

オルソ画像と三次元測量データを用いた河床表層粒度推定

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○竹内 大輝
国立研究開発法人土木研究所 正会員 中西 哲

1. はじめに

河床材料の調査手法には線格子法や面積格子法、容積法などが用いられてきた。これらの方法は短時間に多くの箇所を調査を行うことが難しい。そこで、面積格子法や線格子法を写真上で行う写真測定法^{例えば 1)}、無人航空機(UAV)や航空写真などを用いた粒度分析手法^{例えば 2)}、などの研究が進められており、河床表層の粒度分布を広域で把握するための技術として開発が進んでいる。しかし、河床材料の重なり具合によっては正確に粒径を判読できないこと、捉えることのできる粒径が画像の解像度に依存すること²⁾、写真撮影時の天候や河床材料の湿り具合に解析精度が左右されること³⁾などの課題がある。

一方、近年では測量技術の進歩により詳細な三次元地形測量データを取得できるようになってきており、Pearson et al.は数値標高モデル(DEM)の標準偏差が D_{50} の推定に有効な情報となることを示唆した⁴⁾。

そこで、本研究では画像解析と DEM を用い、河床材料分布情報を把握することを目的とする。ただし、現地調査を十分行っておらず、粒径推定への DEM の適用については現地調査結果と比較を行いながら検討を進めるため、本稿では画像解析による輪郭抽出を用いた河床表層粒度の推定手法や本研究を進める上での課題について議論を行う。2章で使用データ及び解析手法を述べ、結果と課題を3章に示し、4章にまとめを記す。

2. 使用データ及び手法

調査箇所は天竜川水系小渋川の小渋ダム直下より約 1.8km 地点であり、任意の約 30m×約 15m のグリッド内を解析対象とした。

(1) UAV による測量条件

UAV による撮影は平成 28 年 10 月の晴天時に行った。解像度は 5cm/pixel 以下、撮影高度は地上 150m、ラッ

プ率及びサイドラップ率は 60%以上である。撮影した画像を用いてオルソ画像化及び三次元点群データを作成した。

(2) 河床材料の輪郭検出

輪郭はオルソ画像を白黒化し、閾値によって 2 値化したものの外郭とした。閾値は小渋川流域の礫に輝度が高いものが多いことを踏まえ 185 とした。閾値以上の輪郭として検出されたピクセルの内、最も長い 2 点を結ぶ直線の長さを粒径とした。

(3) 三次元測量点群データ

点群データとして出力された三次元測量データは解析を容易にするために格子状にした。格子化には格子内の点の標高値を平均したものをその格子の標高値とする手法を用いた。格子の大きさは欠損値が生じず、できる限り小さな格子とすることができた約 5cm とした。

3. 結果と課題

(1) 河床材料の粒度推定結果

写真-1 に作成したオルソ画像と解析対象地を示す。調査地は床固め工の直上であり、小渋ダムの土砂バイパスを通過した土砂が堆積している箇所である。

オルソ画像の輝度を元に河床材料の輪郭を抽出した結果を図-1 に示す。同図は輝度が高く比較的大きな礫の輪郭をよく捉えている。一方、粒径の小さな白い砂が堆積している箇所(図-1 左上)が一つの礫として認識されていること、黒い礫を捉えられないこと、小さな



写真-1 作成したオルソ画像の抜粋と解析対象(赤枠内)。

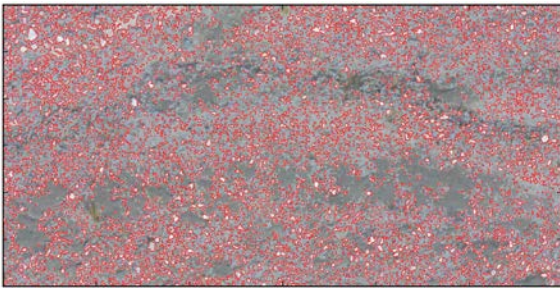


図-1 河床材料の輪郭抽出結果. 赤線は抽出した輪郭を示す.

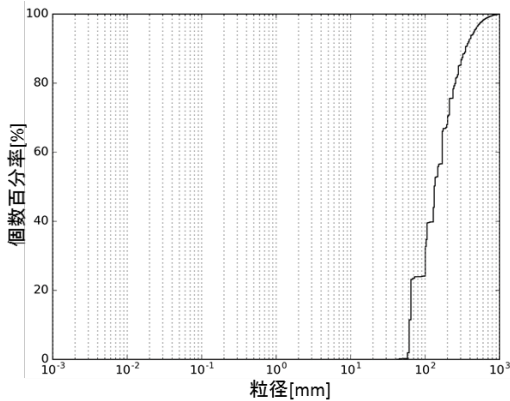


図-2 河床材料の輪郭抽出結果から算出した粒径分布.

ノイズのようなものも含まれていることなどから輝度のみではオルソ画像から粒度推定を行う十分な情報ではないことが示唆される。

図-2 は河床材料の輪郭抽出結果より求めた粒径密度曲線を示す。検出された河床材料は 10cm~20cm 程度の粒径が多く、最小粒径は 4cm、最大粒径は 260cm であった。ただし、最大粒径として検出したものは白い砂地を礫と誤認したものであり、実際には 75cm 程度であることを確認している。

三次元測量データより取得した標高値を図-3(a)に、その移動標準偏差を図-3(b)にそれぞれ示す。ここで、移動標準偏差は各格子を中心とした 9×9 メッシュの平均値に対する標準偏差とする。移動標準偏差は急に標高が変化している所や比較的大きな粒径の河床材料が堆積しているところで大きな値を示した。地形情報は堆積している河床材料の特徴を示すと考えられるため、画像解析による粒径推定精度向上に DEM 情報を活用できないか今後検討していく。

4. まとめ

本研究は UAV の撮影画像から作成されたオルソ画像と DEM から河床表層粒度を推定するものであり、本稿はその結果と課題についてまとめたものである。得られた成果は下記のとおりである。

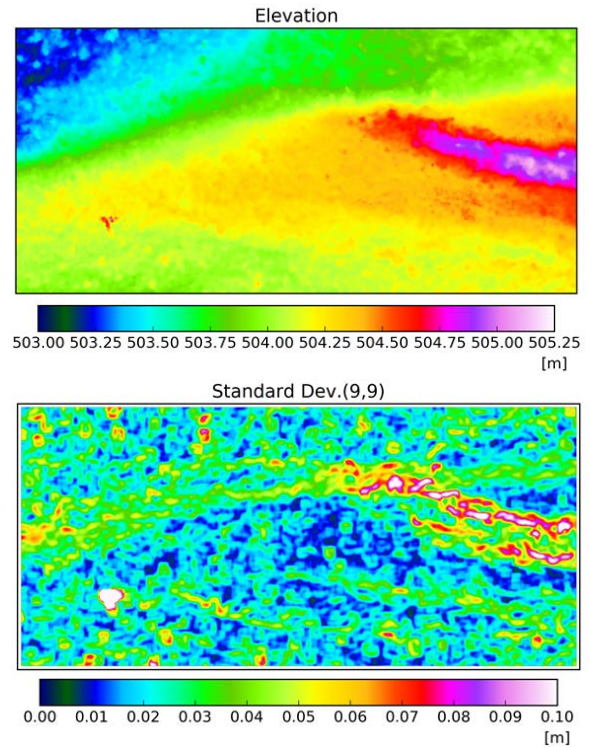


図-3 (a)UAV による三次元測量結果より取得した標高値、
(b)その移動標準偏差。

輝度情報から河床材料の粒度推定を行う方法は輝度の高い比較的大きな礫の粒径を推定できる可能性を示唆した。しかし、黒い砂礫を検出できないことや白い砂地を一つの礫として認識してしまう課題がある。

今後は河床材料の粒度の特長量として RGB 値や標高値やその標準偏差、傾斜量、凹凸指標であるラプラシアンなどを輝度情報と共に用いることで精度を向上させること及び画像解析では識別できない小さな粒径の材料の推定を可能とすることを旨とする。さらに、現地調査を行い、その結果と比較することによって精度向上を図る。

参考文献

- 1) 大橋慶介, 井原一樹, 安田真悟: 画像処理による河床粒度分布情報の高空間解像度化, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol67, No2, L_111-L_118, 2011.
- 2) 原田守啓: UAV による河川地形・河床材料モニタリング手法の検討, インフラ・イノベーション研究会, 第 31 回講演会発表資料, 2016.
- 3) 平生昭二, 阿佐美敏和, 吉村真, 西口祐輝, 河合彩里伊: UAV 撮影画像処理による河床表層粒度分布把握に関する基礎的研究, 河川技術論文集, 第 24 巻, 263-266, 2018.
- 4) Pearson, E., Smith, M. W., Klaar and M. J., Brown, L. E.: Can high resolution 3D topographic surveys provide reliable grain size estimates in gravel bed rivers?, Geomorphology, 293, 143-155, 2017.