

低高度写真撮影と 3D オブジェクト解析ソフトを用いた山地溪流の流路計測

東京農工大学農学府 ○仁平啓介，平岡真合乃，五味高志

神奈川県自然環境保全センター 内山佳美

1. はじめに

山地上流の溪流地形は小径から大径の礫が混在し、ステップ地形などの流路地形が存在することにより複雑である（権田ら，2008）。また、斜面から定期的に供給される土砂により、降雨出水ごとに流路地形が変化することも報告されている（中村ら，2008）。これらの山地溪流の流路地形計測ではこれまでにトランシット、コンパス、レベルなどの測量方法が用いられてきた（古志野ら，2011）。しかし、空間的に不均質であり、かつ複雑な微地形変化をする山地溪流の流路計測には、従来の手法のみでは不十分である。また、微地形は降雨イベントの土砂移動により変化することから、降雨前後の地形変化や土砂動態を把握するためには、高精度・高頻度の計測を行う必要がある。このような問題点を解決し、経時的な計測が可能である測量方法としてデジタルカメラによる観測が有効である。デジタルカメラの画像から三次元の立体モデルを作成できる 3D オブジェクト解析技術も発展し、汎用的に利用できる（内山ら，2014）。そこで本研究では、デジタルカメラを用いた山地流路の撮影から、高精度の流路地形モデルを作成し流路地形を計測する方法を確立することを目的とした。

2. 調査地と方法

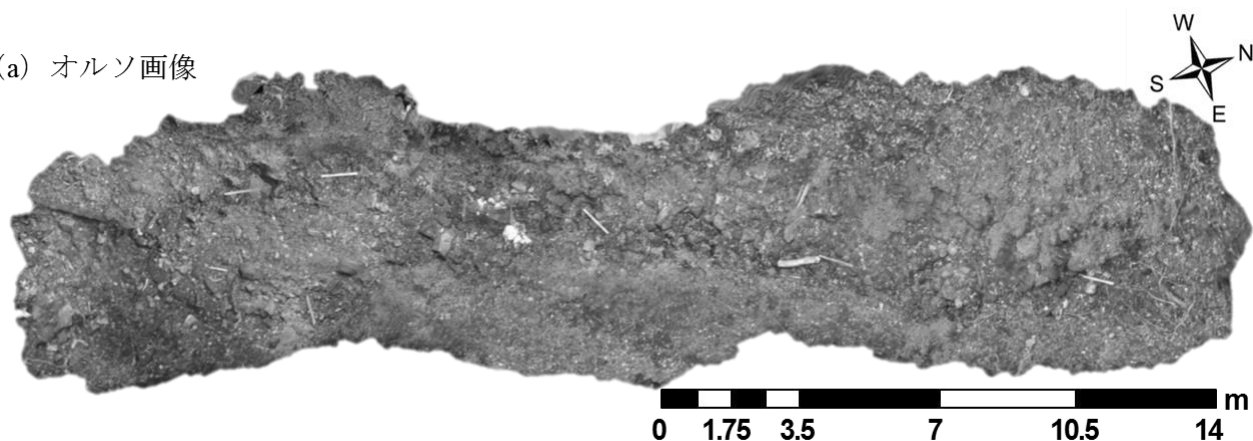
調査は神奈川県宮ヶ瀬ダム上流域に位置する大洞沢観測流域内の流域 No. 3（7.0 ha）の 30m 区間を対象とした。流域 No. 3 末端では、量水堰による流量観測が行われている。調査区間は流域末端から 35m に位置し、流路沿いには 40° 以上の斜面が分布している。調査対象区間の平均河床勾配は 24°、平均高水川幅は 5m、低水川幅は 0.5m である。流路は階段状のステップとその直下流の淵（プール）の連続で構成されている。現地調査は、2014 年 10～12 月に 3 回実施した。長さ 2.2 m の棹先に、デジタルカメラ（RICOH CX5）を 2 台搭載したプラスチックケースを設置した。これにより、地表から約 2 m の高さから 5 秒インターバルで撮影を行った。1 回の撮影で平均 2500 枚の写真を 1.5 時間で撮影できた。地上基準点（Ground Control Point : GCP）を区間内に 11 か所設定するとともに、縦横断側線も含めて測量を行った。3D オブジェクト解析には、Agisoft PhotoScan Professional edition 1.0.0 を使用した。GCP の空間座標から Digital Surface Model（DSM）を出力した。出力 DSM は、ArcGIS を用いて等高線やラスタデータ解析などを行った。

3. 結果と考察

得られた地形モデルは、9～11mm/pixel の解像度であった。生成画像から 1cm 程度の河床礫は把握が可能であった（図 1 a）。対象区間の河床礫 D_{50} は 3.7cm であり、 D_{90} は 20.7cm であることから、本手法から河床構成礫の 88%を判読することが可能と判断できた。ただし、一部には画像合成時のぶれなどもあり、今後取得画像の精度を上げる必要もあった。

作成した DSM から、5cm 等高線を作成した（図 1 b）。等高線からは、流路内の流水のある箇所、かつ等高線が密に分布しているステップ地形を判別することができた（図 1 b の矢印）。得られた地形モデルと現地測量

(a) オルソ画像



(b) 5cm等高線

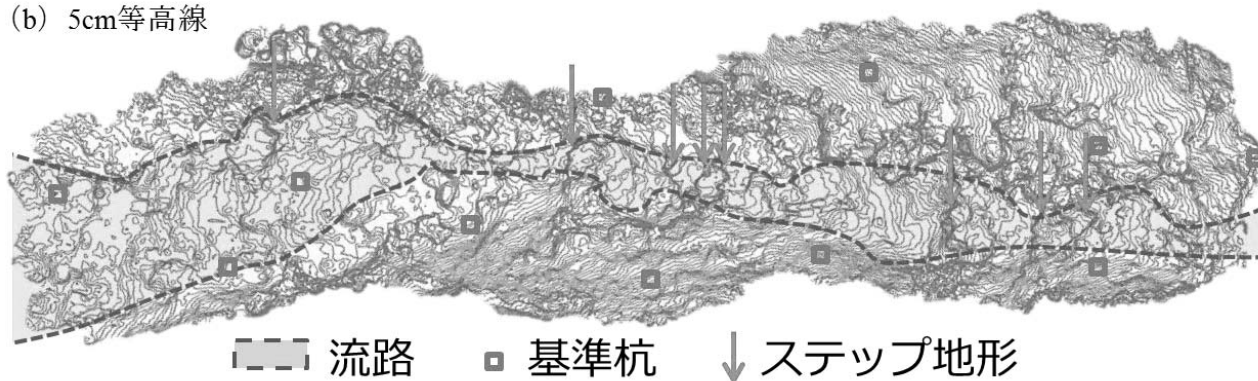


図 1 10 月調査の画像解析によって得られたオルソ画像 (a) と 5 cm 等高線 (b).
図中に流路、Ground Control Point (GCP)、ステップの位置を示す.

によるステップ高を比較したところ、ステップの高さの実測値と計測値はおおむね一致していた。ただし、ステップ下部にある淵では水面の反射により、淵の地形を計測することは出来なかった。また、流路外で植生などの地表面状態の影響を受ける箇所では、地表面地形の抽出には難しいことがわかった。

4. まとめ

本手法により、1~10cm の高精度で流路微地形を判読することができた。また、本手法は 1 回の現地調査時間が短く、一般的なカメラを用いたことで、汎用性が高く、高頻度で計測が可能であることを確認できた。近年では、マルチコプターによる空撮技術も発展しているが、山地森林域では樹木などの影響により空撮が難しい。このような山地溪流の流路地形観測として本研究手法が有効であること示唆できた。

引用文献

- 権田豊, 岡崎達也, 西井洋平, 川邊洋 (2008) 山地河川における Step-Pool 構造の形状及び分布特性, 新潟大学農学部研究報告 61 (1), 67-93
- 古志野豪, 窪田哲蔵, 遠藤祐子, 芳賀弘和 (2011) 源頭部河川の縦断形状の形成に果たす流木の寄与, 日本森林学会大会発表データベース 122 (0), 764 - 764
- 中村和央, 眞板秀二, 宮本邦明 (2008) 山地小流域溪流における階段状河床地形の形成・破壊の実態, 筑波大学農林技術研究 24, 1 - 36
- 内山庄一郎, 井上公, 鈴木比奈子 (2014) SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究所研究報告 81, 37 - 60