

二次元・三次元砂堆上の砂粒子の可視化計測

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○北村 旭
 広島大学大学院工学研究科 正会員 椿 涼太
 広島大学大学院工学研究科 フェロー会員 河原能久

1. 背景と目的

河床波は河床波上を通る洪水流の抵抗や土砂移動に大きく影響する。そのため、河床波の変化を的確に予測することは河川管理上で重要な課題となっている。土砂粒子群の詳細な運動を把握することができれば、河床波の発達や移動を予測できる。しかし、土砂粒子数は膨大であり、各粒子が複雑な挙動を示すため、個別の砂粒子の移動に基づいて河床波の変化を議論している研究は限られている。

本研究は、砂堆の形成機構を把握することを目標として、砂堆が形成された状態での個別の砂粒子の移動特性を検討したものである。

2. 研究の手法

2.1 実験装置・条件

幅 30cm、長さ 3m の可変勾配水路に平均粒径 0.8mm の砂を厚さ 4.5cm で平坦に敷き詰めた。上流より砂は供給した。

砂堆を実験対象とした。実験条件を表 1 に示す。また、実験条件を河床波の発生領域図にプロットしたものが図 1、2 である。図 1 の横軸である平均粒径は 0.8 mm であり、砂漣の発生領域から離れている。

2.2 実験方法

オレンジ色の蛍光塗料を着色した砂粒子を一定の比率含む砂を水路床に平坦に敷き詰めた。平坦河床から砂堆のクレストがはっきりと形成され、安定した状態となるまで通水し、ブラックライトを河床に当て、真上から動画を撮影した。また、撮影中は画像に水面の影響が入らないようにアクリル板を水面に当てた。

2.3 画像処理方法

画像処理ソフト ImageJ を用いて、撮影した画像に輝度による画像変換を行い、塗料を着色した砂粒子

表 1 実験条件

	I_0	Q (L/s)	h (cm)	Fr	Re^*	τ^*
Case A	1/150	5.7	4.0	0.75	24.2	0.15
Case B	1/50	3.5	2.0	1.33	31.5	0.26

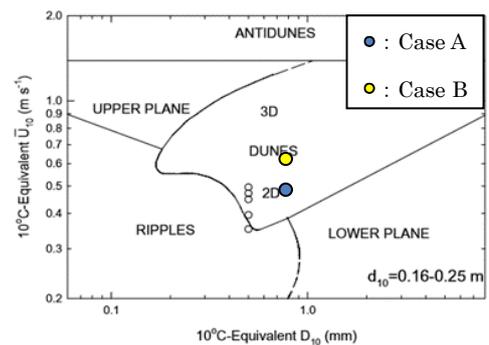


図 1 Bedform phase diagram¹⁾

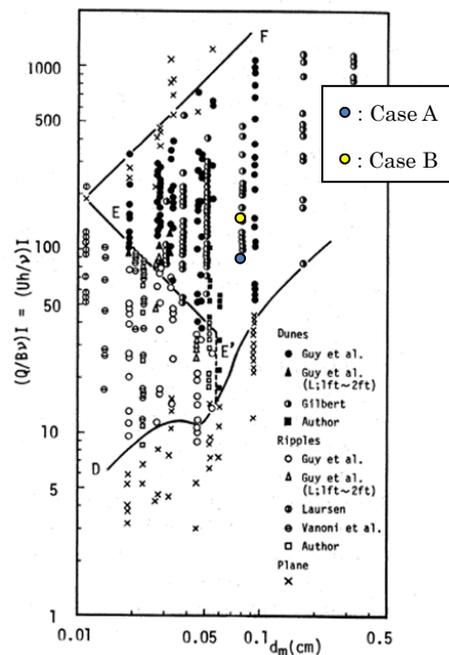


図 2 砂漣と砂堆の発生領域²⁾

を判別した。一例として、元の画像から赤色のみ抽出した画像を図 2 に示す。背景と砂粒子を識別できていることがわかる。

キーワード 砂堆, 可視化, 砂粒子, 追跡, 速度

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 水工学研究室

TEL : 082-424-7819・7821

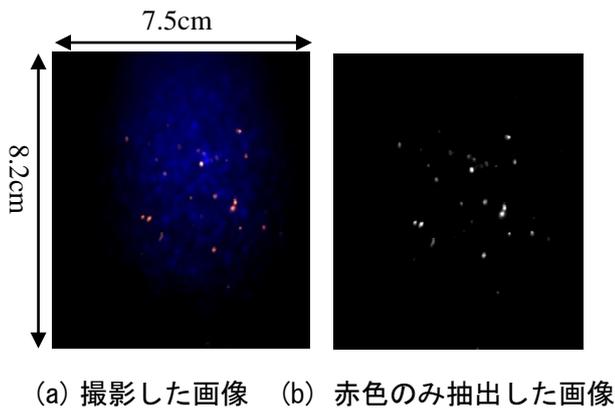


図3 画像変換

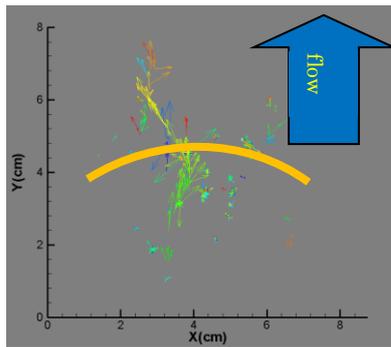


図4 二次元砂堆上の砂粒子の軌跡

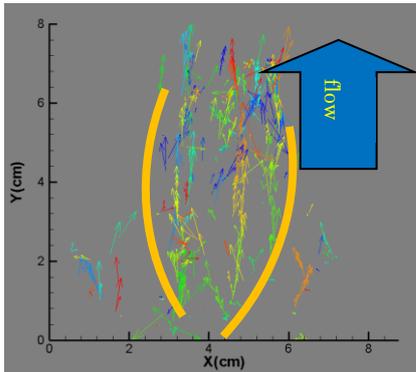


図5 三次元砂堆上の砂粒子の軌跡

3. 実験結果

図4は、Case Aにおける二次元砂堆上の砂粒子の5秒間の軌跡をすべて示したものである。流下方向に進む軌跡と横断方向に進む軌跡との境目が認められる。クレスト背後の流速分布の差違に対応して砂粒子の軌跡が変化していることが推察される。

図5では、Case Bにおける三次元砂堆上の砂粒子の5秒間の軌跡をすべて示している。砂堆の菱形に近いクレスト沿いに動く砂粒子の軌跡が見られる。

図6はCase Aにおける砂粒子の移動速度の分布を求めたものである。移動速度は1cm/sより遅い部分

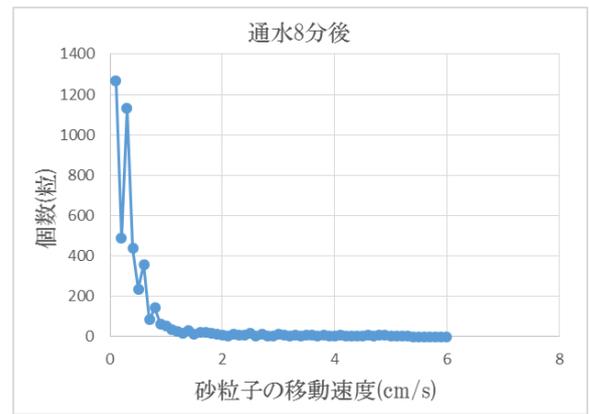


図6 二次元砂堆上の砂粒子の移動速度

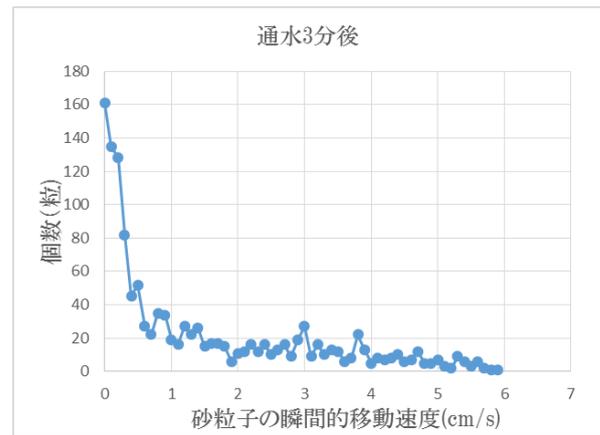


図7 三次元砂堆上の砂粒子の移動速度

に集まっていることがわかる。多くの砂粒子の追跡ができていたため、分布形状に関する信頼性は確保されていると思われる。

図7はCase Bにおける砂粒子の移動速度の分布を求めたものである。砂粒子の速度は二次元砂堆の場合より速いものも多く、1cm/s以上の速度の砂粒子も存在している。ただし、サンプル数を増やして分布形状を確認する必要がある。

4. 結論

砂堆形成下における砂粒子の移動速度は、砂堆形状による流速分布の影響を強く受け、流れの集中が発生する三次元砂堆上では速い値を計測した。

参考文献

- 1) Venditti, J. G., Church, M. and Bennett, S. J.: On the transition between 2D and 3D dunes, *Sedimentology*, 52 (6), 1343–1359, 2005.
- 2) 上野鉄男：砂れんと砂堆の発生領域について、第25回水理講演会論文集, 1981.