

現地実証展示圃成績(平成30年度)

担当機関名	茨城県県南農林事務所 稲敷地域農業改良普及センター																																										
実施期間	平成30年度、新規																																										
大課題名	V 情報処理等先端技術を活用した高生産システムの確立																																										
課題名	合筆圃場におけるドローンを用いた水稲生育の見える化と可変施肥による収量・品質の均一化																																										
目的	大規模経営体において、作業の効率化のため圃場の合筆が行われているが、地力の違いや表土の牽引により合筆後の水稲生育にばらつきが見られることが問題となっている。そこで、幼穂形成期の生育量をドローンで測定し、無人ヘリによる可変施肥を行うことで、水稲収量・品質の均一化を図る。																																										
担当者名	茨城県県南農林事務所 稲敷地域農業改良普及センター 地域普及第二課 技師 関根さゆ里																																										
圃場の所在地 農家(組織)名	茨城県龍ケ崎市大徳町 岡田彬成																																										
農家(組織)の経営概要	経営面積 50ha。後継者クラブに所属し、管内を代表する若手経営者。輸出米生産等新しい取組に意欲的な法人である。																																										
<p>1. 実証場所 茨城県龍ケ崎市大徳町</p> <p>2. 実証方法</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>ア. 生育調査用ドローン DJI 社製 マルチスペクトルカメラ コニカミノルタ社製</p> <p>イ. 追肥用無人ヘリ ヤンマー社製 YF390AX</p> <p>(2) 試験(実証)条件</p> <p>ア. 圃場条件</p> <p>(1) 実証圃場 現地水田圃場 灰色低地土(圃場区画 60 a 平成29年合筆済)</p> <p>(2) 慣行圃場 現地水田圃場 灰色低地土(圃場区画 45 a)</p> <p>(3) 参考圃場 現地水田圃場 灰色低地土(圃場区画 50 a 平成30年2月合筆)</p> <p>イ. 栽培等の概要</p> <p>供試品種 「コシヒカリ」</p> <p>均 平 レーザーレベラー、2月19日(実証圃場・慣行圃場)、2月20~21日(参考圃場)</p> <p><b>(表1) 合筆圃場における整地前後の圃場内高低差</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">圃場名</th> <th colspan="2">圃場内高低差</th> </tr> <tr> <th>整地前 (cm)</th> <th>整地後 (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実証圃場</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>慣行圃場</td> <td>1.2</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>参考圃場</td> <td>7.0</td> <td>0.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 圃場内高低差は、合筆前2圃場の平均値の差。</p> <p>代掻き 5月4日</p> <p>育苗 4月6日播種、250g/箱(乾粳)、30日育苗、2.2葉</p> <p><b>(表2) 育苗状況について</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>圃場名</th> <th>栽植密度 (本/m<sup>2</sup>)</th> <th>植付深度 (cm)</th> <th>植付本数 (本)</th> <th>苗丈 (cm)</th> <th>葉齢</th> <th>苗マット強度 (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実証圃場</td> <td>15.2</td> <td>4.8</td> <td>6.6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>慣行圃場</td> <td>15.2</td> <td>3.9</td> <td>7.4</td> <td>19.0</td> <td>2.9</td> <td>63.8</td> </tr> <tr> <td>参考圃場</td> <td>15.9</td> <td>3.8</td> <td>6.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) 苗質調査は、移植2日後に20本の苗を調査した平均値</p>		圃場名	圃場内高低差		整地前 (cm)	整地後 (cm)	実証圃場	1.4	1.1	慣行圃場	1.2	0.3	参考圃場	7.0	0.0	圃場名	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	植付深度 (cm)	植付本数 (本)	苗丈 (cm)	葉齢	苗マット強度 (N)	実証圃場	15.2	4.8	6.6				慣行圃場	15.2	3.9	7.4	19.0	2.9	63.8	参考圃場	15.9	3.8	6.5			
圃場名	圃場内高低差																																										
	整地前 (cm)	整地後 (cm)																																									
実証圃場	1.4	1.1																																									
慣行圃場	1.2	0.3																																									
参考圃場	7.0	0.0																																									
圃場名	栽植密度 (本/m <sup>2</sup> )	植付深度 (cm)	植付本数 (本)	苗丈 (cm)	葉齢	苗マット強度 (N)																																					
実証圃場	15.2	4.8	6.6																																								
慣行圃場	15.2	3.9	7.4	19.0	2.9	63.8																																					
参考圃場	15.9	3.8	6.5																																								

注2) 苗マット強度は、30cm×10cmの短冊状にカットした苗マットの短辺側の片方を固定し、逆側を引っ張り、マット切断時の引張強度をデジタルフォースゲージにより測定した。

移植期 5月6日

施肥 基肥：鶏ふんペレット(N-P-K=4-3-2) 135kg/10a、4月28日、全面全層  
 事前追肥：硫安(N=21)、2kg追肥区、1kg追肥区、6月22日、手散布  
 注) ドローン生育診断時における葉色の変化を検討するため、実証圃の一部(10m×15m)において事前追肥を行った。

追肥：NK-C6号(N-P-K=17-0-17)

(実証圃場および参考圃場) 7月10日、無人ヘリ散布

(慣行圃場) 7月12日、経営主による散布

(表3) 試験区の施肥設計

圃場名	調査区名	基肥窒素量 (kg/10a)	事前追肥 窒素量 (kg/10a)	追肥窒素量 (kg/10a)
実証	2kg追肥区	5.4	2	ドローン生育診断結果による追肥
	1kg追肥区	5.4	1	ドローン生育診断結果による追肥
	実証区	5.4	-	ドローン生育診断結果による追肥
	無追肥区	5.4	-	0
慣行	慣行区	5.4	-	2.8
参考	盛土側	5.4	-	ドローン生育診断結果による追肥
	切土側	5.4	-	ドローン生育診断結果による追肥
	無追肥区	5.4	-	0

ドローンによる生育診断 6月28日

坪刈り 9月7日、6株×3畦、2反復

### 3. 実証結果

#### ア. 可変施肥による増収効果の検討

- (1) 実証圃場において、可変施肥を行った区は無追肥区より8~21%多収であり、実証区の精玄米重は慣行区と比較してやや多収だった(表4)。実証区は慣行区より穂数はやや少なかったが、千粒重が重くなったことによると考えられる。
- (2) 実証圃場の8月15日時点での倒伏程度は1~3.3であり、慣行圃場の3.5に比べ軽かった(表無し)。坪刈り時においては倒伏程度にさらに差が生じた(表4)ことから、可変施肥により登熟期間から収穫期までの倒伏を軽減することができた。
- (3) 参考圃場においては整地時の圃場内高低差が平均で7cmと大きく(表1)、合筆前の2圃場間で盛土側と切土側が生じた。盛土側においては切土側と比較して、穂数は多かったが稈長が長かったことにより倒伏が激しく、登熟歩合が低下し、千粒重が小さくなった結果やや減収した(表4および表5)。可変追肥の効果が小さかったこと、土壌診断および基肥における可変施肥を検討する必要があることが考えられた。

#### イ. ドローン生育診断時におけるSPAD値と収量構成要素の関係

- (1) ドローンによる生育診断を行った6月28日(出穂前32日)におけるSPAD値と稈長および穂数には相関がみられた(図1および図2)。
- (2) 6月28日(出穂前32日)におけるSPAD値と精玄米重には有意な相関がみられなかった(図3)。同様に、追肥後の7月20日におけるSPAD値と精玄米重においても有意な相関はみられなかった(図表略)。

#### ウ. ドローン生育診断による散布追肥量と実際の散布量の関係

- (1) ドローン生育診断を行いNDVI×被植率マップおよび追肥マップを作成した(図4)。事前追肥を行った区画の生育は旺盛となり、葉色による生育診断の有効性が示唆された。

(2) 圃場内の平均追肥窒素量を算出し、実際に圃場に散布された窒素量と比較したところ、実証圃場においては25.3%少なかった(表6)。

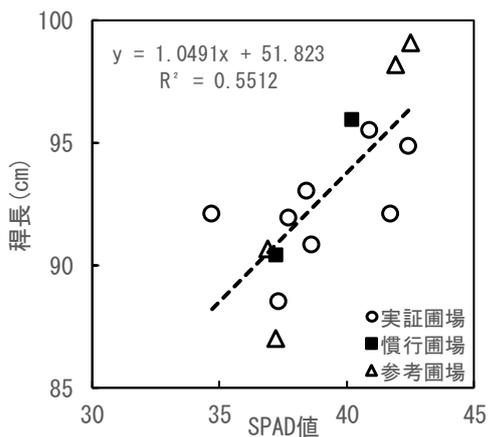
4. 主要成果の具体的データ

(表4) 収量調査結果

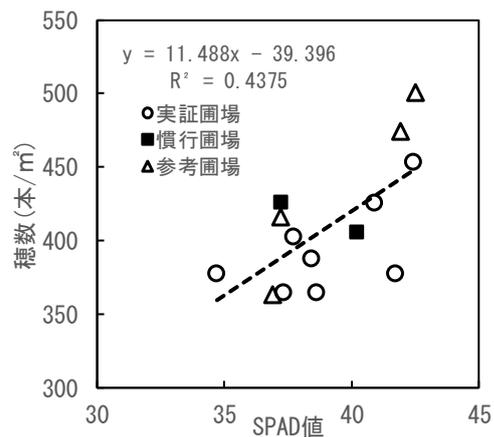
圃場名	調査区名	全重 (kg/10a)	粗玄米重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	同左比率 (%)
実証	2kg追肥区	1645	555	494	93
	1kg追肥区	1703	573	521	98
	実証区	1645	605	557	104
	無追肥区	1491	505	457	86
慣行	慣行区	1663	613	533	100
参考	盛土側	1755	558	474	89
	切土側	1517	544	502	94
	無追肥区	1555	521	468	88

(表5) 収量構成要素

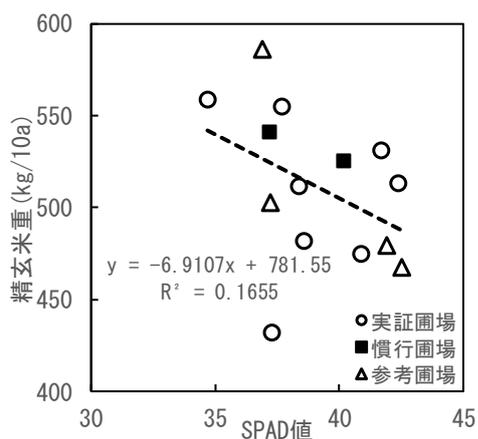
圃場名	調査区名	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	一穂粒数 (粒/本)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	倒伏 (0-5)
実証	2kg追肥区	7/30	9/9	95	20.0	440	86	64	21.4	3.3
	1kg追肥区	7/30	9/8	93	19.8	383	83	69	21.3	2.5
	実証区	7/30	9/8	92	20.6	390	83	70	21.7	2.5
	無追肥区	7/30	9/6	90	19.8	365	76	74	20.8	2.0
慣行	慣行区	7/28	9/7	93	20.8	415	88	70	20.9	3.8
参考	盛土側	7/29	9/6	99	18.1	488	73	63	20.6	4.0
	切土側	7/29	9/6	89	19.5	390	72	81	21.1	3.5
	無追肥区	7/29	9/6	87	19.0	437	84	72	20.6	2.8



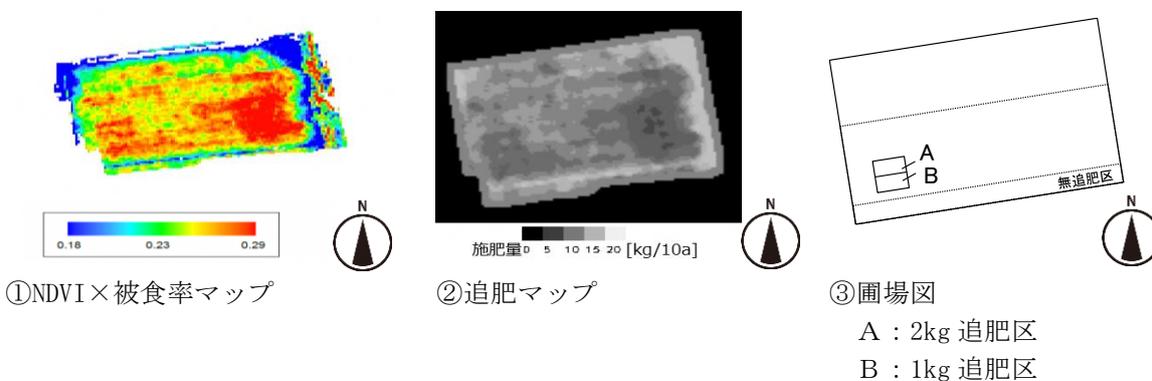
(図1) 6月28日 SPAD 値と稈長の関係



(図2) 6月28日 SPAD 値と穂数の関係



(図3) 6月28日 SPAD 値と精玄米重の関係



(図4) 実証圃場におけるドローン生育診断マップ

(表6) 可変追肥窒素量と作業時間

圃場名	平均追肥窒素量 (kgN/10a)		平均風速 (m/s)	10aあたり散布時間 (分秒)
	設計	実際		
実証圃場	1.9	1.4	3.1	2分16秒
参考圃場	1.7	1.8	2.6	2分27秒
慣行圃場	-	2.8	-	8分30秒

注) 無人ヘリ散布は肥料の補給時間を含む

注) 平均風速は散布時刻の特別値 (龍ヶ崎のアメダスデータ)

(表7) 追肥作業にかかる作業時間および労働費

作業方法	作業時間 (/10a)	労働費 (/10a)
無人ヘリ散布	2分22秒	-
手散布	8分30秒	330円

注) 無人ヘリ散布は肥料の補給時間を含む

(表8) 10aあたりにおける追肥作業別の経営評価

科目		リモセン	無追肥	手散布	
収益	収量 (kg/10a)	524	457	533	
	収入合計	110,040	95,886	111,930	
費用	物財費	42,988	42,988	42,988	
	リモートセンシング	診断・マップ代	4,000	-	-
		肥料代	1,480	-	1,480
	雇用労働費	640	640	970	
	出荷経費	846	752	846	
	地代	20,000	20,000	20,000	
	経営費合計	69,954	64,380	66,284	
利益	所得	40,086	31,506	45,646	

注) 労働費に自家労賃は含まない

#### 5. 経営評価

手散布による追肥作業を無人ヘリに切り替えることにより、10a当たりの作業時間を27.8%まで削減することができる(表7)。

25ha規模での水稲経営での場合、労働費を82,500円削減することが期待できる(表8)。

#### 6. 利用機械評価

無人ヘリを用いた肥料散布は補給時間を含めて3分以内であり、効率的に肥料を散布できると考えられた。夏季の労働負担を軽くすることができ、他の作業へ集中することができると考えられた。

#### 7. 成果の普及

平成30年7月10日において現地農業者および関係機関向けに「平成30年度いばらき農業アカデミー「先進農業技術講座」に係わる現地検討会(水稲の画像診断に基づく生育マップの作成と適正施肥技術の実証)」を開催した。

平成30年12月5日ドローン活用ビジネスセミナーおよび平成30年12月14日土壌肥料研究会において関係機関向けに「ドローン搭載マルチスペクトルカメラを活用した水稲生育診断技術の実証」として報告を行った。

#### 8. 考察

- (1) リモートセンシングの導入により、増収および千粒重の向上が期待できる。
- (2) 出穂期前32日におけるSPAD値と稈長および穂数に相関があり、この時期の追肥が収量構成要素に影響することが示唆された。
- (3) 無人ヘリによる追肥により、夏場の労働負担軽減に大きく期待できる。無人ヘリによる散布量は、生育診断後の設計と比較して同等から25.3%少なく散布されたことから、散布量の検討が必要である。

#### 9. 問題点と次年度の計画

今回のドローン生育診断の日程は出穂の1か月前であったことから、収量への可変追肥効果をNDVI値、被植率、SPAD値および収量構成要素との相関との点からより詳しく検討する必要がある。また、単年度の試験の場合は可変施肥後に再度マップを作成するなどを行い、圃場全体の均一化を評価する必要があると考える。

10. 参考写真



(写真) ドローン生育診断の状況



(写真) ドローン生育診断の状況



(写真) 無人ヘリ追肥の状況



(写真) 無人ヘリ肥料補給の状況