

サーモグラフィカメラを搭載した UAV を用いた水温観測

山口大学 正会員 ○赤松 良久
 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 正会員 小室 隆
 山口大学 学生会員 河野 誉仁
 (株)中電技術コンサルタント 正会員 末本 剛志
 (株)中電技術コンサルタント 正会員 浜田 大輔
 (株)中電技術コンサルタント 正会員 末本 剛志

1. 目的

河川における水温観測はこれまで自己記録側の水温ロガーや現地調査による観測が一般的であるが、水際に近づけない場合や流れが速い場所では水温観測が困難である。近年、急速な発展を遂げ、様々な観測器具を取り付けられる UAV の開発が進められている。本研究では一般的な UAV と小型サーモグラフィカメラを用いて水温観測が可能か、実河川を対象に検討した。

2. 方法

対象地は島根県を流れる一級河川の高津川と匹見川の合流地点より約 400m 下流の地点を選定した。この地点では湧水が確認されており、水温計の観測による「点」による観測ではなく、サーモグラフィカメラ搭載型 UAV による「面」の観測に最適なフィールドである。

本研究では、サーモグラフィカメラは FLIR Duo R (表-1), UAV は DJI の Phantom2 を使用した。Phantom2 には現行の Phantom 4 pro などと違い、カメラが搭載されていないためリアルタイムでの飛行中の映像を確認することはできず、自動飛行にも対応していないため、マニュアル操縦のみでの飛行となる。しかし、Phantom2 には GoPro などのアクションカメラを取り付けるジンバルが用意されている。FLIR DUOR はこのジンバルに対応した大きさであるため、このジンバルを用いて取り付けた。なお、FLIR DUOR への電源は Phantom2 から供給されている。

現地での観測は 2019 年 1 月 30 日に行った。高津川と匹見川の合流地点からの約 400m 下流の地点におい

表-1. FLIR Duo R の仕様

寸法	41*59*29.6
スペクトル帯	7.5-13.5μm
熱計測精度	±5℃
重量	84g
センサー解像度	160*120
可視光カメラ解像度	1920*1080
使用温度範囲	0~50℃
使用高度	12,000 feet (約 3,600m)

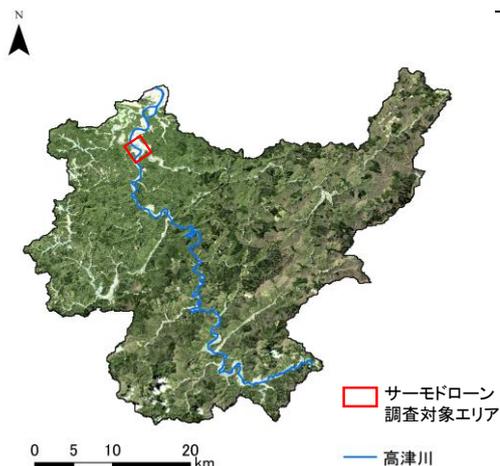


図-1 調査対象の高津川流域

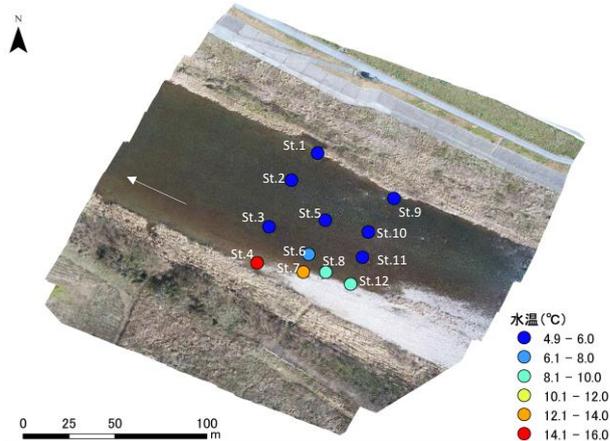


図-2 水温計による観測結果

キーワード サーモグラフィカメラ, UAV, 湧水
 連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科
 TEL 0836-85-9339

て約 100m 四方の範囲を対象区とし (図-1), UAV による上空からの撮影と, 水温計を用いて直接河川水温を測定した. 直接観測した地点は対象区を網羅するように 12 地点にて実施した.

3. 結果

図-2 には水温計を用いた観測結果を示す. 右岸側から流心にかけては 5.3~6°C, 左岸側では右岸と流心部に比べ水温が高い. 左岸側の St.4 と St.7 は他の地点よりも高く, それぞれ 14.3°C, 12.6°C となっており, 他の地点の倍近い水温である. この結果から, 2 点に St.8 と St.12 を加えた 4 点では湧水地点であることが考えられる. 夏場に観測を行った際にも, 左岸側の同じエリアにおいて他の地点より水温が低かったことを確認している.

図-3 にはサーモグラフィカメラにより観測された水温コンターを示す. 図-3 の画像はサーモグラフィ画像閲覧・編集ソフトである FLIR tools 上で水温計による観測地点のうち, 岸側の地点を 6 点選び, 各観測点に該当する場所を特定してプロットした. 右岸側の St.1 と St.9 では, それぞれ 4.5°C と 7.8°C である. また, 左岸側の St.4, St.7, St.8, St.12 ではそれぞれ 11.9°C, 11.9°C, 7.6°C, 9.6°C である.

水温計による観測とサーモグラフィカメラ (FLIR) より得られた観測値を散布図として図-4 に示す. FLIR と水温計による観測値には正の相関 ($R^2=0.79$) が見られ, FLIR を用いた水温観測は湧水地点については有効であることが分かった.

図-5 には FLIR Duo R によって得られた画像を用いて, UAV 写真測量に用いられている SfM ソフトである Phtoscan pro を使用して合成した画像を示す. でサーモグラフィカメラにより撮影した範囲は背景のオルソ画像と同様の範囲であるが, 合成を行った結果, 左岸側のみ合成された. 合成された画像には温度データが格納されておらず, RGB の値のみであるため, この画像から水温を推定することは現時点では出来ていない.

4. まとめ

本研究ではサーモグラフィカメラ搭載型 UAV によって河川における水温分布を空間的に把握できることが明らかとなった. しかし, 今回のサーモグラフィカメラを用いた観測の問題点として, カメラの解像度が低いこと, さらには画像に座標データが記録されないことが挙げられる. 解像度の高いサーモグラフィカメラと自動飛行が可能な UAV に取り付けることで, 広域で正確なデータの取得が可能となることが考えられる.

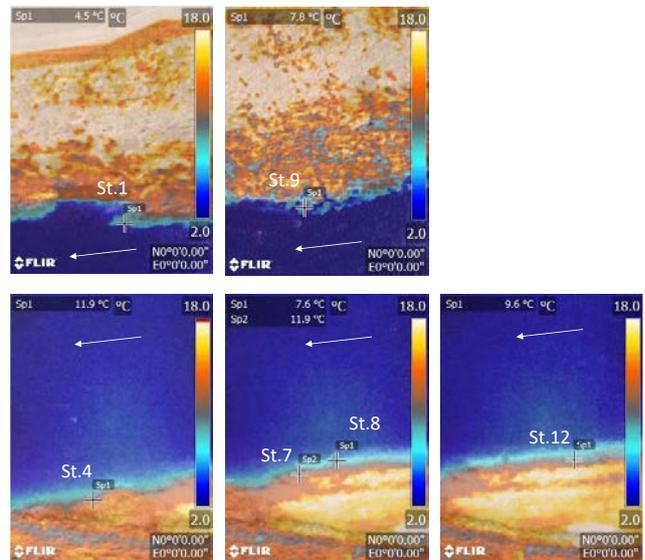


図-3 FLIR DuoR による観測結果

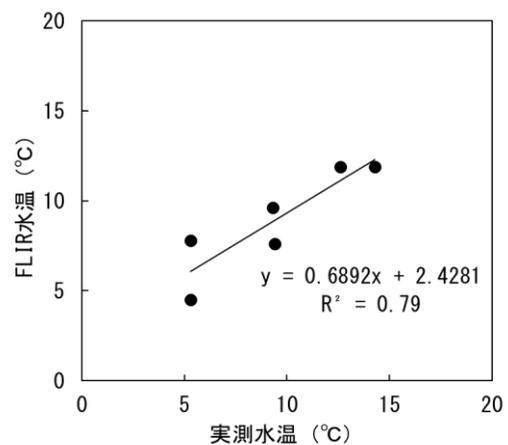


図-4 実測水温と FLIR 水温の関係

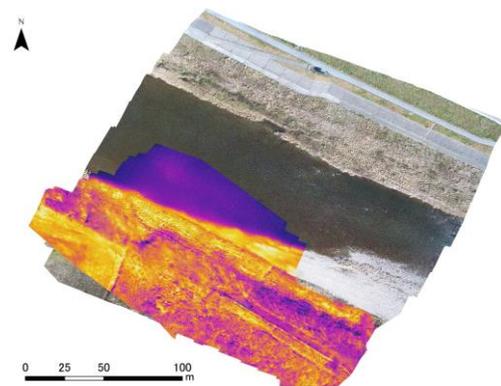


図-5 サーモグラフィ画像の合成画像