

マルチハザードに伴う浸水に対する リアルタイム避難支援システムの構築に関する研究

有川太郎¹・白井知輝¹・石山雅樹¹

中央大学

1. 研究目的

本課題は、数値計算結果で構築したデータベースおよびリアルタイムの予測を組み合わせ、マルチハザードに起因する浸水時の避難支援システムの構築を最終目的とする。リアルタイムに避難支援を行うためには、浸水外力予測、或いは堤防の破堤といった浸水の不確実性に対してロバストな仕組みを構築することが重要である。そのために、あらゆる不確実性を考慮した、浸水の時空間的な確率分布を得る必要があり、膨大なシミュレーションが必要である。避難開始が遅れ、時間的な猶予がほとんどないような場合には、避難所までの最短経路を通るのではなく、浸水を回避する避難経路を意図的に選択することで、避難成功率が上がる事が分かっている（坂田ら、2020）。このように、自然災害に伴う浸水に対して、各避難者が通るべき安全な経路や目指すべき避難所、浸水確率といった情報をリアルタイムで提供し、避難時の意思決定を補助する仕組みは、避難成功率を向上させるという面から非常に重要である。

避難者をリアルタイムで支援する仕組みの基本的な考え方としては、あらゆる浸水に対するデータを多量に蓄積してデータベースとして保持しておき、実際の災害時には、リアルタイムの予測や観測データをもとにデータベースから類似シナリオの検索を行い、安全な避難経路や避難場所、避難者がいる地点における時空間的な浸水発生確率といった、避難時の意思決定に有用と思われる情報をリアルタイムに提供するものである。そこで本課題では、まず、浸水予測誤差でどのように被災率が変化するか、また、高潮の予測誤差はどの程度あるかについて、検討を行った。

2. 研究成果

2.1 浸水予測誤差と被災率

複数の波源データを用いて津波浸水計算を行い、津波到達時間、時系列浸水深データを算出し、津波浸水データベースの作成を行った。誤差を含む津波浸水情報に基づいて避難する場合、本検討に用いた経路選択手法では、予測値を活用した避難では死亡率が最大で約8.9%増加した。また、避難開始時間が遅くなるにつれて避難成功率に予測誤差の影響がより大きくなる事が確認できた。避難者が複数の避難所に対して等距離の初期位置にいる場合、予測誤差が大きい情報に基づいた避難行動では、経路選択の判断において避難成功率に大きく影響する事が確認された。予測誤差の大きさを変化させることで避難の成功率への影響を確認できた。

2.2 高潮の予測誤差

WRF の計算条件設定（領域位置、格子解像度、初期値境界値、物理オプション）の違いが、台風・高潮予測にもたらす影響について検討を行った。結果として、上陸1日前から予測を開始したとしても台風速度の過小評価傾向が無くならず、これが予測における高潮のピーク発生時刻の遅れに影響していることを示した。T1919 と T1721 に対する感度解析でも見られた台風速度の遅れに対しては、データ同化の導入が有効であることは3章で示したが、今後、Spectral Nudging よりも高度なデータ同化手法の導入が課題である。なお、本研究は、限られた数の台風に対する感度解析結果を示したものである。より一般的な議論を行うためには、今後も多くの台風・高潮イベントに対して同様の検討を進める必要がある。

成果発表

2023 年度学会発表（予定・採択済み。）

APAC

- Tomoki Shirai and Taro Arikawa. Method considering uncertainties of tropical cyclone and storm surge forecasts due to physics scheme selections in the Weather Research and Forecasting model, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts, Kyoto, 2023.
- Masaki Ishiyama, Fukuto Yoshida, Tomoki Shirai, Taro Arikawa. Proposing Evacuation Route Selection Method using Tsunami Arrival Time Probability as Advance Information Evacuation Route Selection Method, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts, Kyoto, 2023.
- Shiho Honda, X Ding, and T Arikawa. Examining Evacuation Times Considering Different User Interfaces for Evacuation Guidance Applications, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts, Kyoto, 2023.

AOGS

- Tomoki Shirai and Taro Arikawa. Global tropical cyclone prediction using non-hydrostatic AGCM at various spatiotemporal scales and applicability to storm surge simulation, Asia Oceania Geosciences Society, 2023.
- Fukuto Yoshida, Masaki Ishiyama, Taro Arikawa. Consideration of evacuation routes based on tsunami-inundated probability, Asia Oceania Geosciences Society, 2023.

2022 年度 学術論文

国際誌（査読付き）

Tomoki Shirai, Yota Enomoto, Masashi Watanabe & Taro Arikawa (2022) Sensitivity analysis of the physics options in the Weather Research and Forecasting model for typhoon forecasting in Japan and its impacts on storm surge simulations, Coastal Engineering Journal, DOI:

10.1080/21664250.2022.2124040

国内紙（査読付き）＋国内学会発表

石山 雅樹, 郡司 滉大, 有川 太郎, 津波到達時間の予測精度が避難経路選択に及ぼす影響, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 2022, 78 巻, 2 号, p. I_295-I_300

2022 年度国際学会発表

○Tomoki Shirai and Taro Arikawa: Toward an Advanced Method for Setting Various Calculation Conditions of WRF for Real-time Typhoon and Storm Surge Forecasting, AOGS 2022 virtual 19th annual meeting, Online, Oral, August, 2022.

○Shiho Honda, Tatsuhiko Tokuta, Tomoki Shirai, and Taro Arikawa: Impact of the Hunga-Tonga-Hunga-Ha'apai Volcanic Eruption on Evacuation in Tonga, AOGS 2022 virtual 19th annual meeting, Online, Oral, August, 2022.