

委託試験成績（令和2年度）

担当機関名 部・室名	宮崎県総合農業試験場 作物部																																																																																																																															
実施期間	令和2年度、新規																																																																																																																															
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																																																																																																																															
課題名	リモートセンシングデータ・収量マッピングデータを活用した可変施肥機能（乗用田植機）の評価																																																																																																																															
目的	<p>水稻経営の大規模化を踏まえた作業省力化や、品質の安定、均一化は喫緊の課題となっていることから、リモートセンシングデータ等を活用した可変施肥機能（乗用田植機）を用い、省力かつ精度の高い施肥による栽培技術の開発を検討する。</p> <p>試験1年目（令和2年度）は、リモートセンシングによる生育マッピングデータの取得及びその有効性の確認、また、地力差の異なる試験区の設置を目的とする。試験2年目（令和3年度）は、1年目取得データに基づき、可変施肥機能付乗用田植機による試験を行い、当該可変施肥による収量等への効果について検討する。</p>																																																																																																																															
担当者	加治佐 光洋																																																																																																																															
1. 試験場所	宮崎県総合農業試験場内ほ場 A:5a×2、B:7a×1(宮崎市佐土原町下那珂5805)																																																																																																																															
2. 試験方法	<p>(1) 供試機械名 マルチスペクトルカメラ付ドローン (DJI社製:P4 MULTISPECTRAL)</p> <p>(2) 試験条件 土 壤 条 件 (移植前)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">ほ場 区</th> <th rowspan="3">pH</th> <th rowspan="3">有機物 含有量</th> <th rowspan="3">可給態 窒素</th> <th rowspan="3">有効態 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></th> <th rowspan="3">CEC</th> <th colspan="3">交換性塩基</th> <th rowspan="3">可給 態 Si</th> <th rowspan="3">遊離 酸化鉄</th> </tr> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>K</th> </tr> <tr> <th colspan="3">(mg)</th> <th>(mg)</th> <th>(mg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">A</td> <td>1</td> <td>5.92</td> <td>3.8</td> <td>8.59</td> <td>35.7</td> <td>13.9</td> <td>255.0</td> <td>20.6</td> <td>6.6</td> <td>47.8</td> <td>0.46</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5.91</td> <td>4.2</td> <td>8.05</td> <td>35.4</td> <td>13.9</td> <td>248.8</td> <td>21.7</td> <td>9.0</td> <td>47.6</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6.18</td> <td>3.9</td> <td>8.18</td> <td>40.9</td> <td>14.7</td> <td>308.5</td> <td>28.0</td> <td>7.4</td> <td>53.3</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5.78</td> <td>4.5</td> <td>9.97</td> <td>50.5</td> <td>15.3</td> <td>257.4</td> <td>26.5</td> <td>12.4</td> <td>41.6</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">B</td> <td>1</td> <td>5.06</td> <td>2.0</td> <td>6.98</td> <td>7.9</td> <td>9.3</td> <td>113.0</td> <td>14.9</td> <td>5.9</td> <td>45.6</td> <td>0.78</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5.26</td> <td>2.1</td> <td>6.12</td> <td>10.4</td> <td>9.6</td> <td>120.0</td> <td>20.4</td> <td>9.1</td> <td>46.9</td> <td>0.76</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5.12</td> <td>2.0</td> <td>4.18</td> <td>7.9</td> <td>9.1</td> <td>108.9</td> <td>16.9</td> <td>5.8</td> <td>50.4</td> <td>0.74</td> </tr> </tbody> </table> <p>品 種 名 「ヒノヒカリ」            種 子 消 毒 (5月23日開始 24時間浸漬「テクリト`Cフロアブル」200倍+「スミチオン乳剤」1,000倍)            播 種 (5月29日 250g/箱)            育 苗 (出芽器30℃、3日間) で出芽後、育苗ハウスにて平置育苗 期間：14日)            施 肥 (6月1日 牛糞堆肥:水分40%, N:P:K=1.5%:1.8%:2.8%)            (6月5日 ほ場Bのみ全量基肥肥料)            荒 代 (6月4日)            植 代 (6月8日)            移 植 (6月12日)60株/坪 (株間18cm×条間30cm)            除 草 (6月12日)一発除草剤:「ハッチリジ`ンホ` 400g (10個) /10a)            病虫害防除 (6月10日)「ルーチンバ`リアート`箱粒剤」50g/箱            (6月12日、6月19日)「スクミノン」4kg/10a</p> <p>(3) 試験区の構成</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ほ場 区</th> <th>堆肥 (t/10a)</th> <th>化学肥料 (kg/10a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">A</td> <td>1</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">B</td> <td>1</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.0 NPK=6.4:6.4:6.4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>堆肥施用量別の2パターン(A及びB)からなるほ場を設定し、ドローンを用いたリモートセンシングで、NDVI測定等による生育MAPの作成を行い、併せて生育、収量、品質調査及び稲体窒素・土壌分析を実施した。</p>											ほ場 区	pH	有機物 含有量	可給態 窒素	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CEC	交換性塩基			可給 態 Si	遊離 酸化鉄	Ca	Mg	K	(mg)			(mg)	(mg)	A	1	5.92	3.8	8.59	35.7	13.9	255.0	20.6	6.6	47.8	0.46	2	5.91	4.2	8.05	35.4	13.9	248.8	21.7	9.0	47.6	0.45	3	6.18	3.9	8.18	40.9	14.7	308.5	28.0	7.4	53.3	0.47	4	5.78	4.5	9.97	50.5	15.3	257.4	26.5	12.4	41.6	0.45	B	1	5.06	2.0	6.98	7.9	9.3	113.0	14.9	5.9	45.6	0.78	2	5.26	2.1	6.12	10.4	9.6	120.0	20.4	9.1	46.9	0.76	3	5.12	2.0	4.18	7.9	9.1	108.9	16.9	5.8	50.4	0.74	ほ場 区	堆肥 (t/10a)	化学肥料 (kg/10a)	A	1	0.0	2	0.5	3	1.0	4	2.0	B	1	0.0	2	1.0 NPK=6.4:6.4:6.4	3	2.0
ほ場 区	pH	有機物 含有量	可給態 窒素	有効態 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CEC	交換性塩基			可給 態 Si	遊離 酸化鉄																																																																																																																						
						Ca	Mg	K																																																																																																																								
						(mg)					(mg)	(mg)																																																																																																																				
A	1	5.92	3.8	8.59	35.7	13.9	255.0	20.6	6.6	47.8	0.46																																																																																																																					
	2	5.91	4.2	8.05	35.4	13.9	248.8	21.7	9.0	47.6	0.45																																																																																																																					
	3	6.18	3.9	8.18	40.9	14.7	308.5	28.0	7.4	53.3	0.47																																																																																																																					
	4	5.78	4.5	9.97	50.5	15.3	257.4	26.5	12.4	41.6	0.45																																																																																																																					
B	1	5.06	2.0	6.98	7.9	9.3	113.0	14.9	5.9	45.6	0.78																																																																																																																					
	2	5.26	2.1	6.12	10.4	9.6	120.0	20.4	9.1	46.9	0.76																																																																																																																					
	3	5.12	2.0	4.18	7.9	9.1	108.9	16.9	5.8	50.4	0.74																																																																																																																					
ほ場 区	堆肥 (t/10a)	化学肥料 (kg/10a)																																																																																																																														
A	1	0.0																																																																																																																														
	2	0.5																																																																																																																														
	3	1.0																																																																																																																														
	4	2.0																																																																																																																														
B	1	0.0																																																																																																																														
	2	1.0 NPK=6.4:6.4:6.4																																																																																																																														
	3	2.0																																																																																																																														
※ 堆肥は水分60%換算で施用																																																																																																																																
※ ほ場Bの化学肥料は全量基肥肥料																																																																																																																																

### 3. 試験結果

- ・ 中間生育は、堆肥投入量に比例して草丈は高く、茎数は多い傾向が認められた(表1)。
- ・ 成熟期については、堆肥投入量に比例して稈長は高く、 $m^2$ 当穂数は多い傾向が認められ、倒伏程度は大差なかった(表2)。
- ・ 収量構成要素について、 $m^2$ 当初数は堆肥投入量に比例して多くなる傾向があり、特に2.0t/10a区は0.0t/10a区より有意に多くなった。また、登熟歩合や玄米千粒重については、判然とした傾向は認められなかった(表3)。
- ・ 玄米収量は、堆肥投入量に比例して多くなる傾向があり、ほ場Aにおいては、2.0t/10a区が他区に対して有意に多かった(表4)。
- ・ 玄米タンパク含有率は、概ね堆肥投入量に比例して高くなる傾向が認められた(表4)。
- ・ 品質については、穀粒判別器による調査では、乳白や死米等が多くなり、著しく整粒割合が低かった。また、農産物検査において、全区で乳白による規格外となった(表4,5)。
- ・ 中間生育、成熟期、収量調査について、概ね地力差に応じた結果となった(表1~4)。
- ・ 幼穂形成期におけるリモートセンシングの測定結果から、ほ場内で一定のバラつきを確認できるとともに、「NDVI×植被率」と「草丈×茎数×葉色」(生育量)及び「NDVI×植被率」と「精玄米重」には、高い相関が認められた(表6、図1,2)。
- ・ 「精玄米重」と「稲体窒素吸収量(成熟期)」には、高い相関が認められた(図3)。
- ・ 栽培跡地の土壌分析から、堆肥投入量の異なる各区分において一定の地力差が認められた(表7)。

### 4. 主要成果の具体的データ

表1 中間生育

ほ場	試験区	移植後+45日			移植後+52日
		草丈 (cm)	茎数 (本/ $m^2$ )	SPAD	SPAD
A	1. 堆肥0.0t	68.7c	407c	36.0ac	31.3ab
	2. 堆肥0.5t	69.1c	409bc	35.1bc	31.0ab
	3. 堆肥1.0t	71.1b	446ab	34.7b	30.7b
	4. 堆肥2.0t	73.8a	479ab	36.5a	32.2a
B	1. 堆肥0.0t	67.4c	393c	37.2a	31.9b
	2. 堆肥1.0t	71.3b	462ab	37.7a	32.0b
	3. 堆肥2.0t	75.8a	471a	38.2a	33.9a

表2 成熟期等

ほ場	試験区	稈長 (cm)	穂長 (cm)	有効穂数		倒伏 程度	出穂期	成熟期
				株当 (本)	$m^2$ 当 (本)			
A	1. 堆肥0.0t	78.7c	17.8a	19.0	352b	0.6	8月20日	9月30日
	2. 堆肥0.5t	79.2c	18.0a	19.6	363b	0.4		
	3. 堆肥1.0t	81.9b	17.5a	20.3	375b	1.3		
	4. 堆肥2.0t	84.3a	18.0a	22.2	410a	1.8		
B	1. 堆肥0.0t	79.9c	18.6a	18.5	342b	0.7	8月20日	9月30日
	2. 堆肥1.0t	86.3b	18.5a	21.8	404a	0.7		
	3. 堆肥2.0t	88.7a	18.6a	21.9	405a	1.3		

表3 収量構成要素

ほ場	試験区	粒数		登熟歩合 (%)	玄米千粒重 (g)
		1穂当 (粒)	m <sup>2</sup> 当 (百粒)		
A	1. 堆肥0.0t	78.6a	277b	68.3a	20.3a
	2. 堆肥0.5t	77.3a	280ab	71.3a	20.3a
	3. 堆肥1.0t	75.3a	281ab	70.5a	20.5a
	4. 堆肥2.0t	78.8a	323a	73.5a	20.5a
B	1. 堆肥0.0t	81.1a	277b	71.4a	20.1a
	2. 堆肥1.0t	82.4a	333ab	68.1a	19.9a
	3. 堆肥2.0t	86.2a	350a	68.9a	20.0a

表4 収量及び玄米分析、品質

ほ場	試験区	精玄米重 (kg/a)	玄米分析		品質	
			タンパク含有率 (%)	スコア	農産物検査	格下理由
A	1. 堆肥0.0t	42.4b	6.7a	72	10.0	乳白
	2. 堆肥0.5t	43.2b	6.5a	73	10.0	乳白
	3. 堆肥1.0t	43.8b	6.7a	74	10.0	乳白
	4. 堆肥2.0t	51.8a	6.9a	71	10.0	乳白
B	1. 堆肥0.0t	44.2a	6.7a	73	10.0	乳白
	2. 堆肥1.0t	49.6a	7.2a	69	10.0	乳白
	3. 堆肥2.0t	49.9a	7.3a	68	10.0	乳白

表5 品質判定結果

ほ場	試験区	粒比 (%)							
		整粒	胴割	乳白粒	基部未	腹白未	青未熟	他未熟	死米
A	1. 堆肥0.0t	9.5	0.0	24.2	13.0	12.1	0.0	10.4	28.4
	2. 堆肥0.5t	8.7	0.0	26.0	14.0	12.4	0.0	9.4	27.5
	3. 堆肥1.0t	9.9	0.0	27.7	15.4	11.9	0.1	9.5	23.6
	4. 堆肥2.0t	14.9	0.0	25.0	19.2	11.0	0.1	10.9	17.6
B	1. 堆肥0.0t	11.6	0.0	22.0	16.4	11.8	0.0	10.6	25.5
	2. 堆肥1.0t	11.5	0.0	24.0	18.2	10.6	0.2	11.2	22.4
	3. 堆肥2.0t	14.8	0.0	22.2	16.4	11.9	0.1	15.5	17.5

※ サカ穀粒判別器RGQ120Aを用いて測定

表6 幼穂形成期のリモートセンシング測定結果

ほ場	NDVI		植被率		NDVI×植被率	
	平均	バラ	平均	バラ	平均	バラ
		つき (%)		つき (%)		つき (%)
A	0.55	12.8	0.51	7.2	0.29	15.5
B	0.55	13.4	0.51	6.2	0.28	15.4

※ バラつき=標準偏差/平均値

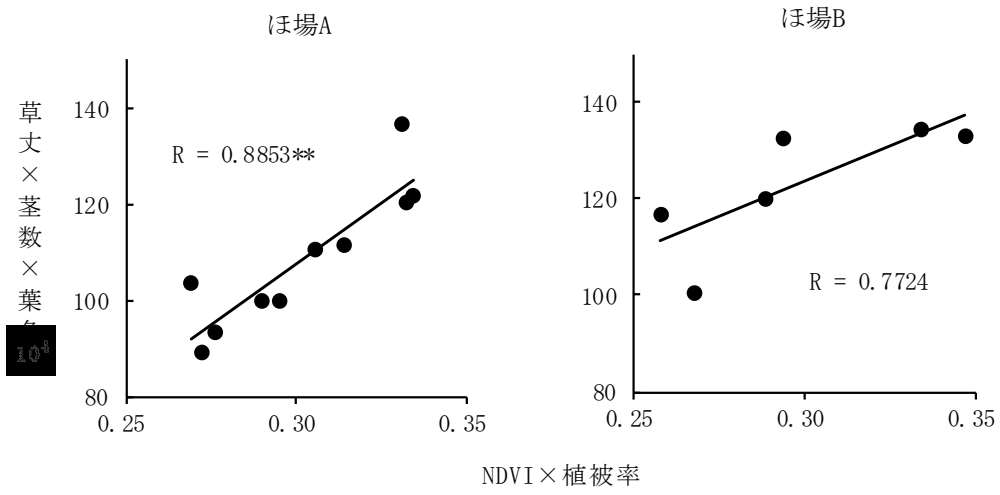


図1 幼穂形成期の「NDVI×植被率」と「草丈×茎数×葉色」(生育量) ※ \*\* は1%水準で有意

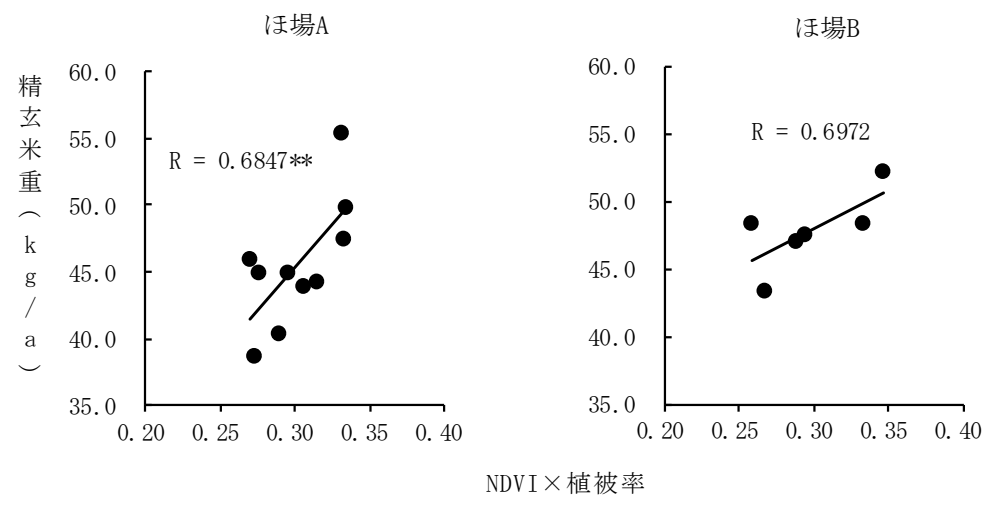


図2 幼穂形成期の「NDVI×植被率」と「精玄米重」 ※ \*\* は1%水準で有意

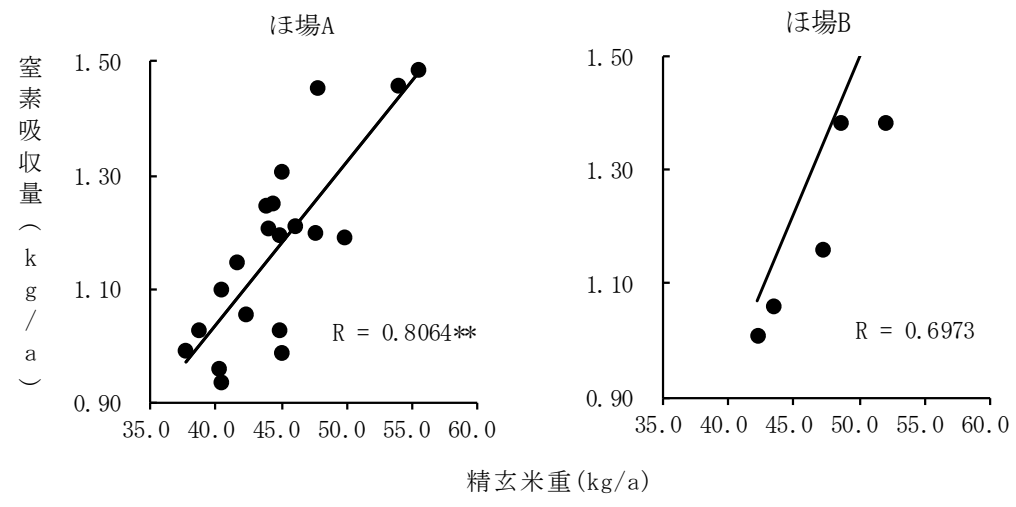


図3 「精玄米重」と「窒素吸収量(成熟期)」 ※ \*\* は1%水準で有意

表7 栽培跡地の土壌分析

ほ場	試験区	無機態	可給態
		窒素 (mg)	窒素 (mg)
A	1. 堆肥0.0t	0.34	9.55
	2. 堆肥0.5t	0.30	9.51
	3. 堆肥1.0t	0.28	10.02
	4. 堆肥2.0t	0.43	10.86
B	1. 堆肥0.0t	0.57	6.81
	2. 堆肥1.0t	0.66	7.41
	3. 堆肥2.0t	0.48	8.28

#### 5. 経営評価

本年度取得したセンシングデータに基づき、次年度に田植可変施肥試験を実施予定であることから、その結果において、収量や品質、効率・省力化等をふまえた経営評価を行うこととする。

#### 6. 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リモートセンシングは、水稻の生育状況を高精度に捉えることが可能であり、翌年の田植可変施肥に活用する生育データとして有効であると考えられた（図1,2）。

#### 7. 成果の普及

次年度以降の試験結果をふまえ、得られた知見について成果情報等を通じて生産現場へ情報提供する。

#### 8. 考察

本年度は、9月中旬の低日照や登熟期に接近した台風10号(9月6～7日 最大瞬間風速:32m/S)による潮風害が、登熟歩合や千粒重の低下を招き、各区とも収量が低い傾向であった（表4）。

また、品質について、農産物検査における検査等級は、全区で乳白による規格外となった。これは、登熟期の気温が非常に高く推移（出穂後20日間の平均気温が27℃以上）したこと、白未熟粒の発生に好適な条件であったことや、潮風害も発生するなど、これらが複合的に影響して同化産物の生成が不足し、著しい品質の低下につながったものと考えられた（表4,5）。

幼穂形成期のリモートセンシングについては、「NDVI×植被率」と、「草丈×茎数×葉色」(生育量)及び「精玄米重」の関係において、高い相関が確認されたことから、同時期のリモートセンシングは、次年度の田植可変施肥に有効に活用できることが示唆された（図1,2）。

また、土壌・稲体窒素量分析、生育・収量調査等の結果から、次年度の田植可変施肥試験に向け、一定の地力差を有する区の設定、準備ができたものと考えられた（表1～7）。

#### 9. 問題点と次年度の計画

本年度は潮風害等の影響により著しく品質が低下したため、品質面における次年度との比較が困難となったものの、土壌分析やリモートセンシング、生育、収量調査等においては、地力差に応じた一定の結果が得られた。次年度は、今回取得したセンシングデータに基づき、可変施肥機能付乗用田植機による移植を行い、その後、当該可変施肥による収量等への効果について検討する。

10. 参考写真



写真1 マルチスペクトルカメラ付ドローン  
(DJI社製:P4 MULTISPECTRAL)



写真2 空撮(測定)の様子