

魚群探知機による水深計測と STIV 法を組み合わせた流量観測の試み

An attempt of river discharge measurement combining bathymetry by fish finder and STIV method

○大谷健人*・藤原洋一**・長野峻介**・一恩英二**

○Kento Otani, Yoichi Fujihara, Shunsuke Chono, Eiji Ichion

1. はじめに 近年、撮影動画から河川流速を求める STIV (Space-Time Image Velocimetry) 法が注目されており、河川に入らずに安全な流速計測が可能となっている。しかし、河川流量を算出するためには断面積を別途求めなければならず、STIV 法を利用した観測事例の多くは ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) による観測結果を利用している^{1,2)}。ADCP はレンタル可能であるが高価であり、定期的な流量観測を行うには安価な水深計測手法が望まれる。そこで、安全かつ安価に流量観測を行える手法として、小型魚群探知機と STIV 法を組み合わせた流量観測法を試みた。

2. 研究方法 石川県金沢市を流れる浅野川 (川幅 21m) において、小型魚群探知機を搭載した水上ドローンによる水深計測を行い、次に UAV を用いた河川表面流の動画撮影を行った。その後、解析ソフト「Hydro-STIV」を用いて河川流速および流量を算出した。さらに、流量観測の精度を比較するために、プロペラ流速計を用いた徒歩観測を同時に行った。

2.1 水深計測 水上ドローンに Power Dolphin (PowerVision 社)、魚群探知機に Deeper Smart Sonar Chirp+ (Deeper 社) を用いた。魚群探知機の計測可能深度は 15cm から 100m であり、1 秒間に最大 15 回水深計測を行うことができる。魚群探知機に内蔵されている GNSS の位置情報を利用することも可能であるが、測位精度を高めるために 2 周波の高精度 GNSS レシーバーである DG-PRO1RWS RWP (ビズステーション社) を用



図 1 水上ドローン
(Unmanned surface vehicle)

いた。魚群探知機および GNSS レシーバーをスマートフォンに接続し、自作したアタッチメントを用いてそれぞれを水上ドローンに搭載した。そして、河川主流方向に垂直に設定した横断面を、水上ドローン付属のコントローラーを用いて手動で往復させた。測定終了の後、魚群探知機の水深計測時刻と GNSS レシーバーの時刻を同期させることで、水深計測個所の正確な位置情報を取得した。そして、ArcGIS を用いて横断面上の 2m 毎の水深を抽出し、往復観測結果の平均値から河川断面積を算出した。

2.2 流速算出 DJI 社の UAV (Mavic air) を用いて、画像解像度 1920×1080、フレームレート 60fps、撮影高度 30m の設定で 30 秒間動画撮影を行った。そして、解析ソフト Hydro-STIV を用いて撮影動画から河川表面流速を算出した。STIV 法では、撮影動画上

*石川県立大学大学院生物資源環境学研究科 Graduate School of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University. , **石川県立大学生物資源環境学部 Faculty of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University.

キーワード: STIV, 魚群探知機, 水上ドローン, UAV, 流量観測

に検査線と称される任意の線を河川主流方向に設定する．そして，検査線上の水面波紋による輝度の変化を時間軸方向に積み重ねることで，横軸に距離，縦軸に時間を配置した STI を作成する．水面に流れがあり輝度が移動している場合には，STI に斜めの縞模様が現れ，縞模様の勾配から流速を算出することができる．さらに，求めた表面流速に一律で更生係数 0.85 を乗じることで断面平均流速に変換し，区分求積法（「断面平均流速」×「区分断面積」の総和）より流量を算出した．

3. 結果 魚群探知機と徒歩観測による水深の観測結果を図 2 に示す．本調査地は，左岸から 10m 地点までは水深 0.6m 程度のなだらかな河床であったが，右岸に近づくにつれて水深が深くなっており，左岸から 18m 地点において最大水深 1m となっていた．魚群探知機の計測結果は，左岸から 2m 地点で +0.11m，4m 地点で -0.14m と誤差が大きくなったが，6m 以降では誤差が 0.07m 以下であり比較的高精度な結果を得ることができた．総断面積を算出したところ，実測値は 11.55m²，魚群探知機は 10.97m² であり，実測値に対する誤差は -5.0% という結果になった．また，表面流速に関して結果を比較すると（図 3），左岸から 6m 及び 18m 地点で誤差が大きくなっているが，全体の分布は概ね一致していることが分かる．そして，区分求積法により求めた総流量は徒歩観測が 10.28m³/s，魚群探知機 + 画像解析が 9.15m³/s であり，実測値に対する誤差は -11% であった．

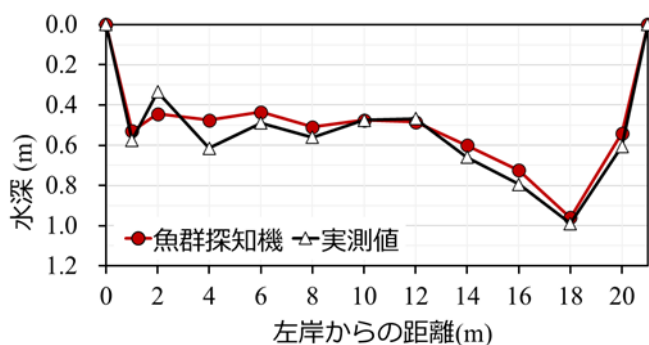


図 2 河川横断面図 (River cross section)

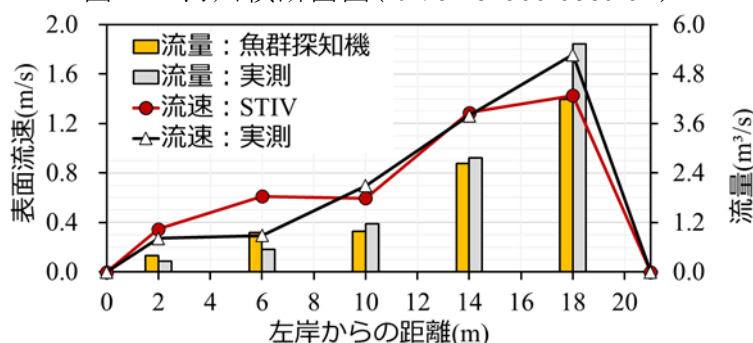


図 3 流速・流量分布

(River velocity and discharge distribution)

また，表面流速に関して結果を比較すると（図 3），左岸から 6m 及び 18m 地点で誤差が大きくなっているが，全体の分布は概ね一致していることが分かる．そして，区分求積法により求めた総流量は徒歩観測が 10.28m³/s，魚群探知機 + 画像解析が 9.15m³/s であり，実測値に対する誤差は -11% であった．

4. おわりに 本研究では，小型魚群探知機と STIV 法を組み合わせた流量観測を行い，徒歩観測との精度検証を行った．調査地点は最大水深が 1m，流速が 1.7m/s に達したため徒歩での計測は非常に困難であった．しかし，本研究手法を用いることで河川に入らずに安全な観測を行うことができ，徒歩観測の結果に対して断面積の誤差は -5.0%，流量の誤差は -11% であった．また，水深・流速計測それぞれ 30 万円程度と比較的低コストで用意が可能であるため，断面変化が激しい河川などで定期的な流量観測が可能になることが期待される．今後は，水上ドローンの操縦や水深抽出方法などの課題を改善し，より川幅の大きい河川などにおいて精度検証を行う予定である．

引用文献 1) 本永良樹，山本泰督，栗城稔：市販ソフトを用いた画像解析技術による河川流量算出に関する検討，河川流量観測の新時代，第 5 巻，2015 2) 山本泰督，本永良樹，栗城稔：KU-STIV を用いた流量観測の検証，平成 26 年度河川情報シンポジウム講演集，2014