

委託試験成績（令和元年度）

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、ピックアップ型作業機とトラクタフロントバケットの組み合わせ体系が徐々に導入されつつあるが、種芋はすべて人力でミニコンテナへ収集している。</p> <p>そこで、種芋の省力的な収穫作業技術を開発する。平成30年度は、タマネギピッカーを改良してコンニャク種芋への適応性を検討した。平成31年度は、引き続き機械の改良を行い、種芋拾い上げ性能の向上を図る。さらに、拾い上げた芋の効率的な選別技術を確立する。</p>
担当者名	企画部機械施設係 主任 田村晃一
<p>1. 試験場所</p> <p>(1) 群馬県農業技術センター内ほ場(伊勢崎市西小保方町493) 土性 砂壤土、土壌区分 黒ボク土</p> <p>(2) 現地農家ほ場(安中市松井田町) 土性 砂壤土、土壌区分 黒ボク土</p> <p>(3) 現地農家ほ場(昭和村貝野瀬) 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) タマネギピッカーの改良</p> <p>ア. 原型機</p> <p>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"> コンベアバーは昨年度試作したものを利用した。 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 昨年度製作したコンベア直後に細かい土砂を落とす簡易的なスクリーンは、生子や礫、土塊などの堆積や、隙間へのかみ込みが多く見られたため、スクリーン面積の拡大や、スクリーンバーの取り付け位置を変更し傾斜を大きくした。 選別スクリーンバー径10mm、バーピッチ33mm、バー隙間23mm、 スクリーンバー 面積幅610mm×長さ345mm、下り傾斜20度 <p>(2) 牽引式選別作業台車の製作</p>	

改良したタマネギピッカー（以下、改良機）による拾い上げでは多くの土砂や礫が混入することから、生子の選別方法について検討した。今年度は、改良機に作業台車を連結し、台車上でベルトコンベアによる手選別の作業性について検討した。

作業台車は新たに製作し、改良機後部に連結した。台車上に選別用ベルトコンベアを設置し、改良機から拾い上げられた種芋等がベルトコンベアに供給され、生子等の回収が行えるようにした。作業台車は、ベルトコンベアや作業者などの重量がかかることから台車にタイヤを取り付け、牽引方式とした。改良機後部への荷重および牽引による改良機先端部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。

改良機のコンテナ補助台を取り外し、右後部に選別作業用の簡易椅子を設置した。

- ・作業台車 幅 1600mm、長さ 980mm、高さ 330mm、タイヤ外径 210mm

- ・供試ベルトコンベア

 - マルヤス機械 MMX2-104-400-160-IV-25(インバータ変速)

 - 幅 400mm、長さ 1600mm、AC100V、ベルト速度可変範囲 5.7~22.7cm/秒

 - 作業台車に発電機(HONDA EU9i 定格出力 900VA)を設置し、電源とした。

(3) 選別スクリーンの効果

ア. 試験場所

現地農家ほ場[安中市松井田町]

イ. 試験期日 11月19日

ウ. 試験区

- ・簡易選別あり：選別スクリーン設置

- ・簡易選別なし：スクリーン部をアクリル板で塞ぎ、全量を送った

エ. 試験条件

1) 供試作物の概要

「みやままさり」2年生に着生した生子

寄せ畦(2条)、株間26cm、畦間115cm

掘り取りは試験日当日

2) 作業方法

掘取機で掘り上げ後に風乾させ、芽欠き、生子分離、雑草除去などの調製を手作業で行い、球茎を回収後、改良機で畦に残っている生子を拾い上げた。

オ. 機械条件

改良機

ギア「1」、エンジン回転 スロットルレバー「全開」、

作業機先端が一番下げた状態、先端爪なし

カ. 調査方法

選別スクリーンから落下した生子・土砂量、選別スクリーン通過後にコンテナへ回収した生子・土砂量、改良機通過後の地面に残っている生子量を調査した。

(4) 生子拾い上げ同時選別試験

ア. 試験場所

現地農家ほ場[安中市松井田町]、[昭和村貝野瀬]

イ. 試験期日 安中市：(3)と同様、昭和村：11月21日

ウ. 試験区

(3)と同様

エ. 試験条件

1) 供試作物の概要

「みやままさり」2年生に着生した生子

安中市：(3)と同様、昭和村：普通畦(1条)、株間34cm、畦間53cm

掘り取りは試験日当日

2) 作業方法

改良機で拾い上げながら、作業台車上のベルトコンベアで人力によりコンテナに回収した。

その他作業方法は(3)と同様

オ. 機械条件

・改良機

(3)と同様

・選別用ベルトコンベア

ベルトスピード メモリ4 (5.7cm/秒)

カ. 調査方法

ベルトコンベア上で手作業によりコンテナへ回収した量、ベルトコンベアを通過した生子・土砂量、改良機通過後の地面上に残った生子の量を調査した。

(5) 生子上がり拾い上げ同時選別試験

ア. 試験場所

現地農家ほ場[安中市松井田町]

イ. 試験期日 11月20日

ウ. 試験区

・生子上がり収集：

選別スクリーン設置、ベルトコンベア上で生子上がりを収集

(ベルトコンベアに合い向かいで2人作業)

・生子上がり生子同時収集：

スクリーン部をアクリル板で塞ぐ、ベルトコンベア上で生子上がりとしを収集

(生子上がり回収はベルトコンベア片側に横並び2人作業で、作業員Cはベルトコンベア上流側、作業員Bは下流側、生子回収は作業員Bの合い向かいで作業員Aが1人作業)

・慣行：

生子上がりとしを収集(1人作業)

エ. 試験条件

1) 供試作物の概要

「みやままさり」生子あがり

2条寄せ畦(千鳥4条)、株間22cm、畦間110cm

掘り取りは試験日当日

2) 作業方法

ア) 改良機供試区 (4)と同様

イ) 慣行区

地面上で回収コンテナを移動させながら、手作業により生子上がりの土落とし、腐敗球の除去、生子上がりおよび生子あがり着生生子をコンテナへ拾い込んだ。

作業員：60歳代男性、経営主(ベテラン)

オ. 機械条件

・改良機

ギア「1」、エンジン回転は作業可能な最低速度(アイドリングから僅かに上げた程度)

その他条件は(3)と同様

- ・選別用ベルトコンベア

(4)と同様

カ. 調査方法

- 1) 改良機供試区 (4)と同様
- 2) 慣行区 コンテナへ回収した量と拾い残した量、および作業時間を調査した

(6) 定置型ベルトコンベアを利用した種芋選別試験

ア. 選別装置の試作

改良機による拾い上げ同時選別作業では、選別作業の能率に制限され、作業速度を上げることができない。そこで、改良機が高効率で拾い上げを行い、選別は定置したベルトコンベアで手選別した場合について調査した。

定量供給するリフトコンベア、選別用ベルトコンベアを定置し、ベルトコンベア上で手作業により種芋を収集する。リフトコンベアは、エダマメ選別用リフトコンベアを利用した。投入ホッパを設置し、改良機で拾い上げた種芋等を投入できるようにした。リフトコンベア速度は可変できるようにスピードコントローラと対応したモーターに変更した。

選別用ベルトコンベアは、両端から種芋などの落下がみられたため、落下防止板およびガイド板を設置した。両側で作業が効率的に行えるよう、中央にガイド板を設置し、中央に隙間を空けることで作業範囲が明確になるようにした。

- ・供試リフトコンベア

マツモト GSL-1 全長 950mm、全幅 550mm、100V

- ・供試ベルトコンベア 試験方法(1)と同様

イ. 選別試験

- 1) 試験場所 農業技術センター作業棟
- 2) 試験期日 1月9日、10日
- 3) 試験区
混合割合(生子:礫) 3水準(20%:80%、50%:50%、80%:20%)
選別コンベアベルト速度 2水準(ダイヤルメモリ 4、6)

4) 試験条件

ア) 供試作物 「みやままさり」生子

イ) 作業方法

生子と礫を均一に混合し、リフトコンベアホッパに供給する。リフトコンベアからベルトコンベアに定量供給され、ベルトコンベア上で作業者が手作業により種芋をコンテナへ収集した。作業者が最も高い能率で作業するために、十分な量の生子等をコンベアに供給した。

5) 機械条件

リフトコンベア速度 ダイヤルメモリ 1.2(ベルト速度 4.7cm/秒)

6) 調査項目

ベルトコンベア上で手作業によりコンテナへ回収した量、ベルトコンベアを通過した生子・礫の量を調査した。

3. 試験結果

(1) 改良機による種芋拾い上げ試験

昨年度改良したタマネギピッカーに、本年度さらに改良した選別スクリーンを利用することで、土砂や回収不要な小さな生子がスクリーンから落下し、選別効果を確認でき

た。生子や礫の堆積についてもおおむね改善されたが、スクリーンバーに礫などの挟み込みが発生すると、そこから堆積する状況がみられた。スクリーンバー全面にアクリル板を取り付け塞いだ場合には、機速が遅いとやや堆積がみられるが、スロットルレバー全開では、生子等がコンベアの回転により飛ばされ、選別スクリーン下流側に落ちることが多く、またアクリル板が振動したことで堆積はみられなかった。

選別スクリーンから落下した量は、10mあたり生子が21個（1個重13.3g）、土砂が3.42kgであった（表1）。

改良機先端部で拾い上げられない生子は僅かであったが、拾い上げコンベア終端部で生子が挟まり後方に送られず、コンベア裏側で地面に落下する状況が1割程度みられた。

(2) 生子拾い上げ同時選別試験

簡易選別のありなしで、ベルトコンベア上での回収量に差はみられなかった（表2）。ベルトコンベア上で回収できなかった生子は、簡易選別なしが有りに比べ多くなった。回収できなかった生子の1個重は、回収できた生子に比べ小さかった。

拾い上げ機クローラーがほ場の盛り上がった位置を通った場合は、拾い上げコンベア先端が深く地面に入らないことで拾い上げられない生子が増加した。

(3) 生子上がり拾い上げ同時選別試験

ベルトコンベア上での回収量は、簡易選別ありで生子上がりのみ回収した場合は、1人あたり70個/分程度となった（表3）。簡易選別なしで生子上がりと生子を同時に回収した場合は、生子上がり回収で作業員Cが100個（1個重89.3g）、作業員Bが42個（1個重67.5g）であり、収集作業員が選別コンベアに対して横並びのため、ベルトコンベア上流側と下流側で作業能率と収集した生子上がりの1個重に差がみられた。生子回収作業は92個（1個重11.6g）であった。

慣行は、土落とし、腐敗球の除去、生子上がりおよび生子回収を同時に行い、1分あたりの回収量は生子上がりが19個、生子が13個であった。

(4) 定置型ベルトコンベアを利用した種芋選別試験

作業能率は、生子の割合が増えるほど高くなった（表4）。コンベア速度による作業能率の違いは、生子が20%の場合では差はみられなかったが、生子が50%以上ではすべての区でコンベアベルト速度「6」が高くなった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 選別スクリーンの効果

簡易選別	10mあたり										
	選別スクリーン落下				コンテナ回収				拾い残し		
	生子		土砂		生子		土砂		生子		
回数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	重量 (kg)	回数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	重量 (kg)	回数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	
あり	21	0.28	13.3	3.42	346	7.76	22.4	7.12	27	0.44	16.3
なし	-	-	-	-	297	6.50	21.9	6.88	40	0.64	16.0

注1) 作業速度12.4m/分程度

試験場所	簡易選別	作業者	1分あたり									
			コンテナ回収			ベルトコンベア通過			拾い残し			
			生子			生子			土砂	生子		
個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	重量 (kg)	個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)			
安中市	あり	A	142	3.68	26.0	9	0.17	20.0	18.0	45	0.95	21.1
		B	117	3.14	26.8							
	なし	A	146	3.63	25.0	61	0.95	15.5	27.22	32	0.62	19.2
		B	121	3.28	27.2							
昭和村	あり	B	87	1.37	15.8	7	0.07	10.0	3.72	115	1.52	13.2
		C	84	1.35	15.9							
	なし	B	69	1.31	18.9	55	0.52	9.55	6.05	88	1.17	13.2
		C	83	1.56	18.8							

注1) 作業者A: 前向き作業・40歳代男性、B: 後ろ向き作業・50歳代男性、C: 前向き作業・50歳代男性、
 2) 拾い残しには選別スクリーンからの落下分も含む
 3) 作業速度12.4m/分程度

作業方法	作業者	回収対象	1分あたり									作業速度 (m/分)	
			コンテナ回収			ベルトコンベア通過			拾い残し				
			芋			芋			土砂等	芋			
個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	重量 (kg)	個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)				
生子上がり収集 (選別あり)	A	生子上がり	71	7.26	102	0	-	-	9.88	0	-	-	5.36
	B	生子上がり	69	6.33	91.6								
生子上がり・ 生子同時収集 (選別なし)	C	生子上がり	100	8.93	89.3	3	0.12	48.0	13.8	0	-	-	5.00
	B	生子上がり	42	2.80	67.5								
慣行	A	生子	92	1.07	11.6	22	0.20	9.09		8.5	0.09	10.6	
		生子上がり	19	1.81	95.1	-	-	-	-	0	-	-	0.60
		生子	13	0.18	13.7	-	-	-	-	5	0.05	10.0	

注1) 生子上がり収集は作業者A: 後ろ向き作業・50歳代男性、B: 前向き作業・60歳代男性
 2) 生子上がり・生子同時収集は作業者C: 前向き作業(左側)・50歳代男性、B: 前向き作業(右側)、A: 後ろ向き作業
 3) 慣行作業は生子上がりとし子を同時に収集
 4) 生子の拾い残しには選別スクリーンからの落下分も含む

作業者	混合割合 (生子: 礫)	コンベア 速度設定	回収分						通過分			
			生子			作業速度 (個/秒)	礫		生子			礫 (kg)
			個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)		個数 (個)	重量 (kg)	個数 (個)	重量 (kg)	1個重 (g)	
A	50%:50%	4	154	2.34	15.2	2.57	1	0.01	68	0.89	13.1	2.79
		6	184	2.71	14.7	3.07	3	0.04	60	0.72	12.0	3.25
B	50%:50%	4	147	2.11	14.4	2.45	4	0.04	88	1.18	13.4	2.69
		6	165	2.30	13.9	2.75	0	-	54	0.71	13.1	3.25
C	20%:50%	4	98	1.38	14.1	1.63	0	-	11	0.13	11.8	4.65
		6	93	1.37	14.7	1.55	0	-	14	0.18	12.9	5.06
	50%:50%	4	114	1.83	16.1	1.90	6	0.06	88	1.05	11.9	3.04
		6	165	2.58	15.6	2.75	3	0.03	83	0.98	11.8	2.98
	80%:20%	4	174	2.57	14.8	2.90	4	0.02	182	2.16	11.9	1.05
		6	267	3.12	11.7	4.45	11	0.07	108	1.31	12.1	1.08

注1) 作業者A: 50歳代男性、B: 40歳代女性、C: 50歳代男性
 2) コンベアベルト速度 メモリ4: 速度5.7cm/秒、6: 11.4m/秒

5. 経営評価

本試験において生子の拾い上げでは、改良したタマネギピッカー後部に作業用台車を牽引し、台車上で回収することで、作業速度0.2m/秒程度で作業が行え、昨年度の試験結果から、慣行と比べて大幅に作業時間を短縮することができる。生子上がりは、慣行と同様の作業を行うには、現在のタマネギピッカーの作業機速より、さらに低速にする必要があるため、作業方法も含め検討する必要がある。

6. 利用機械評価

拾い上げは慣行よりも高速で作業できるため、作業時間の短縮と負担軽減が図れる。実用的には、タマネギピッカーで牽引が可能かなどの課題はあるが、作業者が座った状態で作業を行うことで作業姿勢が改善され、負担軽減が図れる。

7. 成果の普及

普及センターに情報を提供するとともに、現地実証試験に普及センターと協力し取り組みたい。

8. 考察

(1) 改良機による種芋拾い上げ、および拾い上げ同時選別

改良機による拾い上げは、コンベア先端部で拾い上げられない生子は僅かであり、問題はなかった。コンベア終端部で生子が挟まり後方に送られず、コンベア裏側で地面に落下する状況が1割程度みられたが、おおむね拾い上げは良好であった。

生子拾い上げ同時選別は、簡易選別なしでは、拾い上げた生子や土砂がすべてコンベア上に送られ、生子が埋もれるなど、回収しづらく、見逃しも発生して収集できない生子が多くみられた。簡易選別ありでは土砂や小さな生子は落下し、コンベア上の視野性向上や、生子回収時に夾雑物が邪魔にならないなど作業性が改善することで、見逃しが少なくなった。

生子上がり拾い上げ同時選別試験は、簡易選別ありでは土砂などが少なく、作業性はよかった。生子上がりに着生した生子を回収したい場合は、生子が選別スクリーンから落下するため、選別スクリーンを塞いだが、土砂や土塊が多く、回収できない生子上がりや生子がみられた。

慣行では、生子上がりの調製作業を行いながら生子上がりおよび生子回収を同時に行うが、改良機では回収のみ行っているため、慣行と同様の作業を選別コンベア上で行う場合は、今回試験の作業機速5m/分より半分以下まで下げる必要があると考える。

ベルトコンベアに流れる土塊や礫を減らすため、回収する種芋の大きさに合わせて簡易選別スクリーンの目幅を変えることが有効と考える。

(2) 定置型ベルトコンベアを利用した種芋選別試験

ベルトの作業速度が速い場合には、コンベア上の生子や礫の重なりが少なくなり、作業性は良くなった。

生子の割合が高くなると、片手で一度に2~3個回収することができ、作業能率が上がる。そのため、選別スクリーンなどにより生子の割合を高くすることで、作業能率が向上すると考える。

9. 問題点と次年度の計画

改良機の選別スクリーンの有効性は確認できたが、改良したスクリーンでも堆積がみられたため、次年度は傾斜の見直しや、生子や礫が挟まりにくいスクリーン形状にするなど、さらに改良を行う。また、作業能率を上げるため、引き続き、選別用ベルトコンベア上に供給される土塊や礫を減らす方法を引き続き検討する。

同一ほ場でも改良機に拾い上げられる土塊の大きさや量にばらつきがみられた。掘取機の深さによって土塊の状態が変わると考えられるので、掘取り方法についても検討する。

現地農家ほ場で、作業能率や作業負担を評価するため、長時間作業が可能な試作機を製作する。

効率的な作業体系を組み立て、現地農家ほ場で実際の利用場面と同条件で試験を実施し、作業能率を元に経営評価を行う。

本試験の改良内容について、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 簡易選別スクリーン



写真2 試作した作業台車



写真3 生子上がり拾い上げ同時選別



写真4 選別スクリーンあり (昭和村)



写真5 選別スクリーンなし (安中市)



写真6 生子上がり・生子拾い上げ同時選別



写真7 慣行 (生子上がり・生子同時収集)



写真8 定置ベルトコンベア選別状況