

筑後川感潮河道の蛇行部横断面における懸濁粒子の沈降特性

(株)アイ・エヌ・エー 正会員 ○金子 祐
首都大学東京 正会員 横山 勝英
山口大学 正会員 山本 浩一

1. 研究目的

河川感潮域では塩水が遡上する際に高濁度水塊が発生してSSが上流側に輸送されるが、SS輸送が底泥堆積に及ぼす影響や、横断面内の分布特性に関する研究はほとんど行われていない。一方、底生生物の分布には底質の粒径や河床の比高・傾斜などが影響しており、蛇行湾曲部の内岸側に形成される泥質緩斜面は生態系にとって重要な環境である。そのため、感潮河道の環境管理を検討する上では、高濁度水塊の空間分布が蛇行や河床横断地形の形成に及ぼす影響を解明することが必要である。

本研究では筑後川感潮河道を対象として湾曲部の横断面において流速とSSの時空間変化を調査し、SS沈降特性の時間変化と横断的な違いについて検討した。

2. 高濁度水塊の観測方法

観測は筑後川の河口から14 km地点で実施した。14 km地点は湾曲部と直線部の接合場所となっており、図1に示すように洪水の直後には堆積泥がフラッシュされて左右対称の比較的平坦な砂河床となるが、約半年後にはシルト・粘土が堆積して右岸にかたよった傾斜面が形成される(図中の破線)。観測は2007年8月31日に実施し、曳航式流速計(ADCP)と多項目水質計を作業船に搭載し、流速、SS、塩分の横断分布を7時から19時まで20分間隔で合計36回計測した。

3. 湾曲部の潮汐流がSS横断分布に及ぼす影響

図2に左岸(B)と右岸(D)における上げ潮時の流速とSSの鉛直分布図を示す。左岸(B地点)ではSS濃度が300~500 mg/lと低く、比較的一様な鉛直分布を示しているが、右岸(D地点)では下層ほどSS濃度が高く、河床付近では濁度計のレンジ(約4,000 mg/l)をオーバーしている。主流速は左岸の方が大きく、表層で最大1.2 m/sを示している。これは蛇行の影響で流心に当たるB地点では流れが強く、湾曲の内岸側になる右岸では流速が低下することと二次流の影響により、SSが下層に集積しやすいためであると考えられる。

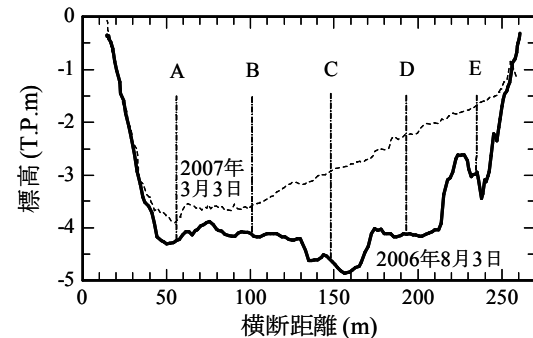


図1 観測地点の河床横断面図(14km)

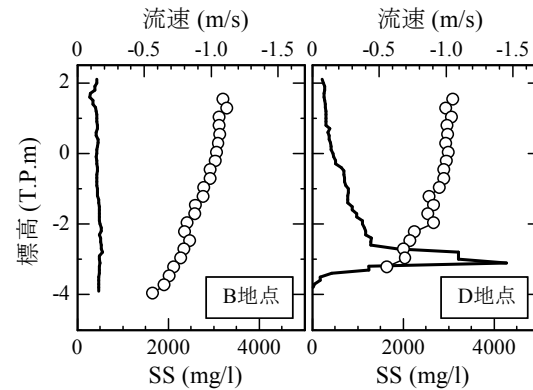


図2 流速・SS鉛直分布図(上げ潮のB・D地点)

表1 数式

【浮遊砂濃度式】 $\frac{C(y)}{C_a} = \left[\frac{a}{h-a} \cdot \frac{h-y}{y} \right]^Z$ $Z = \frac{w_0}{\beta \kappa U_*}$	$C(y)$: 高さ y の SS 値 C_a : 基準面高さの SS 値 a : 基準面高さ w_0 : 粒子沈降速度 β : 定数(=1.2) κ : カルマン定数 U_* : 摩擦速度
【巻き上げフラックス】 $P_k = w_0 C_a$	

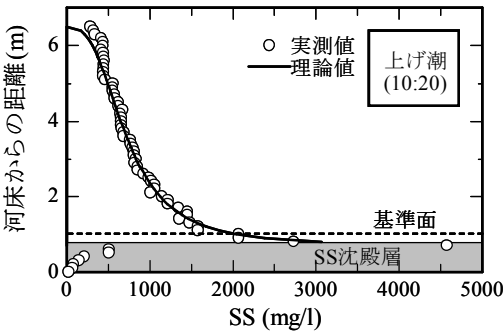


図3 SS沈殿層の推定方法

キーワード 感潮域, SS沈殿層, ラウス分布, 巻き上げフラックス, 沈降速度
連絡先 〒114-0003 東京都北区豊島8-4-1 株式会社アイ・エヌ・エー TEL 03-5959-2501

4. SS 沈降状況の解析

SS の沈殿状況について検討するため、浮遊砂濃度の鉛直分布に関するラウス分布式(表1の式(1)(2))を用いて SS 沈殿層厚と粒子沈降速度を推定した。この式で表現できる領域は粒子の浮上・沈降が生じている場所であり、分布に乗らない領域は粘性流体になっていると考えた。まず SS 鉛直分布(図3)から沈殿層厚を概略設定し、そこを河床とみなして水深 h 、基準面高さ a と基準面濃度 C_a を求めた。摩擦速度 U_* は実測された流速鉛直分布に対数則を適用して求めた。さらに粒子沈降速度 w_0 を概略設定し、SS 濃度分布の再現性が最も高くなるように沈殿層厚と沈降速度を決定した。

B, D 地点における各値の推定結果を図4, 5に示す。全体に左岸流心の B 地点よりも湾曲内岸の D 地点の方が変化が著しい。基準面濃度は B 地点において最大で約 700 mg/l, SS 沈殿層はほとんど形成されていない。一方, D 地点の基準面濃度は上げ潮の最大が 2,600 mg/l, 下げ潮は 1,500 mg/l であり, 上げ潮の方が2倍高い。SS 沈殿層は時間とともに増大し, 満潮で最大値を示しており, 一潮汐後には 0.2 m 残った。したがって湾曲内岸では上げ潮での SS 遡上が河床堆積に寄与していると推測される。SS 粒子の沈降速度は最大で 0.01 m/s と計算されたが, 鉱物単体粒子の理論沈降速度は 10^{-4} m/s 程度である。このことから, 高濁度水塊中ではフロックが形成されていると考えられる。

5. 巻き上げフラックス

底面における濃度の局所平衡性を仮定し, 基準面濃度と沈降速度を用いて巻き上げフラックスを式(3)で計算した。摩擦速度との相関をプロットしたところ(図6), 沈殿層が見られない左岸では上げ潮と下げ潮で違いは見られず, 巻き上げフラックスは概ね U_* の3乗に比例している。一方, 沈殿層が発達する右岸では下げ潮において巻き上げフラックスが小さくなっており, 巻き上げが始まる U_* が上げ潮よりも大きい。つまり, 右岸では上げ潮よりも下げ潮の方が粒子の巻き上げが生じにくくなっていることが分かる。

別途, シールズ式により移動限界粒径を計算したところ 0.5~2 mm となった。SS の粒径は 0.01~0.02 mm であるから, そのままでは容易に浸食されるはずである。したがって, SS 沈殿層ではその形成過程において粘性が短期的に高まって下げ潮時に浸食されにくくなり, シルト・粘土の堆積が進むと考えられた。

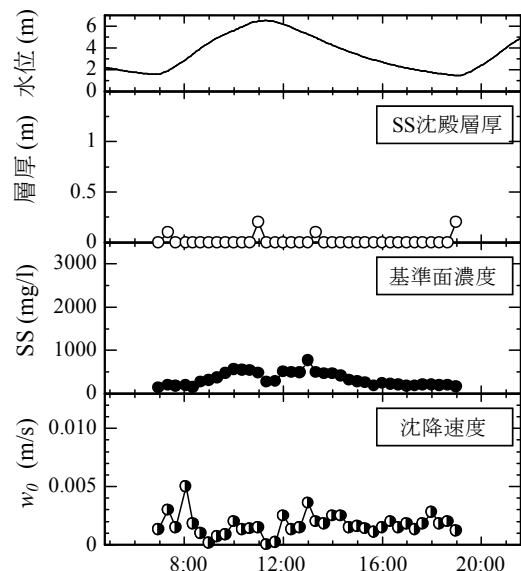


図4 ラウス分布による SS 沈殿層の推定(B 地点)

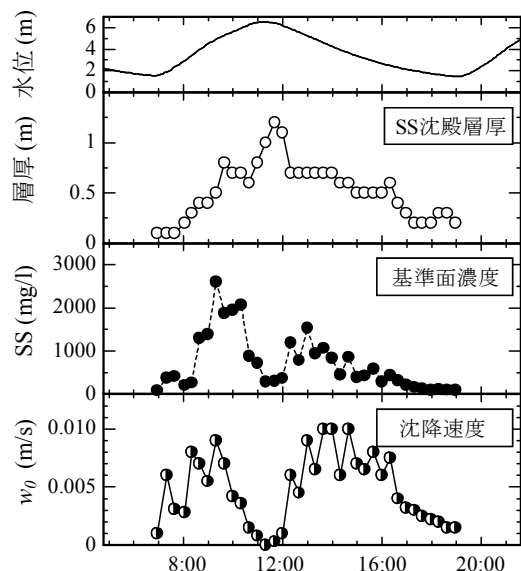


図5 ラウス分布による SS 沈殿層の推定(D 地点)

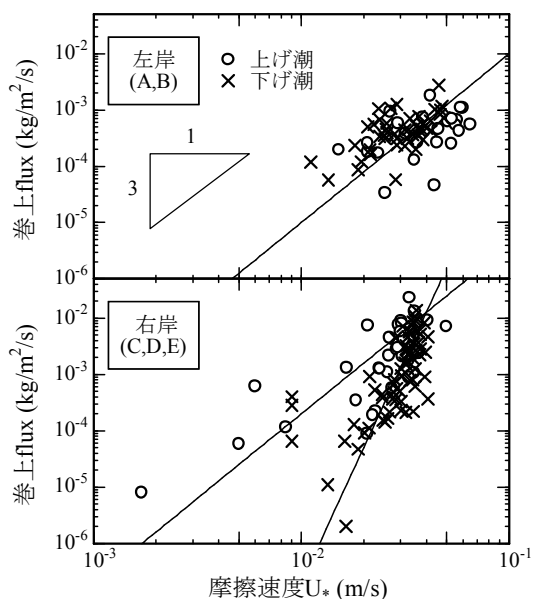


図6 左岸と右岸の巻き上げフラックス