

無人航空機（ドローン）で撮影した可視光画像から得られた植生指数（VARI 値） による水稻栄養診断の可能性

伊藤信二・山口貴之

(岩手県農業研究センター)

Possibility of rice nutrition diagnostics using VARI derived from drone visible light images

Shinji ITO and Takayuki YAMAGUCHI

(Iwate Agricultural Research Center)

1 はじめに

近年、水稻の生育状況を短時間で推測できる技術として、無人航空機（ドローン）を活用したリモートセンシング技術の導入が期待されている。しかし、リモートセンシング技術は高額なマルチスペクトルカメラを使用した NDVI 値（正規化植生指数）による解析が一般的であり、無人航空機（ドローン）を活用したリモートセンシングを普及させるためには低コスト化を図る必要がある²⁾。

一方、安価な可視光カメラで撮影した可視光画像から算出できる植生指数も開発されており、そのうち、VARI 値（可視大気抵抗植生指数）は植生を定量的に把握する際に大気の影響を受けにくい特徴があるが¹⁾、これまで、VARI 値を用いて水稻の栄養診断の可能性について検討した報告はない。

そこで、低コストでの水稻の栄養診断技術の開発を目的として、無人航空機（ドローン）を活用し VARI 値を用いた簡易栄養診断の可能性について検討した。

2 試験方法

(1) 試験概要

試験は 2021 年に岩手県農業研究センター（岩手県北上市）内の水田ほ場で行い、水稻品種「ひとめぼれ」、「銀河のしずく」を用いた。各品種 10a ほ場を 10 分割し、基肥量（窒素量）2、4、6、8、10kg/10a（2 反復）と施肥条件を変えて栽培した。基肥は愛農土 4 号（N 15%、P₂O₅ 18%、K₂O 18%）を施用し、移植は「ひとめぼれ」が 5 月 17 日、「銀河のしずく」が 5 月 18 日に行った。両品種ともに幼穂形成期は 7 月 9 日であった。幼穂形成期の生育調査は 7 月 10 日に行い、各品種ともに草丈、茎数及び葉色値を調査した。葉色値は葉緑素計（コニカミノルタ社製 SP-502）を用いて測定した。

(2) 撮影方法

撮影には、マルチスペクトルカメラを搭載した無人航空機（ドローン）[P4Multispectral (DJI 社製)]を用いた。マルチスペクトルカメラは青 (450 ± 16nm)、緑 (560 ± 16nm)、赤 (650 ± 16nm)、レッドエッジ (730 ± 16nm)、近赤外 (840 ± 26nm) の 5 波長及び RGB カメラで撮影できるものである。撮影高度は 57m で自動飛行させながらインターバル撮影した。撮影は 2021

年 7 月 9 日の午前 10 時に行い、撮影時の天候は曇りであった。

自動飛行ルートは自動飛行ソフトウェア「DJI GS PRO」で作成した。撮影条件は、オーバーラップ率を 90% とし、飛行速度は 4.2m/s とした。

(3) 画像解析方法

NDVI 値を算出する際の画像解析は Y 社に委託し、NDVI 値は各試験区中央部付近 9m² 分の平均値を 2 カ所使用した。

VARI 値は、撮影した RGB 画像をもとに植生指数の解析・算出機能を有するフリーソフト「QGIS」を用いて算出し、各試験区中央部付近 9m² 分の平均値を 2 カ所使用した。なお、VARI 値は (Green-Red) / (Green+Red-Blue) から算出した。

3 試験結果及び考察

(1) 幼穂形成期における簡易栄養診断値、VARI 値及び NDVI 値

幼穂形成期における「ひとめぼれ」、「銀河のしずく」は施肥量が多くなるにつれて、簡易栄養診断値が増大し、同様に VARI 値及び NDVI 値も増える傾向であった（表 1、表 2）。

(2) VARI 値、NDVI 値と簡易栄養診断値との関係

幼穂形成期における「ひとめぼれ」の VARI 値と簡易栄養診断値（草丈×茎数×SPAD 値）の相関係数は $r=0.85$ 、「銀河のしずく」では $r=0.75$ と両品種ともに強い相関が認められた（図 1）。

また、「ひとめぼれ」における VARI 値の相関係数 ($r=0.85$) は NDVI 値の相関係数 ($r=0.88$) と同程度であり、「銀河のしずく」においても、VARI 値の相関係数 ($r=0.75$) は NDVI 値の相関係数 ($r=0.77$) と同程度であったことから（図 1、図 2）、VARI 値は「ひとめぼれ」、「銀河のしずく」において簡易栄養診断に活用できる可能性があると考えられた。

4 まとめ

「ひとめぼれ」及び「銀河のしずく」の幼穂形成期に、無人航空機（ドローン）で撮影した可視光画像から得られた VARI 値は、安価なカメラの RGB 値でも簡易栄養診断ができることが示唆された。

引用文献

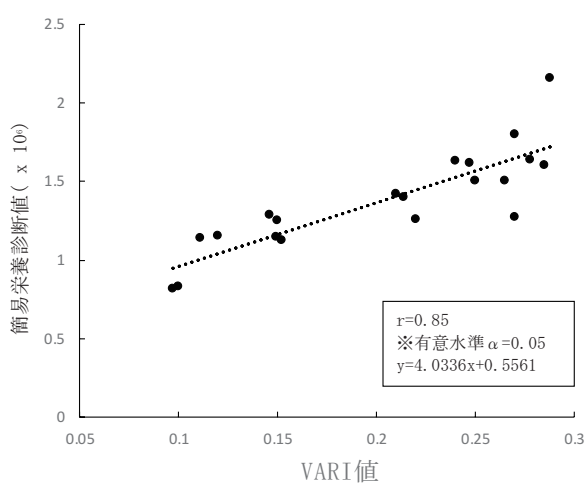
- Gitelson, A. T, Kaufman, Y. J., Stark, R., Rundquist, D. 2002. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. Remote Sensing of Environment, 80 (1) : 76-87.
- 濱 侃, 田中 圭, 田 寛之, 近藤昭彦. 2018. ドローンに搭載可能な近赤外カメラの比較と検討: RedEdge と Yubaflex. 日本リモートセンシング学会誌 38(5):451-457.

表1 「ひとめぼれ」の幼穂形成期における簡易栄養診断値、VARI値及びNDVI値

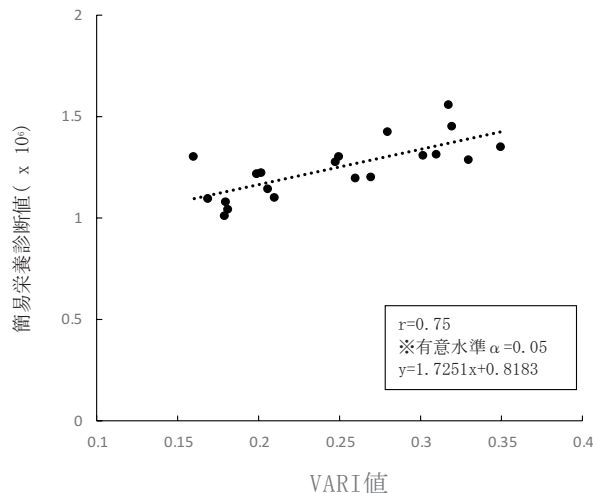
試験区	N2	N4	N6	N8	N10
簡易栄養診断値 ($\times 10^6$)	0.810	1.143	1.397	1.614	2.256
VARI値	0.047	0.099	0.164	0.197	0.238
NDVI値	0.241	0.359	0.470	0.500	0.520

表2 「銀河のしずく」の幼穂形成期における簡易栄養診断値、VARI値及びNDVI値

試験区	N2	N4	N6	N8	N10
簡易栄養診断値 ($\times 10^6$)	1.039	0.128	1.325	1.556	1.589
VARI値	0.181	0.199	0.248	0.318	0.320
NDVI値	0.460	0.489	0.595	0.623	0.635

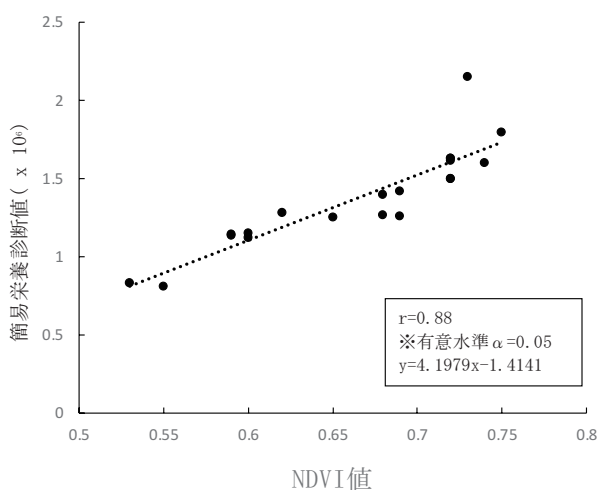


「ひとめぼれ」

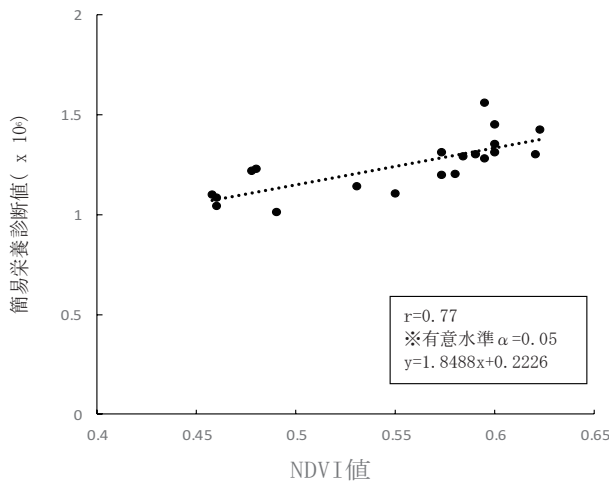


「銀河のしずく」

図1 幼穂形成期の VARI 値と簡易栄養診断値の関係 (R3,n=20)



「ひとめぼれ」



「銀河のしずく」

図2 幼穂形成期の NDVI 値と簡易栄養診断値の関係 (R3,n=20)