

UAVによる水田の表面温度および稲高分布測定 Measuring the distribution of surface temperature and rice plant height in paddy rice fields using UAV

○青砥杏* 宮坂加理* 西田和弘** 白石和也** 串田圭司*

Aoto Anzu, Miyasaka Katori, Nishida Kazuhiro, Shiraiishi Kazuya, Kushida Keiji

1. 研究の背景

水田の水温・稲体温度は、米の収量・品質に大きな影響を与える(西田ら, 2018)。近年、農業分野における新たな可能性として、ドローン(UAV)によるリモートセンシング技術の活用がある。水稲では、リモートセンシングを活用した植被率や正規植生指数の推定手法の報告が多く、水田の温度分布や稲体高さを測定した例は少ない。そこで、本研究では、UAVのサーマル画像で水田の表面温度分布を、光学画像で稲体高さ分布を把握し、これらを従来の測定結果と比較し、水田調査におけるUAV測定の可能性を検討した。

2. 研究方法

対象地域は、神奈川県藤沢市稲荷にある2筆の水田(26m×8m×2筆)である(Fig.1)。引地川の本流の水を使用し、6時から18時まで掛流し灌漑が行われている。2筆の水田間には段差があり、上段から下段へは田越灌漑が行われている。上段にキヌヒカリ、下段にキヌヒカリともち米を栽培している。2022年の移植日は6月12日、落水日は9月1日、刈取日は9月29日であった。

現地ではUAVによる水田の表面温度測定と稲体高さ分布測定、従来の方法による表面温度測定、水温測定、稲体高さを測定した。

使用したUAVは、サーマル画像センサーと光学カメラ搭載のParrot ANAFI-THERMALである。水田の表面温度分布を測定するためのサーマル画像測定を、落水前日の8月31日16時45分に行った。撮影高度は30m、オーバーラップ80%とサイドラップ70%、カメラの角度は

鉛直下向き(90°)であり、飛行ルートはシングルである。稲体高さ分布を測定するための光学カメラ測定は、刈取後の12月19日11時30分から13時にかけて行った。撮影高度30mと15m、オーバーラップとサイドラップともに80%、カメラの角度55°と70°と80°をそれぞれ組み合わせた計6通りで行った。飛行ルートはダブルグリッドである。UAV画像解析ソフト(PIX4Dmapper)を用いて、水田の表面温度分布と稲体高さ分布を取得し、GISソフト(ArcGIS)を用いて、温度調査地点8地点(Fig.1)の範囲(1.5m×0.3m)の平均表面温度(UAV温度)および平均稲体高さ(UAV稲体高さ)を求めた。

従来の表面温度測定では、8月31日16時に温度調査地点8地点でtesto社製赤外線サーモグラフィを用いて水稲の真上と根本の温度測定を各地点3~4回ずつ行った。熱画像解析ソフト(IRsoft)を使用し、真上画像では地点ごとの平均温度(手動温度)、根本画像については、温度分布画像を植物体と水域とに分離し、地点ごとの水域の平均温度(手動水面温度)を求めた。

従来の水温測定では、水路と水田内10ヵ所に浮きを付けた水温計(KNラボラトリーズ)を設置し、6月から9月まで30分間隔で表層の水温測定を行った。

従来の稲体高さ測定では、刈取後の11月2日に温度調査地点8地点で定規を用いて稲体高さの測定を行った。

温度調査地点8地点においてUAV測定の結果と従来の測定値との比較を行った。

* 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, Univ. Tokyo

キーワード：水田，ドローン，稲，温度分布，稲高分布

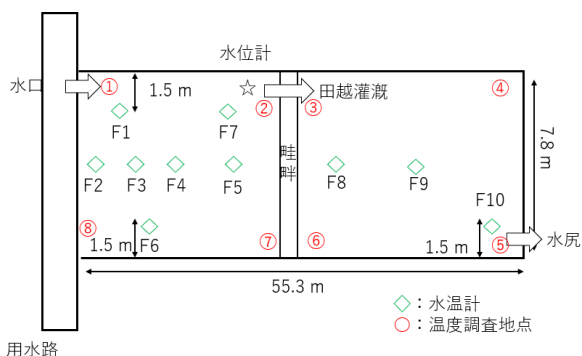


Fig.1 Schematic representation of the experimental paddy field.

3. 結果と考察

Fig.2に各温度調査地点における8月31日のUAV温度, 手動温度, 手動水面温度, そして水温計水温を示す。

水田内の水温は地点1で一番低く, 水路の温度とほぼ同じであった。水口(地点1)から水尻(地点5)にかけて27.1°Cから28.1°Cへと1°Cの温度上昇が見られた。

手動水面温度は, 地点8を除き水温とほぼ同じ値を示した。地点8では植物体と水域の温度の分離ができておらず, 植物体の温度も加味された可能性がある。赤外線サーモグラフィで水域を撮影した場合には, 水田の表層水温が測定できることがわかった。

手動温度に対してUAV温度は平均1.4°C高かった。水口(地点1)から水尻(地点5)にかけての温度差は, UAV温度は0.8°C, 手動温度は0.5°C, 手動水面温度は0.9°C高くなっていた。

水口と水尻の温度差が手動温度とUAV温度とでほぼ同じであったことから, 厳密な比較のためには, 温度測定の前後に温度が既知の物体(氷水など)を測定し, 補正を行うことでより正確な温度測定ができることを示した。

Fig.3に各温度調査地点における12月19日の6通りのUAV稲体高さとして11月2日に測定した実測値を示す。UAV稲体高さの測定値と実測値の二乗平均平方根誤差(RMSE)は3.8cmであった。

今回は刈取後の測定であったことから, 風

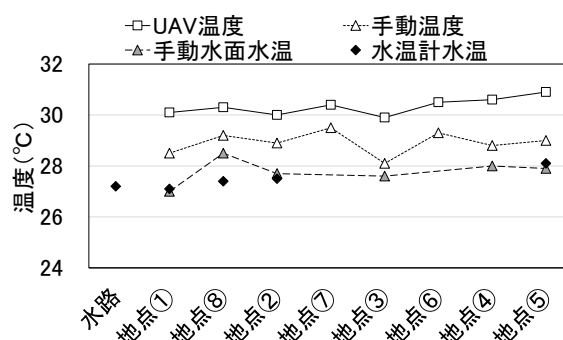


Fig.2 Water surface temperature and water temperature at each survey point in the paddy field.

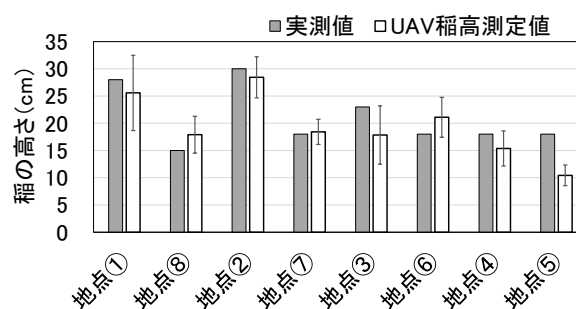


Fig.3 Rice plant height at each survey point in the paddy field. Error bars indicate standard deviation.

の影響を受けにくい根本部分のみの測定であった。刈取前に行った測定では, 撮影高度が5mや10mでは解析できないことが多く, 30m以上であれば解析できることが多く精度も高かった。また, カメラの角度についても, 55°や70°よりも80°の方が精度は高かった。以上から, 稲体が風の影響を受けて揺れ動くとき測定では, UAV測定時の高度, オーバーラップ割合, カメラの角度などを考慮する必要がある。

4. まとめ

UAVサーマル画像により, 水田の表面温度分布が得られた。刈り取り後の稲体高さについて, UAV光学カメラにより, 4cmの精度で得られた。精度を上げるためには, サーマルカメラの温度補正と光学カメラ撮影時の条件設定が重要であることを指摘した。

引用文献

西田和弘ら(2018): 夜間掛流し灌漑が出穂後20日間の平均水温・地温およびコメの外観品質に与える影響, 農業農村工学会論文集, 306(86-1), I_105-I_115.