

全方向カメラを用いた渓流域での地形再現手法に関する研究

福岡大学工学部 学生会員 林紘平, 正会員 伊豫岡宏樹

1. はじめに

流域を構成する地質やその構造が異なることで、それぞれの河川独特な物理・化学環境が構成され、その影響が生態系へも波及している。渓流における河道管理手法を確立していくにあたり、ステップ・プール構造や、巨石の存在などの複雑な地形による、渓流域の環境の理解を深めるためには、その地形を3次元的に把握することが必要である。地形を詳細に把握する手法として、3D スキャナや移動型 3D-Lider などがあるが、いずれも設置に時間がかかることや使用する機器が高価なため、渓流域での実用のためのハードルは高い。また、近年急速に普及が進んでいる UAV (Unmanned aerial vehicle) などを用い、移動しながら撮影した複数の平面写真から三次元モデルを構築する SfM (Structure from Motion) 技術により、撮影範囲全体のオルソ画像や地形モデルを迅速かつ安価に得ることが可能となっているが、樹林に覆われた渓流域では GPS 信号の受信に難があり、そもそも UAV を飛行させることが難しい。本研究では、渓流を徒歩で移動しながら撮影した連続撮影より、SfM を用いて渓流域の河道形態を詳細に把握し詳細な地形モデルの作成することを目標とした。

2. 方法

写真測量は、樋井川流域の風致公園（福岡市）の約 100m 程度の渓流について行った。写真撮影に先立ち、撮影区間の上下流にわたって後述する標定点および Ground Control Point(GCP)として使用する地点を明確にするために石灰を用いた $\phi 10$ cm のマーキングを行った。SfM に用いる写真は、全方位カメラをヘルメット上部に装着し、河川を移動しながら静止・直立した状態で撮影した。SfM では移動しながら連続した写真を元に、3次元モデルを構築するため、一般的な空撮では同一コース 80%以上隣接コース 60%以上の重複度が必要と言われているが、全方位カメラでは重複度を正確に算出することは困難であるため、今回は撮影間隔を約 1m 以下とし、対象区間を往復して撮影した。

また、比較を行うために小型アクションカメラとスタビライザー (Feiyu WG2) を組み合わせたシステムを使用し、赤間 (2019) と同様の手法で河川を移動しながら斜め前方を 2 秒ごとに撮影した。GCP 及び評定点の測量については、トータルステーション (SOKIA SET4100s) を用い、最初の機械設置点を原点、x 軸方向を磁北をとして前途したマーキング箇所について相対座標を観測した。

それぞれのカメラで撮影した画像データをもとに画像処理ソフト (Agisoft Metashape Professional Version1.6.2) によって 3 次元点群を生成し、河川上を覆う樹木などの不要な点群の除去を行った後、Digital Surface Model (DSM) として保存し GIS 上で GCP として使用しなかった評定点との誤差を測定することでその精度を評価した。

3. 結果

図 1 に全方位カメラを用いて作成された DSM を、図 2 に同じくオルソ画像を示す。オルソ画像、時計モデル作成に用いた写真数は、全方位カメラ 287 枚、小型アクションカメラ 895 枚、撮影時間は、それぞれ 37 分、15 分であった。また、GCP には流心、右岸側、左岸側に 32 地点の測量点を使用した。それぞれ DSM の精度は、全方位カメラによるモデルで RMSE=10.5cm、小型アクションカメラによるモデルで RMSE=2.7cm であった。

4. 考察

全方位カメラは撮影枚数が少なくても地形モデルを作成することが可能であったが、撮影枚数が少ないと GCP が写りこんでいる写真も少なくなる。よって小型アクションカメラと比較するうえで精度的にはやや不利になる可能性があった。

モデル作成については、アクションカメラを用いて斜め前方を撮影する方法と全方向カメラを用いる方法の両者ともに河道内の樹林などのデータを除去するこ

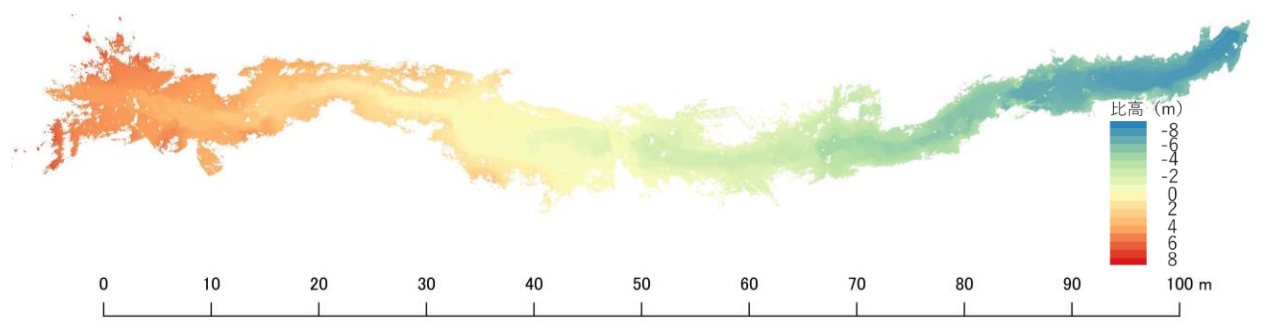


図1 地形モデル



図2 オルソ画像

とが重要な作業であった。また、撮影の際に UAV を用いた撮影に比べ被写体が近くなるため、地形条件や移動方向によっては写真のオーバーラップ限りなく近くなり、分割して作成した地形モデルを統合するなどのモデル作成上でのノウハウが必要であった。また、DSM とオルソ画像を重ね合わせれば、巨石等の構成材料の粒径や存在場所を正確に把握することも可能であり、出水前後等の観測等を行えばその変化も把握可能である。図3に両モデルの流心部の縦断形状を示す。全方位カメラとアクションカメラ双方概ね同様の地形を再現できていることがわかるが、縦断距離 70～80m 付近などで、再現結果が異なる区間がみられた。今回の調査対象は、川幅 1.5m 程度と非常に狭く、落差の大きいステップ・プール構造や橋によって見通しの悪い区間では、写真の重複が極端に減ることで SfM によるマッチングポイントが少なくなり、十分な再現ができていなかったことが理由と考えられる。また、一部の写真では、河道が狭いことにより撮影対象に極端に近くなることでオーバーラップ率が低くなり、結合の精度が不十分な区間が生じたと考えられる。アクションカメラを用いた撮影では、撮影画面を見ながら見通しの悪い箇所があれば、角度やカメラの高さを変

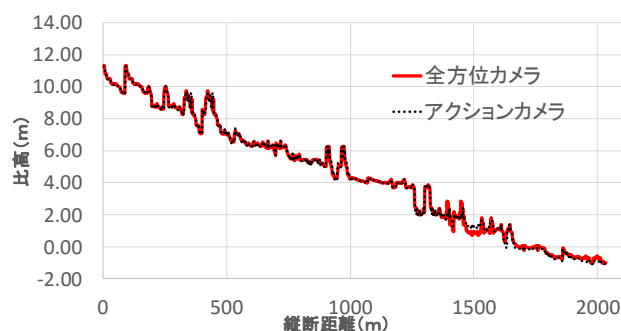


図3 縦断形状

えて補完的に撮影を行っていたため、前述のような問題は比較的少なかったが、全方位カメラでは、インターバル時間やシャッタースピードや感度の設定に限度があったため、短いインターバル・シャッタースピードかつ高感度な写真が撮影可能な機種を用いれば、これらの問題は軽減されと考えられる。調査地域によってカメラを使い分けることで詳細な地形の考慮が難しかった渓流域での3次元的な物理条件を考慮した河道管理がより簡易に行える可能性が示された。

参考文献

赤間功基ら、写真測量を用いた渓流域の簡易的空間把握手法の検討