

〇広島市役所 正員 木谷淳一
 〇鳥取大学工学部 正員 野田英明

1. まえがき 本研究は Inman らが提案した Empirical Eigenfunction を鳥取海岸に適用し、海岸地形変化特性を考察する。また、主成分分析法の一つである Eigenfunction に対し、因子分析法をも適用し、こうした方法の有用性を確かめる。海底断面形状は鳥取港東防波堤東側 1.0 km (+1.0 km) および 4.1 km (+4.1 km) ならびに同西側 3.4 km (-3.4 km) の昭和 45 年から昭和 55 年までの 10 年間の資料を用いる。

2. 結果および考察 Empirical Eigenfunction は水深 h_{xt} を場所 x の関数と時間 t の関数の積に分離するものである。
 すなわち

$$h_{xt} = \sum_{n=1}^{\infty} C_n t \cdot e_n x \quad (1)$$

と展開する。ここに、 $e_n x$ は、Eigenfunction (固有関数) であり、場所 x の関数である。 $C_n t$ は、 $e_n x$ の時間的变化を表わす時間関数である。鳥取港東防波堤東側 4.1 km (+4.1 km) の観測値に対する計算結果を図-2 および図-3 に示す。固有関数 e_1 は、従来の研究において指摘されているとおり平均的形状を表わしている。また e_2 および e_3 はともに距岸 600 m までに大きな変動を示している。この付近は海岸形状 (図-1) と比較すると大きなバーステップの位置となっている。このことから従来の研究と同様に e_2 および e_3 が、バース形成に関与していることがうかがえる。つぎに図-3 に示される時間関数 C_1 , C_2 , C_3 に関して検討する。 C_1 , C_2 および C_3 には明確な周期性はみられない。これは観測値が年 2 回の深浅測量から得られることが関係していると考えられる。さらに短期間で深浅測量を繰り返せば、周期性が明らかになるであろう。ここで時間関数の持つ物理的意味を明確にするため、千代川流下流量と比較した。千代川流下流量は計算結果との比較を考慮して半年ごとの累加流量を算出した。この流下流量に対して対応がみられたのは測線 +1.0 km と測線 +4.1 km の時間関数 C_3 である。測線 +1.0 km の C_3 は、流下流量とよく対応している。また、測線 +4.1 km の C_3 は、高出水に対して約 2 年半遅れで対応している。すなわち、鳥取港東防波堤より東側の測線における C_3 は、千代川流下流量と対応しており、固有関数 e_3 は、千代川からの排出土砂によるバース形成に関与しているといえそうである。測線 +1.0 km の C_3 に対して測線 +4.1 km の C_3 は流下流量に対応するのに約 2 年半の遅れがあることから千代川からの排出土砂は東へ移動するという推定が成り立ちそうである。このことは、鳥取海岸において西風が圧倒的に

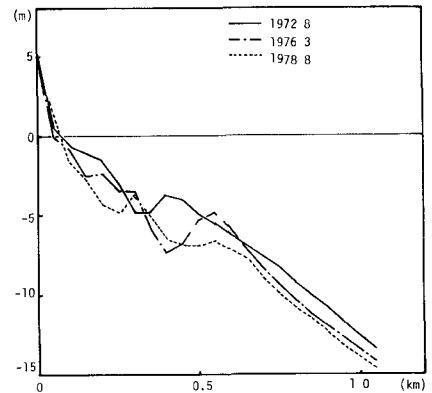


図-1 海岸形状 (+4.1 km)

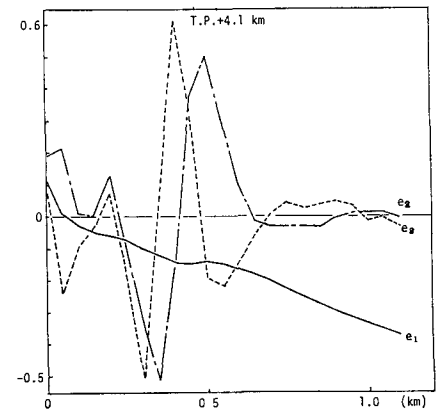


図-2 固有関数

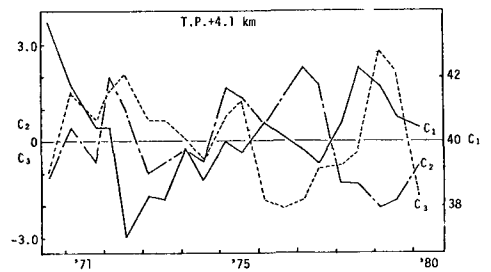


図-3 時間関数

多いたの排出土砂は東へ進むと考えるのが妥当であり、測線-3.4 km におけるUが干代川流下流量と対応がみられないことなどから間接的に裏付けられると考えられる。この他、物理的意味付けのできなかった固有関数および時間関数などについては、さらに詳しい海洋資料が必要である。

つぎに、因子分析法と海床地形変化特性に適用する。Empirical Eigen functionにおいて論じている海床地形変化特性は、因子分析法における共通部分であって、独自因子の効果が無視されていると考えられる。因子分析法によると、より詳しい地形変化特性が得られることが期待される。

因子分析では標準測定値行列を

$$Z = FA' + VU \tag{2}$$

と仮定する。ここに、Fは共通因子行列、Vは独自因子行列、

Aは因子負荷量行列、Uは独自因子負荷量対角行列である。

① $1/N FV = 0$ ② $1/N VV = I_p$ ③ $1/N FF = I_r$ と仮定する。ここで

相関係数行列Rは $R = 1/N Z'Z$ で表わされるので直交解の場合

$$R = 1/N Z'Z = AA' + U^2 \tag{3}$$

となる。つぎにRの対角要素には

$$1/N (Z_j, Z_j) = 1/N \sum_{k=1}^r Z_{jk} Z_{jk} = a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jr}^2 + U_j^2 = 1$$

となり、 $a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jr}^2$ とおき、この a_{j1}^2 を観測結果 Z_j の共通性という。さらに

$$R_F = R - U^2 = AA' \tag{4}$$

とすると、 R_F には対角要素に共通性 a_{j1}^2 が入っており、非対角要素はRと一致している。因子分析の手順は、この R_F から因子負荷量行列Aを見出すことである。測線4.1kmの観測値に対応する計算結果を図5～図7に示す。この結果から明らかに、固有関数と共通因子はほぼ対応している。また時間関数と因子負荷量行列も U を除いて対応している。共通因子と因子負荷量は、 a_1 を除いて固有関数と時間関数と同様に物理的意味付けができてしまう。 a_1 については、さらに検討する必要がある。また因子分析によって新しく計算された独自因子と独自因子負荷量は十分な検討ができなかった。しかし、侵食型の実験の結果から独自因子の変動は砂の変動を表わしており、砂が

大きく移動している場所では独自因子の値が大きいことがわかった。このことを考慮して測線+4.1kmの独自因子(図6)をみると距岸300m以内では砂がかなり変動していることがわかる。

今後の課題として測線をもっと多く設けて変化特性を考察すること、深浅測量を短期間で繰り返して急激な気象変化による海床形状の変化の傾向を知ることなどが必要であろう。

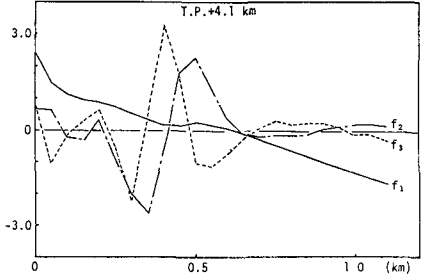


図-4 共通因子

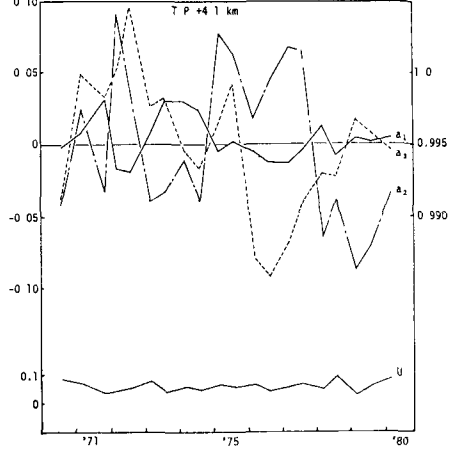


図-5 因子負荷量(a)および独自因子負荷量(U)

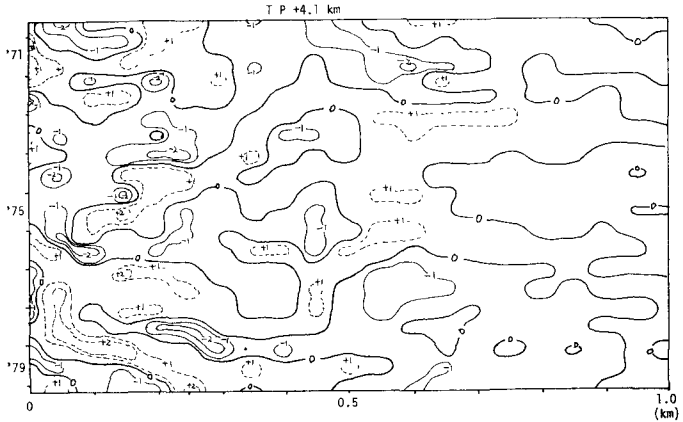


図-6 独自因子