

委託試験成績（令和6年度）

担当機関名 部・室名	鹿児島県農業開発総合センター 園芸作物部・農機研究室																					
実施期間	令和6年度～7年度、新規																					
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	直進アシストトラクタによる高精度畠立及び畠間除草技術の確立																					
目的	本県におけるサツマイモ栽培はマルチ栽培が主流であり、畠間の除草は背負い式動力噴霧機やホースを引きながらの除草剤散布が主流であり、省力化が課題となっている。また、近年資材高騰や環境保護の観点から除草剤の使用量低減が求められている。そこで直進アシストトラクタにより、一直線で等間隔に畠立てとともに、マルチを損傷しない、けん引式除草機による畠間除草を検証する。																					
担当者名	鹿児島県農業開発総合センター園芸作物部農機研究室 研究員専門員 重水剛																					
1. 試験場所	鹿児島県農業開発総合センター																					
2. 試験方法	<p>【試験1】直進アシストトラクタを活用したけん引式除草機による畠間除草の検証</p> <p>(1) 供試機械名 トランクタ YT225A (RTK直進アシスト仕様)</p> <p>2 畠用畠立てマルチ STR3CF</p> <p>けん引式除草機 キューホーS4 カルチ</p> <p>背負い式動噴 JAS11 (少量散布専用型)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 腐植質普通黒ボク土</p> <p>イ. 試験区の構成</p> <p>1) 畠立ての作業精度及び除草作業時のマルチ損傷程度の検証</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区名</th> <th>作業時操作</th> <th>旋回時操作</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自動操舵区（試験）</td> <td>A、B点登録後自動操舵</td> <td>手動操舵</td> </tr> <tr> <td>手動操舵区（対照）</td> <td>手動操舵</td> <td>手動操舵</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) トランクタ設定: 畠立て作業 変速段1～7、エンジン回転数 2500rpm 除草作業 変速段2～3、エンジン回転数 2200rpm</p> <p>2) けん引式除草と慣行との作業時間比較</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区名</th> <th>除草作業時操作</th> <th>供試機</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>自動操舵区（試験）</td> <td>A、B点登録後自動操舵</td> <td>けん引式除草機</td> </tr> <tr> <td>手動操舵区（試験）</td> <td>手動操舵</td> <td>けん引式除草機</td> </tr> <tr> <td>背負い式動噴区（対照）</td> <td>手動散布</td> <td>少量散布型背負い式動噴</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 背負い式動噴区はラウンドアップマックスロード10倍液を専用ノズル を用い5L/10a 畠間散布</p>	区名	作業時操作	旋回時操作	自動操舵区（試験）	A、B点登録後自動操舵	手動操舵	手動操舵区（対照）	手動操舵	手動操舵	区名	除草作業時操作	供試機	自動操舵区（試験）	A、B点登録後自動操舵	けん引式除草機	手動操舵区（試験）	手動操舵	けん引式除草機	背負い式動噴区（対照）	手動散布	少量散布型背負い式動噴
区名	作業時操作	旋回時操作																				
自動操舵区（試験）	A、B点登録後自動操舵	手動操舵																				
手動操舵区（対照）	手動操舵	手動操舵																				
区名	除草作業時操作	供試機																				
自動操舵区（試験）	A、B点登録後自動操舵	けん引式除草機																				
手動操舵区（試験）	手動操舵	けん引式除草機																				
背負い式動噴区（対照）	手動散布	少量散布型背負い式動噴																				

#### ウ. 調査項目

##### 1) 敵立ての作業精度及び除草作業時のマルチ損傷程度の検証

基準線からの距離、行程間隔、マルチ損傷率

##### 2) けん引式除草と慣行との作業時間比較

単位面積当たりの作業時間

#### エ. 調査方法

##### 1) 敵立ての作業精度及び除草作業時のマルチ損傷程度の検証

RTK直進トラクタの直進精度を検証するため、2畝用マルチャでの敵立て作業における直進性、行程間隔等を調査した。自動操舵区はA、B点を登録、基準線作成後、自動操舵にて敵立て作業した。手動操作区は1行程目のみ張り綱で作成した中心線を目標に、2行程目以降はマルチャに装着したマーカで線引きし、これを目標に手動操作した。設定した畝幅は90cmで、行程間隔は180cmとし、6行程、12畝の敵立て作業を行った。行程間隔と直進性は基準線と各行程の距離を長辺方向5m毎に計測し評価した。なお、両区とも事前に直進アシスト機能を使用した畝で実施した。

また、マルチ損傷の評価は、損傷程度をI(1cm大未満)、II(1cm~3cm大)、III(3~5cm大)、IV(5cm大以上)の4段階に分類し、自動操舵区、手動操舵区とも畝長50m、4行程(1行程: 畝幅90cm×2畝)の中で生じた各段階の損傷箇所の長さを調査した。

##### 2) けん引式除草と慣行除草との作業時間の比較

けん引式除草機による機械除草の作業時間について、背負い式動噴と比較した。試験は畝長78m、5行程(1行程: 畝幅90cm×2畝)での作業時間を計測した。また、本試験でもけん引式除草機は自動操舵区と手動操舵区を設け、比較検討した。

#### 【試験2】サツマイモの畝間除草における除草時期・回数の検討

##### (1) 供試機械名 トランクタ YT225A (RTK直進アシスト仕様)

けん引式除草機 キューホーS4カルチ

##### (2) 試験条件

ア. 園場条件 腐植質普通黒ボク土

イ. 栽培等の概要

品種名 「コガネセンガン」

前作 高菜

畝立日 2024年4月19日

定植日 2024年4月24日

栽植様式 畝幅90cm、株間40cm 2,777株/10a、マルチ栽培

#### ウ. 試験区の構成

区名	除草			
	1回目	2回目	3回目	回数
1週	4月30日			1
1週+3週	4月30日	5月15日		2
1週+3週+5週	4月30日	5月15日	5月29日	3
2週	5月8日			1
2週+4週	5月8日	5月22日		2
3週	5月15日			1
3週+5週	5月15日	5月29日		2
4週	5月22日			1
5週	5月29日			1
無処理	—	—	—	0

#### エ. 調査項目 残草量調査（残草生重、本数）

##### オ. 調査方法

けん引式除草での機械除草効果を確認するため、各区の除草処理前の発生量を各区2ヶ所、1カ所あたり  $0.1225\text{ m}^2$  ( $35\text{cm} \times 35\text{cm}$ ) を調査した。また、最終的な残草量は定植6週後の2024年6月5日に各区2カ所、1カ所あたりの調査面積を  $0.1225\text{ m}^2$  ( $35\text{cm} \times 35\text{cm}$ ) とし、区内で残草程度が中庸な箇所を調査した。

### 3. 試験結果

#### 【試験1】直進アシストトラクタを活用したけん引式除草機による畝間除草の検証

##### （1）RTK直進アシスト仕様トラクタの概要

供試したYT225Aは、全長2810mm、全幅1380mm、全高2045mm、エンジン出力が18.0 kW (24.5PS) である。直進アシスト機能は従来のD-GNSS方式に加え、高精度な位置情報を取得できるRTK-GNSS方式も追加可能で、今回の試験では、このRTK-GNSSによる直進アシスト機能を活用した技術実証に取り組んだ。（写真1、写真2）。

##### （2）けん引式除草機の概要

供試した、けん引式除草機は、主に露地野菜の中耕・除草機として使用されており、機体前方の3本のカルチで、畝間を中耕しながら草を抜き取り、さらに、その後方のタインで碎土するとともに土壤表面の草を引き抜きながら集草する（写真3）。

今回は、2連の作業機とし、数種類あるタインのうち、熊手状の「ONレーキ」を1連あたり前方から後方へ4枚並べ、外側両端にマルチ損傷対策としてガイドローラを装着した（写真4）

##### （3）畝立の作業精度

自動操舵区の基準線からの距離を各行程毎の平均値でみると、設定値に対するずれは、1行程目+1cm、2行程目+1cm、3行程目+2cm、4行程目+3cm、5行程目-2cm、6行程目+1cmであった。これに対し、手動操舵区の基準線からの距離は1行程目-2cm、2行程目-3cm、3行程目-5cm、4行程目-10cm、5行程目-14cm、5行程目-16cmとなり、行程が進むにつれて、基準線からの距離のずれが大きくなつた（表1）。

また、手動操舵区では設定値180cmとした自動操舵区の行程間隔は各行程の平均値で

176cm から 183cm で、設定値に対し -4 cm から +3 cm のずれであった。また、手動操舵区の行程間隔は 175cm から 179cm で設定値に対し -5 cm から -1 cm のずれであった(表 2)。

#### (4) けん引式除草機のマルチ損傷程度

けん引式除草機でのマルチ損傷は、自動操舵区でⅢ (3 ~ 5 cm 大) 程度が 1 箇所確認された(表 3)。この損傷は、枕地と通路の高低差が大きい枕地付近で発生した。トラクタが畠終端部から枕地へ向かう際、除草機の姿勢が下り、装着したガイドローラがマルチに接触し発生したものであった(写真 5)。

#### (5) けん引式除草と慣行除草との作業時間の比較

10aあたりの作業時間は、自動操舵区が 22.4 分、手動操舵区が 18.0 分、背負い式動噴区が 32.3 分であった。自動操舵区の作業時間のうち、基準線作成のための A-B 点登録には約 3 分を要した。また、背負い式動噴区に対して、自動操舵区が 69%、手動操舵区が 56% となる作業時間であった(表 4)

### 【試験 2】サツマイモの畠間除草における除草時期・回数の検討

#### (1) 畠間除草の可能な期間

畠間除草はトラクタが畠間を走行し、中耕するため、サツマイモの主茎が通路に達する時期が除草の晩限と考えられる。当初、この時期を定植後 7 週目以降と想定していたが、今回の試験では、定植 6 週目には多くの主茎が通路まで伸長したことから、定植 5 週(写真 6)までが除草可能な期間と判断した。また、定植 6 週目の主茎長は平均で 59cm であった(表 5、写真 7)。

#### (2) 定植 6 週目における残草状況

残草量調査は定植 6 週目(42 日)となる 6 月 5 日に実施した。最も生草重が少なかつたのは 3 回除草の 1 週 + 3 週 + 5 週区で、残草は確認されなかった。2 回除草区の生草重は 1 週 + 3 週区 18g/m<sup>2</sup> (対無処理区比 1%) が最も少なく、次いで 2 週 + 4 週区 42g/m<sup>2</sup> (対無処理区比 4%)、3 週 + 5 週区 266g/m<sup>2</sup> (対無処理区比 23%) の順となつた。また、1 回除草区の生草重は 2 週区が 84g/m<sup>2</sup> (対無処理区比 7%) と最も少なく、次いで 1 週区が 226g/m<sup>2</sup> (対無処理区比 19%) となり、それ以外の 1 回除草区の生草重は 1000g/m<sup>2</sup> 程度で、十分な除草効果は得られなかつた(表 6)

#### (1) 除草時の雑草発生状況

各除草日における雑草発生状況を初除草日の区(未除草区)でみると、m<sup>2</sup>あたりの合計生草重は定植後 1 週目が 1 ~ 3 g、2 週目が 7 ~ 17 g、3 週目が 60 ~ 78 g、4 週目が 534 g、5 週目が 660 g で、3 週目以降、急激に増加する傾向にあつた。また、同一除草日のうち、複数回の除草区は、除草が初回となる区に比べ、生草重や本数が少ない傾向にあつた(表 7)。

#### 4. 主要成果の具体的データ

表1 畅立ての各行程の基準線からの距離 (cm)

区名	自動操舵区						手動操舵区						
	①↑	②↓	③↑	④↓	⑤↑	⑥↓	①↑	②↓	③↑	④↓	⑤↑	⑥↓	
設定値A	180	360	540	720	900	1080	180	360	540	720	900	1080	
長辺距離 (m)	85												
	80	181	364	542	724	899	1083	177	355	536	714	886	1064
	75	182	361	542	723	899	1081	177	355	537	710	884	1062
	70	183	363	542	722	899	1081	178	355	535	710	883	1061
	65	182	363	542	723	899	1080	177	353	531	708	883	1061
	60	179	360	541	721	899	1079	177	353	530	707	883	1061
	55	177	356	538	719	895	1077	178	355	532	709	883	1063
	50	179	357	541	719	895	1079	180	358	534	709	882	1062
	45	179	357	541	721	897	1078	183	361	537	711	883	1065
	40	180	359	542	722	898	1080	181	360	537	710	886	1065
	35	181	360	542	724	899	1082	178	357	537	708	885	1065
	30	179	359	541	723	898	1081	176	356	534	708	884	1064
	25	182	359	542	723	897	1082	177	357	536	711	886	1065
	20	181	359	542	722	899	1082	177	357	535	711	887	1063
	15	182	362	543	723	900	1081	179	359	537	713	890	1064
	10	183	363	543	725	899	1082	177	358	539	713	890	1066
	5	187	367	545	729	900	1086	178	360	538	715	894	1068
	0												
平均B	181	361	542	723	898	1081	178	357	535	710	886	1064	
B-A	1	1	2	3	-2	1	-2	-3	-5	-10	-14	-16	

注) 2 畅用マルチャを装着し、行程間隔 180cm 設定で畅立て

手動操舵区の1行程目は事前に張り綱踏みで作成した中心線を目標に、2行程目

以降はマルチャに装着したマーカで線引きしたラインを目印に走行

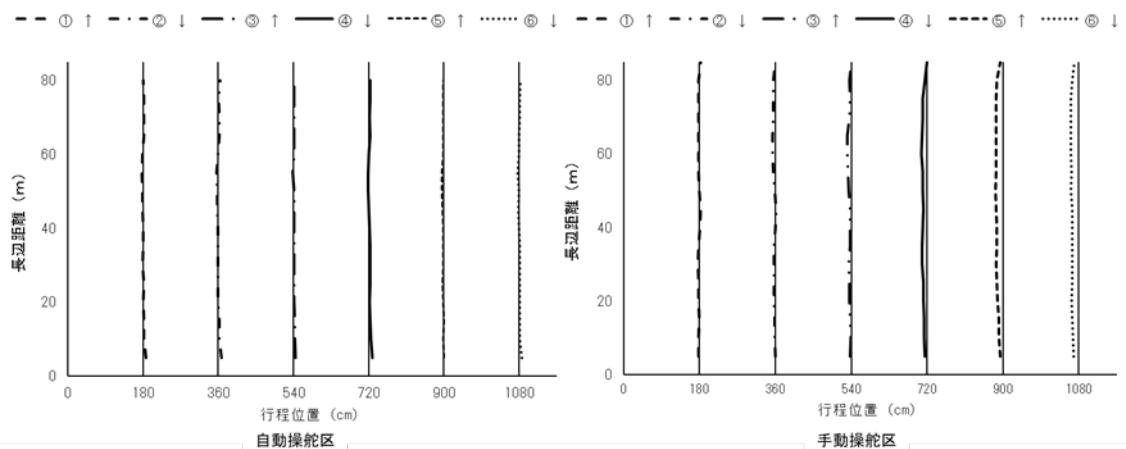


図1 基準線からの距離と直進性

注) 基準線からの距離を 5 m 毎に測定

表2 敵立ての行程間隔

(cm)

区名	自動操舵区					手動操舵区				
	②-①	③-②	④-③	⑤-④	⑥-⑤	②-①	③-②	④-③	⑤-④	⑥-⑤
長辺距離 (m)	85									
	80	183	178	182	175	184	178	181	178	172
	75	179	181	181	176	182	178	182	173	174
	70	180	179	180	177	182	177	180	175	173
	65	181	179	181	176	181	176	178	177	175
	60	181	181	180	178	180	176	177	177	176
	55	179	182	181	176	182	177	177	177	174
	50	178	184	178	176	184	178	176	175	173
	45	178	184	180	176	181	178	176	174	172
	40	179	183	180	176	182	179	177	173	176
	35	179	182	182	175	183	179	180	171	177
	30	180	182	182	175	183	180	178	174	176
	25	177	183	181	174	185	180	179	175	175
	20	178	183	180	177	183	180	178	176	176
	15	180	181	180	177	181	180	178	176	174
	10	180	180	182	174	183	181	181	174	177
	5	180	178	184	171	186	182	178	177	179
	0									
平均		180	181	181	176	183	179	179	175	178

注) ②-①は1行程目と2行程目の間隔で、設定行程間隔は180cm

表3 けん引式除草機のマルチ損傷程度

(m)

行程数	自動操舵区					手動操舵区				
	損傷程度				計	損傷程度				計
	I	II	III	IV		I	II	III	IV	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0

注) 損傷程度 I (1cm未満), II (1cm~3cm未満), III (3~5cm未満)

IV (5cm以上)

表4 けん引式除草と慣行除草との作業時間の比較

区名		けん引式除草機		背負い式
		自動操舵区	手動操舵区	動噴区
試験区面積	a	7	7	3.5
試験区画	m	78×9	78×9	78×4.5
設定作業幅	m	1.8	1.8	0.9
作業時間	A-B点登録	2.9	—	—
	実作業	15.7	15.3	28.2
	旋回	3.8	2.7	0.7
	給水・薬液調製	—	—	3.4
合計時間		min/10 a	22.4 (69)	18.0 (56)
				32.3(100)

注) 作業時間合計における( )は、背負い式動噴区に対する比率

表5 定植6週後のサツマイモの生育と畠高

主茎長(cm)			畠高
平均	最長	最短	(cm)
59.3	94.0	40.5	22.5

注) 主茎長は20株、畠高は10箇所調査

表6 定植6週後の残草状況

区名	除草回数	生草重(g/m <sup>2</sup> )					本数(本/m <sup>2</sup> )						
		オヒ シバ	メヒ シバ	カヤツリ グサ科	その他	合計	無処理 区比	オヒ シバ	メヒ シバ	カヤツリ グサ科	その他	合計	
1週	1回	70	0	15	140	226	(19)	24	0	16	33	73	(26)
1週+3週	2回	0	18	0.0	0.0	18	(1)	0	20	12	12	45	(16)
1週+3週+5週	3回	0	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	(0)
2週	1回	9	5	67	3	84	(7)	16	8	24	16	65	(23)
2週+4週	2回	23	11	0.4	7	42	(4)	24	12	16	8	61	(21)
3週	1回	95	391	0	382	868	(73)	37	4	0	29	69	(24)
3週+5週	2回	46	220	0	0	266	(23)	8	12	0	0	20	(7)
4週	1回	226	590	7	124	947	(80)	49	78	16	33	176	(61)
5週	1回	764	90	3	210	1066	(90)	33	8	4	16	61	(21)
無処理	—	404	0	22	756	1181	(100)	37	0	33	216	286	(100)

注) 定植は2024年4月24日、残草調査は6月5日(定植42日後)

調査は各区0.1225m<sup>2</sup>(35cm×35cm)を2箇所実施

表7 敵間除草時の雑草発生状況

調査日 (定植後週)	区名	除草 回数	生草量 (g/m <sup>2</sup> )					本数 (本/m <sup>2</sup> )				
			オヒ シバ	メヒ シバ	カヤツリ グサ科	その他	合計	オヒ シバ	メヒ シバ	カヤツリ グサ科	その他	合計
4月30日 (1週)	<u>1週</u>	1回	1	0	0	2	3	29	0	0	131	159
	<u>1週+3週</u>	2回	1	0.1	0	0.2	2	41	8	0	24	82
	<u>1週+3週+5週</u>	3回	0.2	0	0	0.4	1	45	4	0	49	98
5月8日 (2週)	<u>2週</u>	1回	8	0	0.0	9	17	24	8	8	82	139
	<u>2週+4週</u>	2回	4	1	0.3	2	7	8	33	29	57	131
	1週+3週	2回	3	0.1	0	2	5	16	8	0	33	57
5月15日 (3週)	1週+3週+5週	3回	0.1	1	0.1	1	3	4	24	4	12	45
	<u>3週</u>	1回	43	7	0.1	10	60	24	16	4	53	131
	<u>3週+5週</u>	2回	45	17	2	14	78	33	82	53	106	282
5月22日 (4週)	2週+4週	2回	10	11	0	0	21	4	12	0	12	29
	<u>4週</u>	1回	379	26	4	124	534	20	29	41	110	200
	1週+3週+5週	3回	0.5	0.1	0	0	1	8	4	0	0	12
5月29日 (5週)	3週+5週	2回	237	141	1	38	417	41	16	8	24	90
	<u>5週</u>	1回	393	213	2	52	660	102	8	12	41	163

注) 定植は 2024 年 4 月 24 日

調査は各区 0.1225 m<sup>2</sup> (35cm×35cm) を 2 箇所実施

下線の区は当該調査日が初除草日

## 5. 経営評価

今年度は、除草効果確認を中心とした、場内での基礎試験であったため、次年度の現地試験での結果を元に経営評価することとする。

## 6. 利用機械評価

経営評価と同様に、次年度の試験結果を踏まえ、実証農家を含め検討予定。

## 7. 成果の普及

普及情報として公開予定。試験成績検討会等で隨時実証予定。

## 8. 考察

### (1) 敵立ての作業精度及び除草作業時のマルチ損傷程度の検証

敵立ての作業精度は手動操舵区が 2 行程目以降、前行程のマーカ跡を追従するため、後半の行程では基準線からの距離のズレが増幅されるのに対し、RTK 直進アシスト仕様の自動操舵区は基準線とのずれが -2 cm から +3 cm の範囲であった。また、一定の行程間隔も保たれ、直進性も優れることから、機械除草への適応性が高いことが再確認された。

### (2) けん引式除草機の作業精度と作業時間

今回の試験では畠終端部で枕地と畠間との急な高低差が要因で生じたと思われる、マルチ損傷が一部みられたが、それ以外ではマルチ損傷はなかった。次年度もキューH-S4カルチをベースとし、引き続き、除草効果が高くマルチ損傷を抑えた試作機の検討が必要であると考えられた。また、自動操舵による10aあたりの除草作業時間は、慣行の背負い式動噴の3割減となる22.4分であった。また、自動操舵では基準線作成に3分/10a程度を要しており、この時間が手動操舵との作業時間差となっている。なお、今回の試験では畠立て時に新たに基準線を作成したが、供試したYT225Aの直進アシスト仕様は基準線の登録機能を備えており（最大28件登録可能）、同一圃場であれば、登録データを再利用できることから、基準線作成は不要となる。

### （3）サツマイモの畠間除草における除草時期・回数の検討

今年度の試験では、サツマイモの生育を考慮した畠間除草の作業時期は定植5週までと判断された。除草回数については、定植後1週+3週+5週の3回除草で、非常に高い除草効果が得られたが、5週間で3回除草を行うことは労力的に困難であることから、最大でも2回除草が実用的であると考えられる。今回の2回除草では無除草に対し1週+3週目除草が1%、2週+4週目除草が4%の残草量であったことから、定植1間から2週間目に1回目を、定植3週間から4週間目に2回目の除草作業を行うことで高い除草効果が得られると考えられた。

## 9. 問題点と次年度の計画

今回は場内試験であり、比較的管理された圃場条件下での試験であった。次年度の現地試験では、けん引式除草機の現地適応性やアシスト仕様トラクタを畠立てから除草まで使用した場合の優位性等について検討する。

## 10. 参考写真



写真1 RTK仕様トラクタ (YT225A)



写真2 直進アシストモニタ



写真3 穴間除草の状況



写真4 穴間除草機（一部改良）



写真5 地上部の生育（定植5週後）



写真5 地上部の生育（定植6週後）



写真7 穴間除草機によるマルチ損傷

1.

2.