

J-1

## 漂砂と飛砂を同時に考慮した混合粒径海浜の変化予測モデル

## Model For Predicting Topographic Changes On Beaches Composed Of Sand Of Mixed Grain Size Due To Waves And Windblown Sand

○横田拓也<sup>1</sup>, 小林昭男<sup>2</sup>, 宇多高明<sup>3</sup>, 野志保仁<sup>2</sup>, 芹沢真澄<sup>4</sup>\*Takuya Yokota<sup>1</sup>, Akio Kobayashi<sup>2</sup>, Takaaki Uda<sup>3</sup> Yasuhito Noshi<sup>2</sup>, Masumi Serizawa<sup>4</sup>

Abstract: On a coast, which is composed of sediments with mixed grain sizes and is affected by strong winds, fine sand and medium-size sand are selectively transported to the back of the coast as windblown sand, leaving coarse sand and gravel on the foreshore. In this study, we proposed a model for predicting beach changes on coasts composed of sand of mixed grain size while taking not only effects due to waves but also windblown sand into account. To verify the validity of the model, a model calculation was carried out on the Inage coast. The calculation results were in good agreement with the field condition, and the effectiveness of the model was confirmed.

## 1. はじめに

一般に、混合粒径からなる海浜では、細砂・中砂が飛砂として海岸背後へ運ばれ、前浜には粗砂が取り残される状況が生じる。とくに粗粒材と細砂が混合した砂を用いた養浜時の地形変化予測では、波による漂砂および飛砂による、粒径に応じた砂移動の予測が必要となる。既往研究では、これらを同時に考慮したモデルについては、単一粒径を対象としたものしかない<sup>[1]</sup>。そこで本研究では、漂砂と飛砂を同時に考慮した上で、混合粒径からなる海浜の地形変化予測モデルを構築した。そして、混合粒径からなる海浜である稲毛海岸への適用を図り、モデルの再現性を調べた。

## 2. 地形変化モデルの構築

横田ら<sup>[1]</sup>による漂砂と飛砂を同時に考慮した地形変化予測モデルを、混合粒径砂を対象としたモデルへと発展させた。このモデルでは、波による地形変化が生じる範囲では、粒径を考慮したBGモデル<sup>[2]</sup>を用いた。また、バーム頂より陸側の飛砂領域での地形変化計算にはセルオートマトン法を用いた。この飛砂の計算では、勝木ら<sup>[3]</sup>による砂丘形成の数値モデルを参考とし、勝木ら<sup>[3]</sup>が提案した多項式を参考に式(1)により粒径毎の砂の飛ぶ距離 $L_S^{(K)}$ を与えた。

$$L_S^{(K)} = M^{(K)} L \left[ 1.0 + b_1 \left( \frac{Z}{h} \right) - b_2 \left( \frac{Z}{h} \right)^2 \right] \quad (1)$$

ここに、 $b_1$ ,  $b_2$ は $L_S$ と移動質量の積 (sand flux) を制御するための係数である。 $Z$ は標高、 $L$ は基準距離 (ここでは 1.0 m)、 $h$ は基準高さ (海浜変形計算ではバ

ム高を使用)、 $M^{(K)}$ は粒径毎の動きやすさを制御する係数を表す。移動質量は一定の移動質量 $q_i$ を規定し、式(2)に示すように $q_i$ に粒径毎の含有率 $\mu^{(K)}$ を乗じ各粒径の移動質量 $q^{(K)}$ とする。

$$q^{(K)} = q_i \cdot \mu^{(K)} \quad (2)$$

また、飛砂量は saltation 距離と移動質量の積で表されるが、本研究では、現地の飛砂量が明らかではないため、係数 $b_1$ ,  $b_2$ および移動質量 $q_i$ は適切な値を仮定した。

## 3. 稲毛海岸への適用

稲毛海岸は、Fig. 1に示すように東京湾奥の千葉市に位置する人工海浜である。この海岸では2019年に「白い砂浜」へのリニューアルを目的として、白い砂を用いた養浜工事が実施されたが、リニューアル工事後、海浜に巻き出された白い養浜砂は、台風時の高波浪および強風に伴う飛砂により海浜背後へと運ばれ、当初目的とした白い砂浜とは異なる景観となった。

稲毛海岸において2020年11月に現地調査を行った。Fig. 2に現地状況を示す。前浜には細砂と礫が混合した

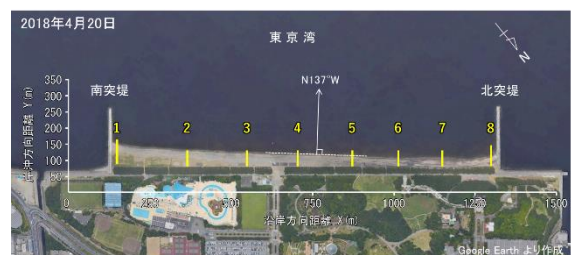


Figure 1. Satellite image of Inage coast.

1: 日大理工・院 (後)・海建 2: 日大理工・教員・海建 3: (一財) 土木研究センター 4: 海岸研究室 (有)



Figure 2. Local situation.

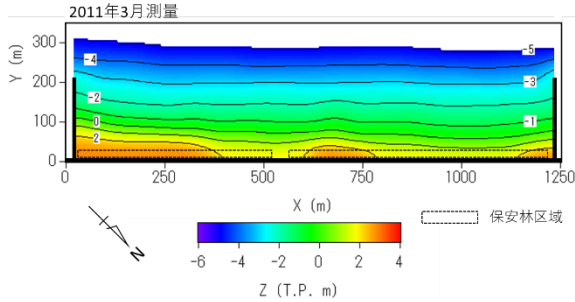


Figure 3. Topography of 2011.

土砂が堆積していたが、後浜の表層は礫で覆われ、その陸側には中砂・細砂が帯状に堆積していた。Fig. 3には2011年3月の実測地形を示す。汀線は時計回りに傾き、海浜北側に比べ南側で浜幅が広がっていた。また、海浜背後では浜幅の広い南側で標高が高まっていた。

再現計算での粒径は0.2と5mm、入射波向はFig. 1に示す2018年時の汀線方向角(N137°W)よりY軸に対し右回りに2°をなす方向で与え、風は観測データより海岸に対して正面から吹くとした。また0.2mm粒径の係数 $M^{(K)}$ は1.0、5mmの礫では $M^{(K)}=0$ とした。初期地形は平行等深線に一定時間波を作用させ分級した地形とし、前浜と後浜には細砂・礫それぞれ50%の含有率を設定した。沖の緩斜面には、平衡勾配の緩い細砂が含有率100%で堆積するとし、この砂は前浜に運ばれず飛砂には寄与しない条件とした(Fig. 4)。Fig. 5の計算結果によれば、南向きの沿岸漂砂により汀線が右回りに傾き、前浜付近は飛砂により細砂が運び去られて粗粒化し、背後地には細砂が堆積したことがわかる。また南部(堆積域)では背後地の飛砂堆積量が増大している。Fig. 5の堆積域の断面A'では海浜背後の標高3.0mまで砂が堆積したのに対し、侵食域のB'では背後地の標高は2.3mと堆積域に比べ堆積量が少なくなるなど現地状況をうまく説明できた(Fig. 6)。

#### 4. まとめ

本研究では、漂砂と飛砂を同時に考慮した混合粒径砂からなる海浜の地形変化予測モデルを構築し、稲毛

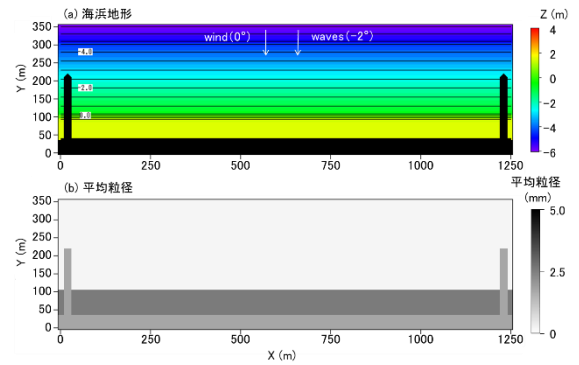


Figure 4. Initial topography.

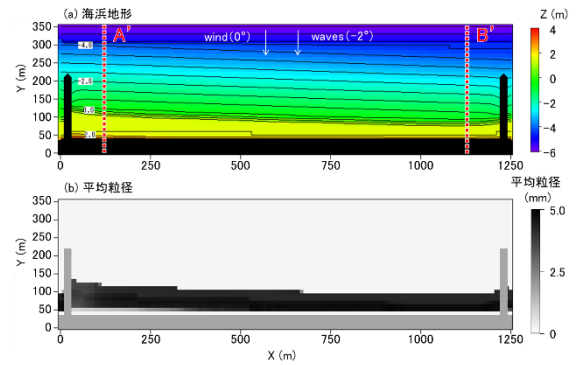


Figure 5. Calculation result.

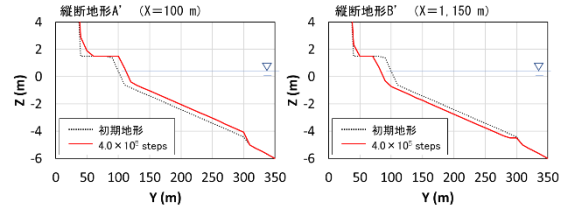


Figure 6. Longitudinal terrain of calculation results

海岸を対象として再現計算を行った。現地調査によれば、稲毛海岸では細砂・中砂が飛砂として海浜背後へ運ばれ堆積する一方、前浜およびバーム背後では礫が表層に露出するとともに、海浜背後の地盤高は海浜南部において北側よりも増加していた。再現計算ではこれらの現地状況を再現することができた。

#### 5. 参考文献

- [1] 横田拓也, 小林昭男, 宇多高明, 芹沢真澄, 野志保仁, 勝木厚成: 波による漂砂と飛砂を同時に考慮した地形変化予測モデル, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.75, No.2, pp.1\_469-I\_474, 2019.
- [2] 芹沢真澄, 宇多高明, 熊田貴之, 三波俊郎, 古池鋼, 石川仁憲, 野志保仁: Bagnold 概念に基づく混合粒径海浜の予測変化モデル, 海岸工学論文集, 第 53 巻, pp. 626-630, 2006.
- [3] 勝木厚成, 菊池誠: Sand flux による砂丘移動の操作, 数理解析研究所講義録, 1472 巻, pp.67-70, 2006.