

II-98 空中写真を用いた仙台北岸の海浜変形に関する研究

東北大学大学院工学研究科 学生員 ○黒澤辰昭
東北大学大学院工学研究科 正会員 田中 仁

1. はじめに

近年、仙台北岸においては海岸侵食が進み、砂浜の消失が懸念されている（たとえば宇多ら，1990）．一部の海岸では砂浜が消失した区間も生じている．その主たる原因は，海岸構造物の建設に伴う沿岸漂砂が遮断されること，及び河川からの供給土砂量が減少することである．今後も海岸侵食による砂浜の消失が懸念されている．防災のみならず，環境，利用の面でも優れた機能を有する砂浜を維持・回復させるためには，現地での状況及び海浜変形の原因を正確に捉えて将来を予測することが重要である．

本研究では，仙台北岸において，空中写真データを元に，経験的固有関数法（以下，「PCA」と表記），複素経験的固有関数法（以下，「CPCA」と表記）を適用し，海浜変形を考察する．

2. データセット及び解析手法

本研究では，独自に1994年から2ヶ月に一度の割合で定期的に撮影している空中写真があり，2002年11月まで47回分のデータを用いて解析を行った．空中写真の縮尺はおおよそ1/8000であり，汀線位置の補正は潮位とwave set-upを考慮した．より詳細な汀線変動を観察するために今回は200m間隔で汀線位置を比較した．

得られた汀線データに対し，PCA及びCPCAを適用した．PCA，CPCAは n 個の時間の関数と場所の関数の積によって表現する主成分分析の1つであり，これまで海浜変形モデルとして数多く適用され，独自の発展を遂げてきた．PCA，CPCAは以下の(1)式によって表現できる．

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

ここで， $y(x, t)$ ：平均汀線位置からの変動量， $c_n(t)$ ：時間に関する固有関数， $e_n(x)$ ：場所に関する固有関数である．PCAでは，各関数が実数をとるのに対し，CPCAでは各関数が複素値をとるため，これらを乗算し実部を取り出すことによって地形を再合成すること

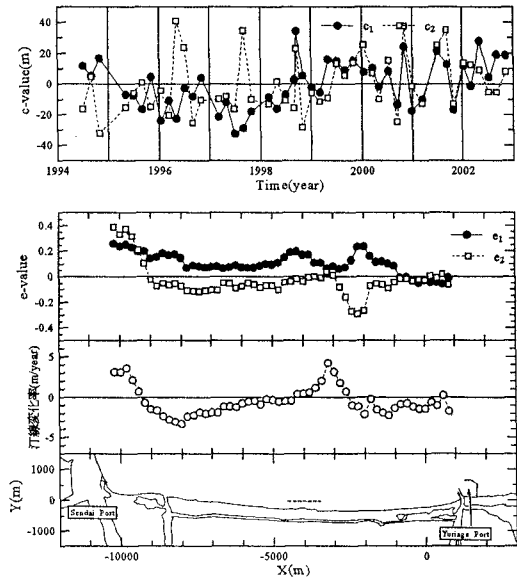


図-1 PCAによる解析結果

ができる（Horel，1984）．

3. PCAを用いた解析結果

図-1は，PCAを適用して得られた第一，第二成分の場所の関数 $e_n(x)$ と時間の関数 $c_n(t)$ を示す．第一，第二成分の寄与率はそれぞれ，30.8%，16.4%である．第一成分 $e_1(x)$ は，名取川河口左岸ではゼロに近い値を示すものの，ほぼ調査海浜全域に渡って正の値をとっており， $c_1(t)$ が正であれば調査海浜全域に渡って一様に前進し，負であれば一様に後退することを意味する．従って第一成分は岸沖漂砂に起因する成分だと考えることができる．これに対して第二成分 $e_2(x)$ は，離岸堤南側（図中右側）及び七北田川右岸で負の値を示し，七北田川左岸で正の値を示しているのが分かる．この海岸に特有の北向きの沿岸漂砂により，離岸堤南側，七北田川右岸はそれぞれ，離岸堤群，河口テラスにより土砂が堆積する．一方，七北田川左岸では，仙台港南防波堤の反射波の影響で南向きの沿岸漂砂が生じ汀線が後退する（森下ら，1995）．これは $e_2(x)$ が負の領域を北向きの沿岸漂砂によって汀線が前進する

区間、正の領域を汀線が後退する区間と考えると、沿岸漂砂が卓越した場合の汀線変化に対応していることが分かる。よって第二成分は沿岸漂砂に起因する成分だと考えることができる。第三成分以下は、紙面の都合上掲載していないが、有意な解釈は得られなかった。

4. CPCA を用いた解析結果

図-2 は CPCA を適用して再合成した第一～第四成分の地形に対し、横軸に観測地点、縦軸に観測時間を時系列に並べ、平均汀線位置からの変動を表示したものである（黒：平均汀線位置の後退、白：前進）。第一～第四成分の寄与率はそれぞれ、33.0%、17.5%、11.3%、8.7%である。図-2 より各成分は以下のように説明できる。第一成分は対象海浜全体で正もしくは負の値を示しており、PCA の第一成分と同様、岸沖漂砂を表現していると考えられる。第二成分においては、七北田川河口左岸付近と離岸堤南側付近で大きな値を示し正負が入れ替わっているのが分かる。また、それ以外の地域では殆ど変化がないのが観察できる。よって第二成分は、PCA の第二成分同様、沿岸漂砂に起因すると考えられる。第三成分は、離岸堤北側（図中左側）と仙台港で正負の値が入れ替わり、この区間でポケットビーチと同様な挙動を示していることが観察された。第四成分は、荒浜離岸堤から名取川河口までの区域で変動が大きくなっており、一部では汀線前進区間が北側に移動している様子が観察できる。ここで、外力との関係を調べるために、名取川の流量データを用いた。図-3 に名取川水系名取橋における月最大流量を示す。図-3 より、この期間の直前（1994 年 9 月、1998 年 8 月）、日平均流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ を超える出水が起り、名取川から多量の土砂が供給されていると考えられる。この結果より、第四成分は河川から供給された土砂が沿岸漂砂により移動する現象を捉えたと推察される。

5. おわりに

PCA, CPCA によってこの海岸における海浜地形変化の特性を抽出することができた。最も大きい成分は岸沖漂砂に関連するものであり、次いで沿岸漂砂に関連するものであった。さらに、CPCA を用いることにより、定在波成分だけでなく、河川供給土砂が沿岸漂砂によって移動する現象のような進行波成分を捉えることができ、より詳細な海浜地形変化に対する知見を得ることができた。

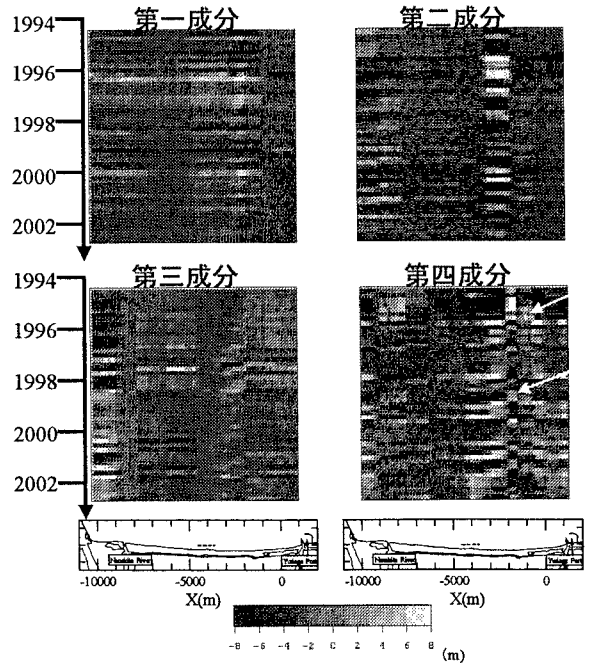


図-2 CPCA による再合成地形

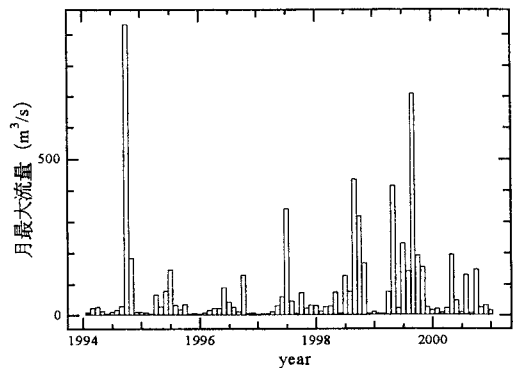


図-3 名取橋における月最大流量

謝辞：本研究に対して日本学術振興会科学研究費の補助を受けたことを付記する。

参考文献

- 宇多高明・小俣 篤・峯松麻成(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.
- 森下保壽・高橋次郎・川俣良一・坂井隆行・片野明良(1995)： 構造物の反射波による海浜変形の抑制効果，海岸工学論文集，第 42 巻，pp.711-715.
- Horel, J.D. (1984)： Complex principal component analysis： Theory and Examples, *J. Climate Appl. Meteor.*, Vol.23, pp.1660-1673.