

砂丘の Supply-Demand モデルに関する考察

鹿児島大学工学部・西 隆一郎

Texas A&M University-CorpusChristi, Nicholas C. Kraus

1. まえがき

高潮や津波による沿岸域の被害を低減する上で、砂丘の果たす役割は大きい。波による砂丘侵食を予測する実用的な数値モデルとしては、平衡海浜断面形状に基づいた Kriebel and Dean モデルと Larson and Kraus 等による SBEACH モデル、そして Edelman の研究に始まる Vellinga モデルがあげられる。これに対し、より流体力学的に流れ・浮遊砂濃度を正確に計算して地形変化を求めようとする Steetzel モデル、また、遡上波による侵食ボリュームを求めようとする Overton 等の研究もある。

実際、設計等に際しては出来るだけ安定した数値計算モデルで、しかも、地形の時間変化を追跡できるモデルが望ましいが、Stetzel モデル、Overton モデルはこの点をまだ満たしているとは言いがたく、Dean の平衡海浜断面形状の概念に基づいたモデルが、広く用いられる結果となっている。しかしながら、平衡海浜断面形状の概念に基づくモデルは、元々の砕波帯内初期地形が、平衡断面形状($h=AX^{2/3}$)であった場合には、いくら暴浪が作用しても砂丘を含めた地形変化が生じない事になり、何らかの新しい解決法が望まれる。

2. Supply-Demand モデルの概要

本研究では、砕波帯内では地形変化が平衡海浜断面の機構(Demand)に基づき、汀線上部に設置された砂丘に関しては、波のインパクトによる砂丘崩壊・侵食で遡上域に放出された底質(Supply)が、引き続き波の作用により、砕波帯内に分散されるというモデルを考えた。つまり、侵食時には砂丘からの底質の Supply と、砕波帯内における底質の Demand が、何らかの形で釣り合うように地形変化が生じるというものである。

本モデルでは、砕波帯内の地形変化は平衡海浜

断面形状の漂砂機構に、そして、汀線より陸側の砂丘部は、(遡上)波作用による波のインパクトが主な漂砂機構になり、独立した二つの漂砂系間の底質輸送は遡上域内で成されるものと考えた。モデルの概念図を、図-1に示す。

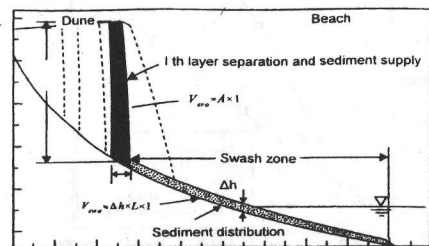


図-1 Supply-Demand モデルの概念図

数値モデルでは、遡上波による砂丘侵食量の評価と、砂丘から砕波帯への底質の供給機構について考察する必要があった。まず、暴浪作用時の砂丘侵食は、写真-1に示すように、砂丘前面に作用する経時的な波のインパクトを計算する事により評価できると考えた。

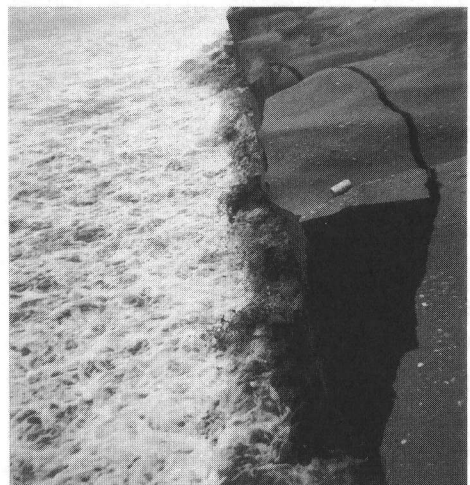
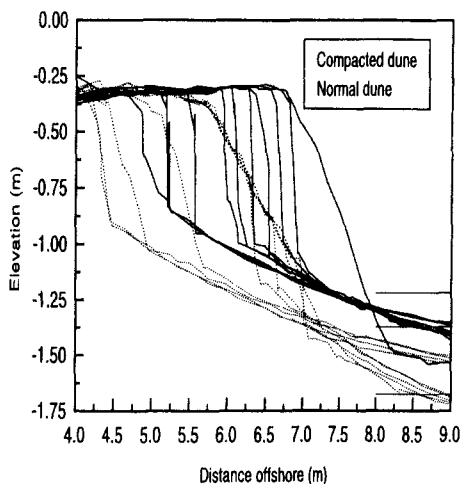


写真-1 波のインパクトによる侵食例



図ー 2 砂丘侵食実験

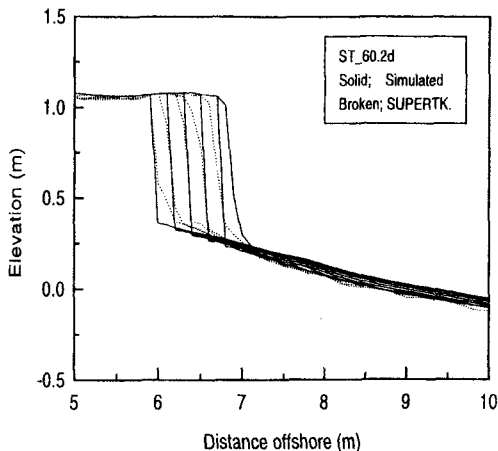
3. 数値計算

図ー 2 に、SUPERTANK で行われた砂丘侵食に関する実験結果を示す。実験は、普通に砂で作成した砂丘（破線）と、パイプレーターを用いて締め固めた砂丘（実線）の 2 種類の模型を用いた。図より、締め固めていない砂丘では後退時の斜面角が、締め固めたものに比べて緩く、また同一波作用時間内では、その侵食量も多くなっている事が分かった。

次に、図に示す地形変化から求めた経時的な砂丘侵食量と、入射する波の累積インパクト量を比較して実験的な関係式を求めた。その後、実験で得られた砂丘侵食量の実験式を用いて、砂丘侵食の数値計算を行なった。計算は、入射波を、有義波高の諸元を持つ単一の規則波とする方法と、個々の入射波を追跡する 2 種類の方法を用いた。規則波として計算を行なった場合の結果を、図ー 3 に示す。数値計算は、実験結果を巨視的に再現しており、この計算アルゴリズムが、平衡海浜上で起こる砂丘侵食の予測に用いられる可能性を示していると思われる。

4. あとがき

ここでは、波のインパクトを考慮した砂丘侵



図ー 3 砂丘侵食の数値計算結果（締め固めた砂丘＋規則波による計算）

食モデルを考案し、計算結果を示した。計算結果は、実験結果を実用的には再現していると思われる。この計算で用いた経験的漂砂量式は、大型造波水路で行なった実験結果に基づいているので、オーダー的には現地物の物に合うと考えられるが、今後、現地データを集めてそのキャリブレーションを行なう必要がある。

参考文献

- Edelman 1972; Dune erosion during storm conditions.
- Dean1977; Equilibrium beach profiles; U.S. Atlantic and Gulf Coasts
- Overton and Fisher 1988; Simulation Modeling of dune erosion.
- Kriebel and Dean1984; Beach and dune response to severe storms.
- Larson and Kraus1990; SBEACH: Numerical model for simulating storm-induced beach change.
- Steetzel 1993; Cross-shore transport during storm surges.
- Vellinga1983; Predictive computational model for beach and dune erosion during storm surges.