

委託試験成績（令和2年度）

担当機関名 部・室名	富山県農林水産総合技術センター 農業研究所 栽培課																																																																		
実施期間	令和元年度～令和2年度 継続																																																																		
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を活用した水稻の追肥診断及び収穫適期診断による高品質・良食味米生産技術の開発																																																																		
目的	<p>富山県における水稻栽培では、生育診断に基づいた追肥や適期収穫による高品質・良食味米生産を推進している。しかし、担い手不足や農業者の高齢化により、圃場を面的に診断して、的確な追肥や収穫時期を診断することは技術的、労力的に困難である。</p> <p>そこで、生育診断装置を搭載したドローンを活用し、当県の主力品種「コシヒカリ」と新品種「富富富」について、迅速かつ的確な追肥及び収穫適期判断のための生育診断技術を開発する。</p>																																																																		
担当者名	農業研究所 栽培課 主任研究員 田村美佳																																																																		
<p>1. 試験場所 富山県農林水産総合技術センター 農業研究所内圃場</p> <p>2. 試験方法 出穂10日前のNDVI値からのSPAD値の推定及び追肥効果について年次変動を確認するとともに、成熟期予測について再検討を行う。</p> <p>(1) 供試圃場 113A、114、115、205B、216B（沖積砂壤土） (2) 供試品種 コシヒカリ、富富富 (3) 供試肥料 LPss コシヒカリ1号（N:21%、P:14%、K:14%） 富富富専用（N:21%、P:10%、K:9%） (4) 撮影日、機材 P4 Multispectral</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>撮影日</th> <th>生育ステージ</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7月10日</td> <td>幼穂形成期頃（7/2～7/13）</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7月20日</td> <td>出穂10日前頃（7/18～7/28）</td> <td>（ ）内は実際の日付。</td> </tr> <tr> <td>9月4日</td> <td>成熟期頃（9/3～9/8）</td> <td>品種及び移植日が異なるため幅がある。</td> </tr> </tbody> </table> <p>(5) 耕種概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>品種</th> <th>移植日 (月/日)</th> <th>栽植密度 (株/m²)</th> <th>基肥窒素 (kgN/10a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/1</td><td>20.3</td><td>9.4</td></tr> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/7</td><td>19.9</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/7</td><td>19.9</td><td>9.6</td></tr> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/15</td><td>19.9</td><td>0_※</td></tr> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/15</td><td>19.9</td><td>5.4_※</td></tr> <tr><td>コシヒカリ</td><td>5/15</td><td>19.9</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/1</td><td>20.4</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/1</td><td>20.4</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/7</td><td>19.9</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/15</td><td>20.1</td><td>0_※</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/15</td><td>20.1</td><td>3.6_※</td></tr> <tr><td>富富富</td><td>5/15</td><td>20.1</td><td>6.9</td></tr> </tbody> </table> <p>※は一部追肥を実施</p> <p>2) 除草体系 農将軍フロアブル（移植3日後） スマートフロアブル（移植3週間後）</p> <p>3) 主な病虫害防除 フルターボ箱粒剤（移植時）、ブラシン バリダ粉剤DL（穂孕期）、ラブサイドキ ラップ粉剤DL（穂揃期）、スタークル粉 剤DL（傾徳期）</p> <p>4) 試験項目 ・ドローンによる測定：NDVI値、植被率 ・慣行の調査：草丈、茎数、葉色、窒素吸収量、籾黄化率</p>				撮影日	生育ステージ		7月10日	幼穂形成期頃（7/2～7/13）		7月20日	出穂10日前頃（7/18～7/28）	（ ）内は実際の日付。	9月4日	成熟期頃（9/3～9/8）	品種及び移植日が異なるため幅がある。	品種	移植日 (月/日)	栽植密度 (株/m ²)	基肥窒素 (kgN/10a)	コシヒカリ	5/1	20.3	9.4	コシヒカリ	5/7	19.9	7.0	コシヒカリ	5/7	19.9	9.6	コシヒカリ	5/15	19.9	0 _※	コシヒカリ	5/15	19.9	5.4 _※	コシヒカリ	5/15	19.9	8.5	富富富	5/1	20.4	6.8	富富富	5/1	20.4	8.5	富富富	5/7	19.9	6.9	富富富	5/15	20.1	0 _※	富富富	5/15	20.1	3.6 _※	富富富	5/15	20.1	6.9
撮影日	生育ステージ																																																																		
7月10日	幼穂形成期頃（7/2～7/13）																																																																		
7月20日	出穂10日前頃（7/18～7/28）	（ ）内は実際の日付。																																																																	
9月4日	成熟期頃（9/3～9/8）	品種及び移植日が異なるため幅がある。																																																																	
品種	移植日 (月/日)	栽植密度 (株/m ²)	基肥窒素 (kgN/10a)																																																																
コシヒカリ	5/1	20.3	9.4																																																																
コシヒカリ	5/7	19.9	7.0																																																																
コシヒカリ	5/7	19.9	9.6																																																																
コシヒカリ	5/15	19.9	0 _※																																																																
コシヒカリ	5/15	19.9	5.4 _※																																																																
コシヒカリ	5/15	19.9	8.5																																																																
富富富	5/1	20.4	6.8																																																																
富富富	5/1	20.4	8.5																																																																
富富富	5/7	19.9	6.9																																																																
富富富	5/15	20.1	0 _※																																																																
富富富	5/15	20.1	3.6 _※																																																																
富富富	5/15	20.1	6.9																																																																
<p>3. 試験結果</p> <p>(1) 生育、収量及び品質 同一移植日において、基肥が多くなるにつれ茎数は多く、草丈は長く、窒素吸収量が多くなる傾向が、前年同様認められた（表1）。同様に葉色の差は小さかった（表1、2）。また、m²当粒数、収量が多くなる傾向も同様であった（表3）。</p>																																																																			

(2) 幼穂形成期の生育診断

幼穂形成期の NDVI 値×植被率と生育量は正の相関が見られた (図 1)。NDVI 値と SPAD 値の相関は高くなく、特に富富富では NDVI 値に 0.2 の差があっても SPAD 値に大きな差は見られなかった (図 2)。また、植被率が高くなると茎数も高くなる傾向が見られたが、同じ植被率で茎数が 100 本/m² 違う場合も見られた (図 3)。

(3) 出穂 10 日前の追肥診断

コシヒカリでは SPAD 値が高く年次変動が大きかった (図 4)。両品種とも NDVI 値が高くなるにつれ SPAD 値も高くなる傾向が見られたが、SPAD 値の差は小さく NDVI 値からの SPAD 値の推測はできなかった (図 5)。

NDVI 値×植被率と m² 当たり籾数に高い正の相関がみられた (図 6)。

コシヒカリにおいて葉色が低かった区に追肥をしたところ、無肥料区において成熟期の SPAD 値が高くなり、基白、背白粒の発生が少なくなった (図 7)。

(4) 成熟期の刈取適期判断

籾黄化率と NDVI 値等の間に相関は認められず、これらを用いた収穫時期の判断はできなかった (図 8)。

4. 主要成果の具体的データ

表 1 幼穂形成期 (7/10) における生育

試験区	草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	葉色 (SPAD値)	窒素吸収量 (g/m ²)	
コ シ ヒ カ リ	5/1移植区	70.2	637	33.6	5.67
	5/7移植7.0kg区	65.6	439	31.2	3.34
	5/7移植9.6kg区	67.8	481	32.4	4.27
	5/15移植0kg区	67.8	329	34.6	2.94
	5/15移植5.4kg区	75.9	445	33.2	4.83
	5/15移植8.5kg区	76.9	511	35.1	5.58
富 富 富	5/1移植6.8kg区	68.2	486	38.9	4.64
	5/1移植8.5kg区	68.9	551	37.0	5.63
	5/7移植区	60.9	504	36.3	4.15
	5/15移植0kg区	48.5	270	35.5	1.90
	5/15移植3.6kg区	57.3	394	35.4	3.86
	5/15移植6.9kg区	60.2	503	35.9	3.64

表 2 幼穂形成期 (7/20)、穂揃期、成熟期 (9/4) の葉色及び成熟期 (9/4) の籾黄化率

試験区	出穂前葉色	穂揃期葉色	成熟期葉色	籾黄化率	
	(SPAD値)			(%)	
コ シ ヒ カ リ	5/1移植区	32.9	33.3	26.4	87.5
	5/7移植7.0kg区	32.5	33.8	24.6	65.0
	5/7移植9.6kg区	32.8	35.3	25.2	85.0
	5/15移植0kg区	30.6	30.0	23.9	45.0
	5/15移植0kg区+追肥	29.1	32.9	27.9	-
	5/15移植5.4kg区	31.1	31.2	25.6	65.0
	5/15移植5.4kg区+追肥	31.5	32.8	25.8	-
	5/15移植8.5kg区	32.4	32.7	26.9	65.0
	富 富 富	5/1移植6.8kg区	37.4	39.2	27.4
5/1移植8.5kg区		36.2	38.1	28.2	70
5/7移植区		39.4	37.6	27.1	70
5/15移植0kg区		34.3	31.7	21.3	35
5/15移植0kg区+追肥		33.1	35.0	20.8	-
5/15移植3.6kg区		35.7	34.7	25.2	45
5/15移植3.6kg区+追肥		35.3	35.4	26.3	-
5/15移植6.9kg区		35.8	36.6	26.5	45

表3 生育ステージ、収量及び収量構成要素

試験区	幼穂形成期	出穂期	成熟期	穂数 (本/m ²)	1穂粒数 (粒/穂)	m ² 粒数 (粒/m ²)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/10a)
	(月/日)								
5/1移植区	7/2	7/28	9/3	423	73.7	31218	90.4	21.6	605
5/7移植7.0kg区	7/6	8/2	9/3	303	77.4	23450	91.7	21.5	492
5/7移植9.6kg区	7/6	8/2	9/4	340	75.5	25673	92.4	21.8	510
5/15移植0kg区	7/12	8/5	9/8	237	84.8	20114	86.4	21.4	379
5/15移植0kg区+追肥	7/12	8/5	9/8	214	82.4	17662	90.2	21.9	368
5/15移植5.4kg区	7/12	8/5	9/8	332	77.2	25581	89.3	21.9	515
5/15移植5.4kg区+追肥	7/12	8/5	9/8	311	77.5	24069	91.6	22.2	505
5/15移植8.5kg区	7/12	8/4	9/8	367	78.1	28698	86.8	22.0	533
5/1移植6.8kg区	7/3	7/30	9/5	362	78.8	28518	90.2	21.2	641
5/1移植8.5kg区	7/3	7/30	9/5	405	81.6	33044	91.7	21.2	620
5/7移植区	7/9	8/3	9/6	328	77.2	25315	89.1	21.2	485
5/15移植0kg区	7/13	8/7	9/8	196	74.5	14632	76.8	20.4	250
5/15移植0kg区+追肥	7/13	8/7	9/8	182	84.3	15358	83.4	21.2	301
5/15移植3.6kg区	7/13	8/6	9/8	285	80.1	22831	82.8	21.3	426
5/15移植3.6kg区+追肥	7/13	8/6	9/8	280	85.2	23835	89.1	21.7	462
5/15移植6.9kg区	7/13	8/5	9/8	342	78.4	26850	83.9	21.5	495

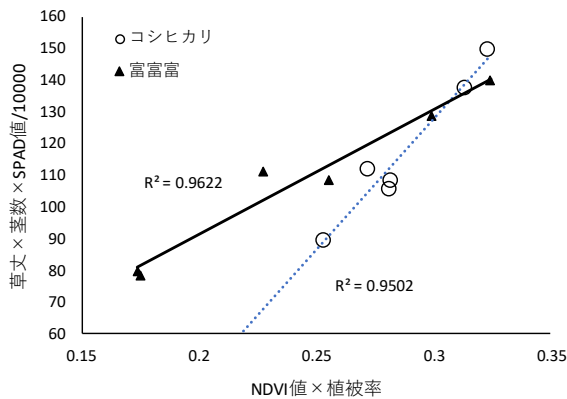


図1 幼穂形成期のNDVI値×植被率と生育量(草丈×茎数×SPAD値)の関係

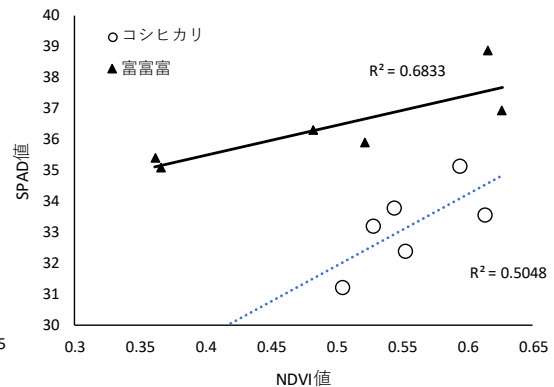


図2 幼穂形成期のNDVI値とSPAD値の関係

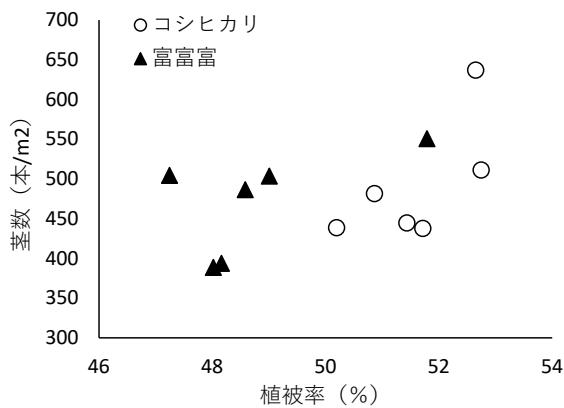


図3 幼穂形成期の植被率と茎数の関係

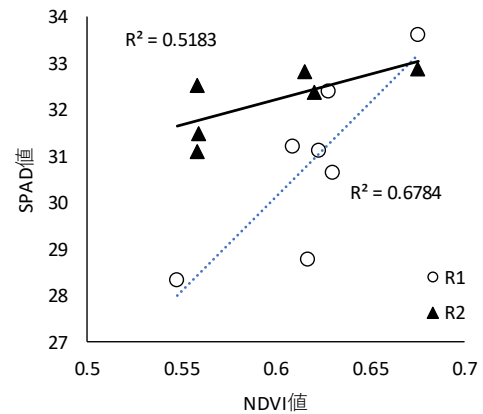


図4 出穂10日前のNDVI値とSPAD値の関係(R1~2年)

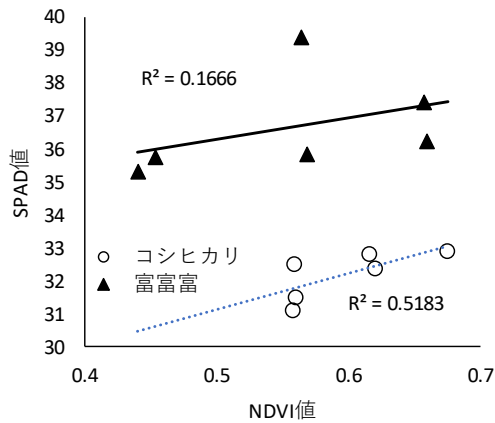


図5 出穂10日前のNDVI値とSPAD値の関係

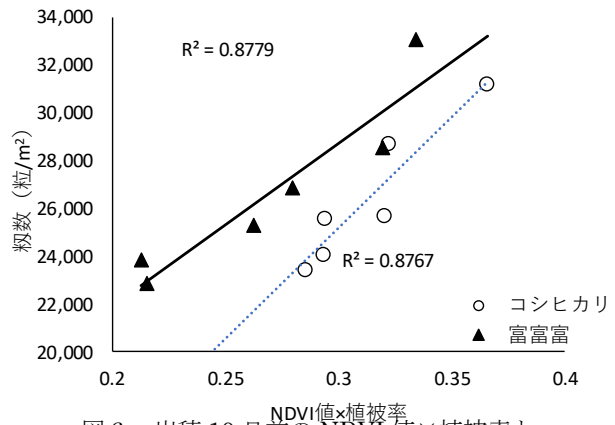


図6 出穂10日前のNDVI値×植被率とm²当粒数の関係

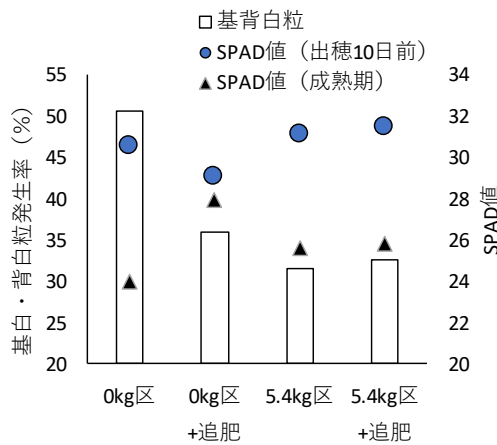


図7 追加穂肥がSPAD値及び玄米外観品質に与える影響(5/15移植コシヒカリ)

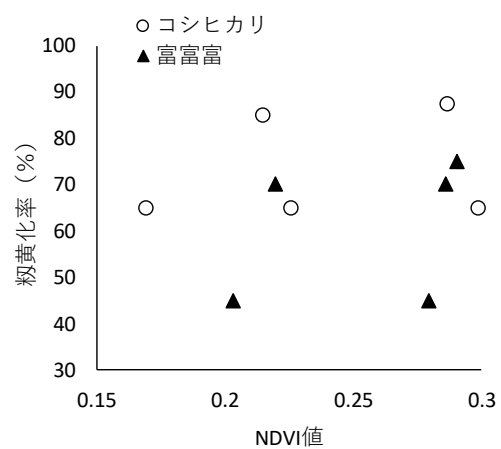


図8 成熟期のNDVI値と籾黄化率の関係

5. 成果の普及

出穂前の追肥及び成熟期の推定には現時点で活用は難しい。但し、年次、品種のデータを集積し、幼形期頃の生育不足に対する追肥診断の参考となるよう情報提供を行う。

6. 考察

(1) コシヒカリと富富富では、生育推移が異なるため、同一指標を用いることはできず、品種ごとに指標が必要であると考えられた。また、富富富ではNDVI値等に対し各生育データ項目の差が小さいため、NDVI値等から生育状況を推定するのは難しいと考えられた。

(2) 幼穂形成期のNDVI値及び植被率による生育診断

NDVI値×植被率と生育量、m²当たり粒数には正の相関が見られるため、これらの推測に活用でき、生育量が不足する際の追肥の判断に活用できると考えられた。

(3) NDVI値を活用した追肥診断

コシヒカリにおいて、出穂10日前のSPAD値とNDVI値に高い相関が見られた昨年度と同じ回帰式は活用できなかった。

(4) NDVI値による刈取適期の推定

NDVI値の差が0.1あっても籾黄化率に差がない、NDVI値に差がなくても籾黄化率に20%の差があるなど、NDVI値から籾の状況だけを判断する籾黄化率を推測するのは難しいと考えられ、刈取適期の推定には活用できないと考えられる。

7. 問題点

撮影時の条件(時間、天候等)によって太陽光の反射状態が異なると考えられることから、その補正が必要と考えられる。

