

## UAV を用いた中小河川の河床形状計測

福井工業高等専門学校 正会員 ○辻野 和彦  
 福井工業高等専門学校専攻科 奥村 彪永  
 株式会社川上測量コンサルタント 上山 沙好

### 1. はじめに

近年、国土交通省が進める i-Construction の流れを受け、無人飛行機（Unmanned Aerial Vehicle：以下 UAV と略記）の測量分野への活用が積極的に行われている。UAV はエンジンを搭載したラジコンヘリコプターと比較して、安価で小型、機動力に優れていることが大きな特長である。本研究で用いた UAV は回転翼機でありホバリングが可能である。専用のジンバルに取り付けられたカメラで撮影するため、ブレが生じにくいことや垂直離着陸式のため離着陸場所の制約を受けにくい。この技術を現在の河川測量へ応用することができれば、人が河川に入らなくても河床形状の把握が可能になり、作業の効率化・安全性の向上・経費削減が期待できる。しかし、水面は太陽光を反射だけでなく吸収するため、写真では暗く映る。また、流速が速い場所では流れが乱れ、河床が写真に写らない。そこで、本研究の目的は、UAV を用いた河川の形状把握の限界を明らかにすることとして設定した。

### 2. 調査概要

本研究は、2019 年度より福井市の株式会社川上測量コンサルタントとの共同研究として実施している。同社の協力を得て、2019 年 10 月 28 日に福井県鯖江市の河和田川の空撮を行った。図 1 に示す 2 つの測線（下流側：A、上流側：B）を対象として、本研究室では 2 機のドローンで空撮を行った。また、川上測量コンサルタントは DJI 社製の Matrice 600 Pro での空撮を行った。なお、横断測量結果は川上測量コンサルタントが実施した結果を利用した。



図 1 対象域の位置

本研究で使用した UAV は DJI 社製の Phantom 4 Pro. と Inspire 1 Pro. である。撮影はオートパイロットで行い、オーバーラップ 80%，サイドラップ 60% に設定した。Phantom 4 Pro には偏光レンズを装着し、Inspire 1 Pro には偏光レンズを装着させずに空撮を行い結果の比較を行った。また、空撮の後に電磁流速計で流速を測定し、その地点の座標もトータルステーションで測定した。

### 3. 3D モデルおよび DSM の生成

空撮画像から 3D モデル、オルソモザイク、DSM（Digital surface model: 数値表層モデル、以下 DSM と略記）を生成した。これらの生成には、Agisoft 社製の Metashape を用いて行った。

3D モデルを計算する際、地上基準点（GCP：Ground Control Point）として距離標の地理座標（平面直角座標系第 VI 系）を与えた。またこの 3D モデルからオルソモザイクと DSM を生成した。また、現地踏査で測定した流速を ESRI 社の ArcGIS に入力し、流速分布を作成し、流速と UAV により河床形状把握との相関を調べた。

### 4. UAV を用いた河川横断測量の結果

生成した DSM から距離標を結んだ直線上の標高を取り出し断面図を描いた。一例として A 測線の断面図を  
 キーワード UAV, 空撮画像, 河床形状, 横断測量, 屈折率

連絡先 〒918-8156 福井県鯖江市下司町 福井工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0778-62-8316

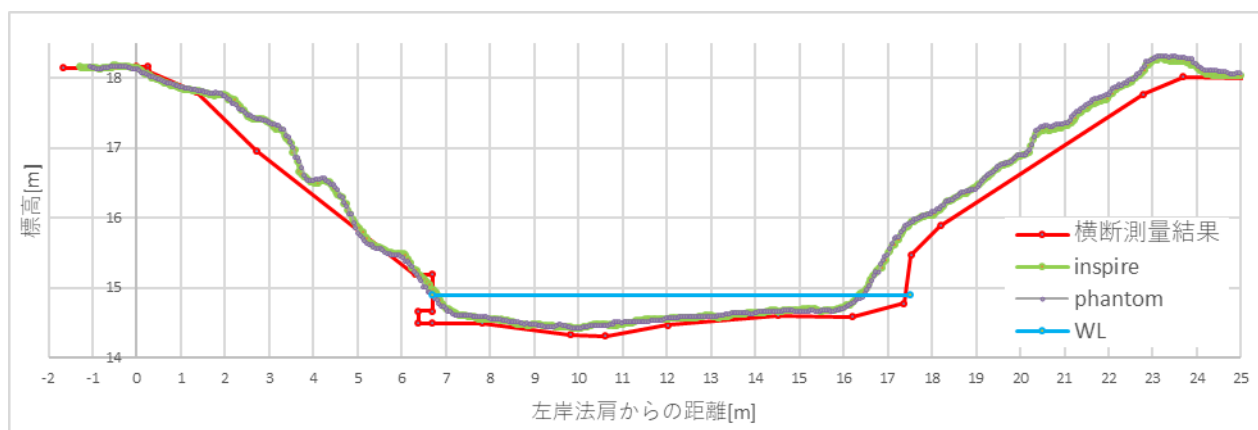


図2 A測線の断面図

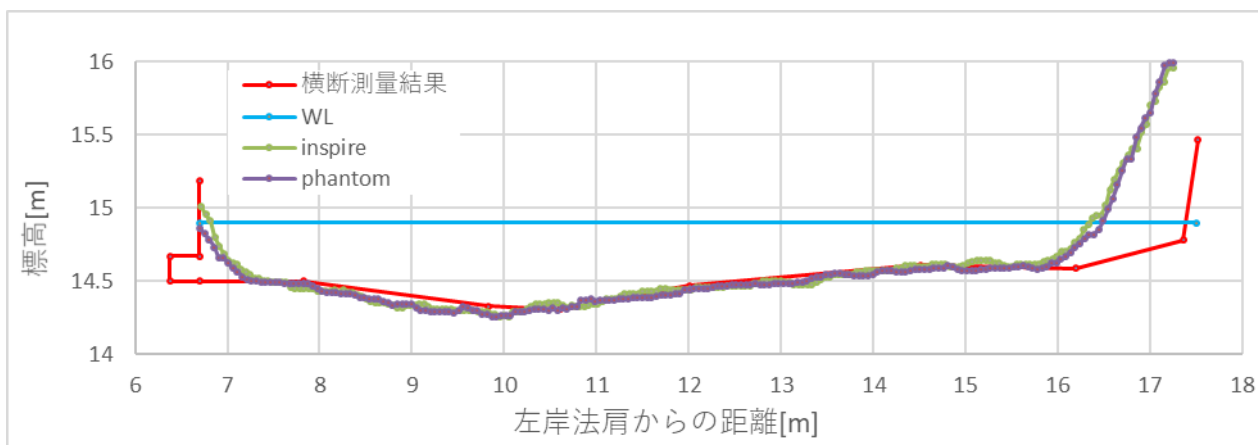


図3 水の屈折率を考慮した河床形状

図2に示す．同図中，赤色を横断測量結果，緑色を Inspire 1 Pro の DSM，紫色を Phantom 4 Pro の DSM とした．図2より，どちらの UAV も概ね地形の形状を正確に捉えていることが判るが，横断測量の結果と比較すると堤防法面の植生により，実際の標高よりも DSM の方が，標高が高くなっていることが判る．

一例として，A 測線における河床部に限定し，水の屈折率を考慮して河床高を補正した断面図を図3に示す．いずれの UAV も河床形状を正確に捉えていた．ただし，左岸および右岸の水際辺りは植生や影の影響を受け，正確な値が得られなかった．

流速の測定点における河床高の誤差を算出し，流速との関係を調べた結果を図4に示す．同図からは，今回の調査区間内では流速と誤差には相関がみられなかった．さらに早い流速の場所でも空撮を実施し，誤差との関係を見たいと考えている．なお，Phantom の平均誤差は 0.045m，Inspire の平均誤差は 0.059m で，偏光レンズを装着している Phantom の方が，計測誤差は小さくなることが判った．

## 5. まとめ

本研究では河床形状を計測する際の UAV の限界を把握することを目標に，UAV を用いて河和田川の空撮を行った．今回の測量では流速のデータ数が少ないこともあり流速と誤差に相関があるとは言い切れなかった．今後の展望としては，より多くの流速のデータを測定することが挙げられる．

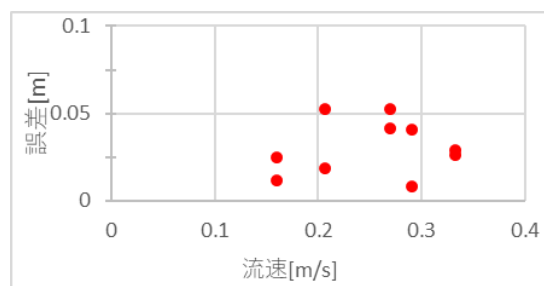


図4 河床の計測誤差と流速の関係