

## サーマルドローン、近距離でのサーモグラフィ撮影、 および水温計の水温評価の比較

Comparison of thermal drone, near-field thermographic imaging, and water temperature ratings of water thermometers

○小澤悠人\* 宮坂加理\*\* 西田和弘\*\*\* 串田圭司\*\*

OZAWA Haruto, MIYASAKA Katori, NISHIDA Kazuhiro, KUSHIDA Keiji

### 1. はじめに

水田水温が稻に与える影響についてこれまで多くの研究が行われてきた (e.g. Nishida *et al.*, 2021)。しかし、一般的に行われている水田内への水温計設置では、水温の経時変化をとらえることができる一方で、面的な分布をとらえることはできなかった。

本研究では、ハンディサーモグラフィーで近距離から測定した水田の表層温度とサーマルドローンで測定した水田温度の比較を行い、測定距離が水面温度の測定値に与える影響を明らかにする。また、水田内に設置した水温計とも比較することで、サーマルドローンで取得した水田の表面温度の補正方法を検討することを目的とする。

### 2. 調査地および測定項目

対象地域は神奈川県藤沢市稻荷にある短辺7.7m、長辺 29.3m の水田である (Fig.1)。

現地では、従来の水田水温測定として、水温計による水温測定を行った。水口から 1m、4m、10m、19m、29m の地点 (F1~F5) に設置した (Fig.1)。水温計は、水温表層の温度を測定するため、ウキ代わりのアルミ箔で覆った発泡スチロールに括り付け、水位の変動に応じて常に水面から 1cm 深度の水温を測定するように工夫した。測定は 10 分間隔で行った。

ドローン撮影では、DJI Mavic3T (サーマルカメラおよび光学カメラ搭載) を用いた。ドローン撮影は、7/20、26、8/6、9/5、29 に行った。

ドローンの飛行設定では Pix4Dcapture を使用した。飛行速度は最低速度に設定し、オーバーラップ率はフロント、サイドともに 80%、高度は 20m とした。

撮影後、サーマル画像については ATY GEO

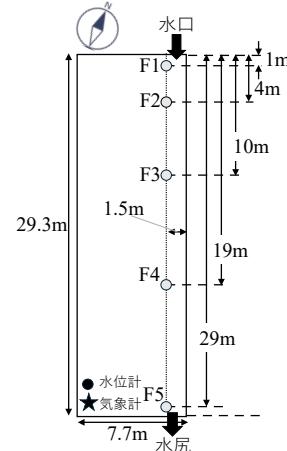


Fig. 1 Overview diagram of the paddy fields

THERMAL M3T を用いて画像を写真測量ソフトウェア Pix4D mapper で解析できる形式に変換し、Pix4D mapper で解析を行い、サーマル画像のオルソモザイクを作成した。別途、同時に撮影された光学画像についても同様に光学画像のオルソモザイクを作成した。

ハンディサーモグラフィ (以下、手動サーマル) を用いて、F1~F5 周辺の水田の真上からサーマル画像の撮影を行った。

F1~F5 でサーマルドローン測定、手動サーマル、そして水温計でそれぞれ測定した温度の比較を行った。

### 3. 結果と考察

Fig.2、3 に、ドローン・手動サーマル・水温計による温度分布とオルソ画像を示す。測定時刻ごとに温度差は概ね 1°C 以内だったが、一部で最大 2.4°C の差があった。ドローンと水温計の測定温度には大きなずれが見られた。

#### 3.1 サーマルドローンと手動サーマルの比較

サーマルドローンと手動サーマルでそれぞれ測定された温度は、基本的に測定時間が近ければ 1°C 以内の誤差であった。高度 20m で測定

\* 水資源機構 Japan Water Agency

\*\* 日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, Nihon Univ.

\*\*\* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, Tokyo Univ.

キーワード：ドローン、ハンディサーモグラフィ、温度分布図

したドローンと近接して測定した手動サーマルの結果で温度差が1°C以内であったことから、大気の影響はほとんどないと考えられる。

ただし、ドローンの測定と手動サーマルの測定は同時に行うことができず、ドローン測定の前後で手動サーマルを測定する必要がある。ドローンでの測定は、本調査地の水田（面積約226m<sup>2</sup>）で測定に20分25秒かかっていた。また手動サーマルでの測定も、F1～F5の5地点測定するのに20分程度かかっていた。撮影の間に太陽が陰ったり、風速が変化したりすると、その影響を大きく受けて温度が変化する。

実際に、手動サーマルの測定時間とドローンの撮影時間が異なれば異なるほど、温度差は大きくなっていた。

### 3.2 サーマルドローンと水温計の比較

水温計は10分間隔で測定を行ったため、ドローン撮影時とほぼ同時刻の水温で比較することができた。それにも関わらず、水温計とドローンの温度は大きく異なっていた。これは、水田で灌漑が行われていない、もしくは灌漑が始まつたばかりの時間帯の測定となつたため、

水温計が水田内の水温を測定できていなかつたためだと考えられる。灌漑が行われておらず水に動きがない場合には、湛水中の高さ方向に温度分布が生じるため、空中から撮影した温度と異なる温度が測定されたと考えられる。灌漑されて水が動いている場合には、深度方向の温度分布は無視でき、同じ温度とみなすことができるため、水温計でその地点の水温が測定できていると考えられる。灌漑されているときの水温計とドローンの測定値は0.4°Cの誤差（図5のF1、F2）で測定できていた。

### 5. 結論

水田の水温を測定する場合に、サーマルドローンを高度20mで飛行させ測定した水温は、近接で測定したサーモグラフィの水温とほぼ同じであった。水田の水温分布を把握するためには、水温計で水口側、中央付近、水尻側で3点ほど測定を行うとともに、ドローンを併用することが良いと考えられる。

### 参考文献

Nishida Kazuhiro *et al.* (2021) *Agr. Water Manage.* 245, 28, 106553.

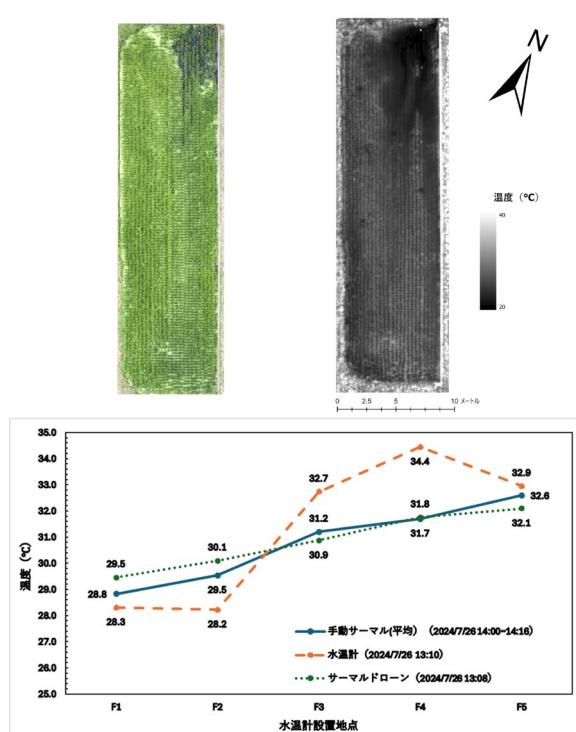


Fig. 2 Comparison of thermal drone imaging, close-range thermography, and water temperature measurements at 13:00 on July 26, 2024.

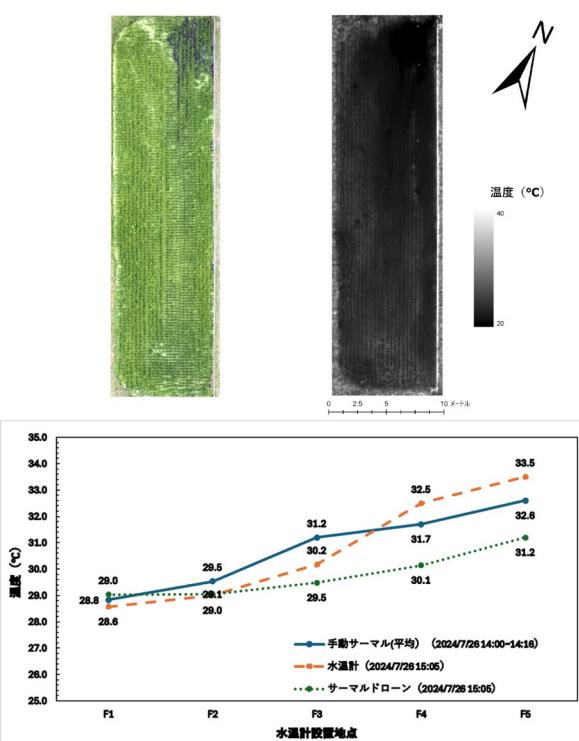


Fig. 3 Comparison of thermal drone imaging, close-range thermography, and water temperature measurements at 15:00 on July 26, 2024.