

段波による浮遊砂輸送の可視化計測法の基礎的検討

東北学院大学 学生会員 ○林和希

東北学院大学 正会員 三戸部佑太

1. 序論

2011 年の東日本大震災津波によって生じた土砂輸送は沿岸部において大きな地形変化を引き起こした¹⁾。過去の津波による土砂輸送過程の痕跡である津波堆積物は貴重な資料であり、津波堆積物に基づく歴史津波の規模推定を高度化してより正確に将来起こりうる津波の規模を推定することが必要不可欠である。これまで土砂輸送メカニズム解明のための水理実験はいくつか行われてきているが、いずれも浮遊砂の濃度の点計測や実験前後における地形の比較にとどまっておき時空間的な浮遊砂分布の把握はできていない²⁾。そこで段波下における浮遊砂濃度の時空間分布の定量化を目標に、画像計測法の検討を行った。

2. 計測アルゴリズム

本研究ではデジタルカメラおよびプロジェクタを用いて浮遊砂濃度を計測する³⁾。カメラに対する奥行き方向に色合いを変化させたカラーパターン照明をプロジェクタから照射し浮遊砂による散乱光をデジタルカメラで撮影する(図-1)。これにより撮影される浮遊砂の散乱光の色はカメラとの距離に応じて変化するため、撮影画像から抽出した各色の輝度分布からそれぞれの層での浮遊砂濃度分布が取得できる。

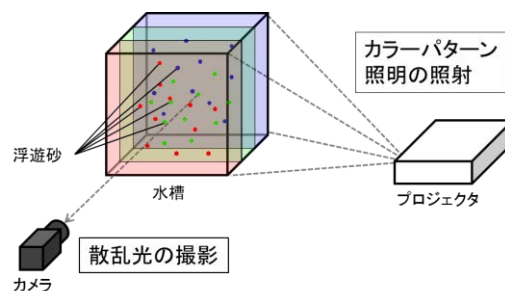


図-1 計測法のイメージ

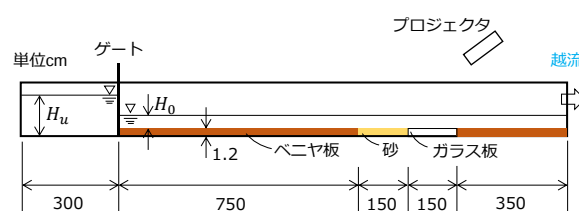


図-2 段波水路

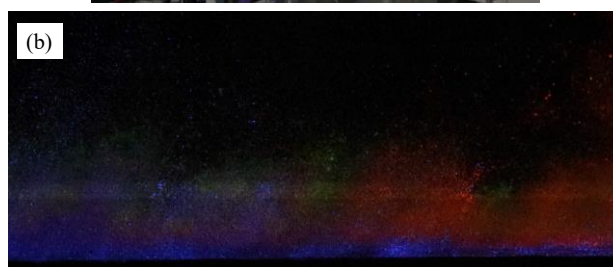
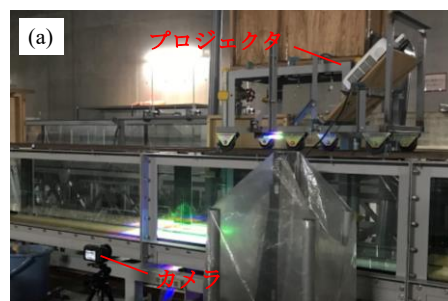


図-3 撮影風景(a)と撮影画像の例(b)

3. 計測実験

全長 17m の矩形断面の段波水路(図-2)を用いて計測を行った。予め水路中に平均粒径 0.2mm の砂を敷いておき、貯留水深 H_u と初期水深 H_0 をそれぞれ設定したのちゲート急開により段波を発生させる。プロジェクタによりカラーパターン照明を照射し、段波によって巻き上げられた砂による散乱光を水路側

方のカメラで撮影間隔約 30fps で連続撮影した(図-3(a))。実際に撮影した浮遊砂の画像を図-3(b)に示す。カラーパターン照明はカメラ手前から青・赤・緑の3色である。

キーワード：段波，土砂輸送，浮遊砂，散乱光，画像計測，カラーパターン

連絡先：985-8537 宮城県多賀城市中央一丁目 13-1 TEL022-368-7193

4. 画像処理

本研究ではより正確に色を判別するためデジタルカメラで撮影したカラー画像の RGB(赤・緑・青)の 3 成分の値を HSV (色相・彩度・明度) に変換して抽出を行う。山田・三戸部(2019)の手法では、閾値により画像中の粒子部分を抽出していた。本実験の画像は、フレームによっては巻き上げられる浮遊砂の量が多く粒子として視認できずにぼやけて写る領域がある。そのようなフレームにおいては複数の色の粒子が写っている領域がまとめて一色で取得され(図-4(b)), 逆に粒子一つ一つを抽出するために閾値を調整するとぼやけて写っている領域の砂を抽出できない(図-4(d))など、閾値の設定が非常に困難であった。そこでこれまでの手法では本実験で見られるような高濃度の領域の解析が難しいと判断した。そこで、類似度 V_r を定義し、補正值として輝度 V に掛けることで各色の輝度分布 V' を取得する。類似度は $V_r = \cos(k \cdot \Delta H)$ から算出する。ここで、 k は同色と判別する色相差の広さを調整する係数とする。また、 ΔH は $\Delta H = H - H_i$ から算出し、 H は撮影画像の色相、 H_i は各色の色相とする。得られた V' に局所平均化フィルタをかけることで平均輝度分布を取得する。

5. 結果と考察

図-5 は段波突入時を 0(s)としたとき、 $t=1.32(s)$ と $t=1.35(s)$ に撮影された画像と各色の平均輝度分布を示している。分布を見ると、撮影画像に見られる浮遊砂分布の特徴に矛盾ない結果が得られており、時間経過によりその分布が移動している様子も確認できる。

6. まとめ

本研究では、カラーパターン照明を用いて浮遊砂輸送の可視化計測法の検討を行った。本研究で開発する計測法では 1 枚の撮影画像から各色の平均輝度分布を取得できる。今後は解析方法の改善を行うとともに平均輝度から、浮遊砂濃度分布への変換を行う。

参考文献

1)山下啓・菅原大助・有川太郎・鴨原良典・高橋智幸・今村文彦：強い非定常流れにおける飽和浮遊砂

濃度を考慮した津波土砂輸送モデルの改善，土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol74, No. 2, pp.I_325-I_330, 2018.

2)平間史泰・畠山純一・加藤茂・岡辺拓巳：地形変化・土砂輸送の同時計測による津波の砂移動特性に関する実験的検討，土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.74, No. 2, pp.I_331-I_336, 2018.

3) 山田拓朗・三戸部佑太：画像平均化処理による 3 次元浮遊砂濃度分布計測法の開発，平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，II -84, 2019

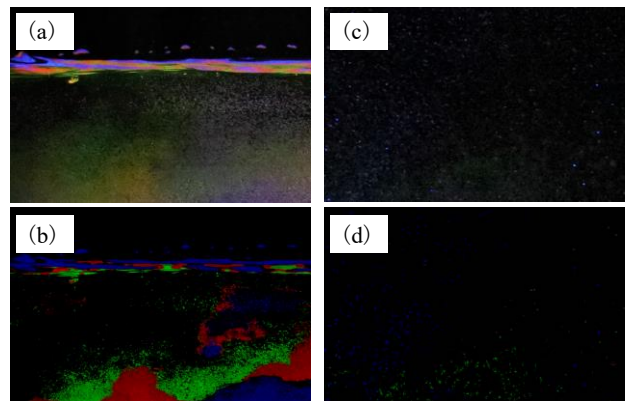


図-4 撮影画像(a), (c)(一部拡大)と画像解析結果(b), (d)

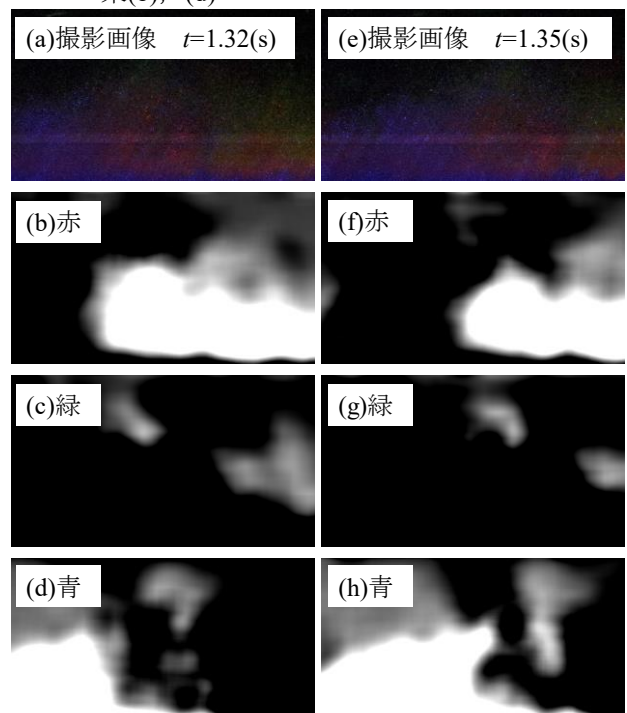


図-5 撮影画像(a), (e)と各色の平均輝度分布(b)～(d), (f)～(h)