

UAV を用いた河道内物理環境の 面的把握とその活用

鬼頭舞¹・平井文章¹・石黒陽平¹

¹木曽川上流河川事務所 調査課 (〒500-8801 岐阜市忠節町 5-1)

河川管理にあたっては河道内物理環境を十分に把握することが重要であるが、現状では時空間的に十分把握可能な体制ではないと考えられる。一方で災害対応や平常時の河川管理として、UAV の利用が進んでおり、さらなる利活用の進展が期待されている。そこで当事務所は岐阜大学との協働により、UAV を用いた河道内物理環境の面的把握の手法を研究するとともに、その手法を当事務所で活用できるように UAV 操作のための体制を整えた。

キーワード：無人航空機、UAV、ドローン、河川管理、モニタリング

1. 背景

河川の管理にあたっては、河道内物理環境を十分に把握することが重要であると考える。しかしながら、河川定期縦横断測量は 200m ピッチで 5 カ年程度毎、河床材料調査も数年毎の調査でとどまっており、時空間的に十分把握可能な体制となっていない。これらを補うためには、時空間的に情報量が多く、各地方整備局や事務所で統一して情報を整理できる平易なモニタリング手法が求められている。

一方、昨今の UAV (通称ドローン) に係る技術進展は目覚ましく、測量や工事写真撮影等に成果を挙げつつあるが、河道内物理環境を平常時にどのように UAV で撮影し、どのように解析して把握すべきかについてのノウハウは現場に蓄積されていない。こうした中、岐阜大学は当事務所との協働により、UAV を用いた河道内物理環境の面的把握手法を研究し取りまとめたところである。

そこで、研究で得られたノウハウを事務所として習熟し、職員自ら河道内物理環境を十分な精度で把握するため、事務所で UAV 操作のための体制を整備し技術の慣熟を行うことにした。

2. UAV について

(1) UAV とは

UAV とは Unmanned Aerial Vehicle (無人航空機) の略称であり、飛行機型・ヘリコプタ型・マルチコプタ型 (図-1) と種類があるが、一般的にマルチコプタ型のことをドローンと呼んでいる。また、UAV はカメラを搭載し、空中から静止画や動画の撮影が可能であり、操作を習熟すれば誰でも空中写真を撮影することができる。UAV の長所として高所や接近が困難な場所であっても活動可能、小型・軽量のため運搬が容易、操作者に免許等の資格は不要、短時間で上空から写真を撮影可能、低価格で容易に UAV が入手できる等が挙げられ、幅広い応用が可能である。

(2) UAV の活用状況

UAV は近年さまざまな場面で活用されており、全国の災害対応や河川管理等で活躍している。

平成 28 年の熊本地震¹⁾では、被災状況調査を行うため、立入りが困難な災害現場の状況把握や土砂崩れの状況把握、断層が出現した範囲の確認、土砂崩壊の状況把握に UAV が活用された。

また、信濃川水系千曲川での植生調査²⁾では、UAV を用いて空中写真を撮影し調査を行い、その結果、景観から生息場までは、より良好に視認・判読が可



図-1 マルチコプタ型 UAV (ドローン)

能であり、また植物の専門家ならば、種までも十分に識別できる可能性がある解像度を有していた。

これらの事例から、UAV の活用は効果的であり、河川地形計測や河床材料調査においても高い適用性があると考えられる。

3. 現在の検討

(1) 学との連携における取り組み

現在、国土交通省は、水管理及び国土保全行政における技術政策課題を解決するため、研究機関の持つ先端的な技術を積極的に活用し、(教育機関や研究機関と民間企業が連携し、新商品開発などを図る)産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、河川砂防技術研究開発公募を行っている。また、これにより技術分野や課題毎に産学官連携による技術研究開発の体制を整備することによって課題の解決を目指している。当事務所はこの制度を活用して岐阜大学と協働し、UAV を用いた河道内物理環境の面的把握手法を研究してきた³⁾⁴⁾。その研究内容を以下で紹介する。

岐阜大学では、UAV 空撮を実施し、その画像を補正処理することで水中可視化を行った(図-2)。UAV で撮影した空中写真を補正処理するためにはアクアスコープを利用している。アクアスコープとは、従来の撮影後の画像調整処理方法では暗部の情報が失われやすいという問題に対して、画像輝度ヒストグラムから濃淡情報を個別に取り出し、個別に取り出



図-2 水中可視化処理



図-3 3次元復元技術

した濃淡情報を合成する高ダイナミックレンジ画像のコントラスト補正処理技術を用いて、極端に明るい部分と暗い部分の両方を見やすくする画像製品である。アクアスコープを用いて、画像を補正処理することによって河床の暗明がはっきりし河床状況の判断が容易となった。

また、水中可視化を行った空中写真から河床の高低差を3次元化するために、異なる方向から撮影した複数枚の画像を元に、カメラと対象物の3次元構造を復元する技術(SfM / MVS: Structure from Motion / Multi-View Stereo)とUAV空中撮影画像を組み合わせることによって、3次元地形を得る技術 UAV-SfM / MVS を用いた。複数枚の空中写真から3次元の地形形状を復元する方法は既に現地適用が進んでいる(図-3)。

以上の2つの技術を用いて、長良川48k~49kの扇状地区間で画像処理の有無による水中河床形状精度の検証を行った。まず初めに、平水時と増水時の流量の異なる条件で UAV 空撮を行い、河床形状が複雑な水制周辺に6本の検査断面を設定した(図-4)。次に平水時・増水時の画像に水中可視化の補正処理を行ったものと未処理のものそれぞれに、UAV-SfM / MVS 技術によって3次元構造復元処理を行い3次元モデルを作成し河床高の推定値を測定した。また、同区間で超音波のドップラー効果を利用して3次元の地形を計測する ADCP 計測を行い、その結果に基づく標高分布から河床高の実測値を測定し、各地点の3次元モデル4ケースと ADCP 実測値の比較を行った(図-5)。



図-4 検査断面地点

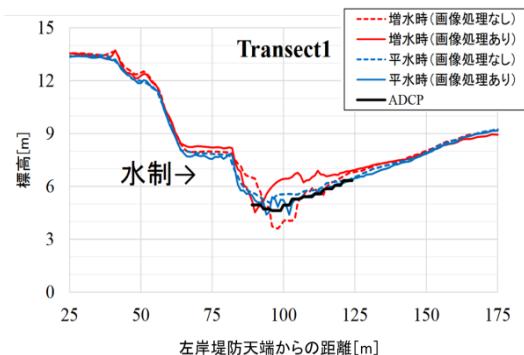


図-5 推定値と実測値の比較 (Transect1)

結果、各地点の陸上部に関しては、どのケースも3次元モデルの推定値と実測値は概ね一致していることが分かった。しかし、水中部に関してはケースにより3次元モデルの推定値と実測値にはばらつきがあることが分かった。平常時に関しては、空中写真から推定された河床地形は、3次元モデルから求めた見かけの水深を光の屈折率である1.33倍することによって河床高を表現でき、処理の定式化が可能であることが分かった。また、撮影のコンディションが良ければ水深2m程度まで計測が可能であり、水中可視化処理により、水深がより大きい領域まで計測可能になることが分かった。増水時に関しては、増水による濁りや水面の擾乱による反射といった撮影のコンディションの影響を強く受けることが分かった。

以上の研究結果から、平常時の河川管理におけるUAVの活用は十分に期待されると考えられる。また、研究で用いた技術を用いた処理の定式化のノウハウを事務所で習熟することにより、効率的な河道内物理環境が把握できると考えられる。

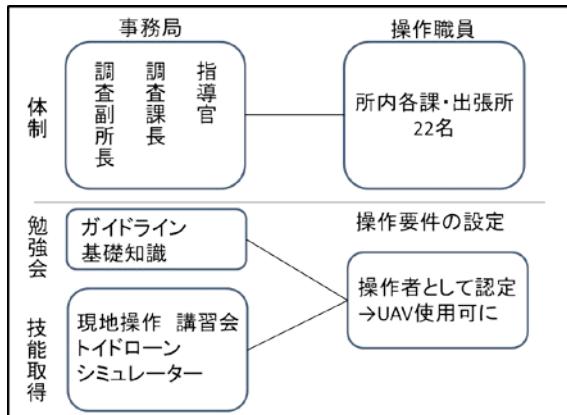
(2) 事務所での体制整備

当事務所では、UAV(Phantom 4)を購入し、河川管理においてUAVを活用すべく平成28年度に(図-5)のように体制を整備し、UAV操作職員を認定す

ることとした。認定されるための要件は以下の通りに設定した。

まず初めに各課よりUAV操作希望者を事務局に登録し、半年毎に開催される勉強会に参加しガイドラインや基礎知識について学習を行う。次にシミュレーター(リアルフライト)でUAVの操作方法を学習する(写真-1)。さらに、練習用トイドローンを用いて操作訓練を行う。以上の段階を満たしかつ練習用トイドローンで1分以上の安定した空中操作が可能であることを確認できた場合に限り、操作職員として認定している。UAV操作職員として認定された後は、事務所で所有している実機の貸し出しが可能となり、現地での撮影を行うことができる。また希望者には、ドローン検定3級を官費で一回まで受験可能としている。

これまでに当事務所では、平成29年1月に中部技術事務所の講習会に参加し、UAVを取り扱うにあたっての心構えと基礎知識の学習、実機及び練習用UAV、シミュレーターを用いた操作を学んだ。また平成29年2月に事務所にて勉強会を行うとともに、3月には岐阜大学との合同勉強会(写真-2)を開催し、基礎知識の習熟とモニタリング手法に関する研究の学習を行った。実機操作としては、平成29年3月に当事務所が所有しているUAVを用いて長良川45.8kの伊自良川合流点においてUAVの実機操作と



手順を確認し、撮影訓練を行った（写真-3、写真-4）。現在までの体制の成果として、UAV 操作職員として 4 名が認定されている。

4. 課題と展開

UAV 自体の技術的課題としては、さらなる UAV 撮影画像の精度を向上させることと、撮影条件が推定精度へ与える影響が大きいため悪天候または河道の悪状況時の利用方法を検討することが挙げられる。体制上の課題としては、職員によって職務で UAV を利用する頻度が異なるため、職員の技能取得実施状況に差があることが挙げられる、実際、UAV 体制運用後、UAV 操作者として認定されたのは 4 名のみであり、またシミュレーターが事務所に設置してあるため、出張所職員の練習機会が少ないことが課題である。今後、出張所職員のための技能習得環境を整備していく必要があると考えられる。また、安全上の課題としては、当事務所が所在する岐阜市は人口集中地区が多いことから（図-6）⁵⁾、屋外での実機を用いた現地操作訓練が行いにくいことが挙げられる。



写真-4 実際に撮影した写真（伊自良川合流点付近）

これらの課題への対応として、UAV の精度を上げるためにも、今後も学と連携し研究を進めることが必要であると考える。そして勉強会・訓練を継続的に実施し、これまでの研究の情報共有を行うとともに、体制としてさらなる知識と操作技術の向上を目指し、現場での運用のノウハウを学ぶ。さらに、技術取得状況の差を補うべく、2ヶ月に1度程度、職員による撮影訓練を行い、操縦者の人材育成を実施するほか、シミュレーターを持ち運び可能なノートパソコンでも運用可能とするなど、技能取得環境を整備していくことが考えられる。

参考文献

- 1) 中村；国土地理院による UAV の取組と最新動向、第 45 回国土地理院報告会、2016.
- 2) 萩場・傳田・中西・片桐；物理環境等を指標とする河川環境評価技術に関する研究、国立研究開発法人
- 3) 原田；河川環境モニタリングのニーズに UAV は応えられるのか、特集河川環境モニタリング、2016
- 4) 原田・荒川・大井・鈴木・沢田；UAV と水域可視化処理による河川地形計測手法の検討、河川技術論文集、2016.
- 5) 総務省統計局；地理院地図「人口集中地区 H22 年」

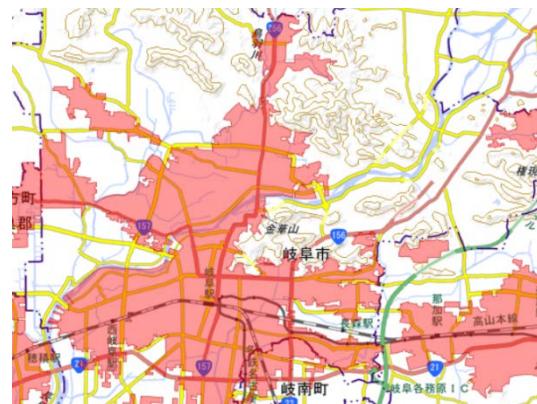


図-6 岐阜市の人口集中地区