

タイ・プラトーン島を対象とした 2004 年インド洋大津波による土砂移動の解析

東北大学 工学部建築社会環境工学科	学生会員	○梶谷 亮太
東北大学 災害科学国際研究所	正会員	Suppasri Anawat
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	今村 文彦
シンガポール国立大学	非会員	Gouramanis Chris
チュラロンコーン大学 大学院工学研究科	非会員	Leelawat Natt

1. 序 論

2004 年インド洋大津波や 2011 年東北地方太平洋沖地震津波では沿岸部において津波による大規模地形変化が生じたが、その後回復した沿岸部と回復していない沿岸部が確認されている。現状では、津波後の地形がどのように応答していくかについての十分な知見は得られていないため、短期的に策定される復興計画でのハード対策において問題が生じる可能性がある。

ところで、タイ・プラトーン島では 2004 年インド洋大津波による海浜の局所的な流出が複数地点で確認されたほか、陸上にも多数の津波堆積物が見つかった (Jankaew ら, 2008)。その後数年で、流出した海浜がおおむね回復したことが衛星画像 (Google earth) より確認できる。そこで本研究では、2004 年インド洋大津波での津波土砂移動計算から、タイ・プラトーン島での津波による侵食および堆積と海浜の回復要因との関係について考察する。

2. 手 法

(1) 対象地域

研究対象地域は、タイ・プラトーン島である。この地域ではプラトーン島沿岸部において南北にわたり、詳細な堆積物データが豊富である。また、人工物がほとんど存在しない自然地形であることから津波土砂移動計算の検証に有用な数少ない現地事例の一つである。

(2) 数値解析手法

津波土砂移動計算には、非線形長波理論に基づいた TUNAMI-N2 モデルから、流況に応じて掃流砂層と浮遊砂層の交換砂量を考慮した土砂移動の時間発展を解く高橋ら (1999) の数値モデルを用いる。使用する数値モデルには MPI 並列が実装されており、効率的な広域計算が可能である。計算対象領域は、波源域を含む第 1 領

域 ($\Delta x_1 = 1,215 \text{ m}$) からプラトーン島を含む第 6 領域 ($\Delta x_6 = 5 \text{ m}$) までを 3:1 接続し、ネスティング計算を行った。底面条件はマンニングの粗度係数を $n = 0.025$ で一定とし、土砂移動計算を適用する第 6 領域の全範囲を移動床とした。粒径については、図-1(a) の範囲における堆積物データから、 $D_{50} = 0.127 \text{ mm}$ の砂が一様に分布していると設定した。2004 年インド洋大津波の津波波源としては Suppasri ら (2011) により提案された津波波源モデルを用いた。再現時間は浮遊砂濃度が減少し安定する 6 時間とした。地形データについては複数の地形データから逆距離加重法で補間したデータを用いた。

3. 結 果

(1) 津波の再現性

土砂移動計算の再現性について議論する前に、津波の再現性について述べる。Suppasri ら (2011) によると、タイ沿岸広域における津波痕跡高の再現性について、Aida (1978) の幾何平均 K および幾何標準偏差 κ を用いて $K = 0.84$, $\kappa = 1.30$ が得られている。本計算では、プラトーン島における 7 地点の津波痕跡高データ (IUGG) と計算結果について $K = 0.96$, $\kappa = 1.10$ が得られたため、土木学会 (2002) から津波の再現性は良好であると考えられる。

(2) 地形変化の再現性

海浜の回復要因について考察するため、地形変化および堆積物層厚の再現性について議論する。はじめに、津波による地形変化を図-1に示す。図より、特に局所的な侵食を受けている沿岸部が 2 地点存在することがわかる。これらは Jankaew ら (2008) や衛星画像において土砂の流出が確認されている地点と整合している。このことから、実際の侵食量は不明であるが、侵食部の平面的な広がりや計算で比較的良好に再現できている。図-1(a) の P 地点における水位と地盤高の時系列変化を図-2に示す。図

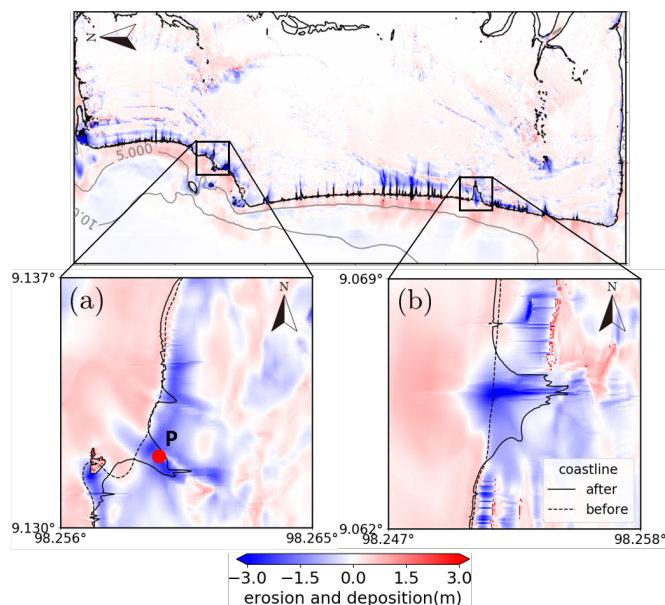


図-1 地形変化量と汀線変化

より、押し波時に海域から運搬された土砂が堆積し、引き波時に大きく侵食されていることがわかる。その他の沿岸部においても同様な傾向が確認できた。上述の2地点が特に侵食された原因としては、元々窪地であったことが地形データから確認できたため、引き波時に流れが集中したことが一因であると考えられる。

(3) 堆積物層厚の再現性

Jankaewら(2008)の堆積物層厚データと計算結果の比較を図-3に示す。図より、全体的に過大評価となっているが、内陸薄層化の傾向を再現できていることがわかる。過大評価の原因としては、全域を移動床として計算したため、本来侵食されにくい地盤までもが過剰に侵食され、内陸部に堆積したことが一因であると考えられる。当時の衛星画像から、植生に覆われている地点が確認されたため、計算上で植生をどのように考慮するかが重要である。

4. 議 論

3.では、本計算における土砂移動の定性的な再現性が確認されたことから、計算結果に基づいて汀線の早期回復の要因を考察する。2004年以前の衛星画像から汀線位置が変化していないことが確認できるため、プラトーン島は比較的安定海岸であったと推察する。また、図-1より、海域に運搬された多くの土砂は水深約10m以下に堆積していることから、侵食された土砂が移動限界水深よりも浅い海域に堆積し、漂砂系としての土砂収支が変化しなかったことが早期回復につながったと推察される。

5. 結 論

本研究では2004年インド洋大津波で局地的侵食を受

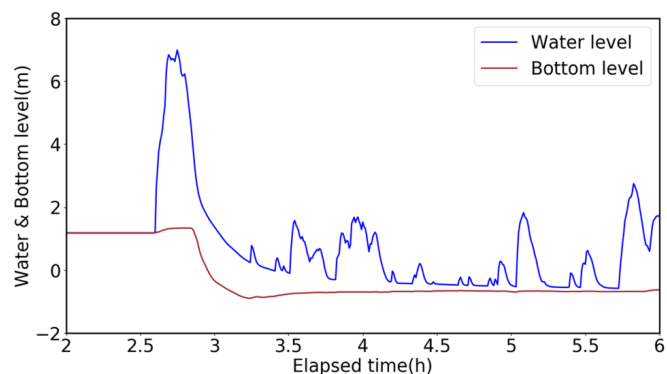


図-2 図-1(a)の点Pにおける水位および地盤高の時系列

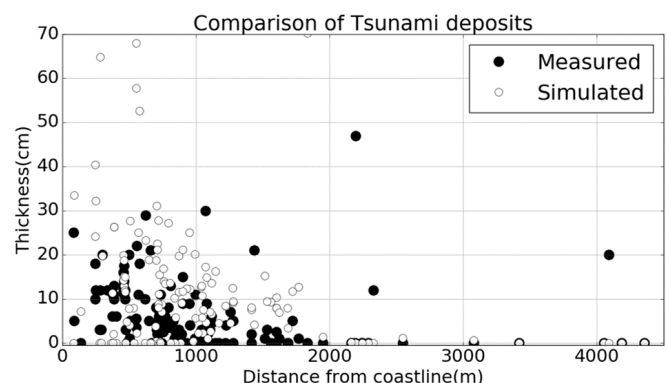


図-3 堆積物層厚の比較

け、その後汀線が回復したタイ・プラトーン島における土砂移動計算結果から回復過程を考察した。計算結果より、プラトーン島の沿岸部では主に引き波による侵食作用を強く受け、侵食された大半の土砂は比較的浅い海域に堆積したことが早期回復につながったと推察された。今後の課題として、海浜が回復しない他沿岸部についても解析を行い、本研究の結果と比較することで海浜の応答メカニズムを考察する必要がある。また、本計算において考慮しなかった植生や他の粒径、地形条件の影響についても検証する必要がある。

参 考 文 献

- 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, 第46巻, pp.606-610
- Suppasri et al.(2011): Developing tsunami fragility curves based on the satellite remote sensing and the numerical modeling of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand. Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol.11, pp.173-189.
- Aida(1978): Reliability of a tsunami source model derived from fault parameters, J. Phys. Earth, 26, 57-73.
- Jankaew et al.(2008): Medieval forewarning of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand. Nature, Vol.455, pp.1228-1231.
- 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会(2002): 原子力発電所の津波評価技術(本編), p.1-9, pp. 2-110 - 2-190
- IUGG Tsunami Commission(n.d.): Retrieved September 15, 2018, from <http://www.nda.ac.jp/fujima/TMD/index.html>