

委託試験成績（令和7年度）

担当機関名 部・室名	福島県農業総合センター 作物園芸部 稲作科
実施期間	令和6年度～7年度、継続
大課題名	IV 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	衛星データを用いた栽培管理支援システム「ザルビオフィールドマネージャー」による福島県が育成した水稻品種の生育ステージ予測及び生育診断技術確立
目的	<p>稲作経営体の大規模化が急速に進展している中で、広域では場毎の生育に応じた栽培管理を可能とする衛星データを用いた栽培管理支援システム「ザルビオフィールドマネージャー」（以下、ザルビオという）が開発・運用されている。</p> <p>当所ではこれまで、県育成水稻品種についてドローンリモートセンシングによる生育指標値を明らかにしたが、より広域で利用可能な生育ステージ予測手法の開発や生育指標値の設定が求められている。</p> <p>そこで本研究では、ザルビオによる県育成水稻品種の生育ステージ予測及び生育診断結果とほ場での実測調査結果を比較し、精度を検証した上で、ザルビオの生育診断結果から、高品質・安定生産のための生育指標値を作成する。</p>
担当者名	鈴木寛人、齋藤正頼
<p>1. 試験場所 福島県農業総合センター内ほ場（福島県郡山市）</p> <p>2. 試験方法 前年度の試験結果から、ザルビオで栽培管理上重要な生育ステージの推定が可能であると考えられた。また、ザルビオから取得したNDVI（正規化植生指数）を基に、生育状況や追肥の判断が可能であると考えられた。本年度はデータ取得を継続し、生育ステージ予測や生育診断精度を検証した上で、ザルビオによる生育指標値の作成に取り組んだ。</p> <p>(1) 供試機械名（システム名） ザルビオフィールドマネージャー（BASF社）</p> <p>(2) 試験条件 ア. 【試験1】生育ステージ予測 (ア) ほ場条件 水田（灰色低地土） (イ) 栽培等の概要 品種名（栽培面積）：天のつぶ（8.4a）、福笑い（6a） 耕起：ロータリ耕、4/10 基肥：4/8（ほほえむ444（14-14-14）、過りん酸石灰（0-17.5-0）、塩化加里（0-0-60）） 幼穂形成期追肥：（天のつぶ）7/17、（福笑い）7/23（硫安（21-0-0）） 施肥量：（天のつぶ）基肥窒素0.6kg/a、追肥窒素0.2kg/a （福笑い）基肥窒素0.4kg/a、追肥窒素0.2kg/a （共通）P₂O₅は0.8kg/a、K₂Oは0.8kg/a 代掻き：荒代5/8、植代5/13 播種日：4/28（乾粃150g/箱） 移植日：5/22（機械移植、栽植密度60株/坪設定） 除草：エリジャン乳剤（5/14処理）、トップガンRフロアブル（6/4処理） レプラス1キロ粒剤（6/13処理） 種子消毒：テクリードCフロアブル 播種時：ダコニール1000、タチガレエースM液剤、 カスミン粒剤、ルーチンパンチ箱粒剤（4/28処理） いもち病防除：コラトップ粒剤5（7/24処理） カメムシ防除：キラップフロアブル（（天のつぶ）8/8処理、（福笑い）8/14処理）</p>	

イ.【試験2】生育診断

(ア)ほ場条件 水田 (灰色低地土)

(イ)栽培等の概要

品種名 (栽培面積) : 福笑い (35.1a)

基肥 : 4/8、幼穂形成期追肥 : 7/23

施肥量 : 窒素施肥量は表1のとおり

P₂O₅は0.8kg/a、K₂Oは0.8kg/a

※その他は試験アと同様。

表1 試験区と窒素施肥条件

区名	窒素施肥量 (kg/a)	
	基肥	追肥
0-0	0	0
4-0	0.4	0
8-0	0.8	0
0-2	0	0.2
4-2	0.4	0.2
8-2	0.8	0.2

注1) 0-0~8-0は1枚のほ場で各区5.7a、

0-2~8-2は1枚のほ場で各区6a、反復なし。

注2) 区名の〇—〇は窒素施肥量であり、

「基肥N—幼形期追肥N」(kg/10a)を示す。

(3) 試験区の構成

ア.【試験1】生育ステージ予測

(ア)「天のつぶ」栽培ほ場 (面積8.4a)

生育ステージは、対応する水稻のBBCH (作物の生育段階を0~99の数字で示したもの)の形式で記録した (表2参照)。

定期的にはほ場内の代表株10~20株を調査し、BBCHを記録した (以下、実測BBCH)。また、ザルビオ出力データからBBCHを取得した (以下、ザルビオBBCH)。

(イ)「福笑い」栽培ほ場 (面積6a)

(ア)の「天のつぶ」と同様。

イ.【試験2】生育診断

試験区ごとの窒素施肥条件は表1のとおり。

移植1か月後 (6/23)、最高分けつ期 (7/3)、幼穂形成期 (7/23)における生育 (草丈、茎数、葉色)、成熟期生育 (調査日:、稈長、穂長、穂数)のほ場調査、収穫後の収量、収量構成要素、玄米品質の調査を実施した (調査株数:30株)。また、ザルビオ出力データからNDVI (正規化植生指数)を取得した (以下、ザルビオNDVI)。

表2 水稻の生育ステージと対応するBBCH

Rice BBCH	生育ステージ	Rice BBCH	生育ステージ
0	乾燥種子	41	穂ばらみ前期
1	浸種	43	穂ばらみ期
3	催芽はと胸状態	45	穂ばらみ後期
5	穎果から幼根の出現	47	止め葉の葉しょうの開裂
6	幼根の伸長/根毛、側根の出現	49	出穂直前:芒の出始め
7	しょう葉の出現	51	出穂始:圃場内の10%出穂
9	出芽始~出芽揃	52	出穂始:圃場内の20%出穂
10	1葉の出葉	53	圃場内の30%出穂
11	1葉期	54	圃場内の40%出穂
12	2葉期	55	出穂期:圃場内の50%出穂
13	3葉期	56	圃場内の60%出穂
14	4葉期	57	圃場内の70%出穂
21	分けつ開始期	58	圃場内の80%出穂
22	分けつ期(主茎と分けつ2本)	59	穂揃期:圃場内の90%出穂
23	分けつ期(主茎と分けつ3本)	71	穎果に水が満ちる
24	分けつ期(主茎と分けつ4本)	73	乳熟期の前半
25	分けつ期(主茎と分けつ5本)	75	乳熟期
26	分けつ期(主茎と分けつ6本)	77	乳熟期の後半
27	分けつ期(主茎と分けつ7本)	83	糊熟期の前半
28	分けつ期(主茎と分けつ8本)	85	糊熟期
29	最高分けつ期	87	糊熟期の後半
30	幼穂形成始期:幼穂長1mm	89	成熟期(完熟期)
32	幼穂形成期:幼穂長1-2mm	92	過熟
34	幼穂形成期:幼穂長2mm以上	97	完全落葉
37	止葉の出始め	99	収穫物
39	止葉展開期(減数分裂期)		

3. 試験結果

(1) 【試験1】生育ステージ予測

- ・栽培管理上重要な生育ステージである幼穂形成期、出穂期、成熟期について、実測値とザルビオによる予測値の差が最大7日であった（表3）。
- ・福笑いとおのつぶについて、実測 BBCH とザルビオ BBCH を比較した結果、実測とザルビオ BBCH に差がある期間は共通していた（図1）。
- ・幼穂長 2mm 以上（実測 BBCH34-36）～穂孕み期（実測 BBCH40-42）にかけて、実測 BBCH よりザルビオ BBCH の方が大きくなる傾向にあった（図1）。
- ・乳熟期・糊熟期（実測 BBCH75-85）～糊熟期後半（実測 BBCH87）にかけて、実測 BBCH よりザルビオ BBCH の方が小さくなる傾向にあった（図1）。

(2) 【試験2】生育診断

- ・幼穂形成期の生育量とザルビオ NDVI には有意な相関があった（表4）。令和6、7年の調査結果から、ザルビオ NDVI を用いて幼穂形成期の生育量を推定することが可能であると考えられた（図2）。
- ・幼穂形成期の葉色（SPAD502）が30未満と低く、追肥しなかった試験区（0-0、4-0、8-0）では、玄米タンパク質含有率が5.5%以下となり、整粒歩合は70%を下回った（表5）。
- ・2か年のデータを基に、幼穂形成期のザルビオ NDVI と収量及び玄米タンパク質含有率について回帰分析を行い、ザルビオ NDVI による福笑いの生育指標値を作成した（図3、4、表6）。

4. 主要成果の具体的データ

表3 主要な生育ステージの実測と予測の差異【試験1】

品種	データ基	主要な生育ステージ		
		幼穂形成期	出穂期	成熟期
福笑い	実測	7/22	8/14	9/22
	予測（ザルビオ）	7/19	8/7~12	9/23
	（実測-予測）	3	7~2	-1
天のつぶ	実測	7/17	8/6	9/13
	予測（ザルビオ）	7/13~16	8/8~10	9/16
	（実測-予測）	4~1	-2~-4	-3

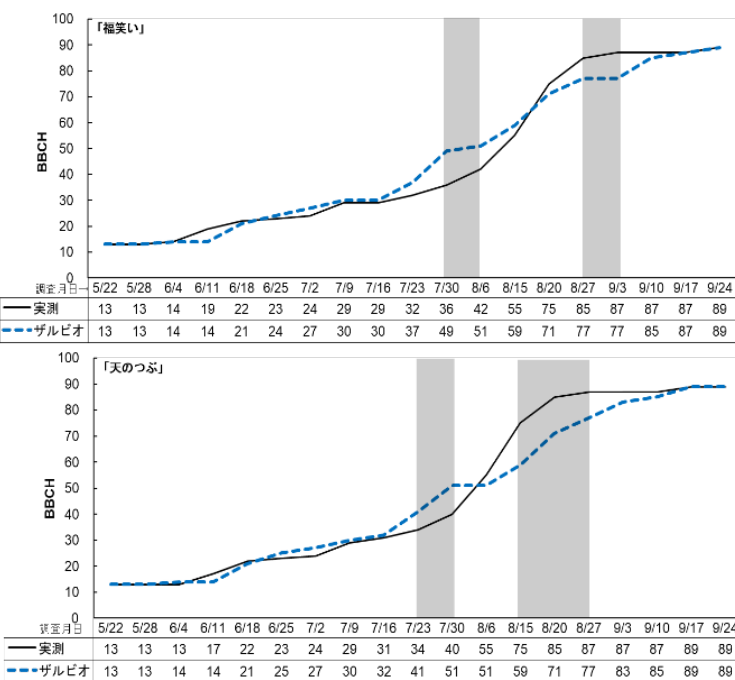


図1 生育ステージ推移の比較
（上：福笑い、下：天のつぶ）
【試験1】

注) 実測 BBCH とザルビオ BBCH の差の絶対値が5より大きかった場合にグラフに網掛けした。

表4 各生育ステージにおける生育量及びザルビオ NDVI、相関係数【令和7年のデータ、試験2】

生育ステージ	区名	草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	葉色 (SPAD502)	生育量 (×10 ⁶)	ザルビオ NDVI	NDVIと生育量 の相関係数
移植1か月後	0-0	30.4	291	35.9	0.32	0.44	0.97**
	4-0	32.1	348	40.8	0.46	0.50	
	8-0	36.1	387	41.5	0.58	0.56	
	0-2	32.4	283	35.3	0.32	0.41	
	4-2	31.8	301	39.9	0.38	0.48	
	8-2	34.0	336	41.2	0.47	0.51	
最高分けつ期	0-0	45.7	333	32.8	0.50	0.54	0.77
	4-0	49.5	387	35.7	0.68	0.55	
	8-0	53.7	442	37.9	0.90	0.58	
	0-2	46.3	314	36.0	0.52	0.49	
	4-2	47.8	352	37.7	0.63	0.53	
	8-2	49.8	428	40.0	0.85	0.55	
幼穂形成期	0-0	65.5	294	26.0	0.50	0.65	0.85*
	4-0	68.4	333	27.3	0.62	0.69	
	8-0	72.6	370	27.8	0.75	0.71	
	0-2	67.1	294	28.8	0.57	0.64	
	4-2	68.6	321	30.3	0.67	0.68	
	8-2	72.0	372	30.5	0.82	0.70	

注1) 生育量=草丈×茎数×葉色の値。

注2) **は1%水準で、*は5%水準で有意。

注3) 品種は福笑い。

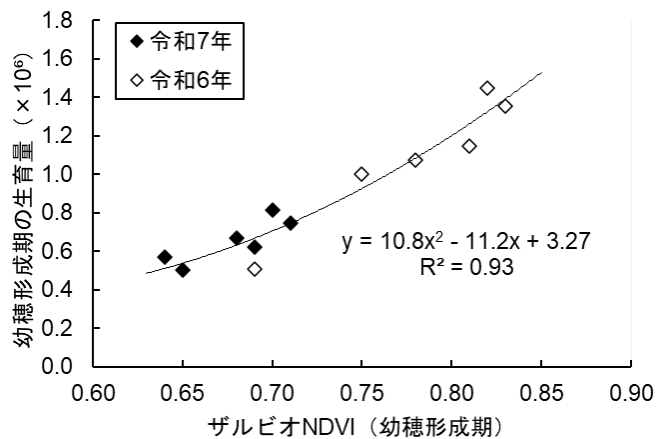


図2 ザルビオ NDVI と生育量の関係【試験2】

注1) 令和6、7年のデータ、n=12。

注2) 生育量=草丈(cm)×茎数(本/m²)×葉色(SPAD502)の値。

注3) 品種は福笑い。

表5 収量構成要素、玄米品質【令和7年のデータ、試験2】

区名	穂数 (本/m ²)	一穂粒数 (粒/穂)	m ² 粒数 (×100粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	収量 (kg/a)	玄米タンパク 含有率(%)	整粒歩合 (%)
0-0	269	63.0	170	75.7	22.0	28.3	5.5	64.3
4-0	297	65.6	195	74.3	21.9	31.6	5.3	65.6
8-0	312	63.3	197	74.7	22.2	32.9	5.3	67.5
0-2	284	82.7	235	87.6	24.7	50.8	6.1	83.2
4-2	303	77.3	234	84.5	23.9	47.1	5.9	82.4
8-2	344	74.2	255	84.9	24.1	52.1	6.0	83.2

注1) 登熟歩合、千粒重、収量、玄米タンパク含有率、整粒歩合は篩目1.9mm以上、水分15%換算値。

注2) 玄米タンパク含有率はサタケ米粒食味計(RLTA10C1)による測定値。

注3) 整粒歩合はサタケ穀粒判別器(RGQI100B)による測定値。

注4) 品種は福笑い。

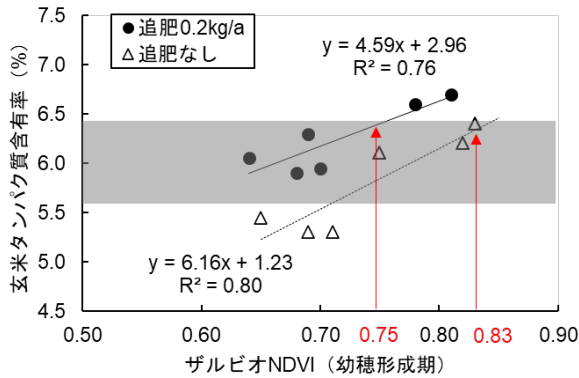


図3 ザルビオ NDVI と玄米タンパク質含有率の関係
【試験2】

- 注1) 令和6、7年のデータ。
 注2) 追肥0.2kg/a : n=6、追肥なし : n=6。
 注3) 玄米タンパク質は篩目1.9mm以上、水分15%換算値。
 注4) 品種は福笑い。

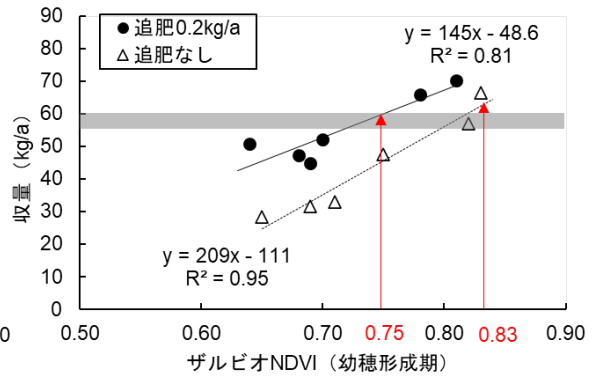


図4 ザルビオ NDVI と収量の関係
【試験2】

- 注1) 令和6、7年のデータ。
 注2) 追肥0.2kg/a : n=6、追肥なし : n=6。
 注3) 収量は篩目1.9mm以上、水分15%換算値。
 注4) 品種は福笑い。

表6 ザルビオ NDVI による福笑いの生育指標値

時期	項目	指標値		
幼穂形成期	ザルビオNDVI	0.75未満	0.75~0.80	0.81~0.83
	草丈×莖数×葉色 (cm) (本/㎡) (SPAD502)	930,000未満	930,000~ 1,200,000	1,200,001~ 1,400,000
	葉色 (SPAD502)	30.0未満	30.0~35.0	35.1~36.0
	窒素追肥量 (kg/a)	0.2	0.1	0
成熟期	収量 (kg/a)	55~60		
	玄米タンパク質含有率 (%)	5.6~6.4		
	整粒歩合 (%)	75以上		
	登熟歩合 (%)	85以上		
	粒数 (万粒/㎡)	2.8~3.0		

5. 経営評価
未実施。

6. 利用機械評価

ザルビオ BBCH で、水稻の主要な生育ステージの推定が可能であった。

NDVI について、令和6、7年ともに生育との相関が確認されたことから、ザルビオによる生育の推定に大きな年次間変動は無いと考えられた。

また、ドローンで NDVI を取得する場合、①ドローン空撮、②画像合成、③画像解析の手順が必要であるが、ザルビオでは作付け登録するだけで自動で衛星画像が解析されるため、NDVI の取得や可変追肥マップの作成が容易である（衛星画像の解析以降には追加料金が発生）。

7. 成果の普及

1月9日に福島県の農業関連機関が出席する成績検討会を開催し、試験結果について普及指導員等に情報提供した。また、ザルビオ NDVI による福笑いの生育指標値について、令和7年度「参考となる成果」として公表し、生産者や関係団体に情報提供する。

8. 考察

(1) 栽培管理上で重要な生育ステージの推定は可能であった。一方で、穂孕み期の予測は実際より早く、糊熟期の予測は実際より遅い可能性がある。その要因としては、県育成水稻品種の栽培に関する AI 学習データの不足が考えられる。

(2) 生育指標値に基づく追肥診断によって、収量、玄米タンパク質、整粒歩合の目標値を確保できると考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

- (1) 穂孕み期と糊熟期について、ほ場調査による実測とザルビオによる予測に差が出る可能性がある。
- (2) 2か年のデータで生育指標値を作成したが、精度を高めるためには、多様な条件下でより多くのデータを収集する必要がある。
- (3) 生育診断について、悪天候時はNDVIの取得ができないことに留意する必要がある。
- (4) 次年度の計画はなし。

10. 参考写真

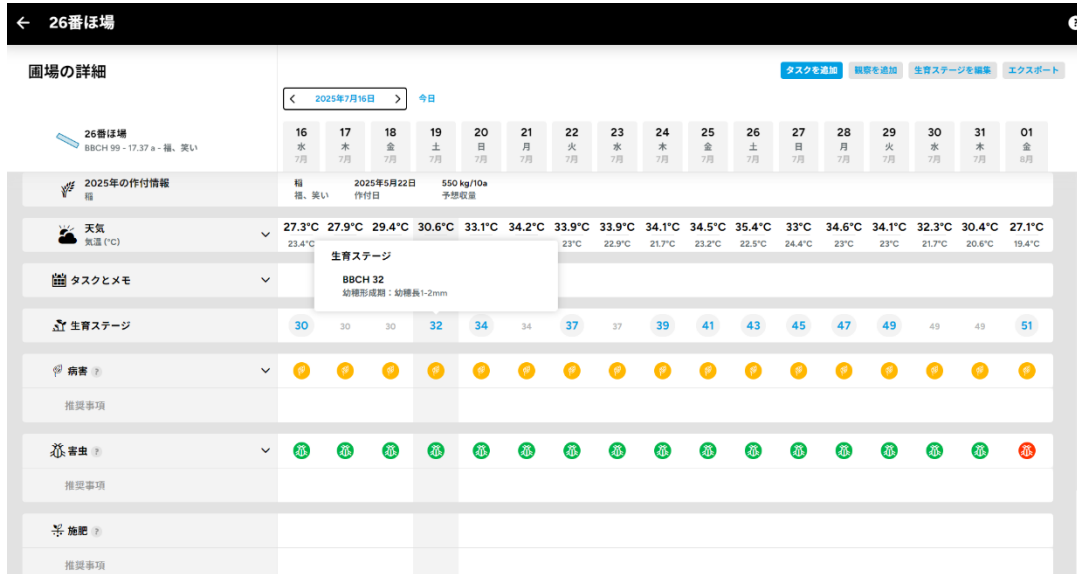


写真1 ザルビオにおけるBBCHの例 (2025年7月16日～8月1日)

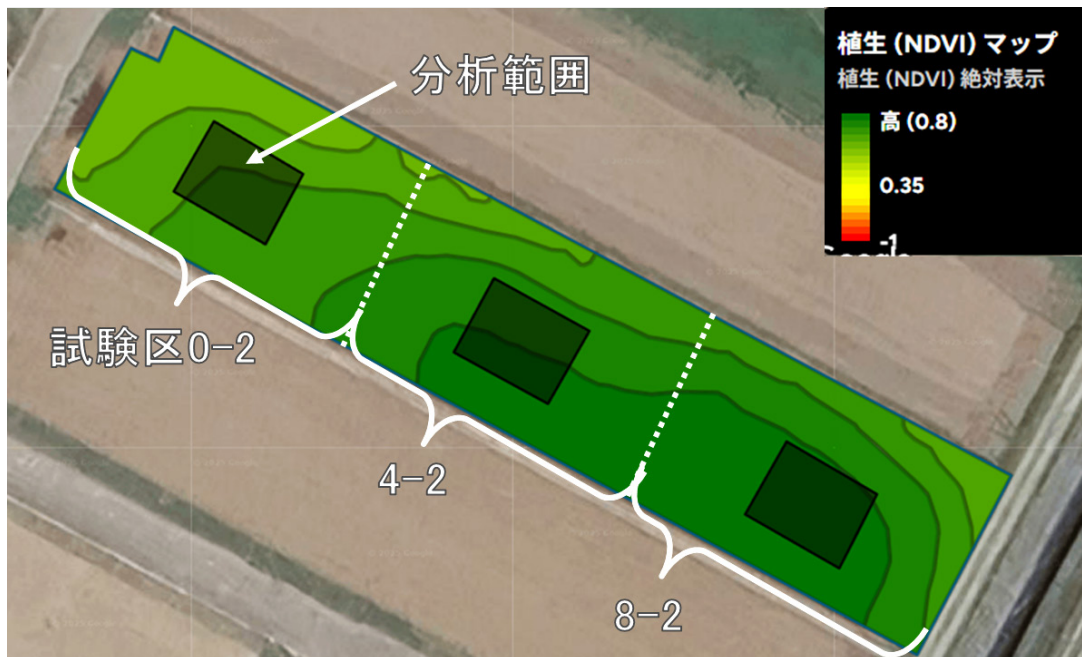


写真2 ザルビオにおける生育マップの例 (2024年7月22日)

注) 本試験では分析範囲 (各区 80 m²) を指定して、範囲内のNDVI平均を算出した。