

UAV 撮影画像を用いた河床礫径の粒度分布把握手法の検討

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○福池孝記 加藤誠章 西内卓也 遠藤弘樹
国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 五十嵐祥二 渡邊剛 廣瀬昌宏

1. はじめに

河床材料の粒度分布を調査し特定することは、流域特性の把握や河床材料粒径が土砂移動動態に及ぼす影響を評価する上で重要である。河床材料調査は、測線に沿っての実測や、プロット内の土砂を採取しふるい分け試験を実施するといった手法が一般的である。しかしながら、これらの手法は多大な時間と労力を要し、地形上立ち入りが困難な箇所での実施や複数の箇所での実施は難しい。近年では、対象箇所にスケールを設置しデジタルカメラで河床材料を撮影し、画像解析により粒度分布を把握する手法が試行的に用いられている¹⁾。また、様々な分野で遠隔操作による UAV (小型無人飛行機) を用いた検討が進められてきている。

これらを踏まえ、本稿では、GPS 制御された UAV を用いて河床を空撮し、取得した画像から粒度分布を把握する手法の検討を行い、その適用性について考察した。

2. 調査試験地

調査は、姫川流域左支川に位置する直轄砂防流域の平川で実施した。UAV による調査箇所は、周囲の安全を確保するため民家等の建設物の近傍は避けて、平川の上流域 (源太郎堰堤上流付近) を選定した。

本調査では、UAV による調査結果を検証するため、平川の下流域において地上撮影を実施、また、平川の河床材料にてふるい分け試験 (JIS A 1204) を実施した。

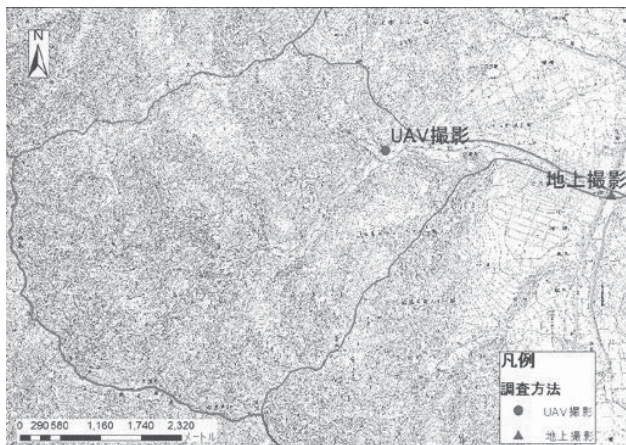


図 1 調査実施箇所(平川流域)

3. 調査方法

本調査は、GPS 制御された UAV (Phantom 2 Vision+, DJI 社製) から取得した空撮画像を用いて画像解析を行う。本調査の特徴としてはポールやメジャー等のスケールを用いずに河床礫径の粒径を測定する点にある。図 2 にワークフローを示す。

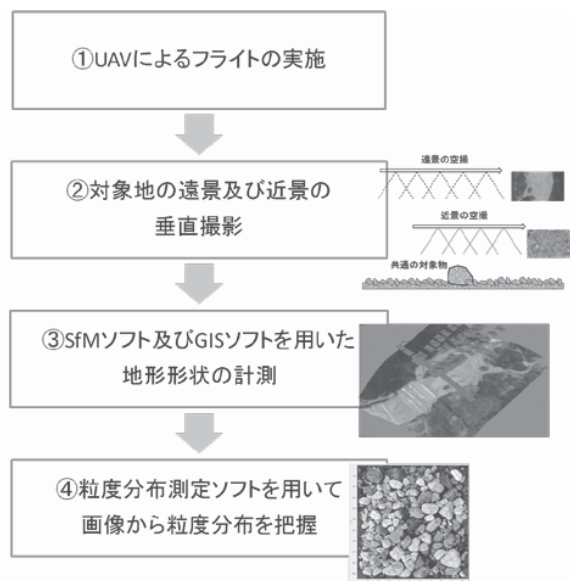


図 2 調査方法の概要

撮影対象とする河床材料を含めた遠景写真 (高度 30-50m 程度) 及び近景写真 (高度 3-5m 程度) の撮影を実施する際、両者において共通の対象物が写るようにする。次に、SfM ソフトウェアを用いて、位置座標情報を持った遠景写真を計算ソースとして画像処理を行いオルソ画像を作成する。そして、作成したオルソ画像から近景写真と共通の対象物の計測を行い、それを近景写真における長さの基準値とする。この手法を用いることにより現地でのスケールの設置が不要となる。

河床材料の粒度分布を測定するソフトウェアは、「BASEGRAIN」(スイス連邦工科大学) を用いた²⁾。上記ソフトウェアは静止画から粒径の形状を把握し、表層の粒度分布を求めることが可能である。

4. 結果

4.1. スケールの検証

全長 2m のポールを対象として、UAV の空撮画像から作成したオルソ画像 (平川) の精度を検証した (表 1)。真値との誤差は 0.3~2%程度であり、粒径の調査精度を考慮すると、スケールを設置しない本手法でも、スケールを設置して撮影するのと同様の運用が可能であると考えられる。

表 1 作成したオルソ画像上のポールの長さ

	真値(m)	計測値(m)	誤差(%)
ポール①	2.000	2.032	1.60%
ポール②	2.000	2.036	1.80%
ポール③	2.000	1.992	0.40%
ポール④	2.000	2.005	0.25%

4.2. 平川流域における画像解析結果

平川流域において、本手法及び地上撮影（スケールを設置）の画像解析から特定した粒度分布結果を図3に示す。

上流域で UAV を用いた本調査結果と下流域で地上撮影した結果とに大きな差異はないが、前者よりも後者の方が粗礫化が進行しているといえる。

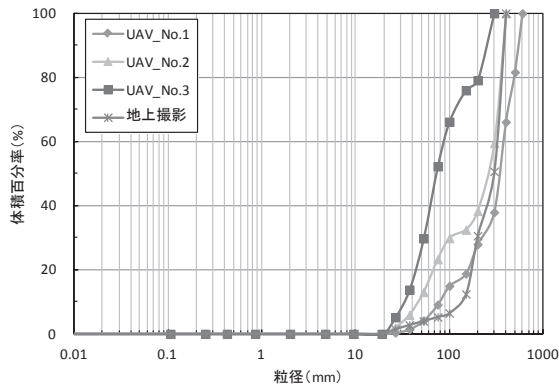


図 3 平川における画像解析による粒度分布

4.3. 調査手法の違いによる結果の比較

平川において実施した本手法を用いた粒度分布と同試験地（図4）における河床材料を採取してふるい分け試験から特定した粒度分布を比較した。ただし、画像処理を用いる本手法は細粒分を十分に考慮することができないこと、また、ふるい分け試験のふるいの目開きは75mmであることを踏まえ、粒径区分上の粗礫分19mm以上で、かつ、75mm未満の範囲を対象としてその存在比の比較を行った。

図5より、試験地 No.1 では19mm-37.5mm までの範囲では概ね両者は一致していたが、37.5m-75mm の範囲では15~17%程度の差が生じた。また、試験地 No.2 及び No.3 では本手法の方がふるい分け試験よりも細礫成分が多い傾向にあった。

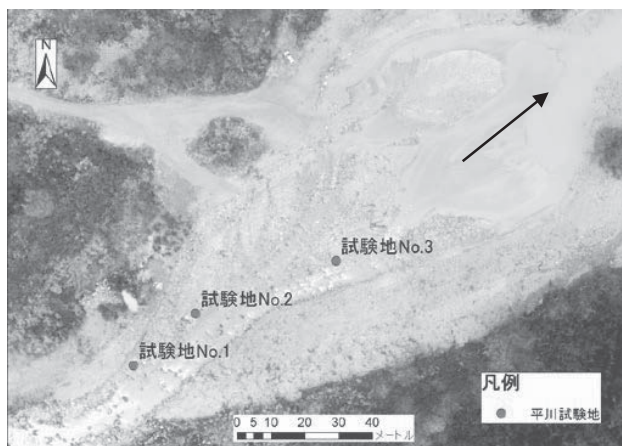
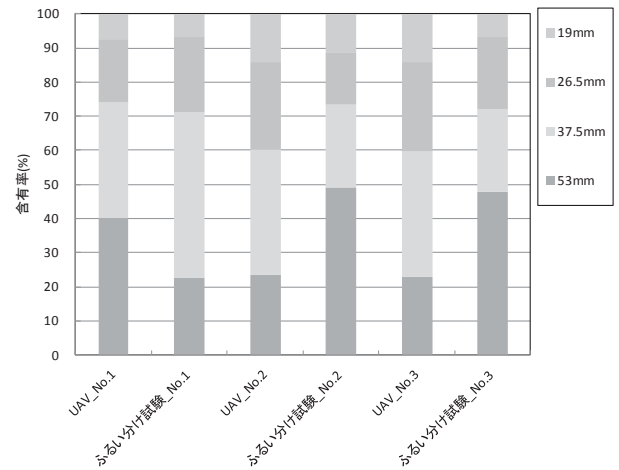


図 4 結果の比較を行った試験地



		含有率(%)			
		19mm	26.5mm	37.5mm	53mm
試験地No.1	本手法(UAV)	7	19	34	40
	ふるい分け試験	7	22	49	23
試験地No.2	本手法(UAV)	14	25	37	24
	ふるい分け試験	11	15	24	49
試験地No.3	本手法(UAV)	14	26	37	23
	ふるい分け試験	7	21	24	48

図 5 平川における含有率の比較

5. まとめと考察

本調査より以下のことが明らかになった。

- ・ UAV を用いた調査結果より、スケールを設置せず、誤差 2%未満の精度を確保して粒径を測定することが可能であった。
- ・ 各支川において、上流域で本手法を用いた結果と下流域でスケールを設置して画像解析をした結果とでは、大きな差はなかった。
- ・ 本手法とふるい分け試験の結果の比較から、多少バラツキのある結果となった。

従来手法であるふるい分け試験の適用範囲は0.075mm~75mm 程度である。一方、本調査手法は、19mm 以上の粒径に対して検討を実施している参考文献 1)と同様に、画像解析により粒度分布を特定するものであることから、適用範囲としては19mm 程度以上であると考えられる。

従って、細砂から粗礫分までの粒径を調査する場合は従来手法が適する。しかしながら、本調査手法は、発達した V 字谷や水深の深い河川の中州等といった測定者の立ち入りが困難な箇所を実施が可能であることから、アクセスが困難な箇所における粗粒分に着目した粒径調査には UAV による調査が有効であると考えられる。

参考文献

- 1)中路貴夫, 写真撮影による河床材料調査, 平成 24 年度近畿地方整備局研究発表会 新技術・新工法部門: No.6, 2012
- 2)M.Detert &V.Weitbrecht, User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN, Advances in River Sediment Research – Fukuoka et al.(eds), 2013