

1. **大課題名** V 情報処理等先端技術の活用による高生産システムの確立
2. **課題名** リモートセンシングによる栃木県オリジナル水稻品種の生育診断指標値の策定及び現地ほ場における衛星データ・連動農機の精度評価
3. **試験担当機関** 栃木県農業試験場 研究開発部 水稻研究室
・**担当者名** 菅原夏紀
4. **実施期間** 令和4年度～5年度、新規開始
5. **試験場所** 栃木県農業試験場内ほ場（宇都宮市瓦谷町）
現地農家ほ場（高根沢町花岡）

6. 成果の要約

栃木県オリジナル水稻品種「とちぎの星」の生育量の推定にはNDVI値との関係が最適と考えられた。2ヶ年の結果から、安定収量確保のための目標総粒数および各構成要素の適正範囲を推定し、総粒数と相関のあった生育診断指標値について、目標総粒数に対応する値を判断するとともに、NDVI値への置き換えを行った。現地ほ場において、全ての時期でNDVI値等と衛星データ（ゾーン）の間に相関はみられなかった。衛星データは晴天時の撮影に限定されるため、調査・撮影日とデータ取得日が一致しなかったとも考えられるが、理由は判然としなかった。

7. 目的

近年、稲作経営の大規模化が進み広範囲のほ場管理が必要とされる一方で、肥料高騰に対応するため、過剰施肥を防止する観点からリモートセンシングによる生育診断技術及び連携農機の活用が求められている。令和2～3年度、ヤンマーアグリジャパン(株)との共同研究において、ドローン搭載マルチスペクトルカメラによる栃木県オリジナル水稻品種「とちぎの星」のNDVI値及び実測した葉色等のデータを比較したところ、両年度とも幼穂形成期におけるNDVI値と生育診断値(葉色×莖数)との間に高い相関がみられた。令和4年度は「とちぎの星」についてNDVI値等による生育診断指標値を作成し、現地ほ場においては今後導入が期待される衛星によるセンシングデータとドローン搭載マルチスペクトルカメラによるNDVI値等とを比較しその精度評価を行う。さらに、得られたデータを基に施肥設計を作成し、次年度はデータ連動農機による施肥を行い、その効果を検証する。

8. 主要成果の概要及び考察

(1) NDVI 値等と生育量等との関係（表1）

全ての調査時期において、NDVI 値と生育量等との相関が、植被率および NDVI×植被率との相関より大きく、相関のある項目数も上回っていたことから、「とちぎの星」の生育診断の推定には NDVI 値との関係が最適と考えられた。

(2) 生育診断指標値の策定（表1、表2、図1）

目標収量 650kg/10a を得るための最適総粒数は 30,000～31,000 粒/m²と判断され、準じて各構成要素の適正範囲を推定した。生育診断指標値には、両時期を通して総粒数との相関が安定して高くなった葉色（カラスケール、SPAD）×莖数値が最適と判断された。これにより、目標総粒数 30,000～31,000 粒/m²に対応する生育診断指標値を推定し、NDVI 値への読み替えを行った。

(3) 現地ほ場における NDVI 値等と生育量および衛星データ(ゾーン)との関係（図2）

移植後 30 日、45 日では、NDVI 値と生育量との相関はみられなかった。幼穂形成期では NDVI 値と草丈、SPAD、草丈×SPAD、莖数×SPAD との間に相関がみられた。全ての時期で NDVI 値等と衛星データ（ゾーン）の間に相関はみられなかった。衛星データ取得日と調査・NDVI 撮影日が一致しなかったとも考えられるが、理由は判然としなかった。

9. 問題点と次年度の計画

NDVI 値による生育マップ結果によりほ場全体の生育差は認められたため、施肥設計を作成し、次年度はデータ連動農機による可変施肥を行い、その効果を検証する。

10. 主なデータ

表1 NDVI値等と生育量および総粒数との関係 (R3~R4)

	移植後45日				幼穂形成期			
	NDVI	植被率	NDVI × 植被率	総粒数	NDVI	植被率	NDVI × 植被率	総粒数
草丈	0.78 **	0.95 **	0.85 **	0.61 *	0.36	0.14	0.35	0.43
m ² 茎数	0.72 **	0.34	0.66 **	0.80 **	0.83 **	0.65 **	0.81 **	0.85 **
葉色	0.67 **	0.22	0.57 *	0.82 **	0.80 **	0.87 **	0.83 **	0.75 **
SPAD	0.64 **	0.14	0.53 *	0.82 **	0.85 **	0.87 **	0.89 **	0.75 **
草丈 × 茎数	0.95 **	0.79 **	0.95 **	0.92 **	0.68 **	0.44	0.66 **	0.74 **
葉色 × 草丈	0.95 **	0.77 **	0.94 **	0.95 **	0.70 **	0.59 *	0.71 **	0.72 **
SPAD × 草丈	0.95 **	0.88 **	0.97 **	0.89 **	0.65 **	0.49	0.66 **	0.66 **
葉色 × 茎数	0.71 **	0.30	0.64 **	0.83 **	0.87 **	0.81 **	0.88 **	0.87 **
SPAD × 茎数	0.71 **	0.30	0.64 **	0.83 **	0.90 **	0.79 **	0.90 **	0.87 **
草丈 × 茎数 × 葉色	0.91 **	0.63 **	0.88 **	0.95 **	0.80 **	0.64 **	0.80 **	0.83 **
草丈 × 茎数 × SPAD	0.94 **	0.69 **	0.92 **	0.96 **	0.79 **	0.60 *	0.79 **	0.81 **
窒素含有率	0.84 **	0.85 **	0.85 **	0.83 *	0.72 **	0.76 **	0.76 **	0.56 **

注) **は1%、*は5%水準で有意、n=16
注) 葉色はカラースケールで測定

表2 「とちぎの星」の生育診断指標値

(1) 目標収量及び収量構成要素等 (栃木県農政部)

収量	650	kg/10a
m ² 当たり穂数	380 ~ 400	本
一穂粒数	78 ~ 79	粒
m ² 当たり粒数	30,000 ~ 31,000	粒
登熟歩合	86 ~ 88	%
玄米千粒重	24.5 ~ 24.7	g

(2) 生育診断指標値 (22株/m²)

時期	茎数 (本/m ²)	葉色	SPAD	葉色 × 茎数	SPAD × 茎数	NDVI値
最高分け時期	560~600	3.2~3.4	35.8~36.9	1,750~2,050	20,000~22,200	0.46~0.48
幼穂形成期	450~470	2.7~2.8	29.6~30.8	1,200~1,350	13,300~14,500	0.53~0.55

注) 葉色はカラースケールで測定

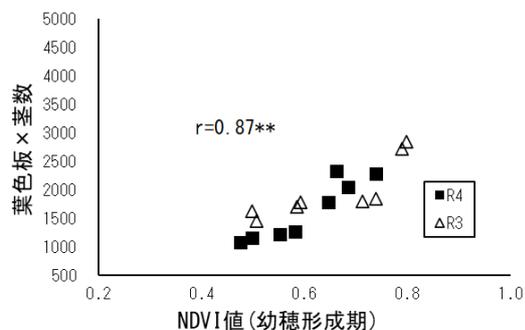


図1 NDVI値と葉色 × 茎数との関係 (幼穂形成期)

rは相関係数、**は1%水準で有意、n=16
※ 葉色はカラースケールで測定

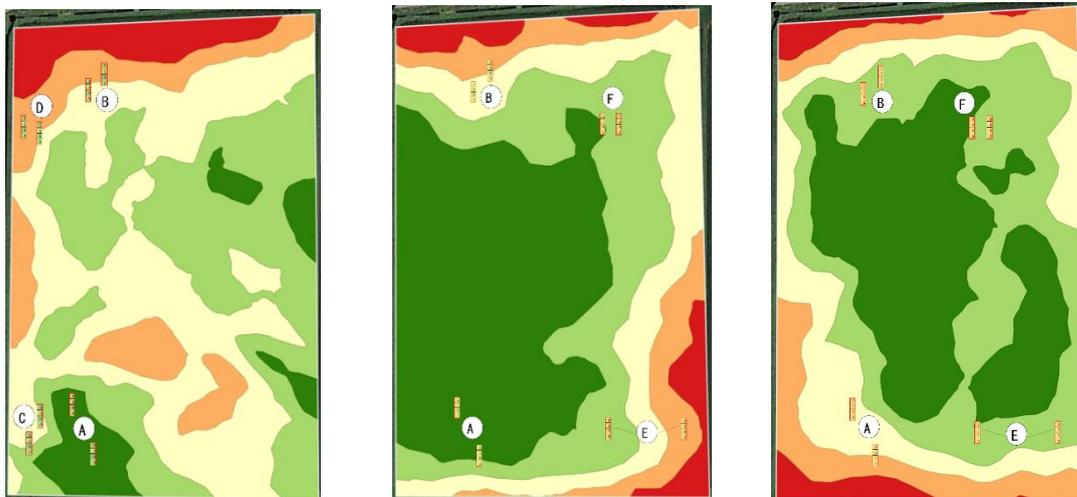


図2 生育時期別 衛生データ (ゾーン) の推移
(左: 移植後30日、中央: 移植後45日、右: 幼穂形成期)