

## 試験研究成果普及情報

部門	稲	対象	研究
課題名：UAV（ドローン）を用いた水稻の追肥診断技術の開発			
<p>[要約] 幼穂形成期の「コシヒカリ」において、UAVで上空から撮影した画像から算出される植生指数（NDVI<sub>pv</sub>）から水稻の追肥診断が可能である。値が0.09未満であれば追肥窒素の施用時期を早める、もしくは、施用量を標準量より増やす、0.17以上であれば追肥窒素の施用時期を遅らせる、もしくは、施用量を標準量より減らすと診断することができる。</p>			
キーワード 水稻、追肥診断、UAV(ドローン)、NDVI <sub>pv</sub> 、「コシヒカリ」			
実施機関名	主 査	農林総合研究センター 水稻・畑地園芸研究所	水稻温暖化対策研究室
	協力機関	千葉大学	
実施期間	2018年度～2020年度		

### [目的及び背景]

千葉県的水稻栽培では、近年、生育前半の高温等により幼穂形成期における生育の年次変動が大きくなっている。このため、生育に合わせて追肥を施用することが収量、品質を安定化させるためにより重要となっている。これまで、千葉県では幼穂形成期の草丈と茎数×葉色の2つの指標を基に水稻の生育状況を診断し、追肥窒素の施用時期や施用量を判断する技術を確立しているが、草丈、茎数、葉色の調査には多大な労力がかかり、実際に生産者が本診断技術を利用するのは現実的でない。そこで、UAV（ドローン）から撮影した水稻群落の画像を解析することにより、簡易に水稻の追肥診断する技術の開発に取り組んだ。

### [成果内容]

- 1 「コシヒカリ」において UAV を用い、上空から撮影した幼穂形成期的水稻群落の画像から得られる指数 Normalized Difference Vegetation Index pure vegetation（以下、NDVI<sub>pv</sub> とする（[その他] 2 参照）と既存の追肥診断技術の指標である幼穂形成期の草丈と茎数×葉色を掛けた値との間に有意な相関関係 ( $R^2=0.729$ ) がある（図1）。
- 2 幼穂形成期における追肥の診断において NDVI<sub>pv</sub> が 0.09 未満の場合は生育不足、0.09 以上 0.17 未満の場合は生育適正、0.17 以上の場合は生育過剰と診断することができる（図1）。
- 3 このことから、NDVI<sub>pv</sub> による追肥の診断は表1のとおりとなる。すなわち、NDVI<sub>pv</sub> が 0.09 未満では生育不足となり、追肥窒素の施用時期を早める、もしくは施用量を増やす。NDVI<sub>pv</sub> が 0.09 以上、0.17 未満であれば生育適正のため標準どおり施用する。NDVI<sub>pv</sub> が、0.17 以上であれば生育過剰のため、追肥窒素の施用時期を遅らせる、もし

くは施用量を減らすとする。

[留意事項]

- 1 NDVI<sub>pv</sub> の撮影、近赤外撮影用カメラ（BIZWORKS 社 Yubaflex、赤の最大のスペクトル応答 600nm、近赤外の最大のスペクトル応答 850nm）を用いて、地上約 50m から試験圃場を撮影する（オーバーラップ率 70%以上、10a 当たり 8 枚程度）。ただし、撮影時間は圃場水面の太陽光の反射等による画像内のハレーションを避けつつ太陽高度が十分に高いときとするため、午前 10 時～10 時 30 分の間に行う。
- 2 NDVI<sub>pv</sub> の算出方法は次のとおりとする。撮影した画像は専用ソフト（Yubaflex3.1）で Digital Number から放射輝度に変換後、Structure from Motion and Multi-View Stereo (SfM/MVS) ソフトウェア Metashape Professional (Agisoft 社) を用いてオルソモザイク画像を作成する。これらの画像から Geographic Information System を用いて対象圃場の水稻群落の領域の NDVI<sub>pv</sub> (Normalized Difference Vegetation Index pure vegetation) を求める。

[普及対象地域]

県内全域

[行政上の措置]

[普及状況]

[成果の概要]

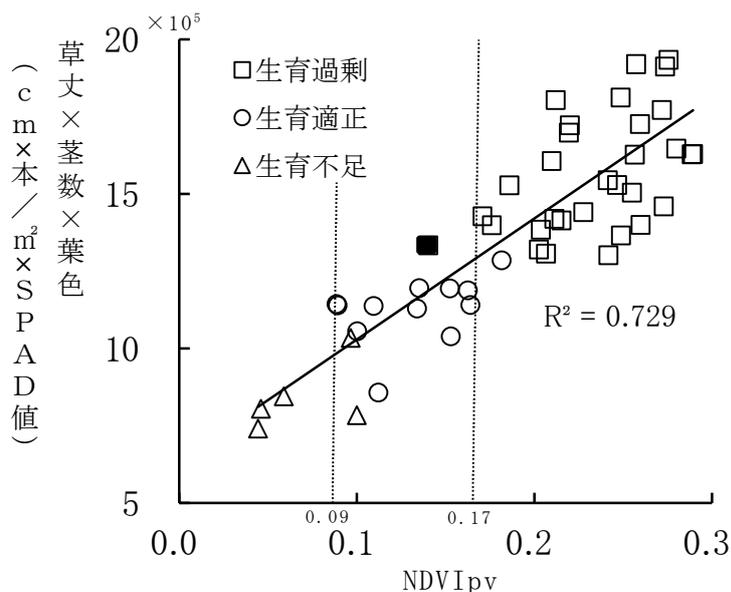


図1 幼穂形成期の草丈×茎数×葉色と NDVIpv との関係  
(平成30年～令和2年、「コシヒカリ」)

- 注1) 移植日：4/10～6/5、栽植密度：17.6～20.7株/m<sup>2</sup>、植付本数：3.7～5.0本/株
- 2) NDVIpvはUAV(平成30年：3DRsolo(3DR Robotics社)、令和元～2年：Phantom 4 Pro V2(DJI社))に搭載したカメラ(Yubaflex(BIZWORKS社))で高度50mから空撮し、それらの画像をMetashape professional(Agisoft社)で処理し、オルソモザイク画像を作成後、Q-GIS(version2.14)を用いて算出した
- 3) □、○、△は既存の追肥診断技術で診断した結果(稲作標準技術体系、平成26年、下記参照)
- ：生育過剰、草丈70cm以上もしくは、茎数(本/m<sup>2</sup>)×葉色(SPAD値)が20,000以上  
○：生育適正、草丈70cm未満かつ、茎数(本/m<sup>2</sup>)×葉色(SPAD値)が16,000～20,000  
△：生育不足、草丈70cm未満かつ、茎数(本/m<sup>2</sup>)×葉色(SPAD値)が16,000以下
- 4) ■は茎数×葉色が20,000以上であったが、幼穂形成期の草丈が57cmと短く、標準どおりの追肥を施用しても倒伏、減収、外観品質低下は認められなかった(倒伏程度(無：0～5：甚の6段階評価)：2、精玄米重：594g/m<sup>2</sup>、整粒割合：78%)

表1 幼穂形成期の NDVIpv を用いた追肥の診断方法

NDVIpv	診断	追肥窒素の施用法
0.09未満	生育不足	標準の施用より施用時期を早める、もしくは施用量を増やす
0.09～0.17	生育適正	標準どおりの施用
0.17以上	生育過剰	追肥窒素の施用時期を遅らせる、もしくは施用量を減らす

注) NDVIpvの算出方法は留意事項2のとおり

[発表及び関連文献]

- 1 望月篤ら、近接リモートセンシングに基づく水稻の追肥診断、日本作物学会関東支部会報 35、2020 年
- 2 濱ら、UAV リモートセンシングおよび日射量を用いた水稻の草丈と収量の推定、水文・水資源学会誌 31(2)、2018 年

[その他]

- 1 本課題は県単プロジェクト「次世代環境・生育センシング技術と ICT を活用した栽培支援技術の開発及び利用技術の確立（スマート農業プロ）」の一環として行った。
- 2 NDVI<sub>pv</sub>：植生の分布状況や活性度を示す指標である植生指数（NDVI）（可視域赤の反射率（R）と近赤外域の反射率（IR）より、 $NDVI = (IR - R) / (IR + R)$ により算出）が 0 以上のピクセルのみを抽出し、平均した値。植物が光合成する際に使われる赤色波長域の吸収程度を表す指標であり、植物の生育程度を示す指標として用いられている。