

Ⅱ－４ 吉野川下流部河床変動状況の解析

徳島大学工学部 正会員 中野 晋
香川県庁 正会員 ○河井祐輔
元徳島大学 飯原恒徳
淡水生物研究所 フェロー 三井 宏

1. まえがき 吉野川河口には大きな河口砂州があり、防災面・環境面に大きな影響を与えている。この砂州の伸長を検討する際に、河口域だけでなく上流域からの影響を考える必要がある。本研究では定期河川横断面測量データを用いて経験的固有関数法により河床変動状況を解析した。

2. データと断面積の算出 吉野川については、建設省が実施した定期河川横断面測量データ（以下、定期横断面測量データと略す）が蓄積されている。これは左右岸約 200m おきに設置されている河川距離標点間の深浅測量結果であり測量範囲は、河口から上流 80 km 付近にある池田ダムまでの建設省直轄区間である。今回 1977 年から 1996 年までの約 20 年間のデータが得られたため、池田ダムより下流域の土量変化についてこの定期横断面測量データをもとに考察する。定期横断面測量データからは直接土量変化を算出できないため、各断面の断面積に注目し、その増減で土量変化がどのようになっているか検討する。

定期横断面測量データは、左右岸の距離標点間を測線とし、左岸の距離標点からの距離とその地点の標高により構成されている。

断面積の算出方法としては、基準面 A.P.-20m を決め、 i 地点と $i+1$ 地点間を台形近似し、 i , $i+1$ に対応する標高を $z(i)$, $z(i+1)$ として面積を求める。これを繰り返して、面積の総和を求める。さらに基準年を 1979 年として、この年の面積を基準とした変化量を算出し、これを基準面から河床位までの面積（以下断面積とする）とした。したがって、各年でプラスの値をとれば堆積、マイナスの値であれば侵食を示す。

解析に用いた観測年は 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 93 および 96 年であり、解析範囲は河口から 54km までとした。

3. 経験的固有関数¹⁾による解析方法 得られた断面積データを解析するために経験的固有関数を用いた。断面積変化が何らかの波形を成して下流へと伝播していると仮定すると、通常の波の場合は正弦波の重ね合わせであるためにフーリエ解析でよいが、今回の場合には基本モード関数が正弦波という保証はない。したがってフーリエ解析を用いるのは妥当ではない。経験的固有関数による解析では、データをもとに基本モード関数を経験的にみつけるために適切であると考えられる。

河川距離標点に沿った横断面の測点を順番に 1, 2, ..., n_x と番号を付し、この測点において n_t 回横断面測量が繰り返されているとする。 x は測点番号、 t は測量年月を表す整数値とする。そして x 番目の測線において t 回目の深浅測量時の断面積を $S(x, t)$ で表す。経験的固有関数の解析は、 $S(x, t)$ を

$S(x, t) = \sum_n c_n(t) e_n(x)$ のように表現するものである。 $c_n(t)$ は時間関数、 $e_n(x)$ は空間関数を示し、両者の積で傾向を判断することになる。

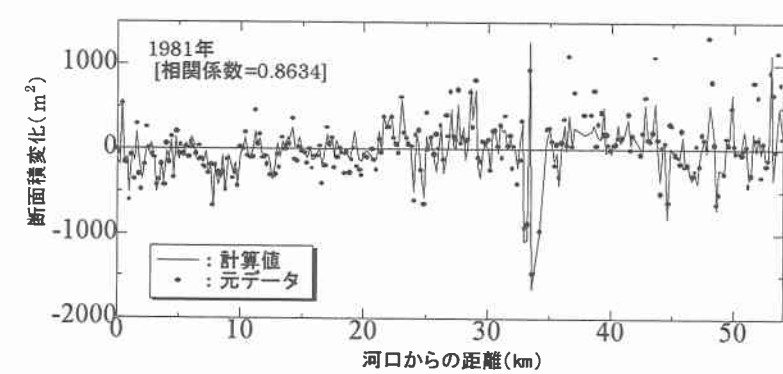
経験的固有関数を求めるには、断面積データから、 $a_{ij} = 1/n_x n_t \cdot \sum_{t=1}^{n_t} S(i, t) S(j, t)$, ($1 \leq i \leq n_x, 1 \leq j \leq n_x$) を要素とする実対称相関マトリックス $\mathbf{A}$ を計算する。 e_n は $\mathbf{A}$ の固有ベクトルとして求め、 c_n は、 e_n の直交性を利用して $c_n(t) = \sum_{x=1}^{n_x} S(x, t) \cdot e_n(x)$ のように求まる。

フーリエ解析では、成分波を周波数の順番にならべるが、この解析では固有値 λ_n の大きい順にならべる。

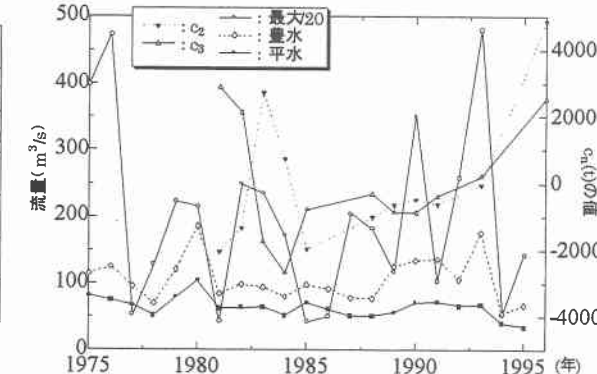
また、各 e_n の重要度を示すパラメータとしてそれに対応する固有値 λ_n により寄与率 $= \lambda_n / \sum_{i=1}^n \lambda_i$ が定義されており、その成分がどの程度寄与しているかを知ることができる。

断面積を算出するときには基準年からの変化量として断面積を計算したが、経験的固有関数を適用するにあたって、断面積は平均断面積からの変化量 $\Delta S(x,t) = S(x,t) - \bar{S}(x)$ として解析を行った。

4. 解析結果 解析の結果、寄与率は大きいものから 44.01%、16.64%、12.10% となり、この 3 つで 72.74% となるため、この 1～3 のモードを用いて河床変動の要因を検討した。この 3 つを用いて再現した断面積は実際のデータと比較しても図－1 のように平均 0.8 程度の相関係数を持ち、検討に十分な精度であると考えられる。



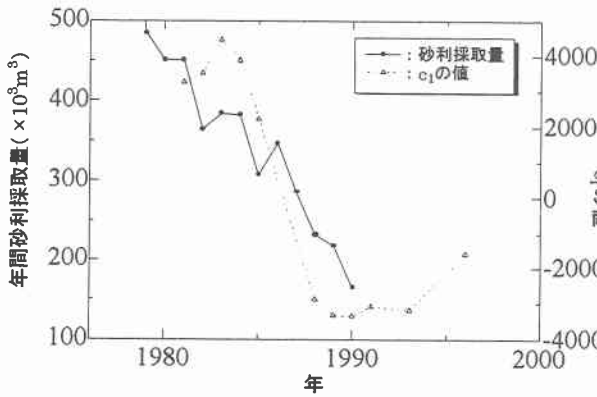
図－1 実測値との比較



図－2 流況との比較

c_2 、 c_3 に関しては両者とも傾向がよく似ており、何らかの同一の原因の成分波ではないかと思われる。図－2において河川流と c_2 、 c_3 との関係を調べたが明確な関係は認められなかった。また、 c_1 については、図－3のように砂利採取量とよく対応しており、砂利採取の影響が河床変動に大きく関与していることが分かる。1985 年から 1988 年の間のデータが欠けていることと、また 1990 年以降の砂利採取データがないために確定できないが、何らかの関係があるものと思われる。

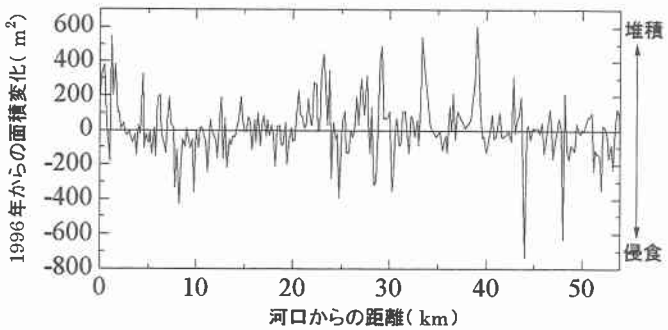
さらに、1990 年以降の傾向が今後も持続すると仮定して、1996 年から 2000 年までの断面積変化量を算出し、その結果を図－4に示す。河口域と 20～40km 付近では堆積、10～20km と上流域では侵食傾向にあると判断され、砂州へ土砂が供給されるものと思われる。



図－3 砂利採取量との関係

5. まとめ 吉野川下流域の河床変動は砂利採取に依存していることが判明した。現在、砂利採取量が極端に減少していること、将来的にも河口域が堆積傾向にあることを考えると、河口砂州に対する供給土砂量が増加し、今後砂州は拡大傾向にあると考えられる。

6. 参考文献 1) 加藤一正, 吉松 晃: 三次元の経験的固有関数による深淺図解析法, 港湾技術研究所報告, 第 23 巻, 第 2 号, 1984



図－4 1996 年から 2000 年までの断面積変動量