

委託試験成績（令和元年度）

担当機関 部・室名	愛知県農業総合試験場作物研究部
実施期間	令和元年度、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	I C T制御オートトラクタによる水稲不耕起V溝直播栽培及び小麦栽培の作業精度・省力化の検証
目的	<p>農家数の減少、担い手の高齢化が進む中、大規模水田作法人への農地集約化が進むと共に、雇用就農が増加傾向にあり、経験の少ない担い手が増えている。</p> <p>このような背景の中、I C Tを活用し高精度な作業を自動で行うオートトラクタが開発・販売されている。このオートトラクタを活用することで、知識と経験の少ない作業等でも高精度な作業を行うことが期待できる。本研究ではオートトラクタによる、水稲V溝直播栽培及び小麦栽培の作業精度・省力化について検証する。</p>
担当者名	作物研究部作物研究室 主任 浅野智也 作物研究部水田利用研究室 主任 尾賀俊哉
<p>1. 試験場所</p> <p>(1)水稲 作物研究室ほ場（長久手市）</p> <p>(2)小麦 耕起：安城市高棚町、播種：刈谷市小垣江町</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械 オートトラクタ(ヤンマー株式会社製 YT5113A)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア ほ場条件</p> <p>【水稲】 3,200 m²</p> <p>【小麦】</p> <p>耕起：自動区 4,975m² 手動区 3,831m² 水稲跡</p> <p>播種：自動区 3,611m² 手動区 2,176m² 水稲跡</p> <p>イ 栽培概要</p> <p>【水稲】</p> <p>① 品種名：「コシヒカリ」</p> <p>② 耕起：3月13日 ロータリー 2.2m 耕起方法は隣接耕にて実施。</p> <p>③ 代かき：4月17日 ドライブハロー 5.7m</p> <p>④ 播種：5月10日 V溝播種機 10条2.0m</p> <p>【小麦】</p> <p>① 品種名：「ゆめあかり」</p> <p>② 耕起：11月9日 ロータリー 2.4m（ニプロ松山株式会社製 LXR2410） 耕起方法は隣接耕にて実施。</p> <p>③ 播種：11月18日 スリップローラーシーダー 10条（ニプロ松山株式会社製 SRA241UFSH10G）</p> <p>※全作業とも内部走行は自動、枕地走行は手動で行った。</p> <p>ウ 搭乗者</p> <p>水稲 大型特殊自動車免許を2017年8月に取得し、総搭乗時間50時間未満の職員</p> <p>小麦 大型特殊自動車免許を2019年8月に取得し、総搭乗時間50時間未満の職員</p> <p>エ 調査内容</p> <p>① 作業時間</p>	

直進、旋回

※枕地は評価対象外とした。

② 作業精度測定

作業幅、行程間隔、耕起深、播種深、作業残し面積

※枕地は評価対象外とした。

③ 疲労度測定

始業前、走行前、走行後のフリッカー値(フリッカーヘルスマネジメント株式会社)

④ 生育・収量調査(水稲のみ)

出芽数、成熟期調査、収量調査

3. 試験結果

【水稲】

(1) 作業時間

耕起では、直進時は自動と手動でほぼ同じ時間、旋回時はやや手動の方が早くなり、合計では0.7分/10a手動の方が早くなった。

代かきでは、直進時は自動が早く、旋回時は手動が早くなり、合計では1.8分/10a自動の方が早くなった。手動の代かき作業は、ほ場の凹凸に合わせて頻繁なアタッチメント操作が必要であるため走行が遅くなるが、ハンドル操作が不要な自動では、アタッチメント操作に集中することができ、早く走行することができた。

播種では、直進時と旋回時共に自動が早く、合計で6.7分/10a自動が早くなった。V溝直播は早い速度で作業を行えるため、自動走行の設定を時速5kmとして作業を行った。一方、手動走行は、経験の少ない職員でスピードを出すのがためらわれたため、時速2-3kmの低速の作業となり、走行時間に差が出た。

3作業の合計では、7.9分/10a自動の方が早くなった。

(2) 疲労度

3作業とも疲労度は自動で低くなり、特に代かき作業で差が大きくなった(表2)。

手動の代かきの疲労度は5.5%であり、運送業等で注意喚起の指標として用いられる5%を超えていることから、作業者は大きく疲労したと考えられた。代かきはハンドル操作に加え、アタッチメント操作を頻繁に行う必要があるため疲労度が大きくなったと考えられた。

搭乗者は「ハンドル、アクセル操作が不要なため、とても楽に作業ができた」とコメントした。

(3) 作業精度

耕起及び播種の残し面積は、いずれも自動で少なくなった(表3,4)。作業残し面積は、行程のはじまり位置が不揃いになってしまうことや、行程の間隔が空いてしまうことに起因した。耕起の行程幅及び播種の行程間隔について比較すると、いずれの作業も自動で少なくなった。

単収については、自動と手動で大きな差は見られなかった(表5)。

【小麦】

(1) 作業時間

1行程あたりの走行時間をそれぞれ100mに換算すると耕起は自動が140秒、手動が159秒要し、旋回では自動が46秒、手動が57秒要した。播種は自動が176秒、手動が194秒要し、旋回では自動が61秒、手動が83秒要した。2作業の合計では、1行程あたりの作業時間は自動が手動と比較して71秒短縮され、10aあたりでは5.4分短縮された(表6)。

(2) 作業精度測定

耕起では、ロータリーの作業幅が2.4mで、手動の方が平均の作業幅が短いため、重複幅が大きいと考えられた(表7)。耕起深は大差は見られなかった。耕起跡を目視で確認すると手動では蛇行したが、自動では直線状に進んでいた(図1)。

播種では、手動の方が行程間差が大きくなった(表8)。播種跡を目視で確認すると手動では蛇行及び播種の重複が見られたが、自動では重複せず直線状に進んでいた(図2)。

(3) 疲労度

疲労度は2作業とも自動で低くなった(表9)。特に播種時の手動は注意喚起の基準である5%を超えた。また、搭乗者は「自動走行は作業について心配する点が無いため、リラックスしていた」とコメントした。

4. 主要成果の具体的データ

表1 作業時間の比較 (水稻)

作業	試験区	直進		旋回	直進100m +旋回	自動-手動	直進+旋回 (10a換算 ²⁾)	自動-手動 (10a換算 ²⁾)
		行程	100m換算					
		秒/行程 ¹⁾	秒/100m	秒/行程	秒/行程	秒/行程	分/10a	分/10a
耕起	自動	86	173	55	228	8	18.1	0.7
	手動	87	173	47	220		17.4	
代かき	自動	186	372	118	490	-62	14.6	-1.8
	手動	231	463	89	552		16.4	
播種	自動	48	96	31	128	-80	10.6	-6.7
	手動	71	143	65	208		17.3	
合計	自動	320	640	205	845	-134	43.3	-7.9
	手動	389	778	200	979		51.1	

1)1行程は自動及び手動共に50m

2)10a換算は、直進100m+旋回の作業時間及び作業面積から算出した。

表2 疲労度の比較 (水稻)

作業	試験区	フリッカー値			減少率
		作業前	作業後	作業前-作業後	
		Hz	Hz	Hz	%
耕起	自動	50.0	49.0	1.0	1.9
	手動	49.5	47.2	2.2	4.5
代かき	自動	48.4	48.8	-0.4	-0.8
	手動	48.3	45.7	2.7	5.5
播種	自動	49.0	48.9	0.0	0.1
	手動	49.0	48.5	0.6	1.2

表3 耕起における作業精度の比較 (水稻)

作業	試験区	作業残し面積	作業幅	
			平均	標準偏差
		m ² /10a	m	
耕起	自動	0.3	2.03	0.15
	手動	3.4	1.97	0.19

注) 作業残し面積はドローンにより空撮した画像を解析し算出した。

表4 播種における作業精度の比較 (水稻)

作業	試験区	作業残し面積	行程間隔		播種深度	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差
		m ² /10a	cm			cm
播種	自動	2.7	20.5	6.4	2.7	0.1
	手動	8.4	25.5	7.7	2.9	0.3

表 5 生育・収量の比較（水稻）

試験区	出芽数	収量調査	
		精玄米重	千粒重
	本/m ²	g/m ²	g
自動	161	507	22.9
手動	165	487	22.8

表 6 作業時間の比較（小麦）

作業	試験区	1 行程距離 ¹⁾	直進		旋回	直進100m +旋回	自動-手動	直進+旋回 (10a換算 ²⁾)	手動-自動 (10a換算 ²⁾)
			行程	100m換算					
		m	秒/行程	秒/100m	秒/行程	秒/行程	秒/行程	分/10a	分/10a
耕起	自動	81	113	140	46	186	-30	13.5	-2.2
	手動	91	145	159	57	216		15.7	
播種	自動	58	102	176	61	237	-41	18.8	-3.2
	手動	36	70	194	83	277		22.0	
合計	自動	139	215	316	107	423	-71	32.3	-5.4
	手動	127	215	354	140	494		37.7	

1) 内部のみ。

2) 10a換算は、直進100m+旋回の作業時間及び作業面積から算出した。

表 7 耕起における作業幅、耕起深の比較（小麦）

試験区	作業幅		耕起深	
	m	(標準偏差)	cm	(標準偏差)
自動	2.34	0.07	12.3	0.98
手動	2.22	0.08	12.8	1.01

表 8 播種における行程間隔の比較（小麦）

試験区	行程間隔	
	cm	(標準偏差)
自動	22.1	6.21
手動	33.7	23.60

表 9 疲労度（フリッカー値）の比較（小麦）

作業	試験区	始業前(C)	作業後(D)	(C) - (D)	減少率
		Hz	Hz	Hz	%
耕起	自動	47.91	47.91	0.00	0.00
	手動	47.91	46.17	1.74	3.63
播種	自動	48.40	49.56	-1.16	-2.40
	手動	48.40	45.40	3.00	6.20

5. 経営評価

水稻の自動による作業時間の短縮効果は、3 作業の合計で 7.9 分/10a であり、大規模経営体 (30ha を想定) では 39.5 時間の短縮効果が見込まれるため、経費に換算¹⁾すると 55,498 円の削減効果となる。また、自動では播種残し面積が 5.7 m²/10a 少なくなるため、収益に換算²⁾すると 684 円/10a の収益向上が見込まれ、大規模経営体においては 205,200 円の収益向上となる。

小麦の自動による作業時間の短縮効果は、二作業の合計で 5.4 分/10a であり、大規模経営体 (30ha を想定) では 27 時間の短縮効果が見込まれるため、経費に換算¹⁾すると 37,935 円の削減効果となる。また、小麦作においても水稻と同程度の播種残し面積が少なくなる (5.7 m²/10a) と想定し収益換算³⁾すると、346 円/10a の収益向上が見込まれ、大規模経営体においては 103,729 円の可能性が考えられる。

水稲と小麦合わせて 308,929 円の収益向上が考えられるため、オート機能の付与にかかる経費約 350 万円(基地局含む)を回収するには 12 年以上の使用が必要である。

- 1) 労働単価を 1,405 円/時間で試算。
- 2) 単収 480kg/10a、単価 250 円/kg で試算。
- 3) 単収 450kg/10a、単価 20 円/kg、交付金 6,890 円/60kg で試算。

6. 利用機械評価

自動走行により耕起時の重複や蛇行、播種時での作業行程間の重複や広がりを抑えるうえに、搭乗者の疲労も抑えることができるため、経験の少ない作業者の作業効率が上がることが期待された。

試験を行った地域の担い手からは、「内部は自動走行により大きな重複等が生じないのが良い。ただし、額縁等の部分は手動運転が必要なので経験の少ない作業者では臨機応変な作業が難しい。」と意見があった。また、「経験を積むことによる技術向上が遅れるのではないか。」との意見もあった。

7. 成果の普及

地域の担い手、普及指導員及び農協職員が自動走行の状況を見学した。

8. 考察

自動作業は、作業時間の短縮、作業者の疲労度軽減、作業精度の向上を図ることができるため、大規模経営体等においてオートトラクタの導入は有効である可能性が考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

(1)問題点

自動走行が可能なのはほ場内部のみで、額縁は手動走行で行う必要があるため、経験の少ない作業者にとっては完全な軽労化にはならなかった。

トラクターが自動旋回するためには約 10m の幅が必要であり、短辺の距離が短いほど自動走行の行程数が少なくなってしまう、100m×30m等の長方形ほ場が多い愛知県では効率が悪くなった。

(2)次年度の計画

近年普及が進んでいる鎮圧整地におけるV溝直播栽培について、オートトラクタの作業精度・省力化を検討する。

また、輪作体系の大豆作において、オートトラクタの作業精度・省力化を検討する。

10. 参考写真

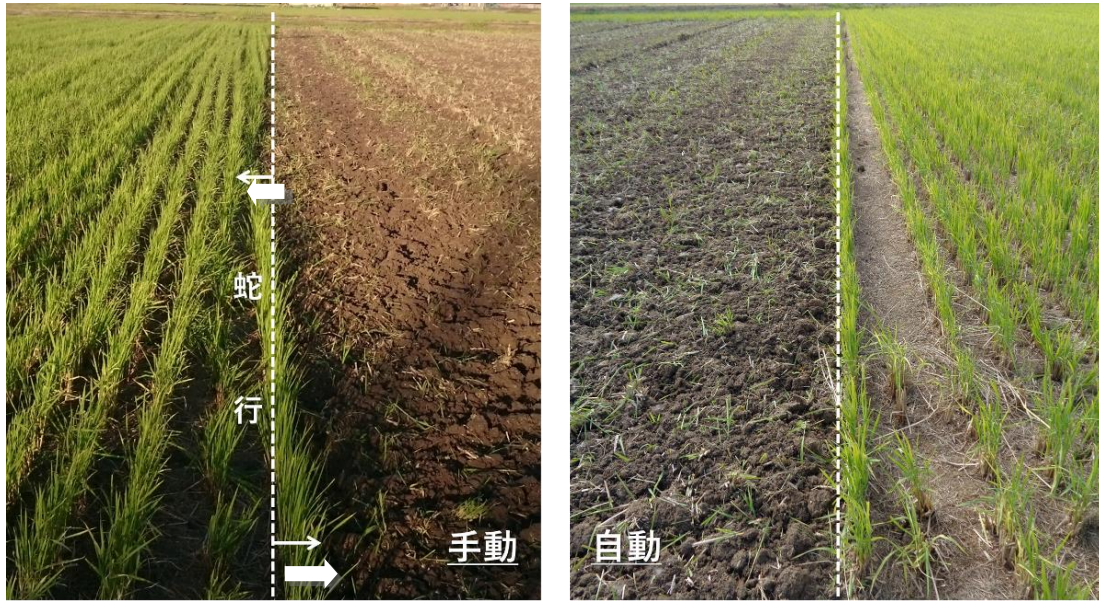


図1 手動及び自動走行による耕起状況

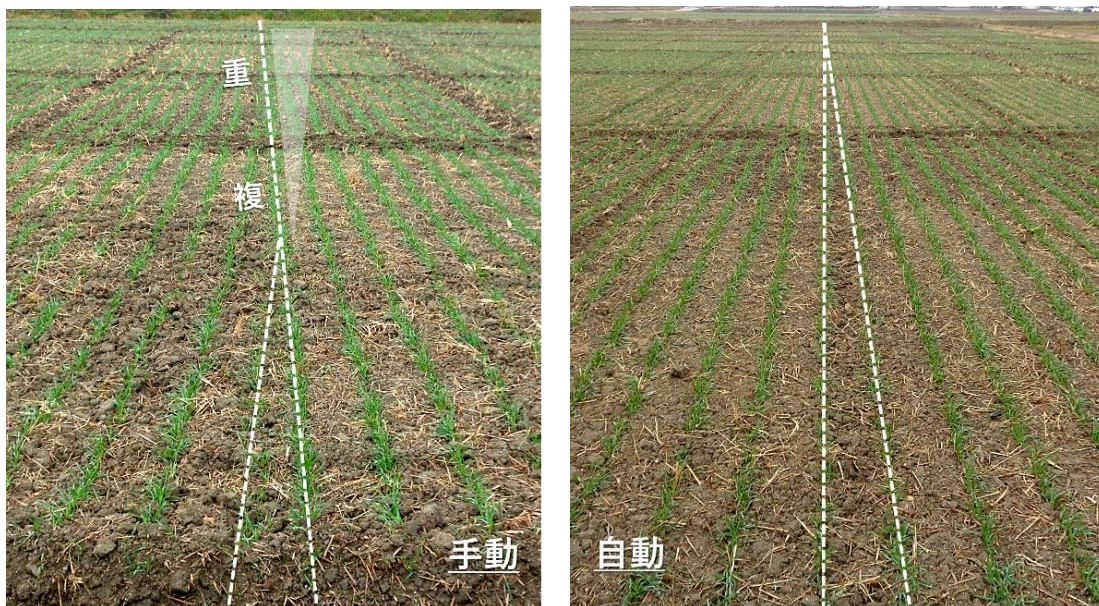


図2 手動及び自動走行による播種状況