

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畝立及び畝間除草技術の確立												
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、畝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、一直線で等間隔に畝立てするとともに、マルチを損傷しない、けん引式除草機による畝間除草を検証する。												
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													
【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) 供試機械名   トラクタ YT225A（RTK 直進アシスト仕様）													
2 畝用畝立マルチ STR3CF													
けん引式除草機 キューホーS4 カルチ													
背負い式動噴 JAS11（少量散布専用型）													
(2) 試験条件													
ア. 圃場条件 腐植質普通黒ボク土													
イ. 試験区の構成													
1) 畝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													
<table><tr><td>区名</td><td>作業時操作</td><td>巡回時操作</td></tr><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></table>		区名	作業時操作	巡回時操作	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	作業時操作	巡回時操作											
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											
注）   トラクタ設定：畝立作業   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													
2) けん引式除草と慣行との作業時間比較													
<table><tr><td>区名</td><td>除草作業時操作</td><td>供試機</td></tr><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></table>		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	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											
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 5 L/10a 畝間散布													

ウ．調査項目

- 1) 畝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) 畝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 畝用マルチャでの畝立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、自動操舵にて畝立て作業した。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畝の畝立て作業を行った。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．圃場条件   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 ケ所、1 カ所あたり 0.1225 m<sup>2</sup> (35cm×35cm) 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 m<sup>2</sup> (35cm×35cm) 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壌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 + 1 cm、2 行程目 + 1 cm、3 行程目 + 2 cm、4 行程目 + 3 cm、5 行程目 - 2 cm、6 行程目 + 1 cm 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 - 2 cm、2 行程目 - 3 cm、3 行程目 - 5 cm、4 行程目 - 10 cm、5 行程目 - 14 cm、5 行程目 - 16 cm 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った（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。トラクタが畝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】サツマイモの畝間除草における除草時期・回数の検討

(1) 畝間除草の可能な期間

畝間除草はトラクタが畝間を走行し、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ったのは 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%) の順となった。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った(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 7～17g、3 週目が 60～78g、4 週目が 534g、5 週目が 660g で、3 週目以降、急激に増加する傾向にあった。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った(表 7)。

#### 4. 主要成果の具体的データ

表1 畝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					
行程	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
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 畝用マルチャを装着し、行程間隔 180cm 設定で畝立て

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

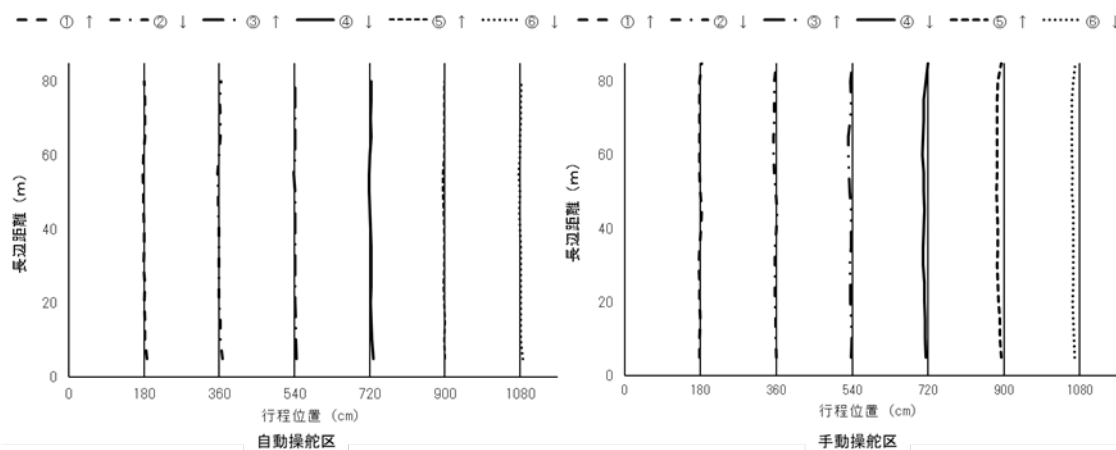


図1 基準線からの距離と直進性

注) 基準線からの距離を 5 m 毎に測定

表 2 畝立ての行程間隔 (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
85										
80	183	178	182	175	184	178	181	178	172	178
75	179	181	181	176	182	178	182	173	174	178
70	180	179	180	177	182	177	180	175	173	178
65	181	179	181	176	181	176	178	177	175	178
60	181	181	180	178	180	176	177	177	176	178
55	179	182	181	176	182	177	177	177	174	180
50	178	184	178	176	184	178	176	175	173	180
45	178	184	180	176	181	178	176	174	172	182
40	179	183	180	176	182	179	177	173	176	179
35	179	182	182	175	183	179	180	171	177	180
30	180	182	182	175	183	180	178	174	176	180
25	177	183	181	174	185	180	179	175	175	179
20	178	183	180	177	183	180	178	176	176	176
15	180	181	180	177	181	180	178	176	177	174
10	180	180	182	174	183	181	181	174	177	176
5	180	178	184	171	186	182	178	177	179	174
0										
平均	180	181	181	176	183	179	179	175	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 損傷程度					手動操舵区 損傷程度				
	I	II	III	IV	計	I	II	III	IV	計
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
	巡回	3.8	2.7	0.7
	給水・薬液調製	—	—	3.4
	合計時間	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畝高

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

注) 主茎長は 20 株、畝高は 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	無処理区比
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 0.1225 m<sup>2</sup> (35cm×35cm) を 2 箇所実施

表 7 畝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)	1週	1回	1	0	0	2	3	29	0	0	131	159
	1週+3週	2回	1	0.1	0	0.2	2	41	8	0	24	82
	1週+3週+5週	3回	0.2	0	0	0.4	1	45	4	0	49	98
5月8日 (2週)	2週	1回	8	0	0.0	9	17	24	8	8	82	139
	2週+4週	2回	4	1	0.3	2	7	8	33	29	57	131
5月15日 (3週)	1週+3週	2回	3	0.1	0	2	5	16	8	0	33	57
	1週+3週+5週	3回	0.1	1	0.1	1	3	4	24	4	12	45
	3週	1回	43	7	0.1	10	60	24	16	4	53	131
	3週+5週	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
	4週	1回	379	26	4	124	534	20	29	41	110	200
5月29日 (5週)	1週+3週+5週	3回	0.5	0.1	0	0	1	8	4	0	0	12
	3週+5週	2回	237	141	1	38	417	41	16	8	24	90
	5週	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随時実証予定。

## 8. 考察

### (1) 畝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

畝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



今回の試験では畝終端部で枕地と畝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。次年度もキューホー 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、今回の試験では畝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）サツマイモの畝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畝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畝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ー



写真3 畝間除草の状況



写真4 畝間除草機（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）

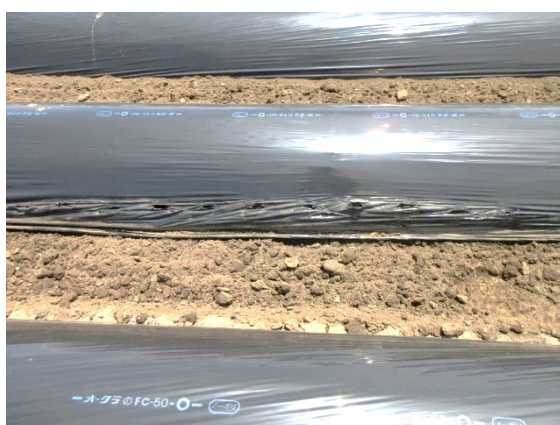


写真7 畝間除草機によるマルチ損傷

1.

2.