

## 宮崎県北川における砂州の河床変動解析

佐賀大学大学院 学生員 ○中田哲二 大崎頌太  
 佐賀大学理工学部 正会員 渡邊訓甫 平川隆一  
 宮崎大学工学部 正会員 杉尾 哲

## 1. はじめに

宮崎県北川は H9 年 9 月台風 19 号に伴うピーク流量約  $5,000\text{m}^3/\text{s}$  の出水による大災害を契機に、河川法改正後初めて河川激甚災害対策特別緊急事業の指定を受け、高水敷化した砂州を平水位+1m の高さで掘削するなどの河川改修が行なわれた。しかし、改修後主に H16 年 10 月や H17 年 9 月の  $4,000\text{m}^3/\text{s}$  を超す出水により改修当時の形状から大きく地形変化していることが現地調査から明らかとなっており<sup>1)</sup>、川坂砂州においては砂礫の堆積が顕著である。そこで本研究では、川坂砂州を対象として河床変動解析により砂州の挙動について考察を行なった。

## 2. 解析手法

## 2.1 基礎式

流れ計算には一般座標系の平面二次元流れの支配方程式<sup>2)</sup>を、河床変動計算には一般座標系の流砂連続式および粒径別質量保存則を用いた<sup>3,4)</sup>。本研究では掃流砂のみ考慮することとして、流れ方向には芦田・道上の式(1)を、横断方向には長谷川の式(2)を用いた。混合砂の粒径別限界摩擦速度は Egiazaroff 式の修正式を、平均粒径の限界摩擦速度は岩垣の式を用いて算定した。

$$q_{bsk} = 17 p_{bk} \tau_{*ek}^{3/2} \left( 1 - \frac{\tau_{*ck}}{\tau_{*k}} \right) \left( 1 - \frac{u_{*ck}}{u_*} \right) \sqrt{sg d_k^3} \quad (1)$$

$$q_{bnk} = q_{bsk} \left( \frac{h}{r_s} N_* - \sqrt{\frac{\tau_{*ck}}{\mu_s \mu_k \tau_{*k}}} \frac{\partial Z_b}{\partial n} \right) \quad (2)$$

ここに、 $q_{bsk}, q_{bnk}$  : 粒径  $d_k$  の流れ方向  $s$ , 法線方向  $n$  の掃流砂量,  $p_{bk}$  :  $d_k$  の構成比である。

## 2.2 計算条件

川坂地区 13.0~14.4km を解析対象区間とし、H16 年 3 月河床(図-1)を用いて H16 年 10 月台風 23 号に伴う出水による川坂砂州の河床変動について解析を行なった。計算メッシュは流下方向に 50m 間隔、横断方向に 30 等分割して作成した。上流端に与える流量ハイドログラフには熊田観測所(14.6km)の流量観測値を用い、下流端の水位ハイドログラフは長井観

測所(13.29km)の観測値を参考に与えた。河床材料の粒度は H17 年 5 月に行なわれた砂州上の粒度分布調査の結果<sup>1)</sup>を参考に、それを 10 の粒径階に分割したもの(図-2)を全格子点に与えた。河床の粗度係数は低水路で 0.031, 高水敷で 0.032, 0.035 とした<sup>5)</sup>。植生抵抗は透過係数で評価することとして、流れ計算から得られた地点最大水位と H16 年 10 月出水の痕跡水位を比較して値を検討し、柳林で 50m/s, 竹林で 20~25m/s, 高木林で 10m/s とした。なお計算では、本堤斜面は河床変動計算範囲から除いた。

## 3. 解析結果及び考察

川坂砂州は H13 年 3 月までに砂州の地盤掘削が終了し、その後 H16 年 3 月まで大きな地形変化は生じていないが、H16 年 10 月出水により砂州上に砂礫が堆積して、13.55km 付近を前縁線とする砂礫堆が形成された。H15 年 11 月から H16 年 11 月間の河床変動量の実測値を図-3a)に、解析による H16 年 3 月河床からの河床変動量を図-3b)に示しており、それによると砂州の堆積厚は実測値に比して小さいが、砂州上 13.55~13.9km 付近の堆積や砂礫堆前面

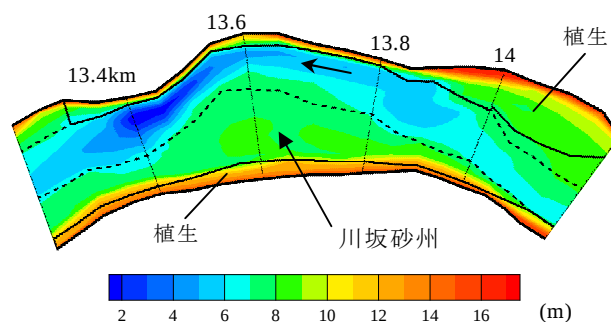
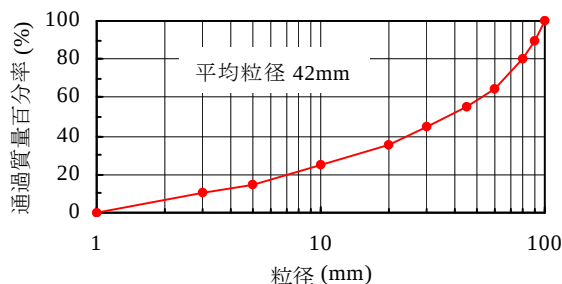
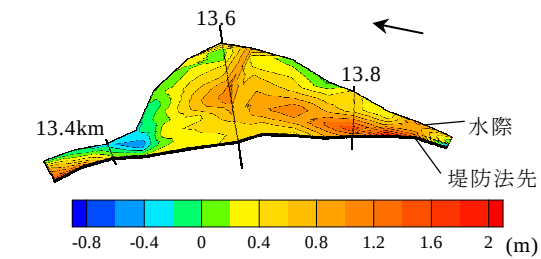
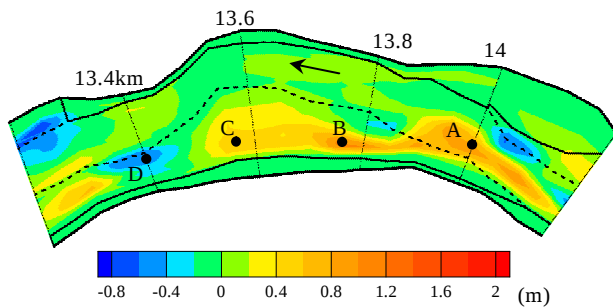


図-1 H16 年 3 月河床高(初期河床)

図-2 粒度分布<sup>1)</sup>



a) 河床変動量(H15.11~H16.11間の実測値)



b) H16年3月河床からの河床変動量(計算値)

図-3 河床変動量

13.4km 付近の洗掘など出水による砂州の挙動を概ね再現できた。杉尾・渡邊ら<sup>1)</sup>は、川坂砂州では地盤を掘削したことで、出水時に砂州上の流速が掘削前に比してかなり増大することを明らかにしており、本解析においても上流の低水路から砂州上への砂礫の移動が認められ、これにより砂礫堆が形成された。13.4km 付近の高水敷の洗掘は、この付近で河道が狭いため掃流力が上昇し、砂州上に砂礫堆が形成されたことで上流からの砂礫供給が減少したためである。図-4は図-3b)中のA~D地点におけるH16年3月河床からの河床変動量の時間変化を示したものである。A地点では700m<sup>3</sup>/s程度の6時を過ぎて堆積が始まるが、砂州の上流側B地点ではそれより1時間程度遅れて約1,000m<sup>3</sup>/sを過ぎて堆積が開始している。砂州の中央C地点、下流側D地点ではさらに1時間遅れて8時(約2,000m<sup>3</sup>/s)過ぎに変動を開始しており、A地点の変動開始時の流量との差は1,000 m<sup>3</sup>/s以上開いている。流量ピーク付近で最も活発に河床変動が起こっており、減水期に入ってから流量が約2,000m<sup>3</sup>/sになると全地点で変動が終了している。図-5は計算後の平均粒径の変化を示したものである。13.5km 付近の砂州上では河床材料が細粒化しているが、これは砂州に砂礫が堆積し砂礫堆が形成されたことにより、その前面が細粒化したと考えられる。

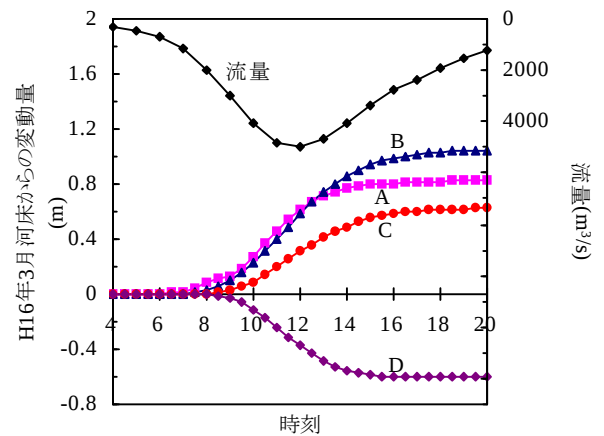


図-4 H16年3月河床からの変動量時間変化

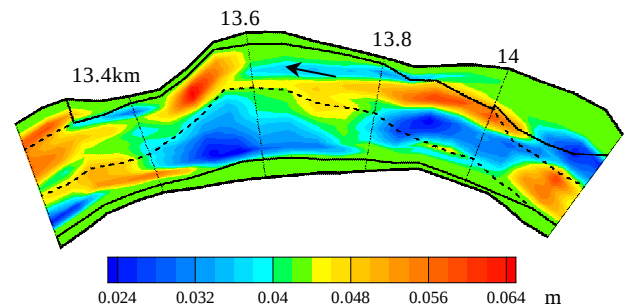


図-5 平均粒径変化

#### 4. まとめ

本研究では、河床変動解析によりH16年10月出水による川坂砂州の挙動について考察を行なった。川坂砂州では地盤掘削により出水時に流れが砂州側に寄ることで、上流の低水路から砂州上に砂礫が輸送され、砂礫堆を形成した。砂礫堆が形成された砂州の中央部では2,000 m<sup>3</sup>/s程度が河床変動の閾値となっている。この解析により砂州上の堆積や砂礫堆前面の洗掘など、H16年10月の出水による川坂砂州の挙動を概ね再現することができた。

今後、出水による砂礫堆の挙動やそれに伴う通水能力の変化についてさらに検討を行う予定である。

#### 謝辞

本研究は北川における河川生態学術研究会の総合的な調査研究の一部として実施したものである。研究を進めるにあたり、国土交通省延岡河川国道事務所および宮崎県延岡土木事務所から貴重な資料を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 杉尾・渡邊・小川・森川・平川：北川の川坂砂州における植生変化について、河川技術論文集,第13巻,pp.195-200,2007.
- 2) 長田信寿：水理学公式集例題プログラム集平成13年度版,土木学会,2001.
- 3) 芦田・江頭・劉：二層モデルによる複断面河道の流れおよび河床変動の数値解析,京大防災研年報,第35号B-2,pp.1-22,1992.
- 4) 竹林洋史：河川中・下流域の河道地形,ながれ,24,pp.27-36,2005.
- 5) 九州地方建設局・宮崎県・リバーフロント整備センター：五ヶ瀬川水系北川 北川「川づくり」検討報告書,6-16,1999.