

委託試験成績（令和4年度）

担当機関名 部・室名	長野県農業試験場 作物部
実施期間	令和2年度～4年度
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による水稲可変施肥マップを活用した、長野県オリジナル品種の高品質・高位安定栽培技術の確立（継続）
目的	<p>長野県で普及が進んでいる主食用うるち米「風さやか」及び酒造好適米「山恵錦」に対して、マルチロータによるリモートセンシング、可変ブロードキャスト及び可変施肥田植機による可変施肥（基肥）、無人ヘリによる可変施肥体系の導入による、スマート農業技術を活用した高品質・高位安定栽培生産体系を確立する。</p> <p>1 前年のリモートセンシングによる施肥（基肥）マップによる可変ブロードキャスト及び可変施肥田植機による可変施肥（基肥）。</p> <p>2 NDVI 値と SPAD 値等のデータを収集し、幼穂形成期の生育診断指標を作成。</p> <p>3 生育マップから施肥マップ（追肥）を作成し、無人ヘリによる可変施肥（追肥）の実施。</p> <p>4 収量コンバインによるほ場間及びほ場内の収量変動の把握。</p> <p>5 グラディエーションほ場試験による NDVI 値及び植被率の指標作成。</p>
担当者名	作物部 上原 泰
<p>1. 試験場所 長野県大町市常盤 (株) ヴァンベール平出 ほ場 (標高 750m)</p> <p>2. 試験方法 前年度試験の概要 「風さやか」の幼穂形成期の NDVI は生育指標（草丈×茎数×SPAD 値）、窒素吸収量と強く正の相関を示し、ドローンセンシングによる NDVI 値は生育診断に有効であった。 山恵錦において、幼穂形成期の NDVI とばらつきから収量の有意な推定式が得られた。 また、NDVI は心白率及び蛋白質含有率と有意な相関がみられ、酒造好適米の品質向上の指標となると考えられた。 今年度の達成目標 ア. 可変施肥による山恵錦の収量、品質の向上効果の検証 イ. リモートセンシングデータと「山恵錦」の収量、品質との関連性の検証 ウ. 山恵錦の NDVI 及び植被率の指標を作成する</p> <p>(1) 供試機械名：可変施肥田植機 (YR8D)、センシング用ドローン (P4M)、情報支援機能付きコンバイン (YH6115)」</p> <p>(2) 試験条件 ア. 圃場条件 ①中粗粒質灰色低地土 イ. 使用品種名：山恵錦（酒造好適米） ウ. 試験区構成 a 可変施肥区（前年の幼穂形成期の NDVI を基にした施肥マップに基づく、可変施肥田植機による可変施肥） b 一定施肥区（可変施肥田植機による一定施肥）</p> <p>エ. 調査項目 施肥量（移植日）、センシング（特別解析含む）：幼穂形成期、穂揃期、生育調査：センシング時、成熟期調査、収量調査</p>	

(3) 耕種概要及び調査日

2020年度

区名	ほ場数	移植日	収穫日	使用肥料	肥培管理 (10a当たり)	センシング及び生育調査実施日
基肥一発	2	4月28日	9月3日	水稻基肥-3015 (N-P-K=30-14-15%)	水稻一発大北S80をN成分で9.9kg施用	6/15 7/3 8/19
分施	4	4月28日	9月3日	アルプス清流 (N-PN-K=14-22-11%) NK707 (N-P-K=17-0-17%)	アルプス清流をN成分で6.3kg施用 NK707をN成分で2.6kg施用 (7/10)	6/15 7/3 8/19

2021年度

基肥一発	4	4月28日	9月3日	大北一発S80 (N-P-K=19-18-11%)	水稻一発大北S80をN成分で10.5~10.9kg施用	6/30 8/17
分施	3	4月28日	9月3日	アルプス清流 (N-PN-K=14-22-11%) NKゴールドパワー (N-P-K=20-0-14%)	アルプス清流をN成分で6.7~7.0kg施用 NKゴールドパワーをN成分で3.4~3.7kg施用 (7/9)	6/30 8/17

2022年度

基肥一発	4	5月4日	9月6日	大北一発S80 (N-P-K=19-18-11%)	水稻一発大北S80をN成分で10.1~10.8kg施用	7/5 8/17
------	---	------	------	------------------------------	-----------------------------	-------------

3. 試験結果

(1) 可変施肥による生育の平準化及び収量への影響について

可変施肥と一定施肥による玄米重の推移をみると、1年目の2020年は可変施肥の玄米重が10%低かったが、2年目及び3年目はほぼ同等の収量となった。(第1図)

玄米重の変動係数の推移は、2年目の変動係数が、可変施肥が一定施肥より高かったが3年目は同等であった。(第2図) マルチロータのリモートセンシングによる穂揃期のNDVIのばらつきの推移をみると、1年目と2年目は可変施肥が一定施肥よりばらつきが大きいが、3年目は同等となった。(第3図)

可変施肥については、1年目は一定施肥に比べ低収で変動係数及びばらつきは大きかった。2年目及び3年目で一定施肥と同レベルまでになった。しかし、可変施肥は一定施肥に比べ、明確な増収効果や玄米重の平準化効果はみられなかった。

また、酒造好適米にとって重要な玄米蛋白質含有率は、可変施肥と一定追肥の間で差はみられず、可変施肥の品質向上効果は確認できなかった。

(2) マルチロータによるリモートセンシングデータの有効性について

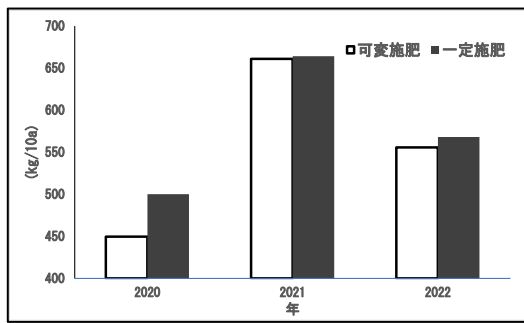
2021年と2022年の2年間の穂揃期NDVIと玄米重及び穂揃期NDVI×植被率と玄米重の関係は有意な相関関係がみられた。(第4図、第5図)。また、2年間の穂揃期NDVI×植被率と心白率は有意な相関関係はみられなかったが、玄米の蛋白質含有率と千粒重は有意な相関関係がみられた。(第6図、第7図、第8図)

よって、穂揃期のマルチロータによるリモートセンシングデータは、収量及び品質の予測に活用可能と考えられた。幼穂形成期のセンシングデータと収量、品質についても2年間データをを用い検討したが、有意な相関関係はみられなかった。

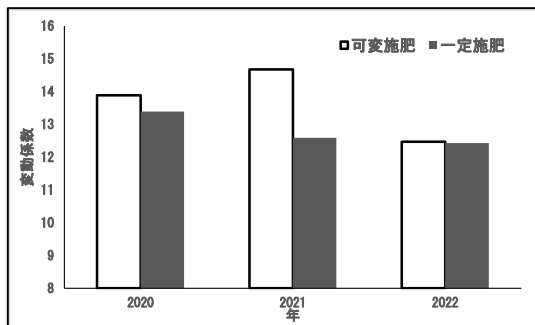
(3) 「山恵錦」の栽培指標の作成

穂揃期のリモートセンシングデータ (NDVI×植被率) と収量、蛋白質含有率、千粒重の有意な関係から、長野県の玄米蛋白質含有率の上限値6.5% (JA全農長野 長野米自主統一格) を制限値とすると、穂揃期のNDVI×植被率は0.3 (上限目標値)、収量は610kg/10a (上限目標値)、千粒重は25.5gとなる。また、心白率は有意差がないため、参考値であるが29%である。これを基にリモートセンシングデータから最適な栽培が可能となるか検討するため、山恵錦の栽培指標 (暫定版) を作成した。(第1表)

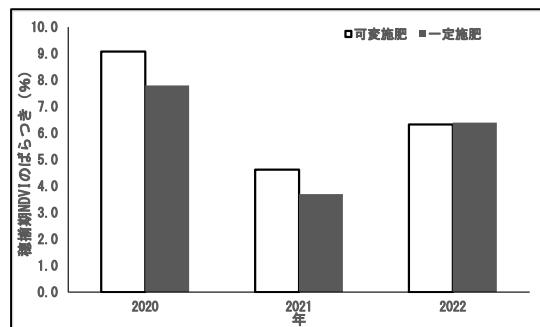
#### 4. 主要成果の具体的データ



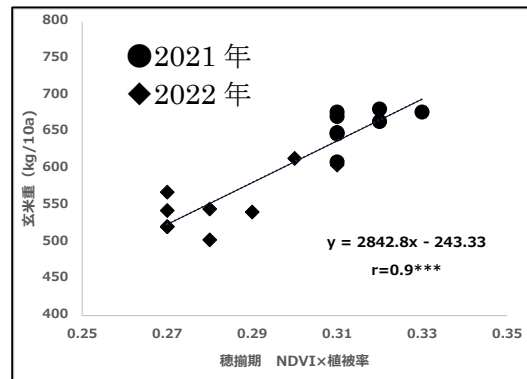
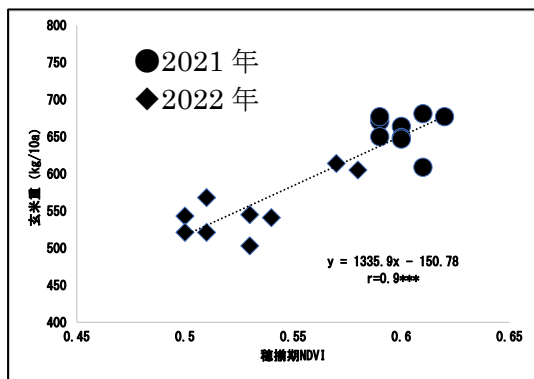
第1図 可変施肥と一定施肥の玄米重の推移  
※玄米重は情報支援機能付きコンバインデータ

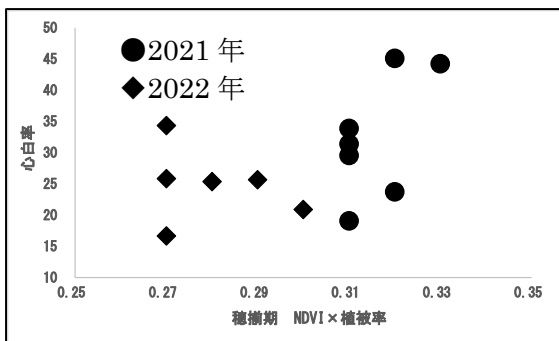


第2図 可変施肥と一定施肥の玄米重の変動係数の推移  
※変動係数は情報支援機能付きコンバインデータ

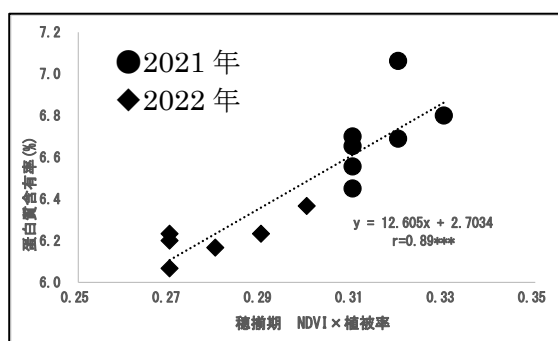


第3図 可変施肥と一定施肥の穂揃期NDVIのばらつき



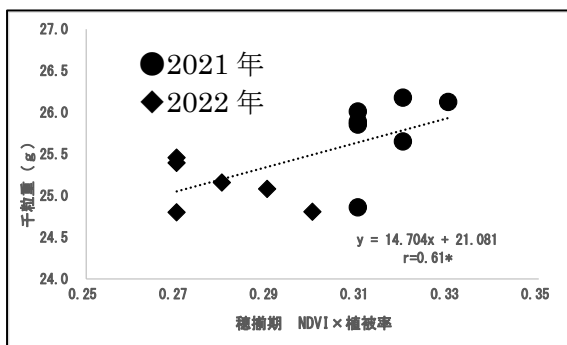


第6図 穂揃期 NDVI×植被率と心白率の関係



第7図 穂揃期 NDVI×植被率と蛋白質含有率の関係

※\*\*\* : 0.1%水準で有意差あり (tukey法)



第8図 穂揃期 NDVI×植被率と千粒重の関係

※\* : 5%水準で有意差あり (tukey法)

第1表 「山恵錦」の栽培指標 (暫定版)

蛋白質含有率 (%)	NDVI×植被率	収量 (kg/10a)	心白率* (%)	千粒重 (g)
6.5	0.3	610	29	25.5

※心白率は参考値

## 5. 経営評価

山恵錦について、可変施肥田植機と収穫量マッピング機能付き情報支援コンバインによる可変施肥体系 (試験区体系) と機能のない同等機種を用いた一定施肥体系 (慣行体系) について、経営規模 50ha の減価償却費を試算し、センシング費用を加味して経費を検討した。農機価格はヤンマーホームページ (2023年1月5日確認) の価格を用い、米販売価格は2022年のJA大北概算払金を算出根拠とした。可変施肥体系の10a当たり費用は12,787円、一定施肥体系は10,486円で、可変施肥体系は2,393円上回った。可変施肥体系の収益を一定施肥体系と同等とするためには、山恵錦を17kg/10a増収する必要がある。可変施肥体系により、品質向上が認められ、販売価格に反映されることが期待される。

## 6. 機械利用評価

目標施肥量に対する可変施肥田植機の実散布量は3年間平均で98%であった。水稻栽培者にとって肥料価格の高騰は経営上大きな課題となっており、設定目標での正確な施肥が可能であることは購入在庫を抱えることがなくなり、可変施肥田植機導入のメリットである。

## 7. 成果の普及

2021年までの長野県オリジナル品種「風さやか」の試験結果について、長野県令和3年度普及に移す農業技術「ドローンリモートセンシングによって測定された「コシヒカリ」及び「風さやか」のNDVI値と水稻の生育との関係」として公表した。

## 8. 考察

### (1) 可変施肥による生育の平準化及び収量への影響について

可変施肥による明確な増収効果や玄米重の平準化効果はみられなかった。これは試験を実施したほ場の生育のばらつきが元々小さく、収量も高かったことが、効果がみられなかった要因と推察した。可変施肥の効果をみるためには、生育のばらつきが大きく、収量が低いほ場において、可変施肥の効果を検証することが必要である。

### (2) マルチロータによるリモートセンシングデータの有効性について

穂揃期のマルチロータによるリモートセンシングデータは、収量及び品質の予測に活用可能と考えられた。穂揃期の予測では当年の収量増加、品質向上等には寄与できないが、収量の把握できるため、収穫乾燥施設の効率的な稼働計画作成等への活用などが考えられる。

### (3) 「山恵錦」の栽培指標の作成

作成した栽培指標（暫定版）は、「山恵錦」の穂揃期の理想的な生育状況を示すものであり、今後は栽培指標（暫定版）の有効性を検証し、この栽培指標を実現するための栽培法の作成が必要となる。

## 9. 問題点と次年度の計画

本研究は今年度で終了である。本研究の成果を、次年度から衛星データ活用による可変施肥技術へ活用して行く予定である。

## 10. 参考写真



写真1 可変田植機による田植え（2020年5月4日）  
直進性は抜群



写真2 穂揃期のNDVI (2022年8月20日)



写真3 情報支援機能付きコンバインによる収穫量マップ ※数字入りが試験ほ場