

ラジコン電動マルチコプターを使用した近接画像からの水稻生育状況モニタリング

Rice growth monitoring by radio controlled electric-powered multi-copter

○濱侃¹・早崎有香¹・田中圭³・近藤昭彦²

Akira Hama, Yuka Hayazaki, Kei Tanaka, Akihiko Kondoh

Abstract : In this study, we were monitoring from images taken periodically (about every other week) and use the UAV, the growth status of rice. Currently, it can be performed inexpensively and easily observed by the UAV, aerial images of high resolution can be obtained than before.

Result of observation, NDVI values to rise from the rice planting season, the descent of the NDVI value has been confirmed towards maturity as a boundary heading date. In addition, possibility utilized for adjustment of the detailed differences in growth in paddy fields within one also more observable amount of fertilizer is high.

In the future, I can expect the spread of technology to the producer level, also reduce the environmental load.

Keywords : UAV, Growth condition, Management, NDVI, DSM.

1. はじめに

現在、ラジコン電動マルチコプターは急速な普及期にある。小型化・低価格化に加えて、ジャイロ、GPSによる姿勢制御技術も向上し、UAV(Unmanned Aerial Vehicle)としてカメラやセンサーを搭載することにより、簡単かつ低コストで近接リモートセンシングが実施できるようになった。

リモートセンシングによる、農作物の生育、収量、収穫適期などの生産管理に関わる研究は、多くの研究例があり、画像からの解析手法などはほぼ確立されつつある。日本の基幹作物である水稻においては、収量と食味が重要であり、食味に関わるタンパク質含有率の推定などを航空機・衛星画像から行うことができる(例えば小田川ほか, 2012 など)。

そこで、本研究では、衛星や航空機から行っていた水稻の生育モニタリングについて UAV を用いることにより、高い時間および空間分解能の画像を取得し、詳細な生育状況モニタリングを試みた。UAVによる観測は、衛星のような雲による制約が少なく、風雨がなければいつでも撮影可能であり、撮影にかかる費用は航空機などに比べると安価であるため、取得できる情報の品質が良ければ、その優位性が高まると考えられる。

2. 研究方法

千葉県農林総合研究センターの水稻試験場において、2014年6月中旬(成長期)から9月初旬(成熟期)にかけて、ほぼ週1回の観測を計9回行った。この圃場では二つの

水田区画を48区画に細分し、それぞれの区画で播種・移植時期、品種、施肥量の異なる条件で栽培している。(Fig.1, Fig.2.)

観測には、UAVとして電動ラジコンマルチコプター(MEDIX社: JABO H601G - ヘキサコプター, DJI社 Phantom2 - クワッドコプター)、デジタルカメラ(可視画像: RICOH社 GR, Woodman Labs社 GoPro3. 近赤外画像: BIZWORKS社 Yubaflex)を用いて空撮を行った。

空撮画像のモザイク、オルソ化、DSMの作成は、Agisoft社 Photoscanを用い、RICOH/GRおよびGoPro3で撮影した鉛直写真を用いて作成した。水田圃場のDSMは水稻の生育に伴い変化するため、田植え前の地表面の比高を基準として水稻の草丈を求めることができる。撮影時期ごとのDSMから各区画内の平均値を求め、初期地表面高度を差し引くことにより水稻の平均草丈を求めた。

NDVIはYubaflex専用ソフトで解析した後、GIS(ESRI社 ArcGIS)上でオルソ化した後、モザイク画像を作成した。また、水稻部だけのNDVIを得るために、NDVI>0を植生域とし、水域・土壌を排除し、区画内の平均NDVI値を求めた。水稻の生育状況の実測データ(出穂日、草丈、LAIなど)は、千葉県農林総合研究センターの観測値を使用した。



Fig.1. 3D model of study area

¹学生会員 千葉大学 近藤研究室

²正会員 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

(連絡先 Tel:043-290-3834, E-mail:kondoh@faculty.chiba-u.jp)

³正会員 日本地図センター

(所在地 〒153-8522 東京都目黒区青葉台4-9-6)

(連絡先 Tel; 、E-mail;)

3. 結果

i) NDVI

観測圃場の水稲のNDVIは共通して、移植期から上昇し、出穂期をピークに成熟期に向けて下降した。移植期は4期に分けられ、Field1~6 (4/10)、7~24 (4/23)、25~36 (5/14)、37~48 (6/3) となっており、移植した時期が早いものほど先にピークがあらわれ下降をはじめた。(Fig.3.)

また、同じ移植日・品種のものであっても、施肥量の違いがあり、例にField7,8,9は、後者ほど基肥量が多く、後者ほど高いNDVIを示し、同様の条件の他の区画(Field10~24)でも同じ結果が得られた。

品種の違いによる、生育過程の違いも見え、Field1,4-ふさおとめ、2,5-ふさがね、3,6-コシヒカリとなっており、出穂前の同時期のNDVIは生育の遅いコシヒカリが一番低くなった。(Fig.2.)

このようにNDVI画像から生育条件の違いによる圃場内の生育状況の違いが、詳細に観測された。

ii) DSM (水稲の高さ)

実測データのある3期の水稲の草丈と、ほぼ同時期の空撮画像から作成したDSMから求めた草丈を比較した結果、高い相関性があり、近似線も1:1に近いものであった。よって、生育状況を把握する重要な指標である稲の草丈も、空撮した画像から誤差数cmレベルで観測できることがわかった。

しかし、DSMの草丈と実測値は、丈が長くなるほど実測値の方が高い値を示すものが多くなり、差が大きくなっている。この原因としては、DSMの精度の問題だけでなく、草丈が伸びるほど頂部が垂れてくることに加えて、風などの影響を受けやすくなり、DSMでは垂れた状態や風で倒れた状態の高さを求めているのに対して、実測値では垂れた状態などを、まっすぐに伸ばして計測していることが理由であると考えられる。(Fig.4.)

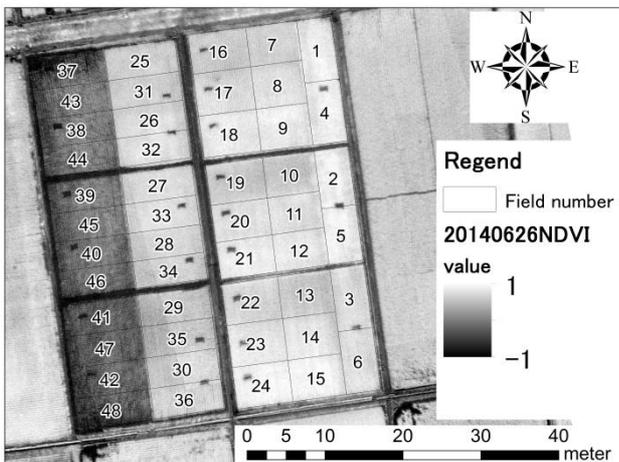


Fig.2. Field number and NDVI (2014/6/26)

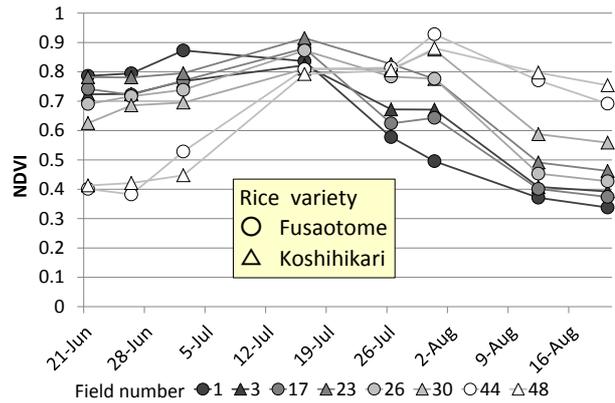


Fig.3. Changes of NDVI

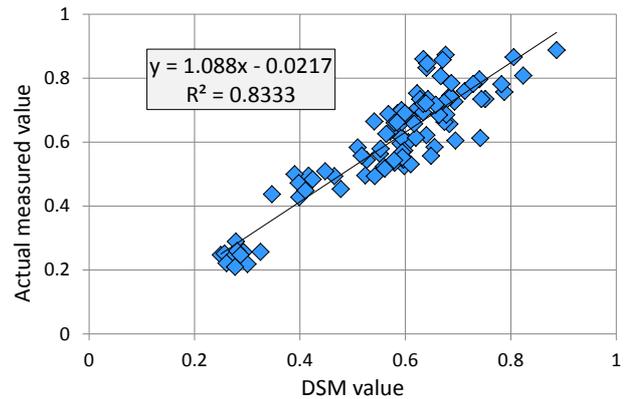


Fig.4. Correlation of DSM value and actual value of the rice plant length

4. おわりに

約3か月間ほぼ週一回の頻度でUAVによる水稲生育状況モニタリングを行った。生育条件の異なる区画ごとに生育状況の差がNDVI観測結果に現れており、UAVによるモニタリング手法の有効性を示すことができた。今後、オルソ空中写真およびDSM作成のための空撮画像の撮影方法(カメラの種類、撮影高度)などを検討・改善する必要がある。

今回は簡便な方法であるが、生育状況の違いが確実に観測されていることを確認した。同時にハイパースペクトル観測も実施しており、今後は施肥量の調整をはじめとした生育管理、作物品質の向上に対するUAVの活用を図っていく予定である。

謝辞

本研究では、千葉県農林総合研究センター水田作研究室にデータ提供を頂いたほか圃場利用等様々な面でご協力頂いた。ここに記し、御礼申し上げます。

【参考文献】1) 小田川信哉ほか：航空機ハイパースペクトルデータを用いた水稲の生育・収量・タンパク含有率の推定手法の開発、写真測量とリモートセンシング、51、5、pp270-284、2012。