

津波による土砂移動における粒径別堆積・侵食作用の特性

東北大学大学院 学生員○ 福田裕司

東北大学大学院 後藤和久 正員 今村文彦 越村俊一

1. はじめに

津波は長周期の波であり、海底付近でも大きな流体力を発生するため、大量の土砂を運搬する。これらの土砂が陸域、海域に残り、過去の津波を知る手がかりとして期待されている。菅原（2005）は、津波堆積層の形成過程に着目し、押し波と引き波を分けた実験を行い、高橋ら（1999）の土砂移動モデルを用いて再現を試みたが、戻り流れによる侵食作用が十分再現されないという課題があった。この原因として、砂の粒径変化に伴う移動形態の違いを考慮していないことが考えられる。そこで本研究では、砂の粒径によって津波の土砂堆積・侵食作用がどう変化するか調べ、さらに津波の水理量との関係を検討した。

2. 実験概要

(1) 実験水路と給砂方法

本研究では、全長 15m の一次元水路に貯水タンクを設け、ゲートを急開することにより、津波に見立てた段波を発生させた。水路部には、海岸を想定した 1:10 の勾配かつ非透水性の木製斜面を設置した。段波は水路を伝わり斜面を遡上し、その後引き波として下り、貯水タンク後方の排水ゲートから排水される。これにより段波は一波のみ斜面を遡上することになる。図-1 に実験装置の模式図を示す。

(2) 堆積砂量と残存砂量の計測方法

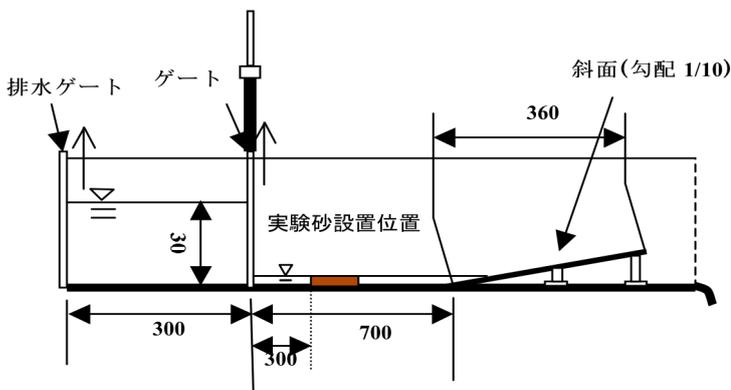


図-1 実験装置の模式図（単位 cm）

本実験は砂の粒径によって堆積・侵食作用がどのように変化するかに着目した。そのため菅原（2005）が行った実験と同様に、土砂トラップ装置を用いて戻り流れのない状態での堆積砂量を計測した。この装置の両端面は水だけが流れるように網を張り、20×20 cmの格子状に区分けしている。そして、トラップ内の砂を乾燥させ、その重量を測定した。次に、段波が完全に引いた後、つまり戻り流れがある条件で水路や斜面の残存砂量を測定した。堆積砂量と比較するため 20×20 cmの格子状に分割して砂を回収し、乾燥させてから重量を測定した。

(3) 実験条件

本実験砂では珪砂を使用し、粒径は表-1 に示すように計 5 種類にふるいわけをして使用した。実験砂の初期重量は 1200 g とし、ゲートから 3m の地点から斜面方向に 40 cm の位置までに均一に敷き詰めた。（図-1）貯水タンクの水深はすべて 30 cm として実験を行った。

表-1 実験条件

実験砂	斜面勾配	斜面性質	戻り流れ	粒径 (μm)
珪砂	1:10	非透水性	なし	500~600 ⑤
				400~500 ④
				300~400 ③
				212~300 ②
			あり	106~212 ①

3. 実験結果及び考察

(1) 堆積砂の空間分布

実験結果の一例として、図-2 に粒径 300~400 μm の条件での堆積砂量 M_1 、残存砂量 M_2 の空間分布を示す。縦軸は M_1 、 M_2 の乾燥重量、横軸はゲートからの距離である。 M_1 、 M_2 ともに斜面上方に向かって楔状の堆積傾向が見られた。また、斜面上の M_1 と M_2 を比較すると、戻り流れにより砂が侵食されている様子が確認できる。さらに、斜面開始点付近での M_1 のピークは、 M_2 には認められず、水路後方へ侵食されていることが確認できる。

キーワード: 津波堆積物, 掃流砂, 浮遊砂, 粒径

連絡先: 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11, 東北大学災害制御研究センター, 電話 022 (795) 7515, FAX022(795)7514

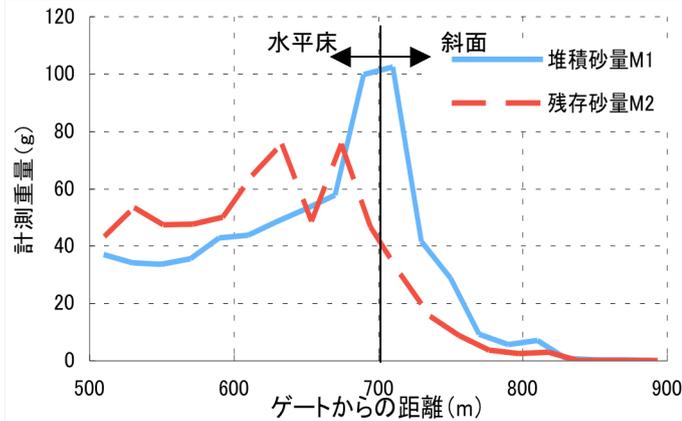


図-2 粒径 300～400 μm の M₁, M₂ の空間分布

(2) 空間分布と流速の関係

堆積・侵食作用と関係がある物理量は、流体の掃流力とその継続時間である。また、掃流力は流速に依存している。そこで、発生段波の水理量と堆積・侵食作用の関係を示すために、流速と時間の関数である流速積分値を各計測地点で算出し、堆積量と侵食量との関係を検討した。ここで、斜面上方に向かう流れを正の流速積分値 S_1 、下方に戻る流れを負の流速積分値 S_2 とした。

まず、 S_1 と M_1 の関係を検討する。ここで、 M_1 は単位面積あたりの堆積フラックス m_1 とし、初期砂量 m_0 を用いて無次元化した。また S_1 も無次元化を行うために、入射段波の最大流速 U_1 、継続時間 T_1 の積で規格化した。(図-3)。これらの分布傾向は粒径ごとに直線で良好に回帰される。図-3 に示した直線の傾きは、粒径が小さくなるに従いほぼ一定に割合で増加している。すなわち、粒径が小さくなるに従って流速の影響を強く受けることを示す。

次に、戻り流れによる単位面積あたりの侵食フラックスを $m_1 - m_2$ とし、その値と負の流速積分値 S_2 をそれぞれ無次元化してプロットした(図-4)。堆積フラックスと同様に、侵食フラックスの分布傾向も粒径ごとに直線でほぼ回帰される。ここで、図3、図4の回帰直線の傾き変化を考えると(図-5)、堆

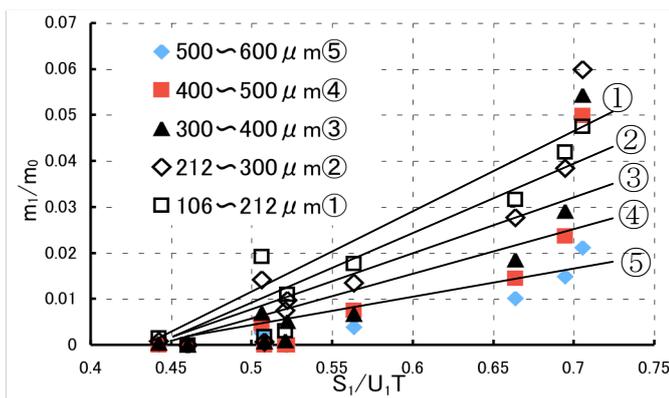


図-3 $S_1/U_1T_1 - m_1/m_0$ の関係図

積フラックスの回帰直線の傾きは粒径が小さくなるにつれ線形に増加していくのに対し、侵食フラックスの回帰直線の傾きは 212 μm を境に大きく変化している。

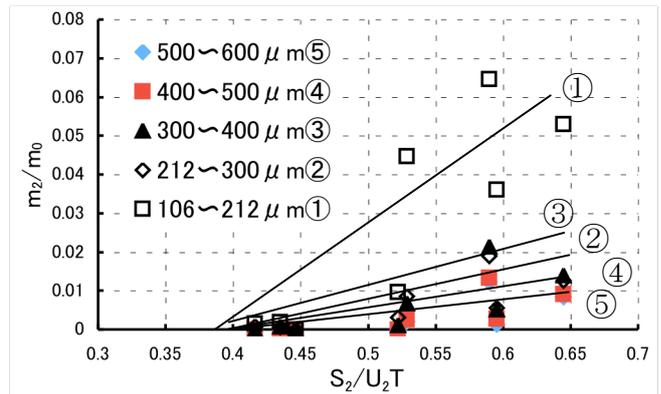


図-4 $S_2/U_2T_2 - (m_1 - m_2)/m_0$ の関係図

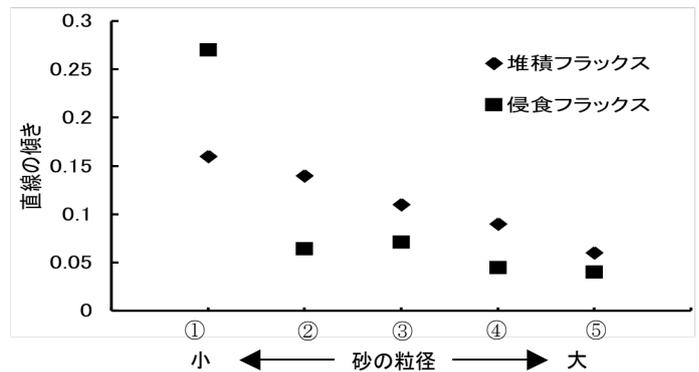


図-5 砂の粒径と回帰直線の傾きとの関係

4. おわりに

本実験で流速積分値と堆積・侵食フラックスの関係が粒径に応じて変化していることを示すことができた。さらに、その2つの関係を比較すると、堆積フラックスの傾きが線形に変化しているのに対し、侵食フラックスはある粒径から大きく変化していること傾向がみられた。また、粒径が小さくなるほど特に戻り流れの影響を強く受け、特に戻り流れの影響が顕著である。このことが計算モデルと誤差が生じてしまったと考えられる。今後、これらの実験結果と計算モデルとの比較を行う予定である。また、本研究では段波の規模、斜面勾配などを一定として実験を行ったが、計算モデルを改良するため、様々な条件で実験データが必要である。

参考文献

高橋智幸ら (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.
菅原正宏 (2005) 一様斜面上での津波堆積層形成に関する研究, 東北大学大学院工学研究科修士論文. pp.41-63