

津波堆積物の供給源に着目した津波特性と土砂移動の解析

東北大学 工学研究科	学生会員	○ 梶谷 亮太
東北大学 災害科学国際研究所	正会員	山下 啓
東北大学 災害科学国際研究所	正会員	Suppasri Anawat
東北大学 災害科学国際研究所	正会員	今村 文彦

1. 序 論

近年、低頻度で発生する巨大津波を含めた津波リスク評価への注目度が高まっている。そのために、古津波が来襲した履歴である津波堆積物が注目されているが、多くの課題が残されている。例えば、タイ、プラトーン島と仙台平野では、巨大津波が来襲した遠浅海岸かつ広範囲に渡って浸水した平野部という類似点を有しているにも関わらず、津波堆積物の土砂供給源が大きく異なることが示唆されている^{1),2)}。しかし、この違いを生み出した要因は明らかになっていない。

そこで、本研究では津波堆積物の供給源となり得る位置や水深に着目し、津波特性が海域での土砂移動にどのような影響を与えるかについて検討することを目的とし、数値実験を実施した。

2. 手 法

数値実験では、2004年津波や2011年津波と同様に第一波が卓越するような津波を対象とした。そこで、2004年津波が来襲したタイ、プラトーン島の測線断面上に3つの津波特性を変化させた波形を入力し、それぞれ津波土砂移動計算を実施した。地形データは実地形から抽出し、水深約30m地点に波形を入力した（図-1）。入力波形は2004年津波の再現波形に対し、最大波に先行する引き波の大きさ、最大波の津波高さ、最大波の周期をそれぞれ0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 2.0倍した計15ケースである（図-2）。津波土砂移動計算には、浅水理論に基づく津波伝播・浸水モデルであるTUNAMI-N2と掃流砂層と浮遊砂層との交換砂量を考慮した津波移動床モデルであるSTMを組み合わせたTUNAMI-STM（高橋ら、1999）に基づく数値モデル³⁾を使用した。波形の入力法や計算パラメータは、Masaya et al.（2020）と同様である⁴⁾。

3. 結 果

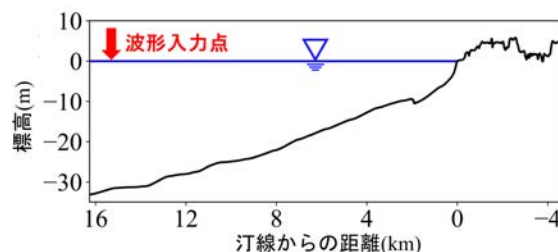


図-1 プラトーン島での断面地形と波形入力点

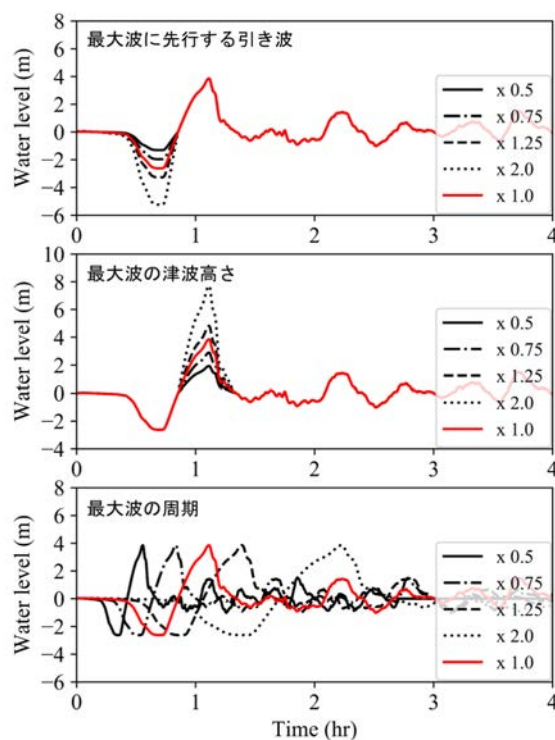


図-2 各種の入力波形

はじめに、それぞれの津波特性と最大波による海域の侵食開始地点との関係性を図-3に示す。図-3より、最大波に先行する引き波が大きく、最大波の周期が短いほどより沖合で侵食が発生することがわかる。先行する引き波が大きい場合、海底の露出面は大きくなり、流速が大きい津波先端部の遡上距離は長くなる。また、周期が短い場合、津波先端部は非線形性が強いために大きく前傾化し、波高や流速が増加する。したがって、先行する引き波が大きく、周期が短い場合、大きな底面せん断力が

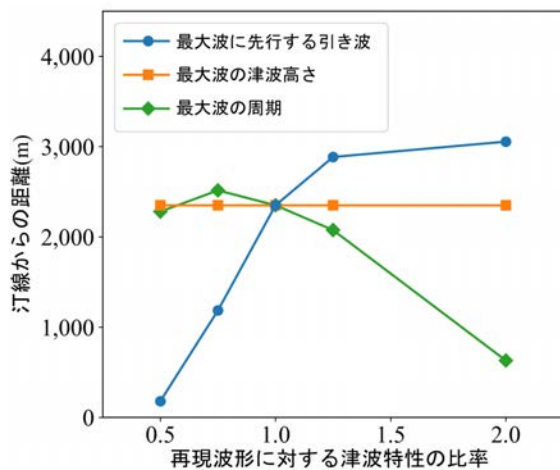


図-3 津波特性と最大波による侵食開始点との関係性（縦軸は沖合方向が正である）

発生する地点が沖合へ移動するため、より沖合から侵食が発生すると考えられる。

一方、最大波の津波高さによって侵食開始地点は変化しなかった。津波高さが大きい場合、津波先端部の非線形性が強くなるため、前傾化による影響が想定されたが、1.0 倍波形での侵食開始地点（2,350 m）では、津波先端部の流況は 0.5 倍から 2.0 倍波形で変化していなかった。つまり、今回の数値実験では前傾化が発生する前の底面せん断力が大きかったため、最大波の津波高さによって侵食開始地点が変化しなかったと考えられるが、規模が異なる津波では、侵食開始地点が変化する可能性がある。

次に、それぞれの津波特性と最大波による海域の侵食量との関係性を図-4 に示す。図-4 より、最大波に先行する引き波や津波高さが大きく、最大波の周期が短いほど最大波による海域の侵食量が増加することがわかる。先行する引き波や周期に関しては、より沖合から海底が侵食されるため、侵食量が増加したと考えられる。加えて、先行する引き波や津波高さが大きく、周期が短い場合、津波先端部は非線形性が強いために大きく前傾化し、波高や流速が増加する。その結果、底面せん断力や土砂の巻上げ量が増加するため、侵食量も増加すると考えられる。

4. 議 論

数値実験より、最大波に先行する引き波や津波高さ、最大波の周期は、海域の侵食量や侵食開始地点を決定することが示唆された。つまり、最大波に先行する引き波や津波高さが大きく、最大波の周期が短いほど、津波堆積物には海起源土砂や、より水深の大きい海域に存在していた土砂を多く含む可能性がある。したがって、津波堆積物における海起源土砂の情報から、古津波の最大波に関する定性的な情報を得ることができると考えられる。

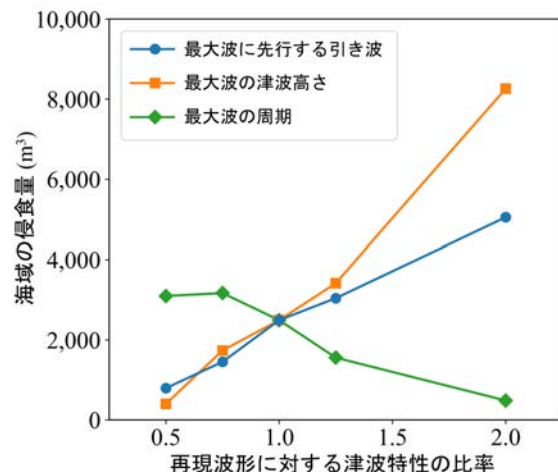


図-4 津波特性と最大波による海域の侵食量との関係性

これまで古津波復元に関する工学的手法では、主に津波堆積物の層厚や粒度分布、堆積範囲という項目やその情報が用いられているが、新たに津波堆積物の土砂供給源という情報を活用できる可能性がある。現代の工学的技術では定量的な関係性を示すことは難しいが、本研究で得られた結果は、今後の津波リスク評価を目的とした古津波復元にとって重要な知見であると考えられる。

5. 結 論

本研究では、津波堆積物の供給源に着目し、津波特性が海域での土砂移動に対してどのような影響を与えるのかについて検討した。数値実験の結果、最大波に先行する引き波や津波高さが大きく、最大波の周期が短いほど、大量の海起源土砂が内陸へ供給されることや、より深い海域から土砂が供給される可能性があることがわかった。以上より、津波堆積物における海起源土砂の情報から、古津波の最大波に関する定性的な情報を得ることができると考えられ、低頻度巨大津波への津波リスク評価に向けた新たな知見を得ることができたと考えられる。

参 考 文 献

- 1) Pham et al.(2017): Elemental and mineralogical analysis of marine and coastal sediments from Phra Thong Island, Thailand : Insights into the provenance of coastal hazard deposits, *Marine Geology*, Vol.385, pp.274-292.
- 2) Szczuciński et al.(2012): Sediment sources and sedimentation processes of 2011 Tohoku-oki tsunami deposits on the Sendai Plain, Japan –Insights from diatoms, nannoliths and grain size distribution, *Sedimentary Geology*, Vol.282, pp.40–56.
- 3) 高橋ら(1999): 掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発, *海岸工学論文集*, Vol.46, pp.606-610.
- 4) Masaya et al.(2020): Investigating beach erosion related with tsunami sediment transport at Phra Thong Island, Thailand, caused by the 2004 Indian Ocean tsunami, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(10), pp.2823-2841.