

II - 35

三次元の経験的固有関数による海浜地形の解析

東北大学大学院 学生員 ○永澤 豪
東北大学大学院 正会員 田中 仁

1. はじめに

現在、全国各地の海岸では、海岸侵食が大きな問題となっている。その原因として、海岸構造物による沿岸漂砂の遮断や、河川からの砂供給量の減少があげられる。本研究では、宮城県仙台海岸の海浜地形の変化を長年の現地観測によって捉えてきた。これらのデータを用いて統計的海浜地形解析の一つである経験的固有関数解析を行い、その有効性を検討した。

2. 観測概要及び観測結果

現地観測地域は、宮城県仙台湾の仙台港から閑上漁港南方1kmに及び全長約14kmの砂浜海岸である。海浜及び測線の位置を図-1に示す。仙台海岸での現地観測は、'93年から二週間に一回の割合で続けられており、今回の解析には、'96年10月から'99年10月までの3年間のデータを用いている。

調査海浜の侵食及び堆積は、主に岸沖漂砂に起因するものと沿岸漂砂に起因するものに分けられる。岸沖漂砂に起因する侵食は高波浪時に見られ、調査海浜全域において急激に侵食し、その後、ほぼ一定の速度で回復するという挙動を示す。沿岸漂砂に起因するものとしては、特に海岸構造物周りに見られ、荒浜の離岸堤、閑上漁港付近の南北で汀線の前進後退が逆になる傾向がある。これは、卓越した北向きの沿岸漂砂を海岸構造物が捕捉したためと考えられる。

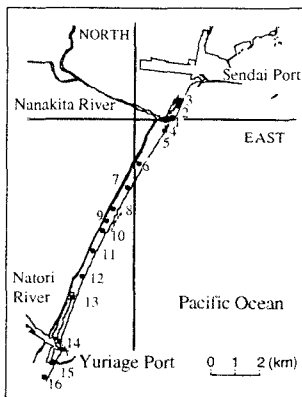


図-1 調査海浜

3. 経験的固有関数による解析

3.1 解析方法

経験的固有関数解析とは、地形変化を場所の関数と時間の関数との積に分離して解析する手法である。ここでは、森ら¹⁾にならって、沿岸方向に展開する手法を用いる。三次元の経験的固有関数は2つの正規直交関数の組を用いて次のように書ける。

$$y(x, z, t) = \sum_n c_n(t) e_n(x, z) \quad (1)$$

ここで、 $y(x, z, t) = \bar{y}(x, z, t) - \bar{y}(x, z)$ 、 $\bar{y}(x, z, t)$ ：基準線からの等深線距離、 $\bar{y}(x, z)$ ：基準線からの等深線距離の平均値、 n ：測点数、 $c_n(t)$ ：時間に関する固有関数、 $e_n(x, z)$ ：場所に関する固有関数である。この基礎式を観測データに適用して解析を行った。

3.2 三次元の経験的固有関数解析結果

ここでは、10測線のデータを用いた解析例を取り上げる。測定回数は43回である。第一成分と第二成分について場所の固有関数分布を図-2に、時間の固有関数の時系列変化を図-3に示す。第一成分と第二成分の寄与率はそれぞれ41.4%と15.6%で合わせて現象の57.0%を説明することができる。図-3から $e_1(x, z)$ は、調査海浜全域で正の値をとっており、 $c_1(t)$ の値によって、全海浜が一樣に前進後退することを示している。これは、岸沖漂砂を表現していると考えられる。特徴的なのは、離岸堤と七北田川付近の $T.P. < 0$ の値が大きいことである。これは、河口の近傍や離岸堤部で海浜勾配が緩いために、砂移動に対する等深線距離の移動量が大きいからである。

第二成分を見ると、離岸堤の南北及び、七北田川河口の南北で $e_2(x, z)$ の値の符号が変化している。調査海浜では、北向きの漂砂が卓越している。従って、離岸堤と七北田川の河口テラスが沿岸漂砂を遮断し、南北で侵食堆積傾向が逆になっていると考えられる。特に七北田川左岸で負の値が大きいのは、北寄りの波が卓越すると、仙台港南防波堤の反射波で侵食が生じることを表していると考えられる。

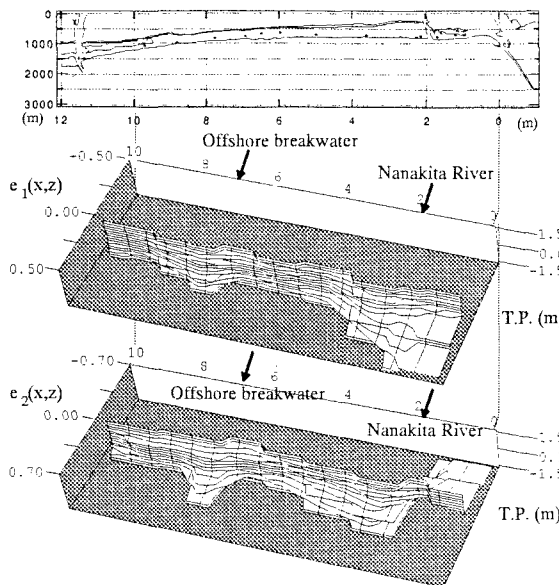


図-2 場所の固有関数の分布 (三次元)

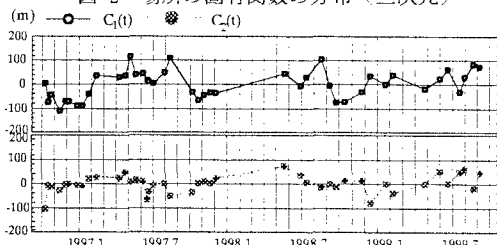


図-3 時間の固有関数の分布 (三次元)

3.3 二次元の経験的固有関数解析結果との比較

ここで、各 T.P. ごとの変化に寄与する成分の違いを見るために、各 T.P. ごとに二次元の経験的固有関数解析を行う。データは、三次元の解析と同じものを用いた。計算結果を図-5、図-6 に示す。また、第一成分、第二成分の寄与率を表-1 に示す。寄与率は第一・第二成分の寄与率は三次元と比べて大きくなっている。また、各 T.P. によってその変化に及ぼす成分の寄与率構成が違っていることがわかる。

次に固有関数の分布をみると、 $e_1(x)$ は、全 T.P. で同じ傾向を示しているが、 $e_2(x)$ では、 $T.P. < 0.0m$ と $T.P. \geq 0.0m$ では、符号が逆になっている。対応する $c_2(t)$ の値を見ると、 $T.P. < 0.0m$ と $T.P. \geq 0.0m$ で同符号と異符号の場合がある。 $c_2(t)$ の符号が同じ場合は $T.P. < 0.0m$ と $T.P. \geq 0.0m$ で侵食堆積傾向が全く逆なことを示している。これは勾配が変化するような海浜変

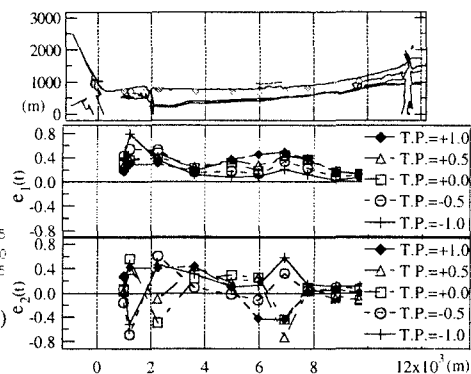


図-4 場所の固有関数の分布 (二次元)

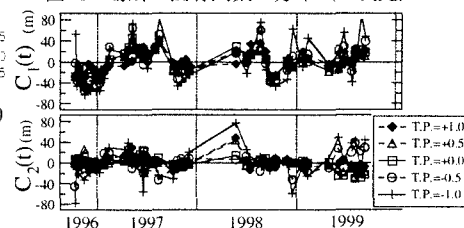


図-5 時間の固有関数の分布 (二次元)

表-1 T.P. ごとの寄与率

	T.P. = -1.0m	-0.5	0.0	0.5	1.0
1st. Comp.	0.4598	0.4995	0.5222	0.5241	0.4750
2nd. Comp.	0.2264	0.1599	0.1548	0.1727	0.1879
1st.+2nd.	0.6862	0.6594	0.6770	0.6968	0.6629

形を表現していると考えられる。

このように、標高によってその変形に寄与する成分の寄与率が異なっている。しかし三次元の解析では、全体として第一成分、第二成分を捉えるため、二次元と比べて寄与率が小さくなっていると考えられた。

4. まとめ

- (1) 観測データから、仙台海岸では、岸沖・沿岸漂砂が重複した海浜の変形が起きている。
- (2) 二次元よりも三次元の経験的固有関数解析では、第一・第二成分の寄与率が低くなった。
- (3) 二次元の解析結果から、海浜地形は T.P. ごとにその変形に寄与する成分の寄与率が異なるため、三次元解析では、第一・第二成分の寄与率が低下したと考えられた。

参考文献

- 1) 森 俊哉・田中 仁 (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