

委託試験成績（令和2年度）

担当機関名 部・室名	群馬県農業技術センター 企画部・機械施設係
実施期間	平成30年度～令和2年度、継続
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	省力的なコンニャク種芋収穫技術の確立
目的	<p>コンニャクの収穫作業では、芋の掘り上げは掘取機により高速に作業できるが、その後の調製～収集～積み込みに多くの作業時間を要しており、かつ重労働である。販売芋は出荷用1tコンテナへの積み込み作業に、トラクタフロントバケットと組み合わせたピックアップ型作業機の導入が進んでいるが、種芋はすべて人力でミニコンテナへ収集している。そこで、種芋の省力的な収穫作業技術を開発する。</p> <p>平成30年度は、タマネギピッカーの拾い上げ部を改良することで、種芋(生子)の拾い上げが可能となった。令和元年度は、拾い上げ機の改良およびけん引する作業台車を試作し、ベルトコンベアを利用した選別試験を実施した。令和2年度は、昨年までの試作機の問題点の改良を行い、現地農家ほ場における実証試験を実施し、効率的な作業体系を組み立てる。</p>
担当者名	企画部機械施設係 副主幹 田村晃一
<p>1. 試験場所</p> <p>(1) 現地農家ほ場(安中市中野谷・松井田) 土性 壤質砂土、土壌区分 黒ボク土</p> <p>(2) 現地農家ほ場(昭和村糸井) 土性 砂壤土、土壌区分 火山放出物未熟土</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 対象種芋 生子：春に2年生種芋(生子上がり)を植えて、秋に掘り取った販売芋に着生した芋 生子上がり：春に生子を植えて、秋に掘り取った芋</p> <p>(2) 拾い上げ機（タマネギピッカー）の改良</p> <p>ア. 原型機 ヤンマー タマネギピッカー HP101T 全長 2335mm、全幅 2330mm、全高 1625mm、重量：467kg、 クローラ間距離（中心）1270mm、クローラ幅 110mm、 コンベアバー径 22mm、バー隙間 28mm</p> <p>イ. 改良内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生子を落下させないための拾い上げコンベア変更 コンベアバー径 8mm、バーピッチ 25.4mm、バー隙間 17.4mm 転がり防止の立ち上がりをコンベアバー3組(2本で1組)おきに設置、立ち上がり高さ 24mm ・拾い上げた細かい土砂を落とす選別スクリーン スクリーン 幅 610mm、下り傾斜 20度 スクリーンバー 径 10mm、長さ 275mm、ピッチ 33mm、隙間 23mm バー先端 50mm スプリング素材 	

・回転送り出し装置

選別スクリーンに生子や土砂を堆積させないために、選別スクリーン上部にゴム棒が順回転する送り出し装置を設置した。

ゴム棒直径 10mm、回転半径 20cm、回転数 80rpm

・エンジン側スプロケットを 15 歯から 12 歯へ変更(機速 0.8 倍に減速)

(3) 牽引式選別作業台車の製作

昨年度試作した作業台車は、作業方法を評価するための簡易的な構造である。本年は、現地農家ほ場で長時間の連続作業が可能となる台車を新たに製作した。

拾い上げ機後部に作業台車を連結し、牽引する。台車上には、手選別用のベルトコンベア、作業用椅子、回収用コンテナ、ガイド板を設置した。拾い上げられた種芋等は選別スクリーンで細かい土砂などが落とされ、ベルトコンベアに供給され、収集作業者が種芋の回収を行う。作業台車後部にタイヤを取り付け、ベルトコンベアや作業者などの重量を受けた。拾い上げ機後部への荷重および牽引による拾い上げ機先端部の浮き上がりを防止するため、先端にウエイト(タマネギピッカー用 72.4kg)を取り付けた。

・作業台車

幅 1120mm、長さ 1220mm

重量 60kg (コントローラボックス、作業用椅子 2 基含む、ベルトコンベア含まない)

ベルトコンベア作業面高さ 620mm (前側)、725mm (後ろ側)、タイヤ外径 210mm

・供試ベルトコンベア

マルヤス機械 MMX2-104-600-120-IV-30-0 (インバータ変速)

幅 600mm、長さ 1200mm、重量 41kg

AC100V、ベルト速度可変範囲 2.8~11.3cm/秒

電源はポータブル電源 (Anker PowerHouse 200、213Wh)

(4) 生子収集試験

ア. 試験場所

現地農家ほ場[安中市松井田]、[昭和村糸井]

イ. 試験期日 安中市: 12月1~2日、12月10日、昭和村: 12月7日

ウ. 試験区

開発機および慣行作業区

エ. 試験条件

1) 供試作物の概要

安中市: 「みやままさり」2年生(販売芋)に着生した生子

寄せ畦(2条)、畦間115cm、販売芋1個重1.22kg

昭和村: 「あかぎおおだま」2年生(販売芋)に着生した生子

寄せ畦(2条)、畦間115cm、販売芋1個重0.74kg

2) 作業方法

ア) 販売芋の収集作業

試験当日に堀取機で掘り上げ後に風乾させ、手作業で病害芋の除去などの調製作業を行い、3列分の球茎(販売芋)を1列に寄せた。トラクタに装着した球茎拾い上げ機で拾い上げ、追走するトラクタのフロントローダーに回収し、1tコンテナへ入れ替えた。

イ) 生子の作業方法

a 開発機

畦に残された生子を拾い上げ、選別スクリーンで細かい土砂などを除去し、回転送り出し装置によりベルトコンベアに送る。収集作業員2名（乗用）が、手作業によりコンベア上の生子をコンテナへ収集した。開発機の運転（歩行）に1名が必要で、3人の組作業である。

b 慣行

販売芋の調製作業と並行して、畦の上および地中に隠れている生子を手作業で拾い定置したカゴへ回収し、収集用コンテナへ入れ替えた。慣行の作業員は、安中市が50歳代女性（経営主妻、熟練者）で、昭和村が20歳代男性（技能実習生・2年目）である。

オ. 機械条件

・開発機

ギア「1」、エンジン回転はアイドリング+ α （作業状況によりアクセルを加減した）
コンベア先端深さはゲージの下から2番目で、操作レバーを一番下げた状態

・選別用ベルトコンベア

ベルトスピード メモリ 4.5/10（4.1cm/秒）

カ. 調査項目

作業精度、作業時間

(5) 生子上がり収集試験

ア. 試験場所

現地農家は場[安中市中野谷]

イ. 試験期日 11月19日

ウ. 試験区

開発機および慣行作業区

エ. 試験条件

1) 供試作物の概要

「みやままさり」生子上がり

2条寄せ畦（千鳥4条）、畦間115cm、栽植密度3,480個/a

2) 作業方法

試験当日に堀取機で掘り上げ後に風乾させ、収集した。

ア) 開発機

開発機で拾い上げ、選別スクリーンで細かい土砂などを除去し、回転送り出し装置によりベルトコンベアに送る。作業員は、手作業により調製作業（球茎の土落とし、親芋除去、病害球の選別など）を行い、コンテナへ収集した。生子収集試験と同様に3人組作業である。

イ) 慣行

地面上で手作業により球茎の調製作業を行い、定置したカゴへ回収し、収集用コンテナへ入れ替えた。作業員は生子収集試験（安中市）と同様。

オ. 機械条件

・開発機

ギア「1」、エンジン回転はアイドリングで作業状況をみながら随時走行を止める間欠運転
コンベア先端深さは生子収集試験と同様

・選別用ベルトコンベア

生子収集試験と同様

カ. 調査項目

生子収集試験と同様

3. 試験結果

(1) 開発機の収集作業状況

タマネギピッカーの拾い上げコンベアをコンニャク種芋用に改良したことで、生子の落下や転がりが発生せず拾い上げが可能となった(平成30年度)。コンベアバー隙間を狭くしたことで土塊や軽石も拾い上げるため、コンベア後方に選別スクリーンを設置して、土砂の混入軽減を図った。選別スクリーンはある程度の土砂ふり落とし効果がある(令和元年度)ものの、表1に示すように土壌水分や土塊の状態、軽石含有程度などの条件により、選別コンベアに搬送される土砂量は大きく異なった。

回転送り出し装置を取り付けたことで、選別スクリーンにおける生子や礫の挟み込みによる堆積は軽減され、順調に作業ができた。ただし、数cm以上の土塊の割合が高い場合にはゴム棒の送り出し力が不足し、またコンニャク枯死茎葉が多い場合などは回転棒へ絡まり、回転が停止する可能性があるため、さらに改良が必要であった。また、土塊の多い場所では、ベルトコンベア上で土塊の下に生子が埋もれる状況が発生し、作業に手間取り回収できない生子が生じた。土塊が小さい場合は、回転棒の停止は見られず送り出し装置は問題なく動作し、ベルトコンベア上の収集作業も順調に行えた。

選別作業台車はタマネギピッカーに牽引されるため、地面の凹凸とクローラの接地具合により牽引連結部に折れ曲がりが発生する。作業台車が上方向に折れ曲がる場合に選別コンベアと選別スクリーンバー先端とが接触するため、バーの先端5cmをスプリング素材としたことで、折れ曲がり度は13°まで可能であった。

作業者が椅子に座った状態でベルトコンベア上の種芋を収集する方式としたことで、慣行作業のしゃがみや膝つき姿勢に比べて、大幅に楽な姿勢での作業が可能となった。

(2) 生子収集試験(表2)

開発機では、コンベア左側で拾い上げられた生子は、拾い上げ途中のコンベアバー左側ガイドゴム板で中央側に寄せられにくく、ゴム板の下に潜り込みコンベアバー背面での落下がみられた。試験では生子を右側から多く拾い上げるように運転することで対応した。

生子の形状がほとんど球状の「みやままさり」では選別スクリーンの隙間は適していたが、棒状の「あかぎおおだま」では細長い生子は選別スクリーンから落下した。

開発機と慣行の生子収集率は、「みやままさり」、「あかぎおおだま」ともに同程度であった。10aあたりの作業時間は、「みやままさり」で開発機が3人組作業で131分、慣行が1人作業で552分であった。1人あたりの作業能率に換算すると、開発機が52kg/時、慣行が39kg/時であった。「あかぎおおだま」は、10aあたりで開発機が178分、慣行が232分であり、1人あたりで開発機が29kg/時、慣行が39kg/時であった。

(3) 生子上がり収集試験(表3)

開発機では、最低速度でも人力の収集作業が追いつかないため、オペレータが作業状況を見ながら走行を止める間欠運転で行った。

10aあたりの作業時間は、開発機が3人組作業で276分、慣行が1人作業で902分であった。1人あたりの作業能率に換算すると、開発機が177kg/時、慣行が137kg/時であった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 作業条件による土砂量の違い

10mあたり

試験ほ場		収集				収集以外			
		生子上がり	生子		割合	生子	土塊・土	石・礫	割合
		重量 (kg)	重量 (kg)	個数 (個)	(重量比) (%)	重量 (kg)	重量 (kg)	重量 (kg)	(重量比) (%)
安中市	生子収集	-	2.65	184	8	-	31.1	0	92
	生子上がり収集	28.4	-	-	64	2.9	13.2	0	36

注1) 開発機で拾い上げ後選別スクリーンで処理され、コンベアに供給された量を回収し調査した

2) 生子上がり収集では、生子上がりに着生した生子は回収しない

表2 生子の収集性能

品種	方法	収集率 %	作業速度 m/分	作業時間 (分/10a)				作業能率	
				生子 収集	旋回	コンテナへ 入れ替え	合計	kg/時	kg/時・人
みやままさり	開発機	86.1	6.99	126	4.7	-	131	155	52
	慣行	90.3	-	514	-	37.3	552	39	39
あかぎおおだま	開発機	65.6	5.09	173	4.7	-	178	86	29
	慣行	65.8	-	216	-	16.0	232	39	39

注1) ほ場条件 長辺110m、両側旋回、畦幅1.15m 2) 試験場所 みやままさり：安中市、あかぎおおだま：昭和村

3) 親(販売)芋1個重 みやままさり1.22kg、あかぎおおだま0.74kg

4) 10aあたりの収集量 みやままさり：開発機337kg、慣行363kg あかぎおおだま：開発機255kg、慣行152kg

5) 収集した生子1個重 みやままさり：開発機18.3g、慣行17.6g あかぎおおだま：開発機17.1g、慣行19.0g

6) 収集率：コンテナに収集した重量 / (コンテナ収集+畦に残った重量)、表2も同様

7) 開発機は、オペレーターと収集作業員2人の3人組作業、表2も同様

8) 作業時間にコンテナ運搬時間は含まない、表2も同様

表3 生子上がりの収集性能

方法	収集率 %	作業速度 m/分	作業時間 (分/10a)				作業能率		
			収集	コンテナ 積み替え	旋回	コンテナへ 入れ替え	合計	kg/時	kg/時・人
開発機	100	3.37	261	10.3	4.7	-	276	531	177
慣行	100	-	880	-	-	21.5	902	137	137

注1) ほ場条件 長辺110m、両側旋回、畦幅1.15m 2) 品種：みやままさり 3) 試験場所 安中市

4) 10aあたりの収集量 開発機2,444kg、慣行2,053kg

5) 収集した芋の1個重 101g

6) 開発機の速度は最低速で、作業状況を見ながら随時走行を止める間欠運転

5. 経営評価

改良したタマネギピッカー後部に作業用台車を牽引し台車上で収集することで、生子の拾い上げでは作業速度5~7m/分で収集することができる。

「みやままさり」の生子収集で、開発機の1日の作業時間を5時間とした場合、1日で作業可能な面積は23aとなる。掘り取り作業の10月下旬から12月中旬の間に、生子収集日数(販売芋掘り取り日数)を30日とした場合、負担面積は6.9haとなる。

開発機は3人組作業で行ったが、オペレータは開発機の方角調整のみで作業は少ない。収集作業員がオペレータを兼ねられれば、さらに1人あたりの作業能率が高くなる。

6. 利用機械評価

開発機では収集作業者は椅子に座ったまま作業できるため、慣行の地面でのしゃがみや膝つきに比べ大幅に作業姿勢が改善される。コンテナの配置や回収などに要する時間も慣行に比べ低減され、また歩行による移動も少ないことから軽労働化できる。

タマネギピッカーで今回製作した台車を牽引することは、タマネギピッカーの出力や収集作業を行う上では問題なかった。ただし、段差の大きいほ場の出入りやトラックへの積み降ろし時などは課題があった。また、安全上の課題などは別途メーカーと協議が必要である。

7. 成果の普及

現時点で実用化は未定であるが、生産者を対象とした現地実演会(11月11日)や試験担当農家からは開発機に期待する声が多いことから、普及センターに情報を提供するとともに、実用化についてメーカーと協議していきたい。

8. 考察

開発機は、拾い上げコンベア先端部で地面に潜り込む種芋(ヘッドロス)はほとんどみられなかった。ただし、生子では拾い上げコンベア左端で拾い上げた場合、中央に寄せられず拾い上げコンベア終端でコンベア裏へ落下する生子が発生する。コンベア中央から右側寄り拾い上げることで、落下する生子を減らすことができるが、改良が必要である。

選別スクリーン上に回転送り出し装置を設置したことで、スクリーンでの堆積がなくなり順調に作業できた。ただし土塊の程度等により効果不足の場合がありさらに改良が必要である。

「あかぎおおだま」では選別スクリーンから落下する生子が多いため、選別スクリーンの隙間の寸法を検討する必要がある。また、「あかぎおおだま」では、健全で回収すべき生子と折れて芽がない生子などとの見分けが煩雑で、回収速度が低下した。

生子上がりでは、ベルトコンベア上で調製作業が必要になるため、開発機の作業速度を3m/分程度まで下げる必要があり、スプロケットを変更しても不十分であったため、今回は走行を止めながらの間欠運転とした。

掘り取る芋の大きさから、一般に生子上がりよりも販売芋では掘り取り機の刃を深くする必要がある。そのため掘り取り後の地面上では土塊が増加し、販売芋に着生した生子を開発機で拾い上げる場合に土塊量が多くなる傾向がある。収集作業能率を上げるには、土塊の量を減らす工夫が必要である。

開発機は、特に「みやままさり」で慣行よりも高能率に種芋の収集作業ができ、作業姿勢も大幅に改善され軽労働化できた。

9. 問題点と次年度の計画

実用化に向けてメーカーと検討したい。

10. 参考写真

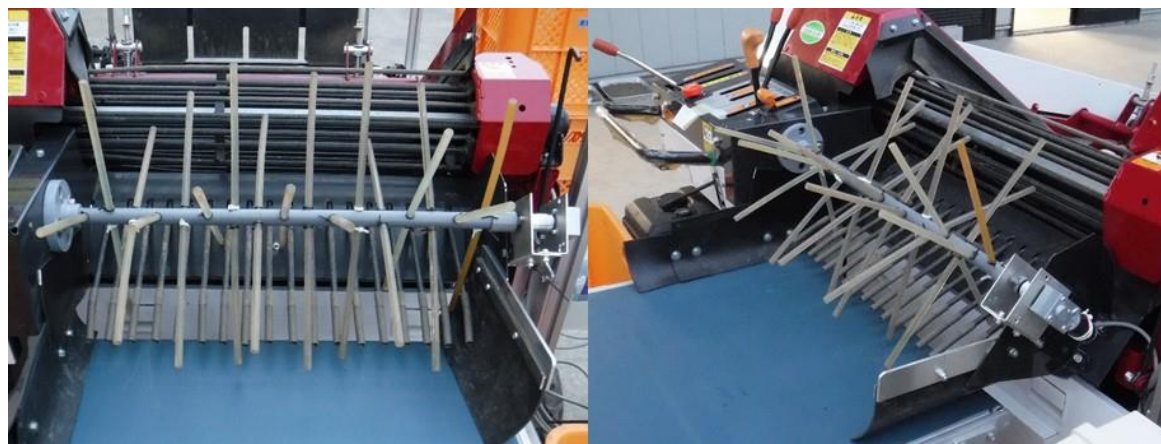


写真1 試作した選別スクリーン、回転送り出し装置



写真2 タマネギピッカーに牽引される作業台車



写真3 開発機の生子収集作業



写真4 ベルトコンベア上の状況（生子）



写真5 慣行の生子収集作業



写真6 開発機の生子上がり収集作業



写真7 ベルトコンベア上の状況（生子上がり）



写真8 慣行の生子上がり収集作業