

溪流河川の分類への写真測量技術の適応可能性に関する研究

九州大学工学部 学生員 高木 美奈
九州大学大学院工学研究院 正会員 林 博徳
九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島谷 幸宏

1. 背景および目的

溪流河川の分類は多自然を目指した今後の川づくりに非常に重要である。世界的には米国の Dave Rosgen による河川分類が有名であり、勾配と滞筋の数、蛇行度・エントレンチメント比・川幅水深比等により複数のグループに分類整理されている^{1),2)}。一方で、比流量や河床材料の形状、粒度分布は地質の影響を大きく受けることから、河川の特性は地質により異なるものと思われるが、地質に着目した溪流河川の分類に関する知見はほとんど蓄積されていない。本研究ではこの点に着目して、地質に基づく溪流河川の物理的特性の分類を行うことを最終的な目的としている。また、溪流河川は平地に比べて勾配も急であることから、物理環境の計測に大きな負担とコストがかかることや十分に詳細な物理環境を把握することが難しいという課題がある³⁾。一方、近年写真の加工に関するソフトウェア等の技術が向上し、撮影した写真データを用いて測量を行う手法（三次元写真測量）が提案されている。そこで、本研究では溪流における物理環境計測の課題を克服するために、比較的簡便な調査手法と思われる三次元写真測量が、どの程度溪流における物理環境の計測に応用できるか検討を行った。

2. 調査地

調査対象地は熊本県の菊池川の支川の小坂川とした。

3. 調査方法

3-1 撮影方法

あらかじめソフトウェアでカメラパラメータを登録したカメラを用いて、木の枝から釣り下げた鉛直軸と長さの基準となる赤白ポールと、長さで水平軸の確認用のスタップが映るように川全体を撮影した。岩の影になって水際が取れなくなる場合が多かったので、ひとつの被写体につき3枚以上、下流から上流と上流から下流の2方向から撮影した(図1)。撮影の角度範囲は θ 影 $10\sim 20^\circ$ 程度とした(図2)。

3-2 写真測量ソフト

簡易型・三次元写真計測システム「Kuraves」を使用した。このシステムは、2枚以上の写真から三次元座標を計算し、出力するソフトウェアである。同じ被写体を撮影した2枚の写真に対応点を8個以上プロットしてカメラ位置を測定し、垂直基準と長さを与えて三次元座標を作成した。その三次元座標に700以上の対応点をうって三次元画像を作成し、どのような物理環境が測定できる

かを検討した。

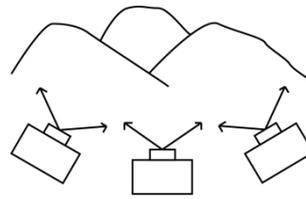


図1 写真撮影方法

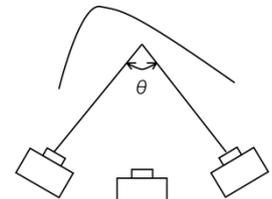


図2 角度範囲



図3 実際に使用した写真(小坂川)

4. 調査結果

図3の写真のピンクテープがひかれた部分の横断面図の作成を目的としたが、水際が岩陰に隠れてしまい、実際にとれた横断面は図3の①と②の2つであった。

4-1 平面図

図4に示すように右岸を赤、左岸を黄、滞筋を青、岩を緑として面を取り作成した平面図を図5に示す。図4は対応点をとることにより面を作成したもので、三次元画像としても表現でき、従来計測が難しかった水際形状や河岸の岩の一つ一つの形状などを図化できた。図5は作成した平面図を、イラストレーターを用いてわかりやすく図化したものである。この平面図において、岩の形状が点線で表されている部分は影になって見えなくなった部分である。実測と写真測量による水面幅の測量結果を図5に示した①と②の断面で比較すると、①断面では0.6cm、②断面では0.1cmの誤差が出た(表1)。

表1 実測と写真測量による水面幅の比較

断面No.	実測値	写真測量
①	120	119.4
②	250	249.9

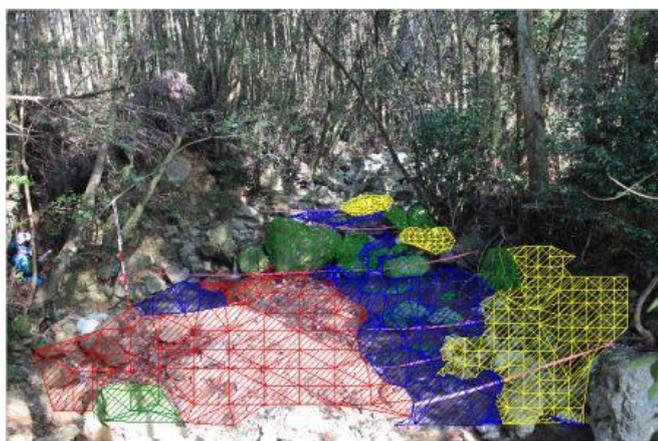


図4 面を作成した写真



図5 平面図

4.2 横断面図

図6に写真測量に基づく①の横断面図を示す。図の横断面線上の点座標が得られ、断面内の長さや高低差を知ることができた。

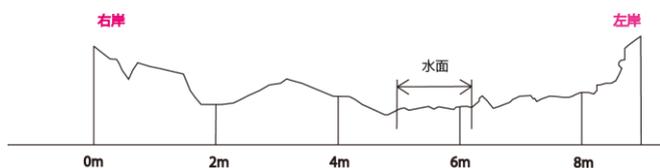


図6 ①の横断面図

5. 考察

溪流の特徴的な物理環境として Rosgen の分類に用いられたもの以外にステップ&プール構造が挙げられる。ステップ&プール構造の把握に重要な物理環境はステップ長、ステップ高さ、水面幅、ステップやプールの面積・形状、ステップを形成する岩の粒径・形状などで(表2)、表1の結果から、基準を取りたい長さの近くに設置すれ

ば正確な計測結果が得られることがわかった。このことから、水面幅、巨石の粒径、エントレンチメント比の算出に必要な Bankfull width などの長さの計測ができると言える。しかし、Flood-prone width は同じ距離測定ではあるが、写真測量が植生部分に対応点を取れないことから計測が不可能である。また、ステップやプールの形状や面積は図4に示したように面を作成すれば把握できることがわかった。写真測量は写真に写っていない部分は測定できないので、水深や河床粒径は現場で測定しなければならない。平面図においては、トータルステーションを用いた測定でも測定可能であるが、器具を何度も移動し設置するのは大変手間と時間がかかるので、この点においては、写真測量が非常に大きな能力を発揮すると言える。

表2 写真測量とトータルステーションによる測量の測定可能な物理環境の比較

測定項目	写真測量	トータルステーションを用いた測量
ステップ間隔	○	○
ステップ高	×	○
プール長	○	○
水深(プール深)	×	○
水面幅(プール幅)	○	○
落差	○	○
Bankfull width	○	○
Flood-prone width	×	○
河床材料粒径	×	×
巨石の粒径・形状	○	×
水面勾配	○	○
河床勾配	×	○
水際線形	○	×
平面図	○	△
面積	○	×

6. 結論

溪流研究において、従来の測量に写真測量を合わせることで河川の全体図を把握でき、今後の河川分類に貢献できることが大いに期待される。

7. 参考文献

- 1) Dave Rosgen : APPLIED RIVER MORPHOLOGY, Wildland Hydrology, 1996
- 2) Dave Rosgen : A classification of natural rivers, Wildland Hydrology, 1994
- 3) 吉野昌樹・内山英昭・春山真一郎・中川正雄・掛橋孝夫・永元直樹：可視光通信とイメージセンサを用いた測量システム，電気学会通信研究会資料，CMN-08 巻,41-76 号,43-48 ページ,2008
- 4) 権田豊・岡崎達也・西井洋平・川邊洋