

(44) 画像処理による河床粒度分布情報の高空間解像度化

High Spatial Resolution Survey of Grain Size Information on River Bed by Image Processing

大橋慶介¹・伊原一樹²・安田真悟³

Ohashi Keisuke, Ihara Kazuki and Yasuda Shingo

抄録：短時間の調査・分析による高空間解像度の河床粒度の取得可能性とその結果の妥当性について検証した。砂防堰堆砂区間において半日の現地調査で27地点の調査を行い、実験室にて13.2mm以上の粗粒成分は画像処理法を、それ以下の細粒成分にはふるい分け試験を実施し、細粒成分の分析限界が指摘される画像処理法の欠点を補った。画像処理では、画像に格子を重ね合わせ疑似的な面格子法によるサンプリングを試みて、分析精度と省力化の向上を検討した。その結果、高い空間解像度で、地形性状を十分説明できる妥当な粒度分布が得られた。

キーワード：河床粒度分布調査, 画像処理, OpenCV

Keywords : Grain Sizing, Grain Size Distribution, Image Processing, OpenCV

1. はじめに

近年、効率の良い河床粒度分布調査が可能なコンピュータとデジタル画像を使った画像処理法が提案されている¹⁾。河床粒度分布調査は、石礫標本を抽出するサンプリングと、石礫粒径を計測する粒度分析の2工程に分けることができる。画像処理法はいずれの工程においても、間接計測の特徴を活かした短時間、少人数での調査が可能である。画像処理での粒度分析には、石礫輪郭の取得をコンピュータが自動で処理するAGS(Automated Grain Sizing)と操作者がモニタを見ながら手動処理するMGS(Manual Grain Sizing)の2種類が存在する。これまで著者らは、オープンソース画像処理ライブラリOpenCVを使ったAGSアルゴリズムの提案²⁾や、作業効率と計測精度を向上させるために斜め撮影と光学的補正モデルを組み合わせた手法の検討を行ってきた^{3),4)}。本研究はこれらの知見を応用し、画像処理法の効率を活かした短時間・多地点調査による河床粒度分布情報の高空間解像度化の可能性を検討する。

2. 画像処理による粒度分布調査

(1) 調査地点の概要

調査領域は砂防堰堤上流の縦断距離約150mの溪流である。そのうち、溪流が伏流している堰堤上流50m区間に対して5m間隔で9断面、標本採取を横断方向に3点実施した。これは、縦断距離50mで27箇所という通常と比べて高い空間解像度の調査であり、その対象区間と調査地点の概形を図-1に示す。

(2) 粒度分布調査の流れ

画像処理法と従来法(ふるい分け試験)のフローを図-2に示す。従来法では、石礫を直接取り扱う工程の「運搬」、「ふるい分け」に大きな労力が要求される。このことが、密な粒度分布調査の妨げの原因であった。それに対して、画像処理法で最も時間

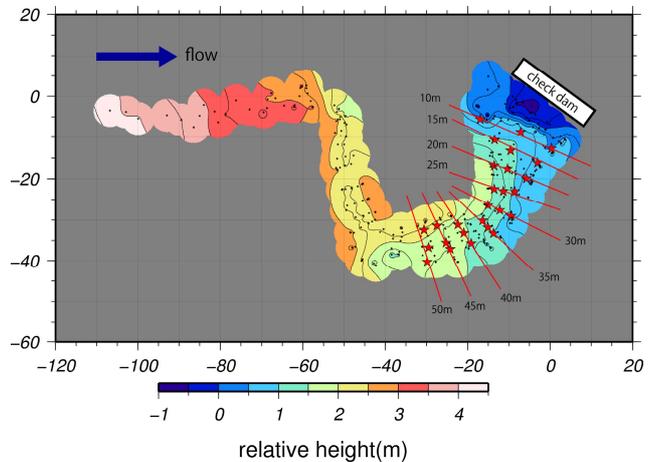


図-1 砂防堰堤堆砂区間における粒度分布調査の標本採取地点(星印)

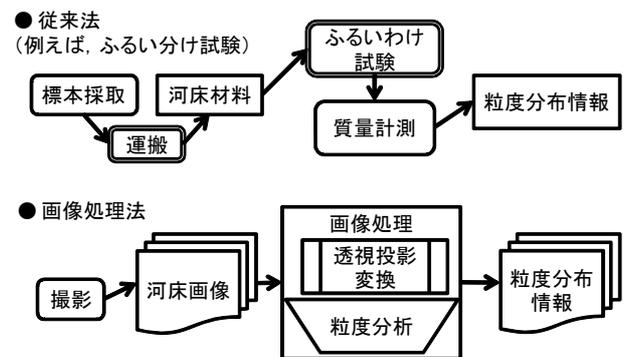


図-2 粒度分布調査の流れ

1 : 正会員 工博 岐阜大学 助教 工学部社会基盤工学科

(〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1, Tel : 058-293-2477, E-mail : ohasikei@gifu-u.ac.jp)

2 : 学生会員 岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)

のかかる工程は撮影であるものの、1日に数十箇所
の撮影が十分可能である。

a) 河床撮影方法

河床撮影の状況を図-3に示す。三脚を使って河
床に対して鉛直にカメラを設置し、PCを使って遠
隔撮影している。また、縮尺換算のため1200mm四
方のコドラートを河床に設置している。今回の分析
では、そのうちの木片や葉の混入が少なく状態の良
い600mm四方を画像中から選択して使用している。

b) 画像処理での石礫形状の決定

ここではOpenCVによる画像処理を用いた粒度分
析のようすを図-4に示す。まず、600mm四方の河
床領域を1500pixelの正方形画像に透視投影変換を
行った。画像解像度は分析対象の最小粒径が10
pixel以上になるよう設定している。斜め撮影の場
合はここで歪みが生じるが、本調査では鉛直撮影で
あるため、変換に伴う歪みは最小であり、歪み補正
は不要である。続いて、画像中に40mm(100pixel)
間隔のグリッドを生成し、格子点下の石礫を抽出す
る、いわゆる、擬似的な「面格子法」を行った。そ
して、格子点下の石礫の輪郭を、操作者がモニタを
見ながらマウスクリックするMGS法にて決定した。

c) 画像処理とふるい分け試験の併用

決定された輪郭から得られた面積から円換算径を
求め、これを粒径 d とする。粒径加積曲線を描く際
は、この d から球換算質量を求めて通過質量百分率
を得た。また、現地から持ち帰った細粒分の粒度分
析は、ふるい分け試験によって求めた。そして、13.2
mmを境に粗粒成分を画像処理法、細粒成分にふるい
分け試験を実施し、細粒成分の分析に限界がある画
像処理法の欠点を補った。

(3) 粒度分布調査の結果と考察

粒度分布を図-5に示す。砂防堰堤によって水と
共に運搬されてくる土砂が堰き止められて形成され
る貯水池デルタ形状に特有の、上流ほど粗い粒径が
卓越する典型的な粒度分布が得られている。

3. おわりに

画像処理法を用いて短時間・高空間解像度の粒度
分布情報の取得が可能であることが示された。また、
画像中にグリッドを設けた擬似的な面格子法によっ
て全量調査の必要が無くなり、分析時間が短縮でき
た。今後は、グリッド間隔、石礫サンプリング数およ
び画像の画素数を決定する根拠を示す研究が必要で
あると考える。

謝辞: この研究は科学研究費補助金(若手研究(B))
「土砂流出ポテンシャルパワーを用いた小規模流域

における土砂流出特性の評価」(研究課題番号:
21760384)の補助によるものである。

参考文献

- 1) 内尾政人, 中川一, 澤田豊明, 横山康二, 上杉満昭, 福田
義徳: 画像処理方式による礫床河川の粒度分布測定装置の
開発, 砂防学会誌, Vol.58, No.2, pp.26-31, 2005年.
- 2) 大橋慶介, 安田真悟, 伊原一樹: OpenCVを用いた画像処
理による河床粒度分布調査および石礫検出精度について,
土木情報利用技術論文集, Vol.19, pp.115-124, 2010年.
- 3) 大橋慶介, 安田真悟, 伊原一樹: 斜め画像を使った河床粒度
分布調査における撮影俯角推定技術と精度検証, 河川技術論
文集, 第17巻, pp.47-52, 2011年7月.
- 4) 安田真悟, 大橋慶介, 伊原一樹: 河床粒度分布調査におけ
る斜め画像の処理に伴う石礫輪郭の歪み補正, 水工学論文
集, 第55巻, pp.S1159-S1164, 2011年3月.

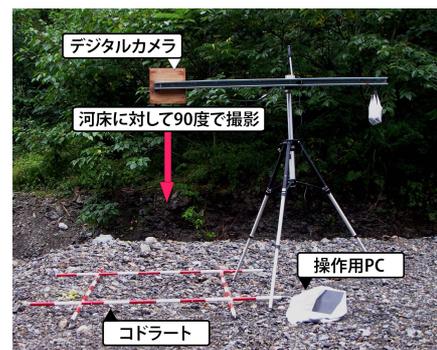


図-3 河床撮影の状況

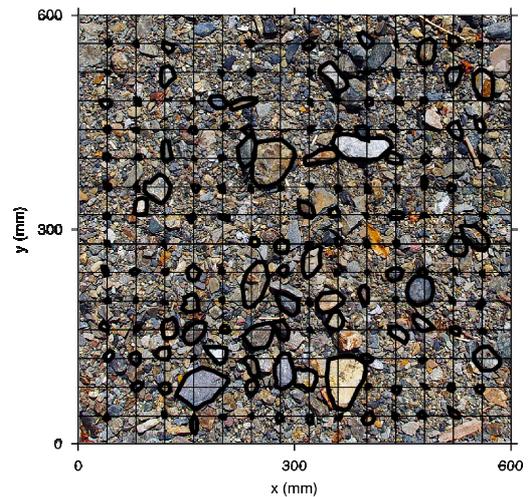


図-4 画像処理による疑似面格子法(MGS法)

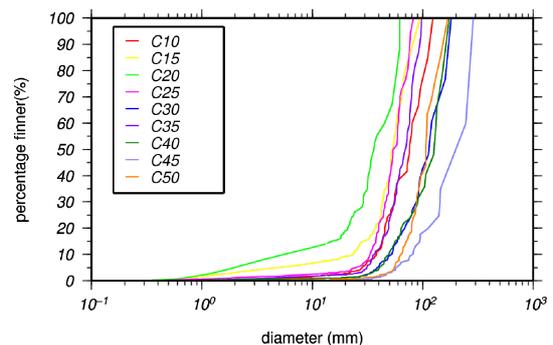


図-5 河道中央の河床粒度分布(堤体より10~50m地点)