

最悪クラス台風高波の常時微動長期観測による統計解析
The Worst-class Tropical Cyclone-generated High Waves Identified by Seismic Noises

○志村智也・山田真澄・森信人・宮下卓也

○Tomoya SHIMURA・Masumi YAMADA・Nobuhito MORI・Takuya MIYASHITA

The extreme winds of typhoons generate high ocean waves, causing severe damage to coastal areas. Predicting and forecasting extreme waves is crucial for disaster prevention. However, the mechanisms driving such waves remain unclear, and mid-ocean observations during intense typhoons are extremely limited. This lack of data hampers the physical and statistical assessment of extreme wave events. Interestingly, ocean waves produce ground vibrations called microseisms, which can travel long distances and provide indirect information about wave activity. This study uses long-term microseism data from seismic networks to identify historical extreme wave events caused by tropical cyclones near Japan. The analysis revealed that Typhoon Wipha (2013), Typhoon Lan (2017), and Typhoon Hagibis (2019) were among the most severe in the past 20 years. Microseisms offer a valuable tool to validate wave models and improve understanding of extreme wave mechanisms.

台風によって発生する極端な海洋波浪は、低緯度から中緯度の沿岸地域に甚大な被害をもたらす。台風下で発生する極端な海洋波浪の正確な推定は、災害軽減の評価および計画に必要不可欠である。しかし、最悪クラスの波浪の観測は極めて稀であり、その理由として海洋波浪の観測地点が限られていることが挙げられる。さらに、観測は沿岸部に偏っており、波浪が発達する外洋での観測はほとんど行われていない。波浪の発達は、台風からの運動量損失に関係し、台風の強度を決定する要因となるため、波浪の発達を理解することは気象学的観点からも重要である。

海洋波浪は Microseisms (常時微動, 脈動) と呼ばれる小さな地震ノイズを励起する。この生成理論は、波浪と海底地形の相互作用および逆方向に進む二つの波浪による圧力変動により説明される。波浪と地形の相互作用は、波浪と同じ周波数 (10–30 秒程度) の一次 Microseisms を生成し、逆方向に進む波浪の相互作用は波浪の二倍の周波数 (5–7 秒程度) の二次 Microseisms を生成する。Microseisms と海洋波浪の関係は、地震観測および海洋波浪観測や数値的後解析に基づいて分析されている。地震観測は、地震多発地域では陸上において海洋波浪観測の約 100 倍の密度で実施されており、その歴史も 100 年以上に及ぶ。そのため、地震観測は海洋波浪観測が行われていない地域や期間の海面波浪情報を提供することが可能である。

Microseisms 観測によって台風の存在を検出で

きることは知られている。特定の台風によって外洋で生成された Microseisms の発生地点が地震データに基づいて特定されている。Microseisms の発生位置を特定し、台風の風速強度を予測する統計モデルを構築した研究も存在する。ただし、Microseisms は台風そのものではなく、台風が生成する海洋波浪によって励起される。台風によって励起された Microseisms に関するこれまでの研究は、特定の台風の地震源位置の検出に焦点を当ててきたが、災害軽減や極端波浪物理学の研究にとって重要な、台風下の海洋波浪の規模や強度に関する情報は不足している。これらの研究では、全球大気再解析データを基にした 0.5° 程度の解像度の海洋波浪のハインドキャストデータに基づいているが、その解像度は極端な台風の風や波浪を再現するには不十分である。さらに、特定の台風に関するケーススタディは存在するものの、歴史的な最大波浪のイベントを含む Microseisms に関する系統的な長期研究は不足している。

本研究では、長期地震観測データと高解像度で台風を再現可能な海洋波浪シミュレーションに基づいた統計分析を通じて、台風によって生成された歴史的な最悪クラスの海洋波浪イベントを Microseisms と関連付ける。本研究は、過去 20 年間の夏季 (7 月～10 月) の日本陸上および海底地震観測ネットワーク (F-Net, DONET) で観測された二次 Microseisms (2–10 秒) を対象としている。図 1(a) に本研究で使用した地震観測地点 (F-

Net,DONET) を示す. 図 1(b)は, 土佐 (TSA) 観測地点における Microseisms エネルギーの 2023 年夏季における時系列である. 図 1(c)は TSA 地点から 75km 南における波高の時系列である. Microseisms エネルギーと波高の時系列が良く対応していることがわかる. このような Microseisms と台風高波の関係の詳細について講演会で発表する. また, 本研究発表の内容の詳細は, Shimura et al. (2025)を

参考されたい.

参考文献

Shimura, T, Yamada, M., Mori, N., and Miyashita, T. (2025) The 20-year highest tropical cyclone-generated waves associated with the maximum energy of seismic noises, Journal of Geophysical Research: Oceans, In production, DOI:10.1029/2024JC021929

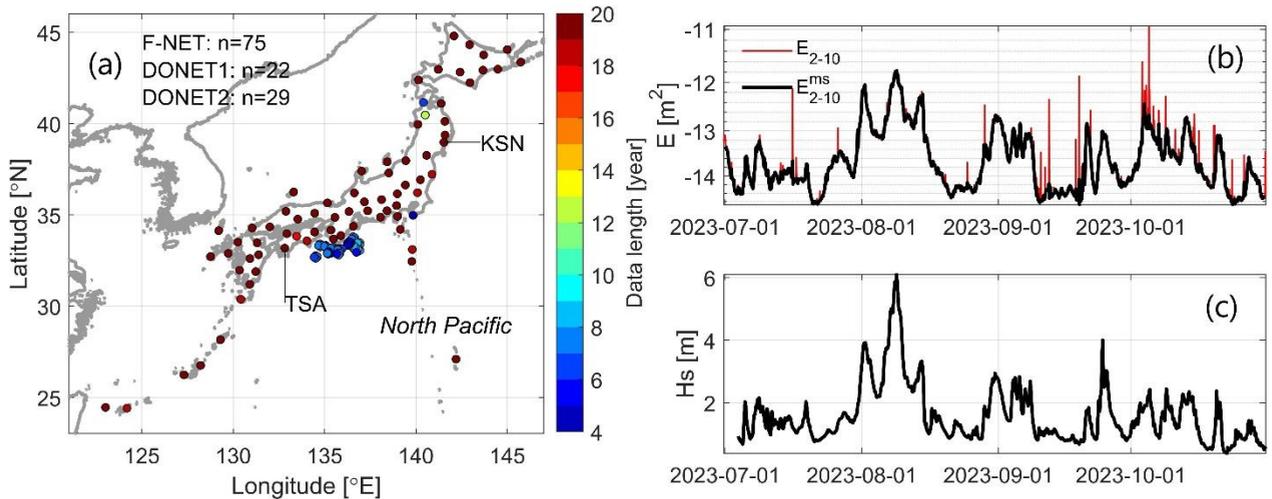


図 1 : 使用データ概要. (a) 地震観測点の位置. カラースケールはデータの期間 (年) を表している. (b) 2023 年夏季における地震観測点 TSA での地震信号除去の例 (赤い線が未処理の信号, 黒い線が除去後の信号). (c) 地震観測点 TSA から南へ 75 km の地点でシミュレーションされた波高の時系列. Shimura et al. (2025, Journal of Geophysical Research: Oceans)より転載.