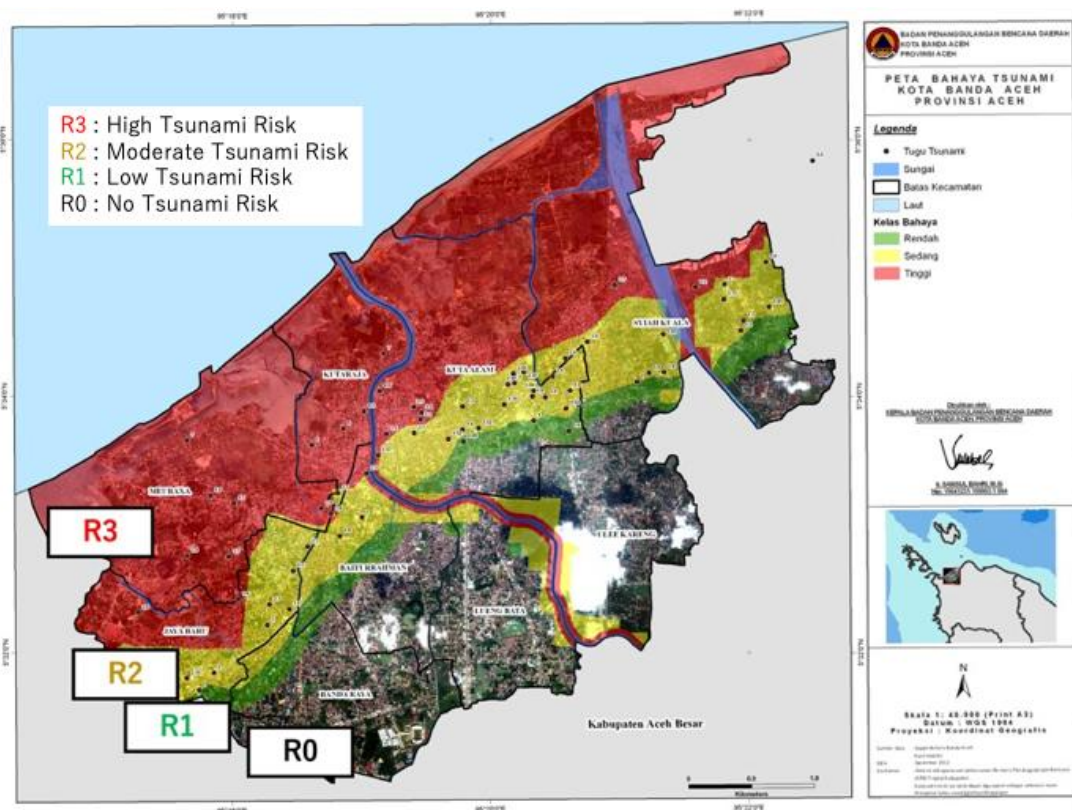


図1. 津波リスクのゾーニング：沿岸部のR3から内陸部のR0にかけてリスクは小さくなっている（R3:津波リスク高、R2:津波リスク中、R1:津波リスク低、R0:津波リスクなし）。

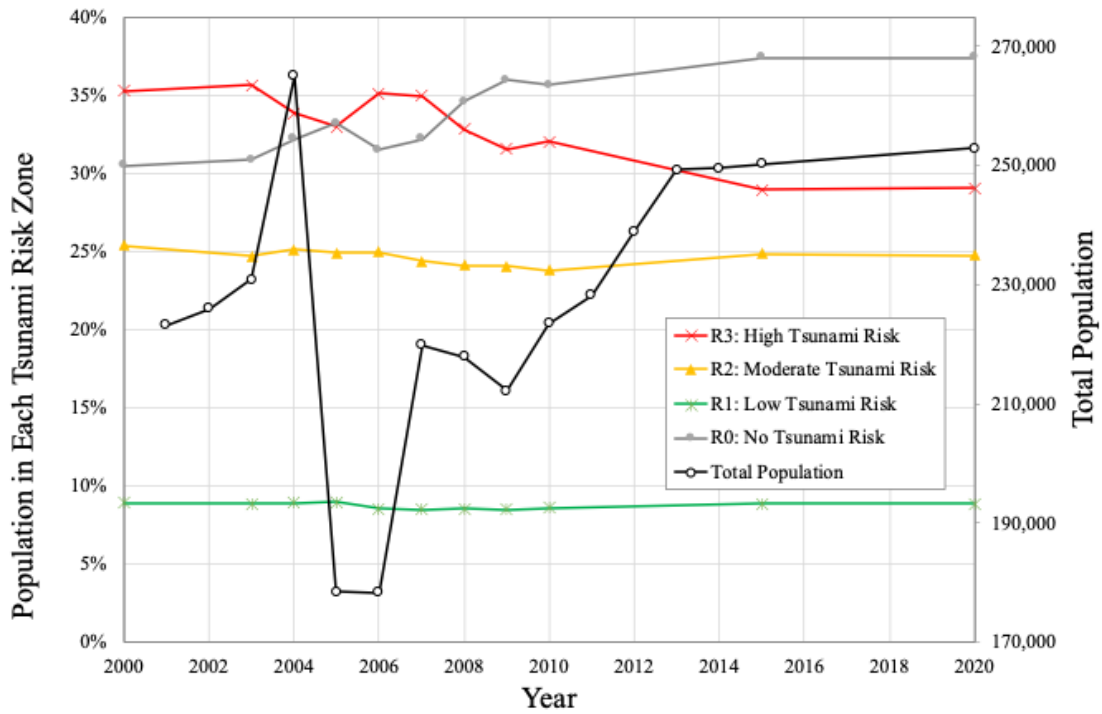


図 2. バンダ・アチェ総人口（黒線）とゾーニングごとの人口比率の変化：2004年に大きく被災したR3では人口が減少し、R2とR1ではそれほど変化はなく、内陸部の安全な場所では人口が増えている。

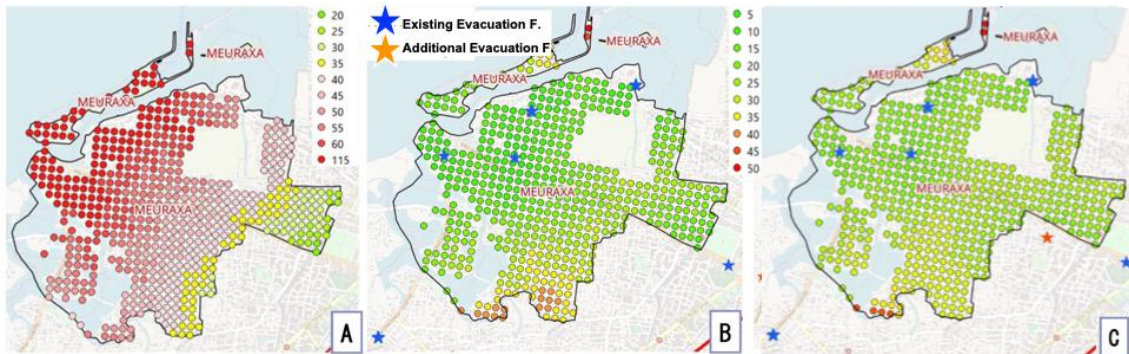


図 3. 依然として津波避難リスクの高いムラクサ地区における津波避難に要する時間の変化：2004年被災時の条件下（シナリオ A）では津波到達までの35分間における避難失敗率が84.5%であったが、復興過程の中で設置された津波避難施設などを使用（シナリオ B、C）すると3%ほどにまで下がった。

災地における復興評価手法の開発と災害リスク認知の時空間推移の解明」(代表者: 東北大学 村尾修)の助成を受けて実施されました。また「東北大学2024年度オープンアクセス推進のためのAPC支援事業」の支援を受けました。

【用語説明】

注1. より良い復興 (Build Back Better) : 2015年3月に仙台市で開催された第3回国連防災世界会議において2030年までの国際的な防災指針である「仙台防災枠組2015-2030」が採択された。「より良い復興 (Build Back Better)」はその指針の中に盛り込まれた災害後復興の基本的な考え方である。

注2. WorldPop Hub : 世界中の人口分布データを提供しているオープンアクセスのプラットフォーム (<https://hub.worldpop.org>)

注3. ArcGIS : 米国Esri社が開発した地理情報システム (GIS)のプラットフォーム。地理空間情報の可視化や分析に適したツールの一つ。

【論文情報】

タイトル : Tsunami evacuation risk change associated with urban recovery in Banda Aceh after 2004 Aceh tsunami

著者 : Osamu Murao, Mizuki Sato, Kazuya Sugiyasu, Hiroyuki Miura, Mufidatun Khoiriyah, Ryo Saito, Muzailin Affan

*責任著者 : 東北大学災害科学国際研究所 教授 村尾修

掲載誌 : International Journal of Disaster Risk Reduction

DOI: 10.1016/j.ijdrr.2025.105400

URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420925002249?via%3Dihub>

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学災害科学国際研究所 国際防災戦略研究分野
教授 村尾修

TEL: 022-752-2125

Email: osamu.murao.a6@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学災害科学国際研究所 広報室

TEL: 022-752-2049

Email: irides-pr@grp.tohoku.ac.jp