

参考資料

分類名〔土壌肥料〕

参 6	ドローンを活用した水稻の窒素吸収量および生育量の推定
-----	----------------------------

宮城県古川農業試験場

要約

ドローン搭載のマルチスペクトルカメラによる空撮画像から算出される植生指数 GNDVI を用いて水稻の窒素吸収量及び生育量を推定することができる。

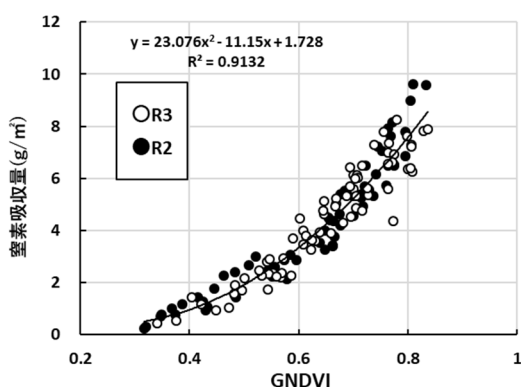
普及対象：普及指導員、営農指導員
普及想定地域：県内全域

1 取り上げた理由

これまで水稻における窒素吸収量や生育量の測定は、ほ場での生育調査等に基づき実施されてきたが、農業者の高齢化や担い手の不足等によりこれら調査が年々困難な状況となっている。一方、近年ドローンを活用したリモートセンシング技術が普及しつつある。そこで、マルチスペクトルカメラを搭載したドローンにより得られた空撮画像から水稻の窒素吸収量及び生育量の推定手法を確立できたので参考資料とする。

2 参考資料

- (1) マルチスペクトルカメラを搭載したドローンの空撮画像から算出する植生指数 GNDVI から窒素吸収量の推定が可能であり、その推定誤差は RMSE 0.60g/m² である（図 1、2）。
- (2) 窒素吸収量の推定式は次式のとおりである。
窒素吸収量 (g/m²) = 23.076 × GNDVI² - 11.15 × GNDVI + 1.728
注) GNDVI = (NIR - GRE) / (NIR + GRE) ※NIR = 近赤外光 (840nm) 反射率、GRE = 緑色光 (560nm) 反射率
- (3) マルチスペクトルカメラを搭載したドローンの空撮画像から算出する植生指数 GNDVI から生育量（草丈 × 茎数 × 葉色 × 10⁻⁵）の推定が可能であり、その推定誤差は幼穂形成期、減数分裂期において RMSE で 1.8 である（図 3、4、5、6）。
- (4) 生育量の推定式は次式のとおりである。
幼穂形成期生育量 = 164.66 × GNDVI² - 152.26 × GNDVI + 40.493
減数分裂期生育量 = 101.22 × GNDVI² - 82.042 × GNDVI + 20.618
- (5) 推定した生育量に基づく倒伏指標における GNDVI の目安は表 1 のとおりである。



注) 調査は令和 2、3 年度において 6 月 10 日～7 月 27 日の期間に実施した。

表 1 倒伏指標における GNDVI の目安

倒伏指標	幼穂形成期	
	生育量	GNDVI
危険域未満	18.8以下	0.74以下
危険域Ⅰ	18.9～20.8	0.75～0.76
危険域Ⅱ	20.9～22.8	0.77～0.78
危険域Ⅲ	22.9以上	0.79以上
倒伏指標	減数分裂期	
	生育量	GNDVI
危険域未満	17.1以下	0.76以下
危険域Ⅰ	17.2～19.0	0.77～0.79
危険域Ⅱ	19.1～21.1	0.80～0.81
危険域Ⅲ	21.2以上	0.82以上

注 1) 令和 2、3 年度の 2 年間の試験から得られた GNDVI と幼穂形成期、減数分裂期それぞれの生育量との回帰式により算出した。
注 2) 生育量は次式で算出した。 生育量 = 草丈 × 茎数 × 葉色 × 10⁻⁵

3 利活用の留意点

- (1) 本技術は「ひとめぼれ」のみに適応でき、試験は栽植密度 18 株/m²で実施した。
- (2) 本試験は古川農業試験場内灰色低地ほ場で実施した。
- (3) 本試験におけるドローンの空撮条件は、撮影高度 100m、オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 70%とした。
- (4) ドローンによる空撮は晴天日もしくは曇天日の 8 時から 10 時 30 分及び 13 時から 15 時までの時間帯に行った。10 時 30 分から 13 時までの撮影は太陽光が映り込みやすいため控える。
- (5) 本技術に必要な機材やソフトは表 2 のとおり。
- (6) 表 2 に示すドローン (Phantom 4 Multispectral) が空撮に要する時間及び空撮枚数は 1ha で約 5 分、約 300 枚となる。
- (7) 表 2 に示す空撮画像合成ソフト (Pix 4D mapper) が画像合成に要する時間は約 17 分/1 ha。
- (8) 解析手法の詳細は下記問い合わせ先で相談が可能である。

(問い合わせ先：宮城県古川農業試験場 作物環境部 電話 0229-26-5107)

4 背景となった主要な試験研究の概要

- (1) 試験研究課題名及び研究期間
新たな施肥法による水稻穂揃期葉色の改善 (令和 2 年～令和 4 年度)
- (2) 参考データ

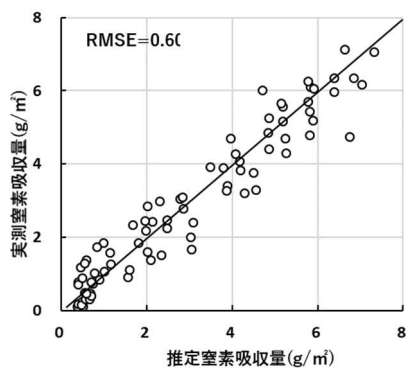


図 2 窒素吸収量の推定精度

注) 推定窒素吸収量は令和 2、3 年度における GNDVI と窒素吸収量の回帰式により算出し、実測窒素吸収量は令和 4 年度のデータ。

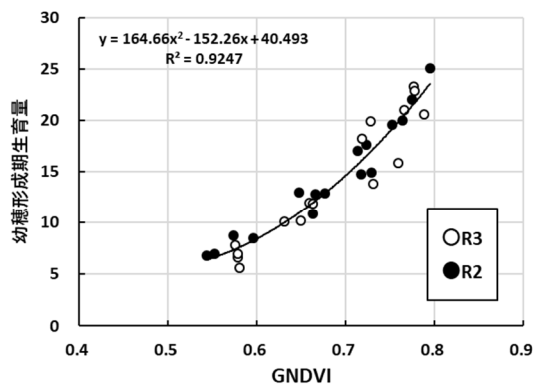


図 3 GNDVI と幼穂形成期生育量の関係

注 1) 令和 2、3 年度の 2 か年のデータによる。
注 2) 生育量は次の算式で算出した。 生育量=草丈×莖数×葉色×10⁵

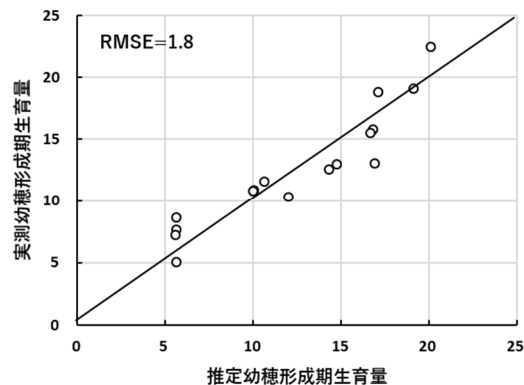


図 4 幼穂形成期生育量の推定精度

注 1) 推定幼穂形成期生育量は令和 2、3 年度における GNDVI と幼穂形成期生育量の回帰式により算出し、実測幼穂形成期生育量は令和 4 年度のデータ。

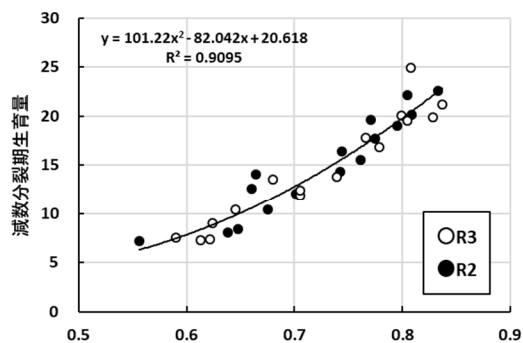


図5 GNDVI と減数分裂期生育量の関係

注1) 令和2、3年度の2か年のデータによる。

注2) 生育量は次の算式で算出した。 生育量=草丈×莖数×葉色×10⁻⁶

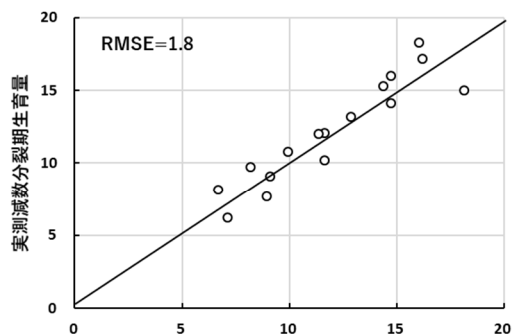


図6 減数分裂期生育量の推定精度

注1) 推定減数分裂期生育量は令和2、3年度におけるGNDVIと減数分裂期生育量の回帰式により算出し、実測減数分裂期生育量は令和4年度のデータ。

表2 空撮画像解析に必要な機材・ソフト

機材・ソフト	品名・スペック	用途	参考価格
ドローン	Phantom 4 Multispectral	ほ場の空撮	約100万円
空撮画像合成ソフト	Pix4d mapper	空撮画像の合成	約65万円
空撮画像合成ソフト操作PC	GPU:GeForceRTX2080ti (推奨)	-	約50万円
GISソフト	QGIS	植生指数の演算	フリー

注1) ドローンの参考価格は付属品を含む価格。

(3) 発表論文等

イ 関連する普及に移す技術

(イ) ひとめぼれの倒伏診断指標 (第69号参考資料)

(ロ) 有効積算温度による水稻窒素吸収量の簡易推定法 (第81号普及技術)

ロ その他 なし

(4) 共同研究機関

株式会社クボタ 次世代技術研究ユニット