

徳島大学工学部 正会員 ○ 中野 晋
徳島大学工学部 正会員 岡部 健士

1. はじめに 吉野川下流域の環境を考える上で長期的な地形変動の把握は重要である。本研究は旧建設省が 1967 年～2000 年に実施した定期河床横断測量データを用いて 30 年あまりにわたる吉野川下流域の地形変動特性を調べたものである。なお、昨年の技術研究発表会でも同様の報告¹⁾を行ったが、データの取り扱い方法に問題があったことが判明したため、再検討を行った結果について報告する。

2. 解析方法の概要 横断面内においては、橋脚や河川敷上に障害物があれば測量できないため、測量間隔は不等間隔であり、年ごとの測点が統一されていない。しかし、各地点の河床位の経年変化を調べるためには全測量期間を通して、測点位置が同じであることが望ましい。そこで、各断面内を 100 等分し（各断面内の節点数は 101 個）、河床位評価位置が解析対象期間を通して一致するよう原データから河床位を内挿補間して求めた。なお、測量は河口 0km 地点から 77.8km 地点まで 200m おきの 390 断面で実施されているが、この内、0～15km の下流域に関して主成分分析法の 1 つである経験的固有関数法による分析と線形トレンド解析を行い、30 年余りの地形変動特性について調べた。

3. 結果と考察

図 1 に河口より 50km 地点までの低水路内平均河床位の変化状況を示す。1967 年の平均河床位を基準にして各年の平均河床位の変化を示しており、過去約 30 年の河床変動状況の概要がわかる。いずれの区間でも 1980 年頃までに最大 2m の急激な河床低下が生じ、それ以後は現在まで河床位変化は穏やかになっている。1980 年以降だけを見ると河床位変化は 0～30km がほぼ一定あるいは緩やかな上昇傾向、30～50km が緩やかな低下傾向を示している。また 1985 年以降は 0～5km 区間の河床上昇と 35～45km 区間の河床低下が特に顕著となっている。

図 2 は河口部の 0～15km の各地点を対象に、平均河床の上昇が始まった 1985 年以降とそれ以前の両期間について、線形回帰より平均河床上昇速度を求めたものである。なお、地形との関係がわかるように 2000 年の河床位分布を最下段に示している。現在、0.4km から 1.8km 付近の右岸側に沿って河口砂州が形成されている。この砂州も 1975 年以前には先端が海側に張り出していたが、河床低下の進行とともに河道内に後退し、現在の位置で概ね安定している。従って河口から 2km までの区間の変動の要因は河口砂州の移動の影響が大きい。1985 年以前と以降について全体的な傾向を見ると明らかに河床低下速度の大きな所が減少して、広い範囲で河床上昇傾向が強まっていることが読み取れる。

図 3 と **図 4** に欠測年データを線形内挿により補間して作成した 1967～2000 年の 34 年分の測量データから算出された空間固有関数 e_i と時間固有関数 c_i を示す。モード 1 の寄与率は 53.2% と河床変動現象のおよそ 1/2 を表し、モード 2 は 18.0%，さらにモード 4 までの累計で 83.6% である。河床変動量 z_b^* は各年の河床位 z_b ，34 年間の平均河床位 $\bar{z}_b$ ，空間固有関数 $e_i(x, y)$ ，時間固有関数 $c_i(t)$ を用いて次式で表現される。

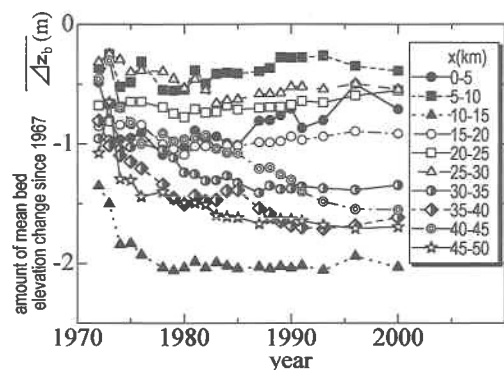


図 1 平均河床位の経年変化

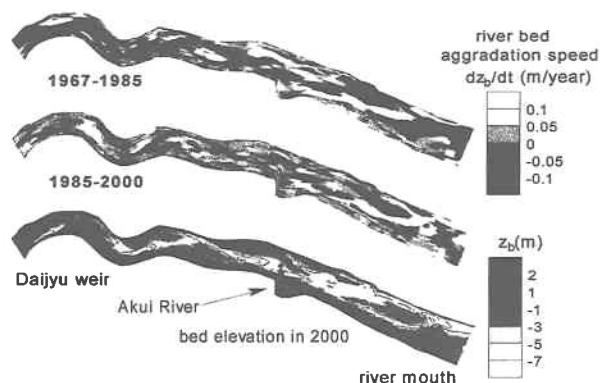


図 2 平均河床上昇速度

$$z_b^*(x, y, t) = z_b(x, y, t) - \overline{z_b}(x, y) = \sum_{i=1}^n c_i(t) e_i(x, y)$$

で表される。 c_i と e_i の積で表されるため、 $e_i > 0$ の地点では $dc_i/dt > 0$ の場合に河床上昇傾向、 $dc_i/dt < 0$ の場合に河床低下傾向であることを示している。一方 $e_i < 0$ ではこれと逆の関係がある。

図3でモード1の e_1 は図2の 1967～1985 年の平均河床上昇速度と良く対応しており、河床低下速度が大きい所で正、河床上昇地点で負となっている。 e_2 は滞筋周辺で負値となっているが、1985 年以降の河床上昇地点と概ね一致している。図4からは次のことがわかる。 c_1 は 1978 年頃まで急激に減少するが、それ以降、減少の程度は緩やかとなっている。モード1は 1985 年以前の河床上昇速度と逆の相関があるが、1980 年以前に dc_1/dt が絶対値の大きな負値を示すことで説明ができる。したがってモード1は 1980 年までに完了した事象による河床変動モードであることがわかる。一方、 c_2 は 1976 年に最大となった後、ほぼ一様な勾配で減少を続けている。 e_2 は滞筋周辺で負の値をもつため、1976 年までは滞筋部で河床低下が生じ、その後堆積傾向に転じたことを示している。またこれとは逆に e_2 が正值を示す 2km 付近で左岸から 0.5km の浅瀬を見ると 1975 年頃までに河床低下が生じるが、その後河床上昇に転じている状況が表されている。

図5は早明浦ダム他の上流4ダムの年間ダム堆砂量の9年移動平均値、河口～池田ダムまでの 77.8km 区間に流入する支川周辺で実施された砂防ダムへの堆砂量、同区間における砂利採取許可量についてまとめたものである。なお、砂防ダムの堆砂量は実際の堆砂量に関するデータがないため、次のように推計している。徳島県土木部砂防課より 1975 年度から 1996 年度までに竣工した砂防ダムの場所、河川名、計画堆砂量の記録を入手し、竣工後に毎年均一に堆積し、5 年間で満砂状態に達するという大胆な仮定を行い、各年の堆砂量を評価した。この図から次の3項目が読み取れる。①1960年代後半は砂利採取により、年間 200 万 m^3 を超える土砂が河川外に持ち出されていた。②1970年代は砂利採取量の低減とダム堆砂量の増加がほぼ同じで、この間は人工的に土砂供給量が年間 150 万 m^3 程度低減されている。③1980年以降、ダム上流部での砂防事業の効果によりダム堆砂量が減少したため、人工的な土砂供給の低減は単調に減少し、1980年から1995年の15年間で約 1/3 となっている。これらの結果と EOF 解析の結果から、モード1は 1980 年以前の河床低下と密接に関係すること、時間固有関数と砂利採取許可量の経年変化と対応することから供給土砂量の人工的な低減量、特に砂利採取量と関係の深い因子であると推定される。一方、モード2は 1975 年を境に堆積と侵食の傾向が変化することや年間ダム堆砂量と関係が深いことから上流ダム群の建設とダム堆砂量に関係するモードであると推定される。

謝辞：定期横断測量データは国土交通省四国地方整備局徳島工事事務所より提供された。ここに謝意を表す。

参考文献 1) 藤川ら：土木学会四国支部第7回技術研究発表会，pp.122-123, 2001。

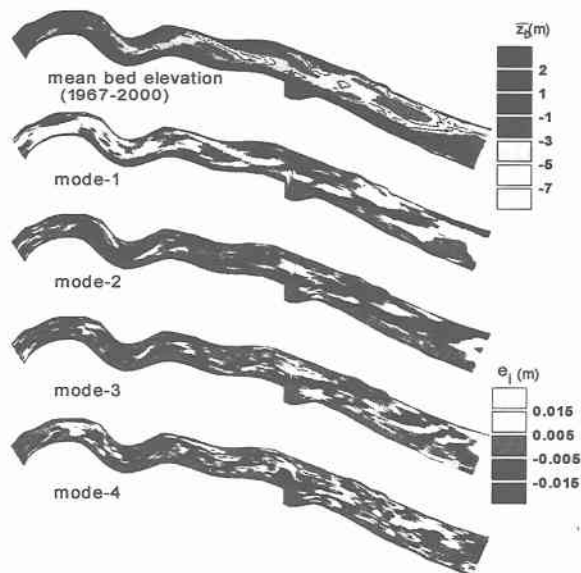


図3 空間固有関数の分布

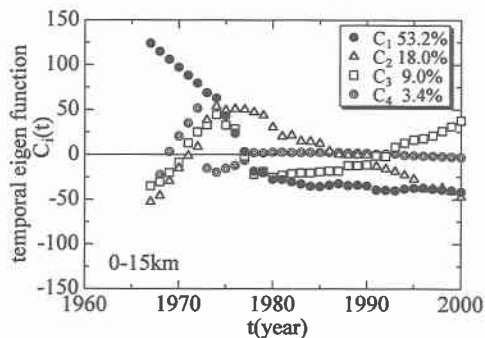


図4 時間固有関数

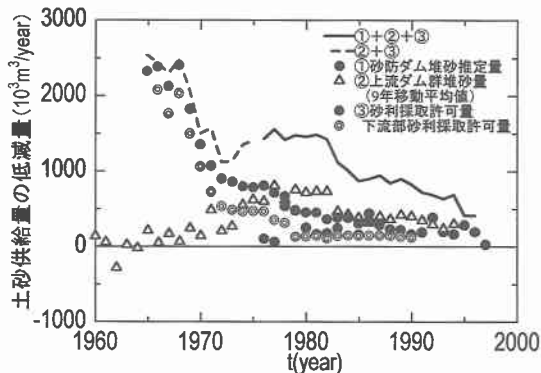


図5 土砂供給量の年間低減量