

台風時の高潮・高波により形成される砂質堆積物分布の支配要因に関する数値的検討

東北大学 大学院工学研究科

学生会員

○渡部真史

東北大学 災害科学国際研究所

正会員

Jeremy D. Bricker

東北大学 災害科学国際研究所

非会員

後藤和久

東北大学 災害科学国際研究所

正会員

今村文彦

1. はじめに

砂質の高波・高潮堆積物を地層中から認定することができれば、その地域に高波・高潮が過去に襲来したことを示すため、沿岸部の地域防災に有用な情報を提供することができる。しかし、それらの堆積物の層厚や分布限界を決める支配的要因は未だ明らかになっていない。本研究では、2013 年ハイヤン台風で形成された砂質の高波・高潮堆積物を事例として、高潮シミュレーション、土砂移動解析を植生分布（底面粗度）、土砂の粒径、高波の有無、波浪強度、波浪の継続時間の 5 つのパラメータを変更して行うことで、砂質の高波・高潮堆積物の分布の支配要因を数値的に検討した。

2. 研究対象

本研究の研究対象地はフィリピンのタクロバンである。タクロバンの海岸は砂浜で形成されており、海岸線背後には砂丘が、砂丘背後には市街地、または森林、植生が発達している。Abe et al. (2015) はタクロバンのトローサ、タヌワンの 2 測線上(図-1)で砂質堆積物の分布を調査した結果、トローサ測線では浸水距離が海岸線から内陸 1.4 km に対し、砂質堆積物は内陸 0.1 km まで、タヌワン測線では浸水距離が海岸線から 3.4 km に対し、砂質堆積物は 0.2 km まで分布していることが明らかにしている。

3. 解析手法

高潮/高波シミュレーション、土砂移動解析は Delft-3D および SWAN(Deltares 2011)で解析を行った。波浪による流れ場における土砂移動解析は Delft-3D(Deltares 2011)で行った。モデルに入力する台風の時系列の風速分布は、Bricker et al. (2014)と同様の手法で作成した。計算時間は 2013 年 11 月 6 日～9 日まで

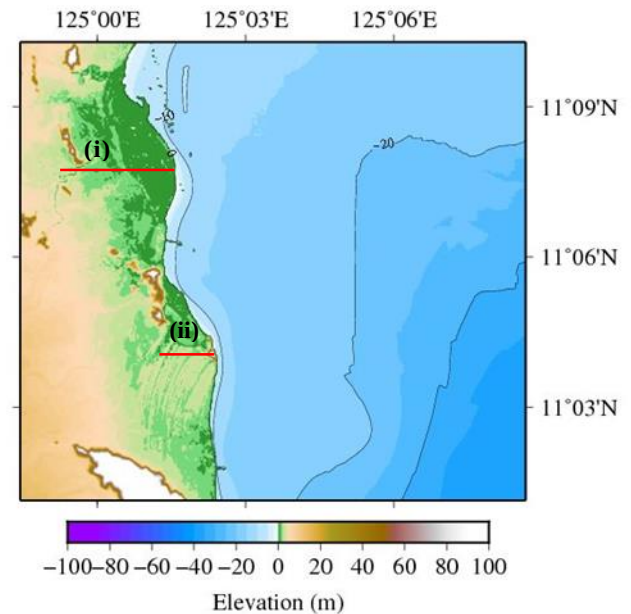


図-1. 計算に用いたフィリピンタクロバンの地形図と(i)タヌワン、(ii)トローサ測線の位置

の 3 日間とし、6 日～8 日の 2 日間は潮位の計算だけを行い、8 日から 9 日は実際の台風の風速場を与えて、計算を行った。植生による土砂の動きにくさを考慮するために植生の分布状況に応じて底面せん断応力を低減させた(Baptist 2005)。タクロバンでは、砂丘より内陸は植生が発達しているため、この区間に植生を設置した。対象地域に移動床として層厚 1m の土砂を設置し、土砂が存在しない市街地は固定床とした。本研究では、以下の 5 つのパラメータを変更した計算を行った。

(1) 底面粗度 (植生) : 底面粗度 (植生の有無) は土砂移動計算結果に大きく影響すると考えられる。そこで、内陸部に植生を設定した場合 (領域全体を移動床とし、植生は内陸部のみに設置) と、植生を設置しない場合 (植生は設定せず、かつ内陸部は固定床を仮定する) で計算を行った。

キーワード 高波・高潮、砂質堆積物、数値計算、

仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 E305

(2) 粒径：土砂の落下速度は粒径で変化するため、粒径の設定で堆積物の分布に影響を与える可能性がある。そのため、細粒砂(0.1 mm)、中粒砂(0.3 mm)、粗粒砂(2.0 mm)の3つの粒径で土砂移動計算を行った。

(3) 高波の有無：堆積物の形成が高潮、高波のどちらの影響が強いのかを調べるために、高潮のみの場合と高潮と高波両方を考慮した場合の2パターンで計算を行った。高波を考慮した場合は、Delft-3DとSWANを用いて高潮と波浪を共に計算するが、高潮のみの場合はSWANの計算を行わず、Delft-3Dで高潮による水位の上がり下がりのみを計算対象とする。

(4) 波浪強度：台風の強弱に伴い波浪強度が変化することで土砂の分布限界がどのように変化するかを確かめるために、台風の強度を上げた場合(カテゴリ5の台風である最大風速200 kt、中心気圧870 hPa)と強度を下げた場合(カテゴリ3の台風である最大風速100 kt、中心気圧1000 hPa)の2ケースで計算を行った。

(5) 波浪の継続時間：堆積物の層厚は波浪の継続時間に関係している可能性がある。そこで、実際の台風の経路で計算した場合(Case1)とタクロバンの位置で台風が停止したと仮定した場合(Case2)の2パターンで計算を行い、その影響を確認した。

解析結果・議論

計算の結果、5つのパラメータの影響は以下のようになった。

(1) 底面粗度(植生)：植生を設置した場合、砂丘より内陸で土砂の堆積はほぼ発生しなかったが、植生を設置しなかった場合、堆積物はタヌワンでは海岸線から内陸1200 mまで、トローサでは360 mまで堆積した。これは、植生を設置しなかったことで、陸上部の底面粗度が低下したためであると考えられる。

(2) 粒径：堆積物の層厚は粒径が小さいほうが大きくなったが、堆積物の内陸方向の分布限界に関しては、粒径を変えても変化しなかった。

(3) 高波の有無：高波、波浪の両方を考慮した場合は、海岸線付近で底面せん断応力が大きくなったが、高潮のみを考慮した場合は、海岸線付近での底面せん断応力の増加は見られなかった。そのため、海岸線付近が浸食され、堆積物が形成されるのは、高波の影響が卓越していることが明らかになった。

(4) 波浪強度：台風の強度を上げた場合、浸水範囲と堆積物の分布範囲は共により内陸側へ広がった。これは、台風の強度を上げた場合、陸上部、海岸線付近の高波の流速が増加するためと考えられる。一方、台風の強度を下げた場合は浸水限界点、堆積物の分布限界点共に海側にシフトした。

(5) 波浪の継続時間：Case2の場合、Case1に比べて海岸線からおおよそ100 m内陸の範囲内で堆積物の層厚が大きくなった。これは、台風をタクロバンで固定しているために、常に海岸線付近の底面せん断応力が大きくなり、土砂の浸食、堆積が継続するためであると考えられる。

6. 結論

砂質堆積物の層厚、分布限界の支配要因をDelft-3DとSWANによる高潮シミュレーション、土砂移動解析により検討した結果、底面粗度、波浪強度の設定で堆積物の分布距離が大きく変化するのに対し、その他のパラメータは分布距離に大きく影響しないことが明らかになった。また、波浪の継続時間によって、土砂の堆積層厚も変化することが明らかになった。以上の結果から、堆積物から過去の高波・高潮の規模想定等を行う際には陸上での底面粗度や波浪強度に着目する必要がある。

参考文献

- Abe, T., Goto, K., Sugawara, D., Suppasri, A., 2015. Geological traces of the 2013 Typhoon Haiyan in the Southeast coast of Leyte Island. Second Report“IRIDeS Fact-finding missions to Philippines”, 169–174.
- Baptist, M.J. 2005. Modelling floodplain biogeomorphology. PhD diss. Delft University Press, Delft, The Netherlands: Technische Universiteit Delft.
- Bricker, D.J., Takagi, H., Mas, E., Kure, S., Adriano, B., Yi, C., Roeber, V., 2014. Spatial Variation of Damage due to Storm Surge and Waves during Typhoon Haiyan in the Philippines. Coastal Engineering, Japan Society of Civil Engineers 70, No. 2.
- Deltares. 2011. User Manual Delft3D-FLOW. 3.15.18392.