

委託試験成績（平成21年度）

担当機関名 部・室名	鹿児島県農業開発総合センター大隅支場 農機研究室
実施期間	平成20～21年度
大課題名	高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	高能率サツマイモ挿苗機の開発改良 (高能率化のための苗供給機構等の開発改良)
目的	サツマイモの機械化作業体系は、収穫作業を中心とした機械開発により大幅な省力が可能となり生産現場で導入活用され、大規模経営体も増加しつつある。唯一機械開発が遅れ重労働を強いられていた植付作業は、近年、慣行苗を利用した挿苗機の開発と現地導入が進み、植付作業の省力・軽作業化が図られつつあるが、機械1台当たりの能率が低く、適期植付や大規模経営体において高能率化が課題となっている。これらの課題解決を行うため、さらなる高能率・高精度化及び高品質いも生産に対応した「新たなサツマイモ挿苗機」の開発・改良を行う。
担当研究者名	馬門克明
<p>1. 試験場所 鹿児島県農業開発総合センター大隅支場農機研究室 畑</p> <p>2. 試験方法</p> <p>1) 前年度までの成果、考察等</p> <p>(1) 植付精度等</p> <p>高能率化に向けた苗供給機構の改良を行った結果、植付精度は、挿苗機植付に適した茎長25～35cm、苗曲がり40度以下の苗において目標とした95%以上をほぼ確保できた。しかし、植付姿勢のばらつきがみられた試験区があることから、次年度以降再調査が必要である。</p> <p>(2) 作業能率</p> <p>植付作業能率は、青果用1人植作業が2.5h/10a(目標2.2h/10a)、青果用2人植作業が2.1h/10a(目標1.5h/10a)、加工用1人植作業が2.3h/10a(目標1.9h/10a)、加工用2人植作業が1.6h/10a(目標1.0h/10a)で目標には及ばず、従来機とほぼ同等であった。さらなる能率向上を図るためには、苗ホルダーの形状、苗載せ台の配置等の苗供給機構の再検討が必要である。</p> <p>(3) 収量・品質</p> <p>挿苗機の収量は長挿し区で着いも数が増加し、収量も多くなる傾向がみられた。</p> <p>(4) 今年度のねらい</p> <p>今年度は、作業能率を高めた時の植付精度を確認するとともに、植付同時かん水の活着促進効果について検討した。</p> <p>2) 供試機 歩行・半自動式サツマイモ挿苗機 (Y社 PN1A, K)</p> <p>3) 試験条件</p> <p>(1) 供試品種等 青果用：ベニサツマ(畦幅80cm×株間35cm), 357本/a 加工用：コガネセンガン(畦幅90cm×株間35cm), 317本/a</p> <p>(2) 作型・面積 マルチ栽培(黒マルチ), 各品種10a程度</p> <p>(3) 試験時期 植付精度試験：青果用：平成21年5月26日, 加工用：平成21年5月25日 植付同時かん水試験：平成21年5月11日, 5月25日 作業能率試験：青果用：平成21年5月26日, 加工用：平成21年5月29日 収量調査：青果用：平成21年9月28日(挿苗125日後) 加工用：平成21年11月4日(挿苗162日後)</p>	

(4) 試験区の構成

ア. 作業速度別植付精度試験

植付方法	用途	作業速度	苗性状			植付同時かん水
			茎長	全長	苗曲がり	
挿苗機 (舟底植え)	青果用	1.2秒/本 1.5秒/本 3.0秒/本	30cm	40cm	40度以下	有り
	加工用	1.2秒/本 3.0秒/本	30cm	40cm	40度以下	有り
人力植え			30cm	40cm	—	—

イ. 植付同時かん水試験

植付方法	かん水の有無	苗性状			用途
		茎長	全長	苗曲がり	
挿苗機 (舟底植え)	有り	30cm	40cm	40度以下	加工用 (コガネセンガン)
	無し				

ウ. 作業能率試験・・・最適苗条件下における2人作業時の植付能率

(5) その他 栽培管理は現場慣行管理による。

3. 試験結果

1) 供試機の概要

1人・2人作業が可能な歩行・自走式半自動型挿苗機で、植付方式は植付爪の軌跡を変更することにより舟底植と斜め植が可能であるが、本試験は舟底植で実施した。植付機構は、苗を1本ずつ苗ホルダーに人力で供給すると搬送ベルトが苗を持ち回り、畦上面で挟持式植付爪が苗基部を挟み畦内に挿入し、間欠式鎮圧輪で苗植付部を鎮圧する機構である。また、植付と同時にかん水するためのピストンポンプとノズルが装着してある。今年度は、①苗適応性を高めるための苗ホルダーのゴム長さの変更(左:20mm, 右:10mm延長)と材質等の検討(写真2)、②作業速度を速めると苗供給ベルトの停止位置のずれが発生したため、苗供給ベルト駆動部の改良(写真3参照)等を行い、作業速度別の植付精度とかん水効果について検討を行った。

2) 供試した苗性状

青果用のベニサツマはバイオ苗を挿し苗によりビニールハウスで増殖した苗で、葉柄は一方向へ出ていた。加工用のコガネセンガンは種いもから育苗した苗を供試した。苗はすべての試験において、前年度の植付精度試験で精度の高かった茎長30cm, 全長40cm程度、苗曲がり40度以下の苗を供試した。

3) 畦形状

青果用は畦幅80cm, 畦裾幅45cm, 畦高さ23cm, 加工用は畦幅90cm, 畦裾幅54cm, 畦高さ28cmであった。

4) 挿苗機の作業条件

植付精度試験は、作業員2名で植付株間35cm, 苗挿入長さ25cm, 植付深さレバー位置6, 植付同時かん水有りの条件で、作業速度を1.2秒/本, 1.5秒/本(青果用のみ), 3秒/本に設定した。植付同時かん水試験は、植付精度試験の作業速度1.2秒/本と同条件に設定し、植付同時かん水の有り区と無し区を設定した。作業能率試験は、植付精度試験の作業速度1.2秒/本と同条件に設定した(表1)。

5) 作業速度別植付精度

(1) 植付精度

青果用の正常植付率は、作業速度が1.2秒/本では97%, 1.5秒/本では100%, 3秒/本では98%とほぼ同等であった。加工用の正常植付率は、作業速度が1.2秒/本では96%, 3秒/本では100%で作業速度が速いと精度がやや低下した。いずれの作業速度においても目標とした正常植付率95%以上であり、高い植付精度が得られた(表2)。

(2) 植付姿勢

植付姿勢は、青果用の植付深さが10cm、植付長さが23～24cm、植付角度が24～27度で、加工用の植付深さが12cm、植付長さ22～23cm、植付角度30度程度で、ばらつきもなく安定していた(表3)。

(3) 収量

青果用の a 当り上いも収量は、作業速度が1.2秒/本では234kg、1.5秒/本では280kg、3秒/本では235kgで、人力植の238kgとほぼ同等であった。加工用の a 当り上いも収量は、作業速度が1.2秒/本では365kg、3秒/本では388kgで、人力植の317kgに比べ同等以上であった。青果用の a 当り上いも個数は、作業速度が1.2秒/本では1,178個、1.5秒/本では1,125個、3秒/本では964個で、人力植の964個に比べ同等以上であった。加工用の a 当り上いも個数は、作業速度が1.2秒/本では999個、3秒/本では1,347個で、人力植の857個に比べ同等以上であった(図1, 2)。

6) 植付同時かん水試験

5月11日挿苗試験は、挿苗後10日間晴天が続き11日目に37mmの降雨があった。5月25日挿苗試験は、挿苗翌日に4mm、2日後26mmの降雨がある条件であった。

(1) かん水の有無による活着状況

5月11日挿苗試験において、かん水有り区で挿苗後の生葉数が多く確保され、苗傷みが少ない傾向がみられた。挿苗37日後の活着率は、かん水の有無にかかわらず98%程度と高く、生育もほぼ同等であった(表4)。

(2) かん水の有無による収量

5月11日挿苗試験結果の a 当り上いも収量は、かん水有り区が384kgでかん水無し区の317kgに比べ多くなった。a 当たり上いも個数もかん水有り区が1,189個でかん水無し区の1,094個に比べやや多かった。5月25日挿苗試験の a 当り上いも収量は、かん水有り区が365kgでかん水無し区の394kgに比べやや少なく、挿苗直後に降雨がある条件下ではかん水の効果はみられなかった(図3, 4)。

7) 作業能率

植付作業は2名で行い、青果用は挿苗機販売メーカー担当、加工用は挿苗作業に熟練したオペレータが作業を行った。作業速度は1.2秒/本に設定し、作業を行った。

(1) 青果用

植付作業は、有効作業速度0.91km/h(実測値1.38秒/本)で行い、作業時間は3.37h/10a(延べ6.74h/10a)であった。苗ホルダーに苗をセットするための停止時間が約1.5h(全作業時間の45%)必要であり、作業能率はオペレータの技量に左右されることが判断された(表5)。

(2) 加工用

植付作業は、有効作業速度0.92km/h(実測値1.37秒/本)で行い、作業時間は1.33h/10a(延べ2.66h/10a)で高能率で人力対比3.7倍の作業が可能であった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 供試機の作業条件

項目	用途	作業速度	エンジン回転数	変速位置	かん水の有無	植付株間	植付姿勢	苗挿入長さ	植付レバ一位置
精度試験	青果	1.2秒/本	1,200rpm	植付-高	有り	35cm	舟底	25cm	6 (10cm)
		1.5秒/本 3.0秒/本	1,060 1,000	植付-高 植付-低					
	加工	1.2秒/本	1,200	植付-高	有り	35cm	舟底	25cm	6 (12cm)
		3.0秒/本	1,000	植付-低					
かん水試験	加工	1.2秒/本	1,200	植付-高	有り 無し	35cm	舟底	25cm	6 (12cm)
作業能率試験	青果	1.2秒/本	1,200	植付-高	有り	35cm	舟底	25cm	6(10cm)
	加工	1.2秒/本	1,200	植付-高	有り	35cm	舟底	25cm	6(12cm)

表2 作業速度別の植付精度

青果用:H21.5.26,加工用:H21.5.25

用途	作業速度	正常植 (%)	欠株等 (%)					計
			挟みミス	ちぎれ	持帰り	姿勢変化	その他	
青果	1.2秒/本	97.0	1.0			2.0		3.0
	1.5秒/本	100.0						0
	3.0秒/本	98.0	2.0					2.0
加工	1.2秒/本	96.0				4.0		4.0
	3.0秒/本	100.0						0

注) 挟みミス: 曲り苗等の爪で挟まないもの, ちぎれ: 苗ホルダーから引抜く際のちぎれや折れ, 持帰り: 爪による引抜き等, 姿勢変化: 苗搬送時の苗姿勢変化

表3 作業速度別の植付姿勢

H21.6.3

用途	植付方法	作業速度	植付深さ (cm)	植付長さ (cm)	植付角度 (度)	植付節数 (節)
青果	挿苗機	1.2秒/本	10.3±1.3	23.8±1.5	26.5±4.2	5.9±0.9
		1.5秒/本	9.9±1.4	24.0±1.9	23.7±5.6	7.4±1.2
		3.0秒/本	10.1±1.0	23.2±1.9	25.3±4.5	5.6±0.5
	人力	—	10.4±1.2	20.5±1.7	28.3±4.8	4.9±0.7
加工	挿苗機	1.2秒/本	11.8±0.4	21.9±1.6	30.0±5.2	5.7±1.1
		3.0秒/本	11.8±1.3	23.2±3.2	31.1±4.1	5.9±0.7
		人力	—	12.2±1.8	21.1±1.1	34.1±5.0

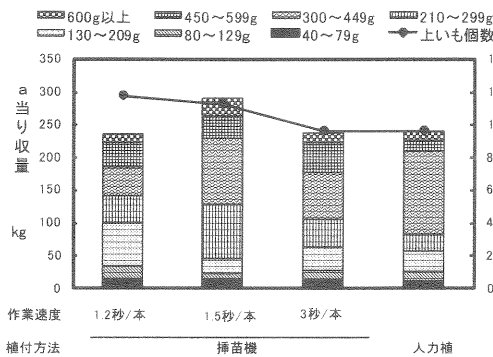


図1 作業速度別の収量(青果用)

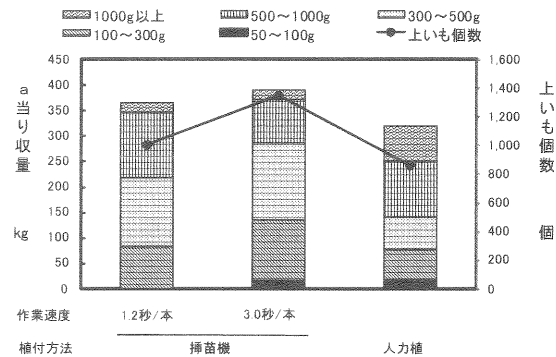


図2 作業速度別の収量(加工用)

表4 植付同時かん水の有無による活着状況

挿苗時期	植付同時かん水	活着率 (%)	生葉数の推移(枚)			生育調査		
			挿苗時 (5.11)	3日後 (5.14)	10日後 (5.20)	主茎長 (cm)	節数 (節)	分枝数 (本)
H21.5.11	有り	98.1	5.6 (100)	2.7 (48)	3.6 (64)	20.3	15.6	4.1
	無し	97.8	4.7 (100)	1.0 (21)	2.6 (55)	23.9	15.6	4.1

注) 生葉数の推移の () は植付時比, 活着率, 生育調査: H21.6.17調査

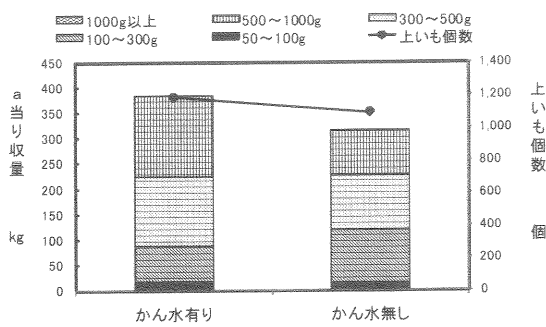


図3 かん水の有無による収量(H21.5.11挿苗)

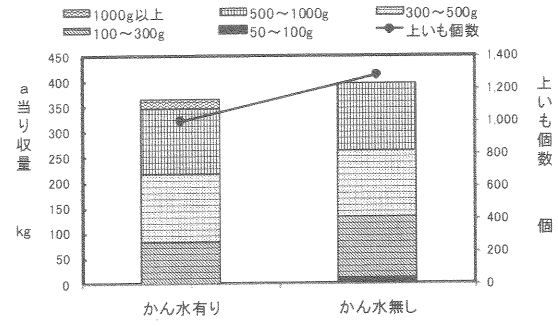


図4 かん水の有無による収量(H21.5.25挿苗)

表5 供試機の作業能率(10a当り) 青果: H21.5.26, 加工: H21.5.29

試験区名	青果用		加工用		
	挿苗機	人力植	挿苗機	人力植	
作業人員 人	2	4	2	4	
有効作業幅 m	0.8		0.9		
有効作業速度 km/h	0.91		0.92		
有効作業量 a/h	7.3		8.3		
作業時間	植付時間 min	82.1		72.7	
	巡回時間 min	7.5		5.0	
	停止	苗セット min	93.5		0
		苗補給 min	19.2		1.4
		調整 min	0		0.6
	小計 min	112.7		2.0	
	合計 min (h)	202.3 (3.37)		79.7 (1.33)	
延べ時間 min (h)	404.6 (6.74)	660.9 (11.0)	159.4 (2.66)	587.6 (9.8)	
人力対比 倍	1.5	-	3.7	-	
ほ場作業量 a/h	3.0		7.5		
ほ場作業効率 %	41.1		90.4		
燃料消費量 cc/h	303		249		
燃料消費量 cc/10a	1020		332		

5. 経営評価

加工用サツマイモで今回得られた作業能率を基に作業可能面積を試算した。作業可能時間は、かん水を行うことにより晴天日の作業が可能になることからかん水無しの165時間から319時間に増加することが試算される。その結果、サツマイモの植付時期である4月上旬から6月上旬までの作業可能面積は、かん水有り区が23.8haとかん水無し区の12.3haに対し大幅に増加することが試算された。損益分岐点は、7.2haと試算された(表6)。

表6 作業可能面積・損益分岐点の試算

用途	作業人員(人)	作業幅(m)	作業速度(km/h)	理論作業量(a/h)	ほ場作業効率(%)	ほ場作業量(a/h)	かん水の有無	作業可能時間(h/年)	作業可能面積(ha)	損益分岐点(ha)
加工用	2	0.9	0.92	8.28	90.4	7.49	有り	318.6	23.86	7.2
							無し	165.0	12.36	

注)挿苗機価格:104万円,耐用年数:5年,作業期間:4月1日~6月10日,作業可能時間:かん水無し区:曇天日(6時間),10mm以下の降雨日(6時間),植付翌日が降雨が予想される晴天日(3時間)の合計の過去10年間の平均値,かん水有り区:かん水無し区の時間に晴天日(6時間)を加えた過去10年間の平均値

6. 考察

1) 植付精度等

今年度は、昨年度の植付精度試験結果を基に、挿苗機に適した茎長30cm(全長40cm程度)、苗曲がり40度以下の苗を供試し、作業速度別の植付精度について検討した。本年度、苗供給ベルト駆動部等の改良を行った結果、作業速度を1.2秒/本(作業速度1.05km/h)に設定した場合も正常植付率は目標とした95%以上であり、高い植付精度が得られた。また、作業速度の違いによる植付姿勢のばらつきもなく、収量も同等であったことから、供試したサツマイモ挿苗機の高精度・高能率が実証された。

2) 植付同時かん水の効果

挿苗後の晴天が続いた条件下で、植付同時かん水区が苗の植え傷みが少なく、収量が向上することが確認された。今年度はかん水効果の確認が1試験のみとなったが、1株当たりのかん水量等について、今後さらに土壌条件(土質、土壌水分等)や天候等の違いによる効果の検証が必要であると考えられる。

3) 作業能率

2人植作業時の作業能率は、青果用が3.4h/10a(昨年度2.1h/10a)で、加工用が1.3h/10a(昨年度1.6h/10a)とオペレータの違いにより大きくばらついた。作業能率はオペレータの技量に左右されることが認められることから、熟練を要することにより作業速度は挿苗機の限界と思われる1.2秒/本(作業速度1.05km/h)まで作業能率を高めることが可能であると考えられる。

7. 問題点と次年度の計画

2年間の開発・改良試験により、作業精度・作業能率ともに目標を達成したと考えられる。現地における苗性状(曲がり苗、節間の詰まった苗等)・作式等への適応性、耐久性等の確認は必要と思われるが、本サツマイモ挿苗機は市販化レベルに達したと考えられることから、本課題については今年度限りとする。

8. 作業状況写真

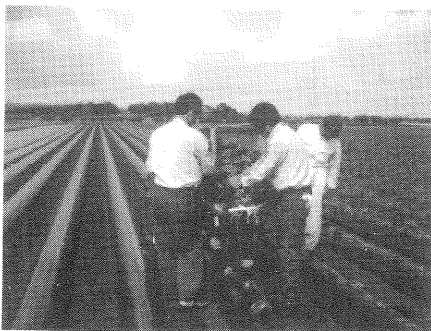


写真1 サツマイモ挿苗機2人作業

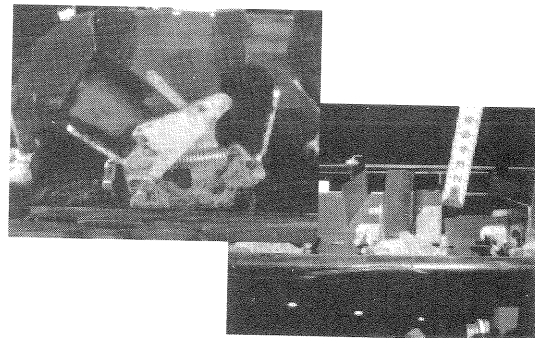


写真2 苗ホルダーの改良(左:従来, 右:H21改良)

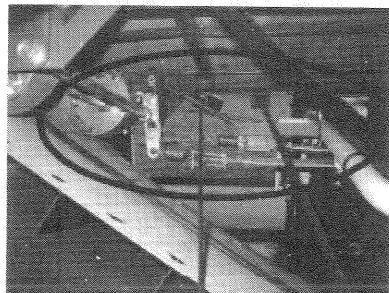


写真3 苗供給ベルト駆動部の改良

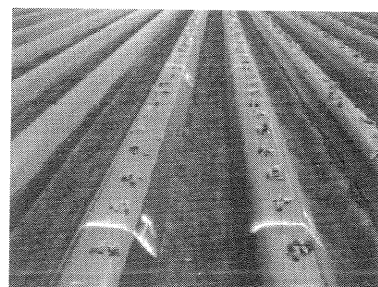


写真4 植付同時かん水の効果
(左:かん水無し, 右:かん水有り)