

現地実証展示圃成績(令和6年度)

担当機関名	長野県農業試験場
実施期間	令和6年度
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	ICT 農機（可変施肥田植機、情報支援機能付オートコンバイン）を活用した、水稻の低コスト及び収量、品質の高位安定栽培技術の実証（継続）
目 的	農業資材が高騰し、水稻栽培においても資材費の低コスト化、収量、品質の向上による収益性の改善が強く求められている。本実証では、ICT 農機体系（衛星データを用いた、可変施肥田植機による可変施肥、情報支援機能付オートコンバイン（自動運転、収量マッピング機能）により収穫を行う）について、可変施肥の精密施肥量、生育・収量ムラの解消による収量性及び品質の向上効果を実証する。また、オートコンバインの効率的作業体系を実証する。これらの実証により、水稻経営体の収益性改善に貢献する。
担当者名	作物部 研究員 丸山 翔太
圃場の所在地	長野県大町市 （株）ヴァンベール平出
農家(組織)名	長野県北安曇郡池田町 薄井宝永氏
農家（組織）の経営概要	(株)ヴァンベール平出：稲(55ha)/そば(3ha)/大豆(8ha)/その他野菜(18ha) 薄井宝永：稲（28ha）/その他野菜
1. 実証場所 長野県大町市圃場 長野県北安曇郡池田町圃場	
2. 実証方法 Ⅰ 可変施肥試験 （1）供試機械名 可変施肥田植機（YR8D） 収量コンバイン（YH6115、6条刈り、115ps） 衛星データ（ザルビオフィールドマネージャー、以下、ザルビオ） （2）実証条件 ア 場所 長野県大町市 イ 圃場条件 標高 650m、中粗粒質灰色低地土、面積 28.5～41.5a ウ 栽培等の概要 品種名 コシヒカリ（密苗）、 基準施肥量 基肥 N-P-K=9.0-7.7-5.4kg/10a（基肥一発施肥）、移植日 5月24～25日 エ 試験方法 令和5年度は地力マップに基づく可変施肥を実施した結果、増収効果は判然としなかった。そこで、本年は、令和6年試験ほ場について、令和5年の水稻糊熟期の生育マップのゾーン分布に基づく可変施肥を行った。試験区は「可変区」2ほ場、令和5年度に低収量となったほ場で均一に増肥した「一定増肥区」および農家慣行での一定施肥による「慣行区」を設けた（表1）。調査は、ほ場での定点による生育・収量調査（対角線上に3ヶ所）、および衛星データ、収量コンバインの取得データから、生育・収量の改善効果およびほ場内の不斉一性の解消効果を確認した。	

表1 試験区構成							
試験区	面積 (a)	施肥量 (kg/10a)					備考
		ゾーン1 (生育良)	2	3	4	5 (不良)	
可変区1	39.4	45	45	47	49	51	R5可変区、可変施肥継続
可変区2	28.3	45	45	47	49	51	新規
一定増肥区	41.5	50	50	50	50	50	R5可変区、低収量
慣行区	30.5	45	45	45	45	45	R5～慣行施肥継続

生育マップは2023年9月3日のマップを用いた。施肥量は商品量。

II オートコンバインの作業性評価

(1) 供試機械名 情報支援機能付オートコンバイン:YH6115)

(2) 実証条件

ア 場所 長野県池田町

イ 圃場条件 標高 560m、中粗粒質灰色低地土、面積 80a

ウ 栽培等の概要

品種名 コシヒカリ (密苗)、移植日 5月1日、収穫日 9月5日

エ 試験方法

初心者 (20 代男性) をオペレータとした。自動経路作成機能により算出されたルート (中割り 2 回) で目標速度 1.2m/s で収穫作業を実施し、全体の作業時間および各要素 (直進、 α ターン (以下、旋回 1)、U ターンおよびフィッシュテールターン (以下、旋回 2)) の作業時間を計測した。得られた結果は、令和 5 年度に実施した手動による作業時間 (20 代、男性、ほぼ初心者、本年度とは別者) と比較した。

3. 実証結果

I 可変施肥試験

(1) 施肥量について

肥料の実施肥量は、可変区では圃場当りの設定施肥量に対して 93~98%、一定施肥区では 105~110% であり、可変区で目標よりやや少なく、一定施肥区でやや多くなった。また、面積が小さい圃場 (30a 程度) では誤差が大きくなる傾向がみられた (表 2)。

(2) 生育および収量について

幼穂形成期には、慣行区に対して、可変区 1、2 では茎数、NDVI がやや高く、一定増肥区では茎数が少なくなった (表 3)。成熟期には、慣行区に対して、可変区 1、2 では穂数、NDVI が幼穂形成期同様にやや高く、一定増肥区では穂数が少なくなった。倒伏はなびき程度であり、登熟には影響しないと考えられた (表 3)。

坪刈りによる精玄米重は、可変区 1、2 ともに同等であり、慣行区より高く、変動係数が小さかった。また、屑米重が慣行区および一定増肥区より小さかった (表 4)。

収量コンバインによる玄米換算重は、可変区 2 を除き、600kg/10a 以上となった。いずれも令和 5 年の玄米換算重より 10% 以上増加し、可変区および一定増肥区は慣行区より増加率が高かった (表 4)。変動係数は、可変区 1 は令和 5 年との差は判然としなかったが、その他の区は小さくなった (表 4)。可変区 1 は坪刈りによる精玄米重と同等であったが、その他の区は $\pm 4 \sim 9\%$ 程度の誤差がみられた。

千粒重、整粒率、タンパク質含有率は、いずれも試験区の差は判然としなかった (表 4)。

(3) ザルビオで取得した LAI に基づく生育解析について

令和 5~6 年の幼穂形成期、出穂期、糊熟期の LAI と玄米換算重の関係では、幼穂形成期では相関はみられなかったが、出穂期では正の相関がみられ、糊熟期では有意な高い正の相関がみられた (表 5)。

LAI (ほ場平均値) の推移では、慣行区および一定増肥区は、可変区より高く推移したが、8 月 24 日頃をピークに低下した。一方、可変区は 9 月 4 日頃まで LAI のピークが維持される傾向がみられた。全体的に収量が低かった令和 5 年度の推移と比較すると、令和 6 年は、令和 5 年より LAI が低下に転じる時期が遅かった (図 1)。

II オートコンバインの作業性評価

(1) 作業ルートについて

外周 3 周分を除いたオート収穫区画の作業ルートは、旋回 1 による回り刈りから始まり、収穫が一定程度進むと中割りに入り、以降は旋回 2 による往復刈りで作業が進んだ。中割りは 2 回入り、3 区画に分けて収穫がされた (観察による)。

(2) 作業時間について

10a 当りの総作業時間（刈取りと旋回の合計）は、9 分 56 秒であった（図 2）。令和 5 年に実施した手動作業による総作業時間は 10 分 20 秒であり、4 % 短縮された。要素別の所要時間では、刈取り作業は 13 秒（3 %）短縮された。旋回は 1、2 の削減率が昨年と異なったが、旋回 1 で 40 秒（50%）短縮され、旋回 2 は 30 秒（66%）増加し、合計で 10 秒（8 %）の短縮となった（図 2）。中割りは 2 回挿入されたが、作業時間への影響は判然としなかった。

4. 主要成果の具体的データ

I 可変施肥試験

表 2 衛星データによる目標施肥量と実施肥量

試験区	ほ場面積 (a)	施肥量 理論値 (kg/10a)	実施肥量 (kg/10a)	誤差 (%)
可変区 1	39.4	190	186.3	98
可変区 2	28.3	155	144.0	93
一定増肥区	41.5	208	218.9	105
慣行区	30.5	130	143.2	110

表 3 生育調査結果

試験区	幼穂形成期			成熟期				
	草丈	茎数	NDVI	稈長	穂長	穂数	NDVI	倒伏
	(cm)	(本/㎡)		(cm)	(cm)	(本/㎡)		(0-5)
可変区 1	67	414	0.70	92	19.1	406	0.77	1.0
可変区 2	68	412	0.67	93	18.8	378	0.76	1.0
一定増肥区	68	325	0.55	92	19.0	331	0.74	1.0
慣行区	69	397	0.62	90	19.2	363	0.70	1.0

NDVI はハンディ NDVI 測定器（GREEN SEEKER2）にて生育調査区画の 50 cm 上から測定した。

表 4 坪刈りによる収量調査結果と収量コンバインによる取得データ

試験区	精玄米重 (±SD)	変動 係数	屑米重	千粒重	整粒率	タンパク質 含有率	収量コンバイン				
							R6		R5		R6/R5 増収率
							玄米 換算重	変動 係数	玄米 換算重	変動 係数	
	(kg/10a)		(kg/10a)	(g)	(%)	(%)	(kg/10a)		(kg/10a)		(%)
可変区 1	636±16	0.02	19.3	23.4	95.4	6.5	630	13.5	538	13.6	117
可変区 2	638±11	0.02	15.6	22.7	93.5	6.1	587	11.9	506	13.9	116
一定増肥区	588±47	0.08	34.2	23.1	95.0	6.4	610	11.2	530	13.3	115
慣行区	610±47	0.08	36.2	22.3	96.6	6.6	663	11.4	592	15.5	112

整粒は Kett 社 RN-700 による整粒等、タンパク質含有率は Kett 社 AN-920 による（水分 15%換算値）。

表 5 各生育ステージの LAI と収量の相関

要素	相関係数		
	幼穂形成期	出穂期	糊熟期
	(7/4~11)	(8/11)	(9/3~4)
玄米換算重	0.11	0.62	0.79*

*は 5 %水準で有意であることを示す。

玄米換算重は収量コンバインにより取得した R5 および R6 の玄米換算重を用いた。

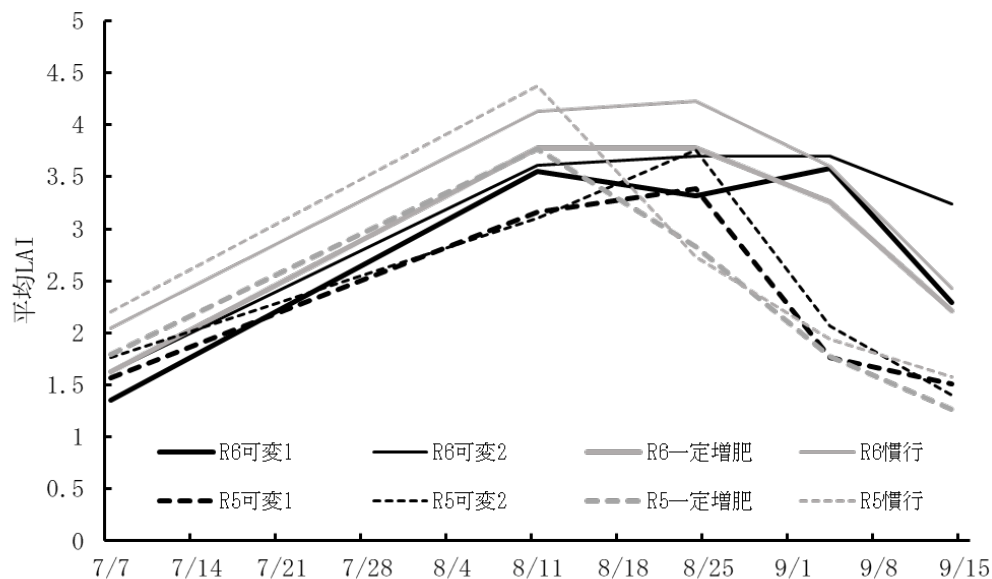


図1 ほ場の平均 LAI の推移

LAI はザルビオにより取得したデータのうち、ほ場全体の平均値を用いた。

II オートコンバインの作業性評価

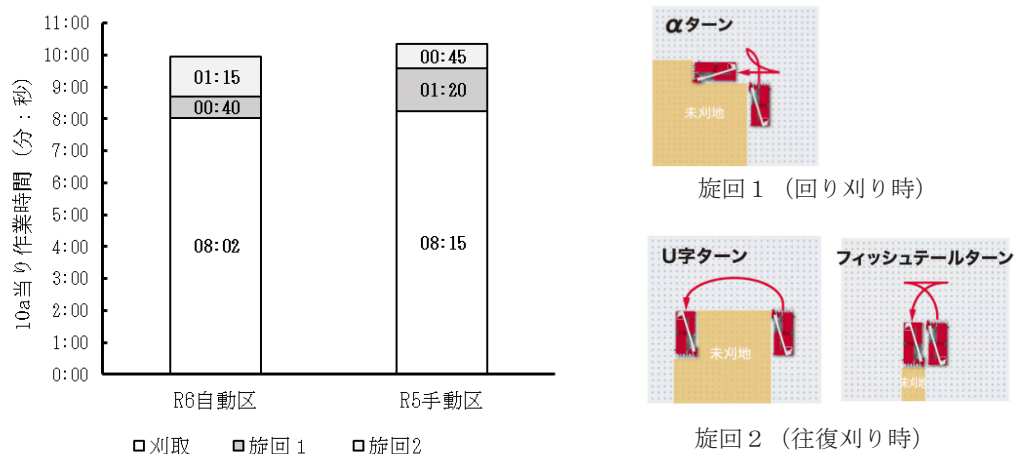


図2 オートコンバインの作業時間

旋回のイメージはヤンマーHP から引用。

5. 経営評価

I 可変施肥試験

可変施肥による収量の増加量と肥料代の追加経費の関係では、可変施肥による収量増加分の価格から肥料代の追加経費を差し引いた粗収益が一定増肥および慣行施肥の場合と比較して増加した（表6）。また、ザルビオの利用料金は、協力農家の経営規模の場合、水稻全体で67,525 円/年、122 円/10a となる。「コシヒカリ」の収量1 kg当りの価格は380 円（令和6 年11 月時点の聞取りによる相対取引価格）であった。ザルビオ導入前と比較し、経営全体で178kg の増収が達成されていれば利用料金をまかなえると考えられる。

表6 施肥方法による収益差

試験区	玄米換算重		収量 増加量	販売価格 C	ほ場平均 施肥量 (kg/10a)	慣行対比 増肥量 (kg/10a)	肥料代追 加経費 D	粗収益 C-D	慣行区 との差 (円/10a)
	R6	R5							
	A (kg/10a)	B (kg/10a)	A-B (kg/10a)	(円/10a)			(円/10a)	(円/10a)	
可変区1	630	538	92	34,960	47.3	2.3	489	34,471	7,908
可変区2	587	506	81	30,780	50.9	5.9	1,254	29,526	2,963
一定増肥区	610	530	80	30,400	52.7	7.7	1,655	28,745	2,182
慣行区	663	592	71	26,980	47.0	2.0	417	26,563	0

販売価格は令和6年11月時点の聞取りによる「コシヒカリ」の相対取引価格を用いて試算した。
肥料代は4,274円/20kgで試算した。

II オートコンバインの作業性評価

オートコンバインとオート機能のない同等機種との価格差は1,540,000円であり、これを28haの経営規模で、耐用年数を考慮すると786円/10aの負担増加となる。本年の結果では、長野県の最低賃金（令和6年）の998円で試算した場合、作業労賃の削減効果は6.5円/10aとなり、経費の増加分をまかなえないと試算される。経営規模とオペレーターの熟練度を考慮して導入を検討する必要がある。

6. 利用機械評価

I 可変施肥試験

収量の年次間差が大きかったが、可変施肥で増収率が高く、一定の増収効果があると考えられた。本年は、坪刈りでは可変区でばらつきが小さくなったが、収量コンバインのデータからは判然としなかった。

LAIと精玄米重の関係から、糊熟期の生育マップが最も収量と相関がみられたため、可変施肥の基準として活用が可能であると考えられた。

慣行区および一定増肥区と比較し、可変区は施肥量に対する増収効果が高かったことから経費削減に寄与すると考えられる。

II オートコンバインの作業性評価

全体の作業時間の削減効果は認められた。旋回時の切り返しのムダがないことから、初心者でも効率的に作業ができることが期待できる。オート作業時は操作が少なく、熟練者においても疲労削減効果が期待できる。

7. 成果の普及

試験事例を積み重ね、成果情報とした上での普及とする。

8. 考察

I 可変施肥試験

令和6年は、令和5年と比較し、いずれも10%以上増加がみられ、施肥方法以外の要因も関係していると考えられた。令和5年度は登熟期の高温の影響により、稲体の活力が早期に低下し、収量が全体的に低くなったと考えられる。LAIの推移をみても、令和5年は低下が早い傾向がみられた。一方、本年は昨年より高温の頻度は少なく、LAIについても低下に転じる時期が遅かったため、全体的に収量が増加したと考えられた。

可変区では、良好な生育が後半まで維持された。坪刈りの精玄米重は慣行区より可変区で高くなった。収量コンバインによる玄米換算重では、令和5年からの増加率が可変区で高くなった。また、増肥量に対する増収効果が高かったことから、過剰な施肥を避け、効率的に施肥がされたと考えられる。以上から可変施肥は収量および収益の向上に一定の効果があつたと考えられた。

本年は、前年の糊熟期のゾーン分布を基に可変施肥を実施したが、糊熟期が最もゾーン分布の差が表れ、LAIと収量の相関が高かったため、糊熟期のゾーン分布を基に可変施肥を実施することは適切であると考えられた。

II オートコンバインの作業性評価

刈取りおよび巡回1については、自動運転により繰り返し等の移動のムダや速度のばらつきが削減されたと考えられた。全体としてはやや作業時間が短縮された。機械は高額であるため、オペレーターの熟練度を考慮して導入の可否を検討することが必要である。

9. 問題点と次年度の計画

I 可変施肥試験

可変施肥の有効性を確認するためには、同一ほ場で複数年継続し、年次変動を確認する必要がある。

II オートコンバインの作業性評価

面積が同一条件で、同一年度での比較が必要である。

(I、IIとも次年度計画なし。)

10. 参考写真



写真1 可変施肥田植えの様子



写真2 施肥量がリアルタイムで表示される

	可変区1		可変区2	
	R5	R6	R5	R6
糊熟期 (9/3～4)				
収量 メッシュ				
	一定増肥区		慣行区	
	R5	R6	R5	R6
糊熟期 (9/3～4)				
収量 メッシュ				

写真3 令和5年および6年の糊熟期の生育マップと収量メッシュ

※令和5年の糊熟期の生育マップのゾーン分布を基に可変施肥を実施した。