

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 上空からのNDVI測定活用による水稻生育の見える化と可変施肥による収量と食味の向上
3. 試験担当機関 宮崎県総合農業試験場 作物部
・担当者名 加治佐 光洋
4. 実施期間 平成29年度～令和元年度、継続
5. 試験場所 宮崎県総合農業試験場（宮崎市佐土原町）灰色低地土（30a×2）

6. 成果の要約

ドローンを用いたNDVI測定については、幼穂形成期の「NDVI×植被率」と「草丈×茎数×葉色」の関係において相関が高く、生育診断指標として有用である。また、NDVI測定～可変施肥機を搭載した無人ヘリによる穂肥散布は、気象変動にも対応した増収効果や品質の向上が可能であることが示唆された。

7. 目的

宮崎県の普通期水稻「ヒノヒカリ」は、平成27年度に日本穀物検定協会主催の食味ランキング「特A」を取得し、継続的な食味向上栽培技術が求められている。また、水稻経営の大規模化を踏まえた作業省力化や品質の均一化は喫緊の課題となっていることから、専用NDVI測定カメラを搭載したドローン等を活用し、省力かつ精度の高い施肥による収量・食味・品質の向上、均一化等を行う新たな栽培技術の開発を検討する。

試験1年目(平成29年度)は、主に追肥可変施肥機における収量、食味、品質の均一程度や施肥精度等について一定の効果を確認した。また、試験2年目(平成30年度)は、それに加えてNDVI値等の各センシング値と生育量及びSPAD値との相関について試験したところである。試験最終年(令和元年度)は、各試験の年次変動について確認すると共に、総合的な解析及びとりまとめを行う。

8. 主要成果の概要及び考察

(1) 幼穂形成期のセンシング値と生育、SPAD値の関係

幼穂形成期のセンシング値と生育、SPAD値の関係について検討した結果、「NDVI×植被率」(センシング)と「草丈×茎数×葉色」(実測)の関係において相関が高く(図1)、生育診断指標として有用であると考えられた。また、NDVI値とSPAD値の関係については、栽植密度が低い場合に相関が低い傾向が見られた(図2)が、これは、基肥窒素量との関係を見ると、SPAD値のバラツキによって相関が低くなったことが要因であると推察された(図3)。なお、幼穂形成期「NDVI」と「SPAD」について回帰式を使用し、穂肥可変施肥の参考指標を作成した(表1)。

(2) 収量、品質、玄米分析

ドローンによるNDVI測定～可変施肥機を搭載した無人ヘリによる穂肥を検討した結果、3カ年を平均して慣行と比べ、収量はバラツキが小さく品質は向上した。また、令和元年は、日照不足等で気象条件の厳しい中、慣行と比べ増収となったが、これは、NDVI値を用いた的確な生育量把握～追肥ができたものと考えられた。

(3) 利用機械評価

専用NDVI測定カメラを搭載したドローンによるセンシングは、2分/10a(高度15m撮影時)と、短時間かつ面的に水稻の生育状況を捉えることが可能である。また、可変施肥機を搭載した無人ヘリによる穂肥の散布は、2分/10a(表6)と短時間であるとともに、高い精度で散布できることが確認された。

9. 問題点と次年度の計画

ドローンによるNDVI測定～可変施肥において、品種や年次変動、現地を含めた栽培条件の違いを踏まえたデータの蓄積を進めることにより、さらに高精度で安定した生育指標への活用が可能になると考える。なお、本試験については本年度で終了となる。

10. 主なデータ

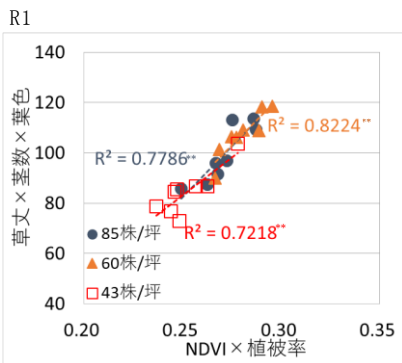
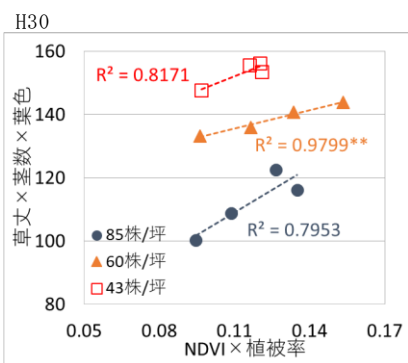


表 1 穂肥可変施肥参考指標

NDVI	N量 (kg/10a)
0.480以下	3.0
0.481～0.514	2.5
0.515～0.548	2.0
0.549～0.582	1.5
0.583～0.616	1.0
0.617～0.650	0.5
0.651以上	0.0

H30 センシング*結果より算出した回帰式
 NDVI値=0.017×SPAD値+0.1056 (R²=0.7335) を使用

図 1 幼穂形成期の「NDVI×植被率」と「草丈×茎数×葉色 10⁴」

※ **:1%水準で有意差有り

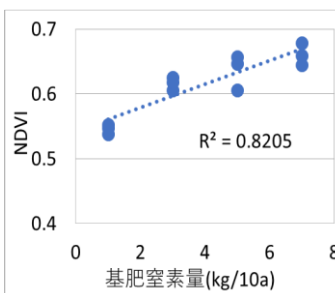
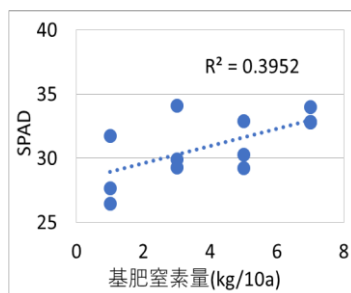
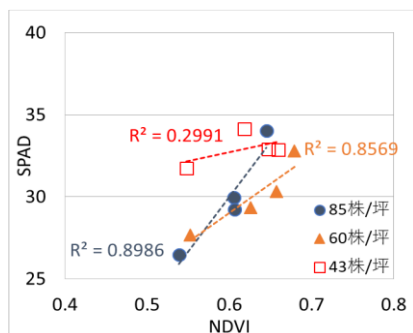


図 2 幼穂形成期の「SPAD」と「NDVI」(H30)

図 3 基肥窒素量と幼穂形成期の「SPAD」及び「NDVI」(H30)

表 2 成熟期及び収量・品質調査等

年次	試験区NO.	精玄米重 (kg/a)	玄米分析			農産物検査	穂長 (cm)	m ² 当穂数	籾数		登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)
			タンパク含有率 (%)	スコア	1穂当 (粒)				m ² 当 (百粒)			
H29	1. N3+可変施肥機	50.1	6.0	82	5.0	19.0	306	82.1	251	83.9	23.2	
	2. N3+慣行	51.2	6.2	81	6.0	20.0	357	83.6	298	78.5	23.0	
	3. N5+可変施肥機	52.4	6.0	82	5.0	19.4	314	85.4	268	84.2	23.0	
	4. N5+慣行	56.9	6.5	78	7.0	20.3	354	88.5	313	75.4	23.1	
	5. N7+可変施肥機	54.8	6.0	82	5.0	19.0	349	83.6	251	83.9	23.0	
	6. N7+慣行	56.3	6.4	79	6.0	20.5	370	86.2	319	77.6	23.0	
H30	1. N3+可変施肥機	45.0	5.9	82	5.5	19.5	298	69.5	207	88.8	23.0	
	2. N3+慣行	45.5	5.8	82	6.0	20.0	326	69.0	225	88.4	22.9	
	3. N5+可変施肥機	48.0	5.9	82	6.0	19.1	352	67.1	236	88.8	23.4	
	4. N5+慣行	48.3	5.9	83	6.0	19.9	338	74.5	252	86.8	23.1	
	5. N7+可変施肥機	49.2	5.8	83	5.5	19.4	363	69.6	253	87.5	23.6	
	6. N7+慣行	51.1	6.0	81	6.0	20.0	373	73.7	275	86.7	23.2	
R1	1. N3+可変施肥機	36.8	6.7	77	4.5	19.0	344	79.9	248	67.0	20.8	
	2. N3+慣行	35.9	6.5	78	5.0	18.4	360	78.3	254	66.7	20.9	
	3. N5+可変施肥機	39.1	6.8	76	5.5	19.1	389	79.3	309	67.6	20.8	
	4. N5+慣行	36.5	6.5	78	5.5	19.2	355	77.2	261	72.1	20.6	
	5. N7+可変施肥機	42.0	6.9	75	5.0	19.5	351	74.4	261	72.2	21.0	
	6. N7+慣行	39.6	6.6	78	5.5	19.4	340	70.7	264	74.2	21.0	
平均値	可変	46.4	6.2	80.1	5.2	-	-	-	-	-	-	
	慣行	46.8	6.3	79.8	5.9	-	-	-	-	-	-	
標準偏差	可変	6.30	0.46	-	0.62	-	-	-	-	-	-	
	慣行	7.88	0.32	-	0.68	-	-	-	-	-	-	
分散分析	年次(A)	**	**	-	n. s.	**	n. s.	**	**	**	**	
	基肥量(B)	**	n. s.	-	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.	**	n. s.	
	穂肥施肥法(C)	n. s.	n. s.	-	**	**	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	
	A×B	n. s.	n. s.	-	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	**	
	A×C	n. s.	**	-	n. s.	**	**	n. s.	*	**	n. s.	
	B×C	n. s.	n. s.	-	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	
A×B×C	n. s.	n. s.	-	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.		

注)分散分析：*、**はそれぞれ5%、1%水準で有意差有り、n. s.は有意差が無いことを示す