

## 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

東北学院大学 学生会員 ○山田拓朗

東北学院大学 正会員 三戸部佑太

### 1. 序論

津波や波浪により多くの土砂が巻き上げられ輸送されることで、沿岸部に地形変化を引き起こす<sup>1)</sup>。しかし、砕波乱流下における土砂輸送過程は、3次元で複雑な渦構造の影響があるため、その土砂の挙動を計測することは困難である。砕波乱流下における土砂輸送過程を解明するための水理実験はいくつか行われてきているが、既往の計測法では3次元で複雑な流れ場の土砂輸送過程を説明することは難しい。そこで本研究では、浮遊砂の3次元的な濃度分布を計測するための画像計測法を開発する。

### 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ーを用いて浮遊砂濃度を計測する<sup>2)</sup>。カメラに対する奥行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ーから照射し、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の距離に応じて変化するため、各色の輝度分布に局所平均化フィルターをかけ、平均輝度と濃度の関係を予め求めておくことで、輝度から濃度へ変換することができる。

### 3. 計測実験

本研究の精度を検証するため、1辺10cmの水槽に水700mlを入れ、これに中立粒子を5回に分けて混入した。カラーパターンを水槽の側方から照射し粒子の散乱光をカメラで撮影した。中立粒子は1度に入れる量を $8.0\sim 9.0\times 10^{-3}g$ を目安とし、カラーパターンは色の数を3, 6, 9, 12色の4パターン、さらに色の順番を色相順、明度順(昇順)、明度順(降順)の3パターン用意し、計12パターンで撮影を行った。水槽内を攪拌させた後、撮影間隔を3fpsとし、

10秒間撮影した。

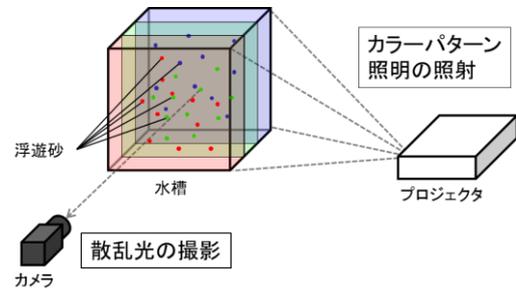


図-1 計測法のイメージ

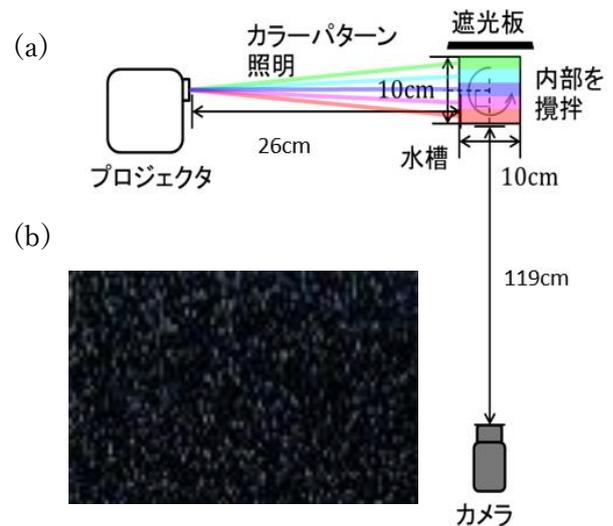


図-2 実験装置(a)と撮影画像の例(一部拡大)(b)

### 4. 画像処理

通常、デジタルカメラで撮影したカラー画像の各画素の色はRGB(赤・緑・青)の3成分の値によって記録される。本研究ではより正確に色を判別するためHSV(色相・彩度・明度)に変換して抽出を行う。明度(0~1)に閾値(今回は0.2)を設定し、それ以下の画素の明度を0にすることで粒子のみを抽出した。抽出された各粒子は、明度にばらつきがあるため、各粒子の明度の最大値でその粒子全体の明度を割ることで、明度のばらつきの影響を除いた(図-3)。その

キーワード：浮遊砂，画像計測，カラーパターン，局所平均化フィルター

連絡先：985-0873 宮城県多賀城市中央一丁目13-1 TEL022-368-7193

後、局所平均化フィルターをかけ、得られた平均輝度を予め取得する較正值に基づいて粒子濃度に変換する。と濃度の関係から浮遊砂濃度分布を決定する。

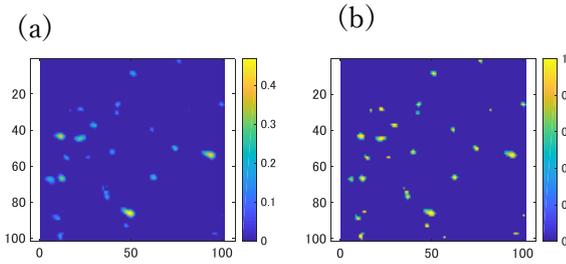


図-3 輝度の均一化 補正前(a)と補正後(b)

しかし、濃度の上昇に伴い4回目以降の比例関係が見られないことから、今後は解析方法の改善を行っていく必要がある。

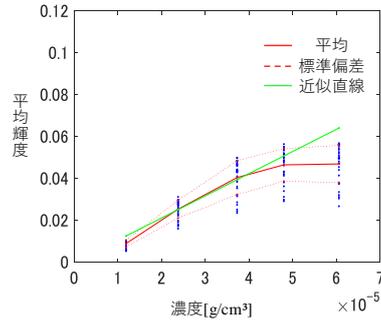


図-4 濃度-平均輝度グラフ

## 5. 結果と考察

### 5.1 平均輝度と濃度

図-4 は例として、赤緑青の三色のカラーパターンについて、緑の撮影画像 30 枚分に対する平均輝度の画像全体の平均値と濃度の関係を示している。分布を見ると、中立粒子の増加に伴い平均輝度の増加と輝度のばらつきが確認できる。しかし、4 回目以降は輝度の増加が比例して現れなかった。そこで図-4 の近似直線は比例関係のある 3 回目までの結果を最小二乗法により求めたものである。予想では濃度の増加に伴い平均輝度も増加すると考えたが、この結果から、4 回目以降の平均輝度が比例して増加していない現象に対して、濃度が増加するに伴い、ある量を超えると粒子が手前の粒子に隠れる部分が出てくるため、実際の量より少なく表示されてしまったのではないかと考えられる。

本研究では次式のように平均輝度 $\bar{I}$ -濃度 $C$ について比例関係を仮定し、回帰係数 $a$ により求める。係数 $a$ は図-4 の近似直線から求められる。

$$\bar{I} = aC \quad (1)$$

### 5.2 濃度変換

図 5-(a)(b)(c)はカメラ手前から青・緑・赤のカラーパターンを用いた場合の撮影画像の輝度分布に局所平均化フィルターをかけたものである。

式(1)により図-5(a)(b)(c)の輝度分布を $a$ で割ることで濃度分布に変換したものが、図-5(d)(e)(f)である。本研究では、以上の方法により濃度分布を出す。し

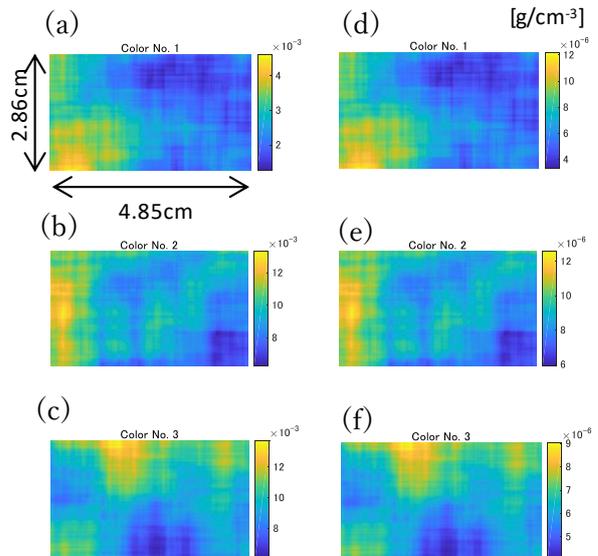


図-5 (a),(b),(c)輝度分布, (d),(e),(f)濃度分布  
ColorNo.1 赤 ColorNo.2 緑 ColorNo.3 青

### 参考文献

- 1) 灘岡和夫・上野成三・五十嵐竜行： 砕波帯内の三次元的大規模渦構造と浮遊砂の現地観測，第 34 回海岸工学講演会論文集，pp.21-25，1987
- 2) 今田遙介・三戸部佑太・田中仁： 3次元浮遊砂濃度分布の可視化計測法の開発，日本流体力学会年会 2014，099，pp.1-5，2014