

II - 98

仙台港南部海岸における海浜地形変動の解析と予測

東北大学大学院環境科学研究科 学生員 ○坂上 毅
東北大学大学院工学研究科 フェロー 田中 仁
東北大学大学院環境科学研究科 正会員 風間 聡

1. はじめに

仙台海岸は東北地方では数少ない長大な砂浜を有する海岸である。しかし近年、当海岸において海岸侵食が進み、砂浜の消失が危惧されている（たとえば宇多ら¹⁾）。その主たる原因として、港湾構造物による沿岸漂砂の遮断、及び河川からの供給土砂量の減少等が考えられている。防災面だけでなく利用面、環境面において優れた機能を有する砂浜を維持・回復するためには、現地での状況及び海浜変形の実態を解明し予測に繋げることが不可欠である。

前報²⁾では、宮城県仙台新港から閑上漁港までの範囲において定期的に行った現地観測結果から沿岸漂砂による地形変動を捉え、波浪外力と汀線変化の関係についてニューラルネットワーク（以下 ANN と記す。）を用いたモデルについて検討を行った。そこで今回は短期的に挙動する岸沖漂砂による地形変動に着目し、ニューラルネットワークを用いて解析を行い、海浜地形変動の予測を試みた。

2. 対象地域概要

本研究における対象地域を次の図1に示す。

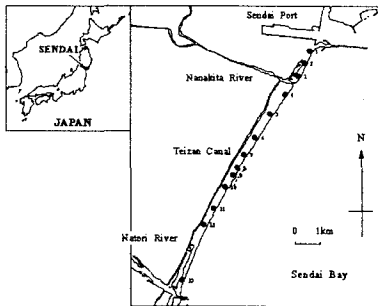


図1 対象地域

仙台湾沿岸は南東方向に太平洋を臨む、延長約60kmの単調な弓形の砂浜海岸である。本研究での対象地域は、仙台新港から閑上漁港に至る約13kmの仙台港南部海岸で、この海岸の特徴は北向きの沿岸漂砂が卓越しているという点である。

3. 使用データ

現地観測は対象地域に15本の測線杭を設置し、光波

測距儀を用いて定期的に海浜断面を測量している。

対象地域に入射する波浪データは、仙台新港約2km沖で観測されたNOWPHASによる波浪観測データを用いた。これに浅水変形を考慮して、NOWPHASより得た有義波浪データから碎波点でのエネルギーフラックスを算出した。

また、2004年12月20日に汀線近傍の底質を採取し、粒度分析を行い、中央粒径 D_{50} を求めた。 D_{50} は全域で0.2~0.3mmの範囲内にあるが、沿岸漂砂上手側では粒径の大きな底質が残留し、細かい底質は下手側へ移動している様子が見てとれる。また均等係数は3以下の値をとっており、粒度組成は D_{50} 付近に集中している。

4. 仙台港南部海岸の地形変化

前報²⁾では、現地観測で得られたデータから沿岸漂砂に起因すると見られる汀線変動について言及した。ところが実際の海浜では沿岸漂砂と岸沖漂砂による地形変動が重畳して発生しており、対象地域における既往の研究³⁾からもその傾向が明らかになっている。

岸沖漂砂に起因する地形変動は、汀線の後退過程は汀線位置が前進している状態の時に来襲した高波浪により短時間の内に起こり、その後静穏な条件のもと徐々に前進することが知られている⁴⁾。現地観測の結果、対象地域においてこのような地形変動が各測線において観測された。特に、汀線変動の標準偏差の大きい測線で顕著に現れた。

5. ANNを用いた解析

5.1 ニューラルネットワーク(ANN)

ANNは、神経系の情報伝達機構を模倣した情報処理方式であり、学習に基づく適応のアルゴリズムにより情報を処理できるという特徴をもっている。本研究では、評価・予測に適している階層型ニューラルネットワークを用いた。

5.2 ネットワークの構築

モデルを構築するための学習には、上述した沿岸方向・岸沖方向に分離したエネルギーフラックス($\text{tonf} \cdot \text{m} / \text{m} \cdot \text{s}$)と、当該期間の現地観測で得られた汀線変化量

$\Delta y_i(m)$ をそれぞれ基準化したものを教師データとして入力し、ネットワークを構築した(表1)。

表1 教師データ

Input layer	EF(longshore)	EF(crossshore)	Δy_{i-1}
Output layer	Δy_i		

さらに、現地観測の全データから、上述した岸沖漂砂に起因する地形変動が顕著に見られる期間を抽出し、ANNによる学習を行った。実際に適用したのは沖波が直接作用すると考えられる測線2, 13の他、河口地域、構造物設置地域といった対象地域において特徴的な地形条件を持つ測線4, 8, 10, 14にも適用した。その結果、各々の抽出期間における教師データと学習結果の相関係数は0.72~0.90となり、エネルギーフラックスと汀線変動の関係を学習させ、ネットワークモデルを作ることができた。

5.3 無次元パラメータの導入

堀川ら⁹⁾は、一様勾配の斜面を初期海浜形状として条件を一定とした実験波を作用させた時の海浜全体のプロファイル並びに汀線の前進・後退の限界が次式で表されることを示している。

$$\frac{H_0}{L_0} = C(\tan \beta)^{-0.27} \left(\frac{d}{L_0} \right)^{0.67} \quad (1)$$

ここで、 $H_0(m)$ は沖波波高、 $L_0(m)$ は沖波波長、 $\tan \beta$ は初期勾配、 $d(m)$ は底質の粒径である。このとき無次元パラメータ C は汀線の前進・後退の限界を示し、次の表2に示すように区分されている。

表2 海浜形状と C の関係

	experiment	field
Type1	$C \geq 8$	$C > 18$
Type2	$8 > C \geq 4$	$18 > C > 9$
Type3	$4 > C$	$9 > C$

ここでタイプ1は、汀線が後退し沖に砂が堆積する侵食形、タイプ3は汀線が前進し沖側での堆積がない堆積形である。

5.4 感度分析

以上の無次元パラメータの考え方をANNに適用し、感度分析を行うことにより汀線変動のシミュレーションを行った。感度分析では仮想の有義波高・周期・波向を設定し、その組み合わせから仮想のエネルギーフラックスを求め、それを上述したネットワークに入力

し、汀線変動を出力して行った。図2に測線2での感度分析結果を示す。

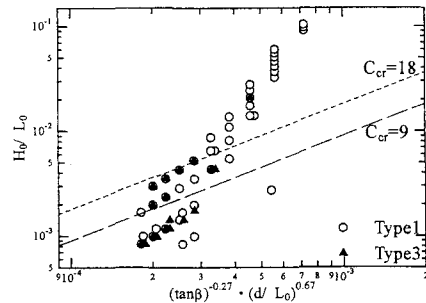


図2 感度分析結果(測線2)

これによると、主に $9 < C < 18$ の領域付近で重なる部分が見られるが、タイプ1が上方に、タイプ3が下方に位置し、それぞれが出現する領域は $9 < C < 18$ 付近を境に分けることができた。これにより、ANNを用いたモデルを汀線変動解析に用いることで、汀線前進・後退の予測が可能であると考えられる。

6. 結論

本研究の結論は以下の通りである。

1. 対象地域では沿岸漂砂と岸沖漂砂による地形変化が重畳しており、長期的に、また短期的にも地形が変化している。
2. 岸沖漂砂に起因する短期的な地形変化は C パラメータと密接に関係しており、その関係をANNで良好にモデル化することができた。
3. 汀線変動の予測・解析にANNが有用な手段であることを示した。

<謝辞>本研究を行うにあたり日本学術振興会科学研究費の補助を受けた。ここに記して深く謝意を表す。

参考文献

- 1) 宇多高明他(1990): 仙台湾沿岸における砂浜消失の危機, 海岸工学論文集, 第37巻, pp.479-483.
- 2) 坂上 毅他(2004): 仙台湾岸における海浜変化特性, 平成15年度土木学会東北支部講演概要, pp.302-303.
- 3) 例えば, 森 俊哉他(1998): 岸沖漂砂・沿岸漂砂に起因する汀線変動の分離, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.551-555.
- 4) 加藤一正他(1987): 短期汀線変動のモデル化の試み, 海岸工学論文集, 第34巻, pp.297-301.
- 5) 堀川清司他(1974): 波による二次元海浜変形に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第21巻, pp.193-199.