

ドローン水稲モニタリングデータの時系列クラスタリングによる農作業評価

伊藤太一† 梅木紳太郎‡ 南野謙一†

岩手県立大学ソフトウェア情報学部† 岩手大学生産技術センター花巻サテライト‡

1. はじめに

農業従事者は一貫して減り続け、減少ペースも加速している。農林業センサスによると、従事者数は175.7万人（2015年）から136.1万人（2020年）となった[1]。これは従事者の高齢化と新規就農者の減少によるものである。減少した理由として「農業継承が難しい」、「農作業評価が曖昧」が挙げられる。前者について、農家は過去の経験により農作業を行っているため、その暗黙知を新規就農者に継承することが難しい。後者の農作業評価は、収量で評価するのが一般的である。しかし、収穫するまで農作業評価はできず、収量分析しても個々の作業の正否は不明である。

そこで本研究では、ドローン水稲モニタリングと機械学習により、農作業の工程で生育に与える影響を分析し農作業評価の可視化を試みる。

2. ドローン水稲モニタリング

ドローン水稲モニタリング（以下モニタリング）とは、植物の日光反射率から生育を予測するものである。健康な植物は、赤領域と近赤外領域との反射率の差が大きくなる。本研究では、赤（Red）、RedEdge、近赤外（NIR）領域の反射率を取得することで、以下3つの植生指標を計測する。

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (1)$$

$$NDRE = (NIR - RedEdge) / (NIR + RedEdge) \quad (2)$$





$$CCCI = (NDRE - NDRE_{min}) / (NDRE_{max} - NDRE_{min}) \quad (3)$$

各植生指標は診断項目が異なる。具体的には(1)は植生、(2)はストレス、(3)は窒素含有量、適正施肥量等の診断に用いる。一般的なモニタリングではNDVIが使われることが多く、特に水稲にCCCIを用いている研究は他にない。

使用したドローンは2020年と2021年で異なる。2020年はドローン（DJI社のMavic2PRO）にマルチスペクトラルカメラ（Parrot社のsequoia+）を装着した。しかし、カメラの角度やシャッタースピードを調節できないことによる不具合があった。そこで、2021年はドローンとカメラが一体になったDJI社のP4Multispectralを用いた。

モニタリングは6～9月の約1週間おきに行った。圃場は岩手県花巻市の2ヶ所（湯口、湯口3）で、

表1 モニタリング圃場

圃場名		湯口	湯口3
総面積		8650 m ²	3950 m ²
メッシュ数		856	438
品 種	2020年	ほむすめ舞	ゆみあずさ
	2021年	ゆみあずさ	いわいだわら
航空写真			
参考画像 GoogleMap			

どちらも3筆が隣接（西、中、東とする）している。品種は、業務用米の「ほむすめ舞」、「ゆみあずさ」と、飼料米の「いわいだわら」である。1メッシュは約3m四方で、湯口では約860メッシュ、湯口3では約420メッシュのデータが取れた（表1）。

追肥量比較実験として、7/10～13に追肥肥料「オール14」を西から20[kg/10a]、25[kg/10a]、30[kg/10a]施肥した。2020年の坪刈りによる予測収量によると、湯口では20[kg/10a]以上の追肥は収量に影響を与えず、西が最も効率よく施肥できた。湯口3では30[kg/10a]の追肥量が収量と肥料の費用を考慮した時、収益が最大となった[2]。

3. 機械学習によるデータ分析

継続的にモニタリングすることにより、メッシュごとの各植生指標の時系列データが取得できる。これに対してK-Means法による時系列クラスタリングを行った。

3.1. 2020年湯口3（ゆみあずさ）

図1はCCCIについて、クラスタ数3で時系列クラスタリングした結果で、図2はクラスタのメッシュ分布とクラスタ割合である。

クラスタ0は西と中に多くみられた。追肥直後に高いがその後は低下し、窒素が吸収できていない、すなわち追肥量が不足している。クラスタ1は東に多くみられた。出穂期に高く、収穫直前は真ん中の値をとった。これは追肥の窒素成分を持続期間の出穂日2週間後までに吸収しており、適量であると判

Time Series Clustering of Drone Rice Monitoring Data to Evaluate Farm Works

†TAICHI ITO, ‡SHINTARO UMEKI, and †KEN-ICHI MINAMINO

† Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

‡ Hanamaki branch, Research Center for Industrial Science and Technology, Iwate University

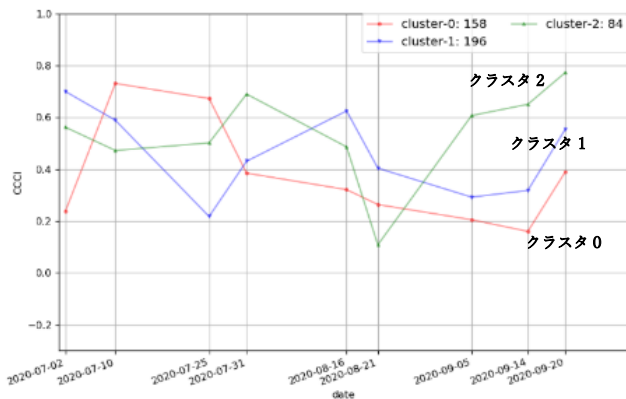


図1 2020年湯口3 CCCIのクラスタリング結果

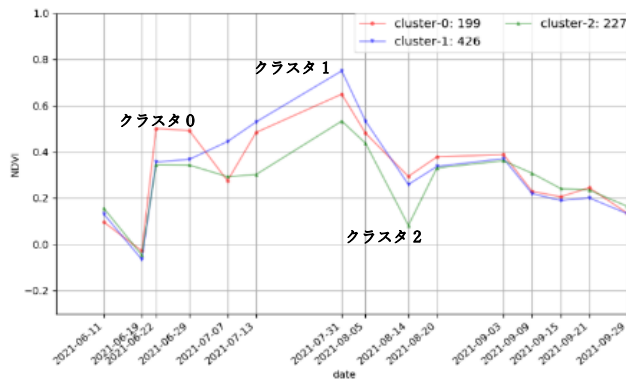


図3 2021年湯口NDVIのクラスタリング結果

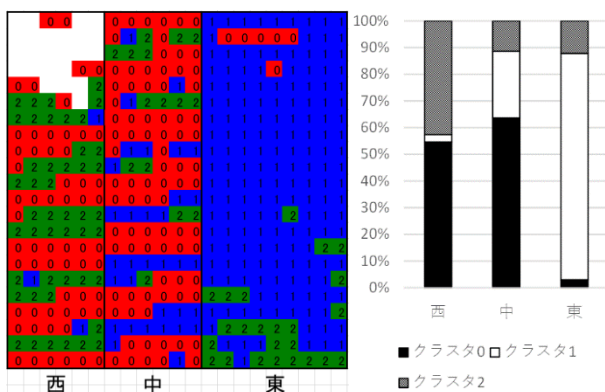


図2 図1のメッシュ分布とクラスタ割合

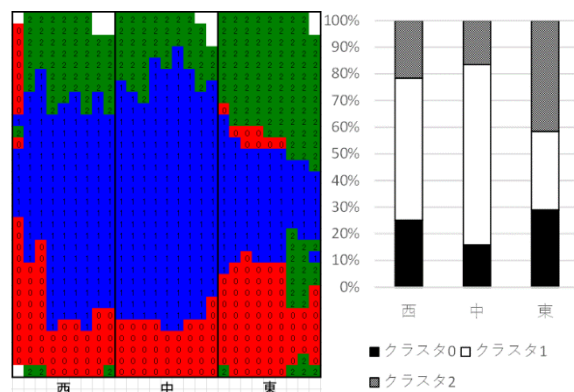


図4 図3のメッシュ分布とクラスタ割合

断できる。クラスタ2は西と東の南側に多くみられた。8月21日に欠損があるメッシュや収穫直前に高いメッシュを含む。このうち、東の南側は過剰吸収となる追肥であり、食味への悪影響が危惧される。

また、西と中でクラスタ0と他クラスタが縞模様になっているが、これは飛行ルートと並行であったことから、撮影シャッタースピードの変化によるブレ・ノイズの影響と推測される。

3.2. 2021年湯口 (ゆみあずさ)

図3はNDVIについて、クラスタ数3で時系列クラスタリングした結果で、図4はクラスタのメッシュ分布とクラスタ割合である。

クラスタ0は南側に多くみられた。7月上旬に一時的に低くなったが、いったん低下したが、出穂期に0.6を超え、生育はおおむね良好であったとみなせる。クラスタ1は中央に多くみられた。全体を通して高く、同様に生育良好であったと判断できる。クラスタ2は北側に多くみられた。クラスタ0, 1と比較すると全体を通して低く生育不良であったと判断できる。

また、8月14日に全クラスタでNDVIが大きく下がった。これは前1週間が雨続きで気温が上がらなかったことが大きな要因である。

この圃場でも追肥量比較実験を行ったが、東西で差は認められず、むしろ南北でクラスタ分布が分か

れた。これは、7月中は花巻市で雨が多くて気温が上がらず肥料が溶けず、その上、雨で流されたことが大きな要因である。

4. まとめ

本研究では、追肥量比較実験した圃場を対象にモニタリングしたデータを時系列クラスタリングすることで、農作業(追肥)を適正施肥量や植生・ストレス等の点から可視化し評価した。

今後の課題として、機械学習の面では、適切なクラスタ数の設定があげられる。現状はエルボー法でクラスタ数を決めているが、メッシュの一部の欠損データ、異常値等がクラスタリングに与える影響を考慮しクラスタ数を定める必要がある。分析・考察面では、生育良好・不良状態の各植生指標の時系列変化を集め、雑草の繁殖や病気の発生する場所を早期に診断・予測することがあげられる。そのためには、さらに多くの圃場で継続的にモニタリングしデータ収集する必要がある。

参考文献

- [1] 農業従事者40万人減の136万人 減少率、過去最大 20年農林業センサス, 日本農業新聞, 2021年6月2日。
- [2] 梅木紳太郎, 2020年度濃厚連携報告と今後の展望, 令和2年度岩手大学生産技術研究センターシンポジウム ハイテク技術の能・工・食 応用とその連携, 67-94, 2021。