

UAV リモートセンシングによる水稻生育パラメータの推定に関する研究 (2)

Growth parameters estimation of rice plant by UAV remote sensing (2)

○近藤昭彦¹・濱侃²・田中圭³・望月篤⁴・平田俊之⁵・新井弘幸⁵・八幡竜也⁵・樋口泰浩⁶・鶴岡康夫⁴
Akira Hama, Kei Tanaka, Atsushi Mochizuki, Toshiyuki Hirata, Hiroyuki Arai, Ryuya Yawata,
Yasuhiro Higuchi, Yasuo Tsuruoka, Akihiko Kondoh

Abstract : Rice phenology in two different sites (Chiba and Niigata) were monitored by using multi-copter mounting the visible and near infrared digital cameras as UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Paddy fields with three rice varieties (*Koshihikari*, *Fusaoatome*, *Fusakogane*) were monitored in Chiba site, and single variety (*Koshihikari*) in Niigata site, to investigate rice phenology and growth parameters. Conclusions of this study are summarized as follows: i) the characteristic of time-series change of NDVI_{pv} between maximum tiller-number stage and heading stage was different among the varieties. ii) the date of maximum NDVI_{pv} after transplant date appears earlier with later transplanting day, and the maximum NDVI_{pv} became large. iii) there recognized no clear difference in phenology between Chiba and Niigata.

Keywords : phenology, time-series, NDVI_{pv}, growth stage

1. はじめに

現在, Unmanned Aerial Vehicle(UAV)によるリモートセンシング (以降, UAV リモートセンシングとする) による農作物の生育診断は, 精密農業による収量・品質の向上, 環境負荷の軽減, さらにリモートセンシング技術の実利用における重要な課題である。

そこで, 筆者らは, 低コスト, 稲作支援をキーワードに, UAV リモートセンシングに基づく, 水稻の草丈, 茎数, LAI 等の生育パラメータの計測を試みてきた (濱ほか, 2016 ; 田中・近藤, 2016)。

今後, これらの技術の社会実装において, 品種, 田植え時期, 地域等の条件の違いが水稻の生育にどのようにあられ, それがどのように UAV リモートセンシングによる画像情報として記録されるのかを検討する必要がある。そこで, 本研究は, UAVとしてラジコン電動マルチコプターを用いた水稻の生育モニタリングにより, 品種, 田植え時期, 地域による水稻フェノロジーの違いを明らかにすることを目的とした。

2. 研究手法

2.1 試験圃場

・千葉県: 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~2016年の3年間, 水稻の生育期間におおむね週1回の観測を行った。試験圃場は, 2筆の水田(10a×2筆)を4移植時期(全4期:4月初旬~6月初旬), 品種(コシヒカリ, ふさおとめ, ふさこがね), 施肥量(3~10gN/m²)を変えた小区画に細分している。

・新潟県: 上越市の農家の圃場において, 2016年度の水稲の生育期間中に週1回の観測を行った。田植え時期は5月15日で, 品種はコシヒカリを栽培しており, 1筆の水田(30a)の中の6点(各10株)において生育パラメータの実測を行った。

2.2 フィールド観測

UAV(enRoute社Zion QC630, DJI社Phantom2,3)に可視光撮影用カメラ(RICOH社GR)と近赤外線撮影用カメラ(BIZWORKS社Yubaflex)を装着し, 対地高度50mから空撮を行い, 同時に地上で以下の項目の測定を行った。測定項目は, 千葉県では葉色値(SPAD-502plus), 新潟県では, 草丈, 茎数, 葉色値(SPAD-502plus)である。なお, 生育パラメータは区画内の10株の平均値とし, 葉色は完全展開第2葉を計測した。

2.3 画像解析

UAVで撮影した複数枚の重なり合う画像からSfM/MVSソフトウェアPhotoScan Professional v1.2(Agisoft社)を用いて, オルソモザイク画像, Digital Surface Model(DSM)を作成した。近赤外線撮影用カメラで撮影した画像は専用ソフト(Yubaflex3.0)で放射輝度に変換後, モザイクを行い, 正規化差植生指数(NDVI)に変換した。その際, NDVIが0以上を植生として, 土壌, 水域を排除したものを, NDVI pure vegetation(NDVI_{pv})として解析に使用した(式1)。

¹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)

²学生会員 千葉大学 理学研究科
(所在地 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)
(連絡先 Tel:090-8066-5281, E-mail:hama@chiba-u.jp)

³正会員 一般財団法人 日本地研センター
(所在地 〒153-8522 東京都目黒区青葉台4-9-6)
(連絡先 Tel:03-3485-5418, E-mail:tanaka@jmc.or.jp)

⁴非会員 千葉県農林総合研究センター
(所在地 〒266-0006 千葉県千葉市大膳町808)
(連絡先 Tel:043-292-0059, E-mail:a.mchdk5@pref.chiba.lg.jp)

⁵非会員 金井度量衡株式会社
(所在地 〒950-0971 新潟県新潟市中央区匠工1-1-3)
(連絡先 Tel:025-283-8800, E-mail:thi@kanai.co.jp)

⁶非会員 新潟県農業総合研究所
(所在地 〒940-0826 新潟県長岡市長倉町857)
(連絡先 Tel:0258-35-0836, E-mail:yhiguchi@ari.niigata.jp)

$$NDVI_{pv} = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \geq 0 \quad (1)$$

これらの情報は GIS (地理情報システム) 上に集積し、時空間変化の解析を行った。

千葉の観測圃場の草丈情報については、撮影時の DSM から田植え直前の DSM を差し引くことで水稻の群落高の計測を行った。この群落高を、DSMplant height (DSMph) とする。

3. 結果と考察

3.1 品種差

Fig.1 は千葉県農林総合研究センターにおいて 2016 年 5 月 12 日に田植えを行った区画の NDVI 時系列変化を、品種ごとに比較したものである。水稻の NDVI はどちらも移植 (田植え) 後から上昇し、出穂期をピークにその後は成熟期にむけて値が減少した。ピークの時期には品種による差があり、早生 (わせ) の品種である “ふさおとめ”, “ふさがね” に対して、中生 (なかて) の品種である “コシヒカリ” では約 2 週間ピークが遅くなった。また、移植から NDVI のピークまでの時系列変化に着目すると、6 月末から 7 月初旬の幼穂形成期を境に、時系列変化に差が生じ、コシヒカリの NDVI の上昇は他の 2 種よりも緩やかになった。同時期の実測による SPAD 値を確認すると、コシヒカリは窒素不足により葉色が減少したのに対して、ふさおとめ、ふさがねの葉色は減少することなく上昇した。これは早生品種の生育特性と考えられ、この差が幼穂形成期から出穂期までの NDVI 時系列変化の差として観測されていると考えられる。

3.2 田植え時期の差

Fig.2 に千葉県農林総合研究センターにおける移植時期の異なるコシヒカリ区画の NDVI 時系列変化を移植日からの経過日数で示す。移植時期が遅い区画ほど、NDVI のピークまでの日数が短くなったが、このことは、出穂までの日数が短くなり生育が早まっていることを意味する。その差は、4 月初旬に

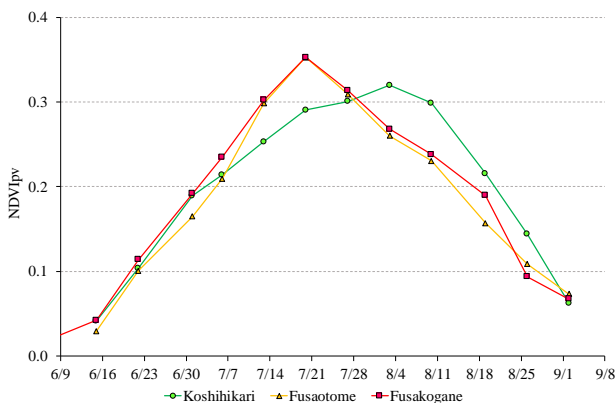


Fig.1. Time changes in NDVI for three different varieties

移植した区画と 6 月に移植した区画では 32 日に達した。NDVI の最大値は、移植時期が遅い区画ほど高くなった。NDVI のピーク時点の SPAD 値および DSM から求めた群落高を比較すると、SPAD 値には明瞭な差が現れなかったが、群落高は移植時期が遅い区画ほど高くなった。

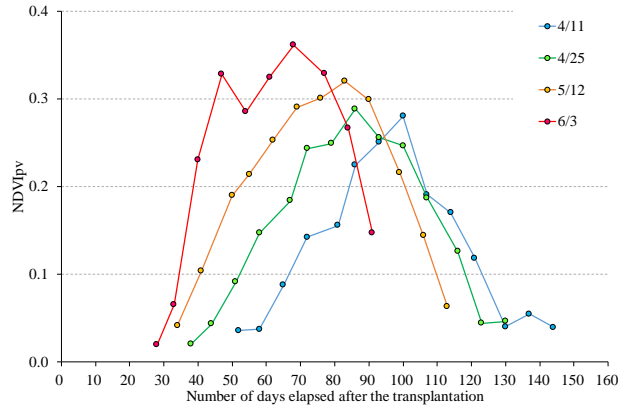


Fig.2. Time changes in NDVI with respect to transplanting dates

3.3 地域による差

Fig.3 に移植時期がほぼ同時である千葉と新潟のコシヒカリの NDVI, 群落高 (草丈), SPAD 値の時系列変化を示す。施肥量の違いがあるため最大値の比較は難しいが、2 つの時系列の比較から、太平洋側と日本海側の 2 つの地域で大きな差がないことがわかる。今後、降水量、積算気温等の違いを検討する予定である。

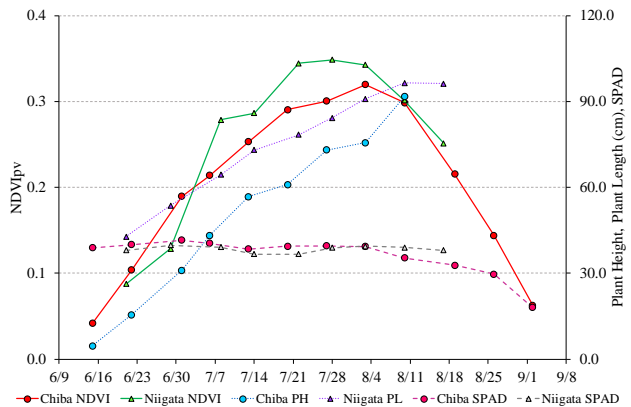


Fig.3. Time changes in NDVI, plant height (PH), plant length (PL) and SPAD value in Chiba and Niigata.

参考文献

- 濱侃・早崎有香・望月篤・鶴岡康夫・田中圭・近藤昭彦, 小型 UAV と SfM-MVS を使用した近接画像からの水稻生育モニタリング, 水文・水資源学会誌, 29(2), pp44-54, 2016.
- 田中圭・近藤昭彦: 小型マルチコプターを用いた近接リモートセンシングによる水稻生育マップの作成, 日本リモートセンシング学会誌, (印刷中).