

II - 47

仙台港南部海浜変化の解析

東北大学大学院 学生員 ○森 俊哉

東北大学工学部 正 員 田中 仁

1. 序論

近年、仙台湾においては海岸侵食が進み、砂浜の消失が危惧されている。その実態を解明すべく、仙台湾で著者は定期的に現地観測を行ってきた。そしてこれまでの研究結果から、仙台湾では岸沖漂砂に起因する汀線変化と、沿岸漂砂に起因する汀線変化が重畳した汀線変化が起きていると思われる。

そこで、本研究では経験的固有関数を用いて岸沖漂砂、沿岸漂砂による汀線変化を分離し、それぞれの汀線変化と外力との関係を調べた。

2. 解析方法

今回の解析には、経験的固有関数(empirical eigenfunction)¹⁾を用いている。これは、地形変化を場所の関数と時間の関数の積に分離して表現するものである。従来の経験的固有関数による地形変化の解析は、岸沖方向への展開であったが、本研究の解析は沿岸方向への展開であり、この点が従来の研究との相違点である。

海浜地形データについては、航空写真から読みとった汀線位置の値を用いている。なお、解析の際には測定値($y'(x, t)$)から平均値($\bar{y}(x, t)$)を差し引いて使用している。測定期間は1990年5月から現在までである。

経験的固有関数は、二つの正規直交関数の組を用いて次のようにおける。

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

ここで $y(x, t)$: 平均汀線位置からの変動量($y(x, t) = y'(x, t) - \bar{y}(x, t)$)、 $c_n(t)$: 時間に関する関数、 $e_n(x)$: 場所に関する関数、 n : 地形を固有関数を用いて近似するときの固有関数の個数、である。

3. 結果

場所に関する固有関数の分布を図1に、時間に関する固有関数の分布を図2に示す。ここでは、固有値の大きいものから二つ(大きい方から添字1, 2をつける)を選んで載せている。また寄与率は、第一成分で49.6%、第二成分で19.4%であり、この二つで現象の約70%を説明できる。以下に各成分の固有関数のもつ物理的意味を考察する。

第一成分の $e_1(x)$ については調査海浜の全域で正の値をもつことが分かる。このことから、汀線位置は $c_1(t)$ が正の時には沿岸方向に一樣に前進し、負の時には後退するといえる。この現象は岸沖漂砂に起因する汀線変化を表しているのではないかと推察できる。そこで砂村・堀川²⁾によって示された C_s パラメータと $c_1(t)$ との関係を図3に示す。 C_s パラメータの定義は次式の通りである。

$$C_s = \frac{H_0}{L_0} / (\tan \beta)^{-0.27} \left(\frac{d}{L_0} \right)^{0.67} \quad (2)$$

ここで H_0 : 沖波波高、 L_0 : 沖波波長、 $\tan \beta$: 海浜勾配(1/25)、 d : 底質粒径(0.2mm)である。 H_0, L_0 については、航空写真撮影日以前一週間の平均値を用いた。砂村・堀川によれば、汀線移動の境界は $C_s=18$ であり、 $C_s>18$ で侵食、 $C_s<18$ で堆積となる。図3に示されたデータのばらつきは非常に大きいものの、 C_s の値が大きいときすなわち高波浪時に $c_1(t)$ が負の値をとる傾向が見られる。これより、高波浪時には $c_1(t)e_1(x) < 0$ となり、汀線が後退することを説明できる。

次に、第二成分の $e_2(x)$ は、荒浜離岸堤を境に正負が逆転することが特徴的である。これは離岸堤の南北で汀線の前進、後退が対称的であることを意味する。ところで、調査海浜では波の入射方向によってこれと類似した汀線変化が起こることが分かっている。この現象は比較的長期的な海浜変化の傾向であり、沿岸漂砂に起因する汀線変化を示すものと推察できる。そこで、 $c_2(t)$ と波エネルギーフラックス(沿岸方向成分)との関係を図4に示す。図中で、正の波エネルギーフラックスは南寄りの波浪に対応している。この図から、ばらつきは大きいものの北寄りの波浪が来襲したときに $c_2(t) > 0$ となる傾向が見られる。このとき、仙台港防波堤付近と離岸堤南部では $c_2(t)e_2(x) < 0$ となり、汀線が後退することとなる。一方、離岸堤北部では $c_2(t)e_2(x) > 0$ であり、このとき汀線は前進する。

この様に、経験的固有関数によって分離された第一及び第二成分は、それぞれ岸沖漂砂に起因する地形変化と沿岸漂砂に起因する地形変化とに対応していると推察される。

4.まとめ

本研究では、経験的固有関数を用いて仙台海岸の地形変化について解析を行った。約七年間のデータをこの手法によって解析し、海浜で生じる地形変化と外力である波浪との関係を調べた。この結果、岸沖漂砂に起因する地形変化と沿岸漂砂に起因する地形変化とを分離することができ、それらの変化と外力との関係を考察することができた。しかし、定量的な変化予測が可能になるまでには、今後更に多くの調査が必要になろう。今後は航空写真のみならず、実測による海浜縦断形状データ等も活用し、より高精度の解析を行いたい。

謝辞:

本研究を行うにあたり、貴重な波浪データを提供して下さった運輸省第二港湾建設局塩釜工事事務所の皆様に感謝致します。

参考文献:

1)例えば、Winant, D.C., D.L.Inman and C.E.Nordstrom : Discription of seasonal beach changes using empirical eigenfunction, J.G.R., Vol.80, No.15, pp.1979~1986,1976.
2)Sunamura,T.and K.Horikawa:Two-dimensional shore transformation due to waves,Proc.14th Conf. Coastal Eng.,pp.920~938,1974.

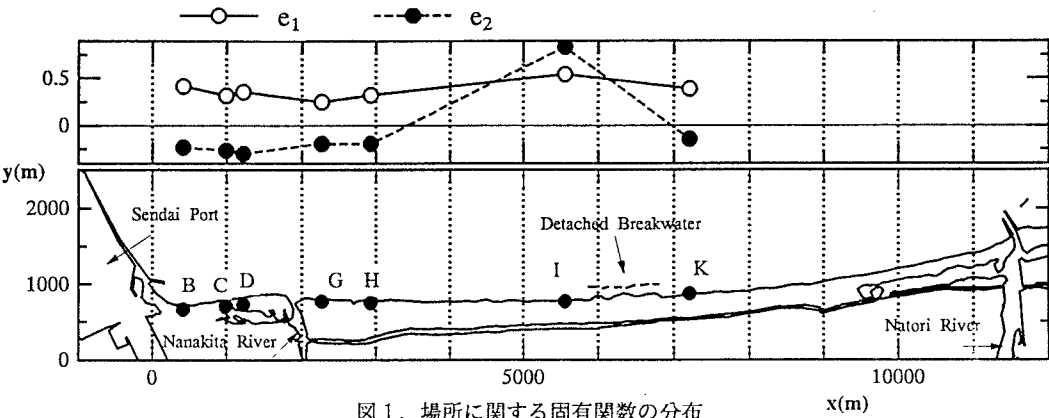


図1. 場所に関する固有関数の分布

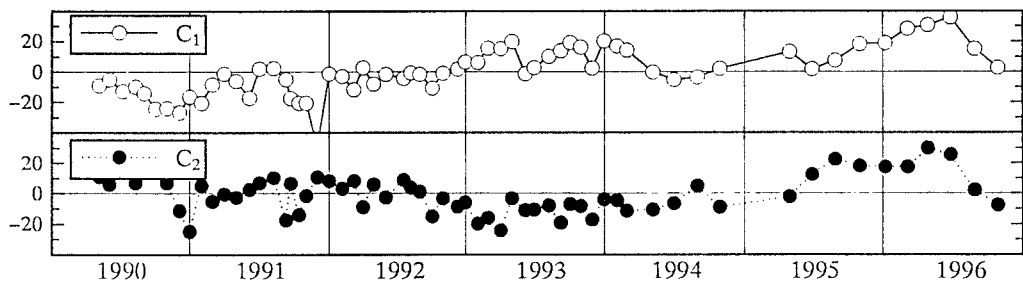


図2. 時間に関する固有関数の分布

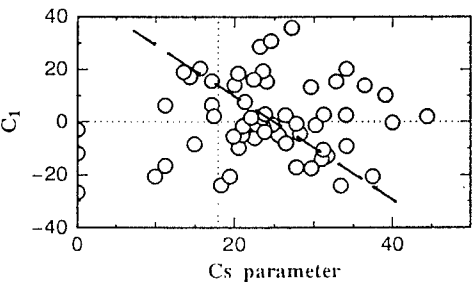


図3. C1とCs parameterの関係

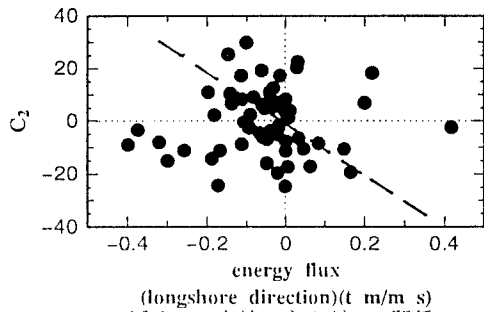


図4. C2と波エネルギーの関係