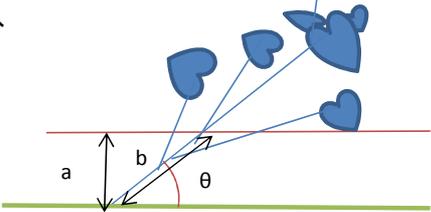


委託試験成績（平成25年度）

担当機関名	茨城県農業総合センター 農業研究所		
実施期間	平成25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	干しいも用カンショ栽培における作業軽労化のための挿苗および収穫の機械化体系の確立と経営評価		
目的	干しいも用カンショ生産において、挿苗作業と収穫作業は全労働時間の半分以上を占めるとともに、中腰の作業姿勢が身体に与える負担は極めて大きく、挿苗・収穫作業機械化に対する要望が高い。挿苗機、収穫機を用いて慣行法と作業時間、作業姿勢の比較により挿苗作業、収穫作業の機械化適応性および経済性を検討し、干しいも機械化体系の確立・定着を図る。		
担当者名	所属：経営技術研究室 役職・氏名：主任・森 拓也		
1 試験場所	茨城県水戸市上国井町 農業研究所内畑圃場		
2 試験方法			
(1) 供試機種	挿苗機：全自動野菜挿苗機 PN1A,K 拾い取り機：歩行型かんしょピッカーHP100K		
(2) 試験条件			
ア 圃場条件	土壌（表層腐植質黒ボク土）排水良好		
イ 品種	タマユタカ		
ウ 栽培概要			
作業名	作業日	作業機・使用資材等	備考
マルチ敷設	5月24日	Y社畝立てマルチャ	マルチ有区・生分解性マルチ区のみ
施肥	5月24日	かんしょ専用S120、Nで3kg/10a施用	畝立同時施肥
殺虫剤	5月27日	ラグビーMC粒剤	
病害防除	5月27日	ベンレートT水和剤	苗基部を浸漬
挿苗	5月28日	Y社挿苗機または人力	
除草	5月28日	デュアルゴールド	マルチ無区のみ
殺虫剤	6月28日	マッチ乳剤	
つる刈り	10月28日	つる刈り機（K社ハンマーナイフモア）	
掘り上げ	10月29日	N社ディガー	
拾い取り	10月30日	Y社ピッカーまたは人力	
エ 試験区構成			
試験1) 挿苗試験			
1-1 苗の長さまたはマルチの有無や種類が挿苗機の植付精度に及ぼす影響			
・ 目的：苗の長さやマルチの種類別に挿苗を行い、挿苗機の作業能率や植付精度を明らかにする。			
・ 方法：苗は、購入苗を長さ別に、平均31cm（25～30cm）、35cm（30～35cm）、39cm（35～40cm）の3種類に分けた。苗の長さは、茎基部から葉先端部までの長さとした。植付姿勢は、右図のように、aは土壌表面からの垂直深さ、bは土壌中の苗の長さ、 θ は植付角度とした。			
			

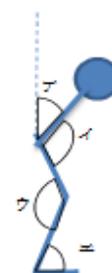
挿苗機	マルチの種類	苗の種類
挿苗機	マルチ無	・選別苗（平均の長さ：31cm, 35cm, 39cm） ・未選別苗
	マルチ有（黒マルチ） 生分解性マルチ	・未選別苗

1 - 2 挿苗機利用によるマルチの有無・種類がイモの収量・形状に及ぼす影響

- ・目的：マルチの有無や種類の違いが、イモの収量や形状に及ぼす影響を明らかにする。また、挿苗機利用による挿苗が、イモの収量や形状に及ぼす影響を明らかにする。
- ・方法：各試験区 10 株ずつ 2 反復を掘り取り、収量・品質調査を行った。形状区分は、「青果用カンショのかんしょ選別基準（茨城県）」に従った。

1 - 3 挿苗機が、挿苗作業の作業負荷に与える影響

- ・目的：挿苗機利用による作業者の作業負荷を明らかにする。
- ・方法：挿苗作業を人力で行う場合と挿苗機で行う場合の作業員の作業負荷を調査した。作業負荷は作業中の動画より、代表的な作業姿勢の静止画を BlessPro ver.2.52.2 により解析し、右図のように作業者の体の各部位（ア：上半身、イ：腰、ウ：膝、エ：足）の角度から、腰部椎間板圧迫力、腰部椎間板剪断力、脊柱起立筋筋力を算出した。求めた値の合計値と作業時間との積を作業負荷とした。荷物荷重は 1kg とした。



試験 2) 収穫試験

2 - 1 マルチの有無・種類がかんしょピッカーの収穫精度に及ぼす影響

- ・目的：マルチの有無・種類がかんしょピッカーによる拾い取り精度に及ぼす影響を明らかにする。
- ・方法：前日に M 社ディガーで 1 条ずつ掘り上げながら 3 畝分のイモを 1 列に集めておいた状態で、マルチの有無・種類別にかんしょピッカーによるイモの拾い取り精度を調査した。収穫容器は、ピッカー、人力ともにコンテナとした。

収穫機	マルチの種類
かんしょピッカー	マルチ無 マルチ有（黒マルチ） 生分解マルチ
	マルチなし
人力	マルチなし

2 - 2 かんしょピッカーが収穫作業の作業負荷に及ぼす影響

- ・目的：かんしょピッカーによる作業者への作業負荷を明らかにする。
- ・方法：上記 2 - 1 のマルチ有区において、かんしょピッカーを利用した収穫作業の作業負荷を明らかにする。作業負荷の算出方法は、上述の 1 - 3 による。

試験 3) 挿苗機および収穫機の経営評価

- ・調査対象 : ひたちなか市干しいも A 経営
- ・栽培面積 : 220 a (タマユタカ 150 a, べにはるか 40 a 他)
- ・労働力 : 家族 3 名, 臨時雇用若干名 (5, 10, 12 ~ 2 月)

- ・主な機械装備：カンショ挿苗機，マルチャー，ハンマーモア，けん引式掘上機，フォークリフト，トラクタ（16，20，42ps），ライムソア，動噴など。
- ・分析方法：聞き取り，農作業の軽労化程度を考慮した純収益の算出

3 試験結果

試験1) 挿苗試験

1 - 1 苗の長さまたはマルチの有無や種類が挿苗機の植付精度に及ぼす影響

- 1) 苗の長さが長いほど欠株率が高まった（表1）。これは，苗の長さが長いほど苗形状が変形するため，機械が苗をつかみ取る際にミスが生じやすくなったためである。
- 2) 苗の長さの違いによる植付姿勢や株間に明らかな違いが見られなかった（表1）。
- 3) マルチ有無や種類による欠株率は，マルチ無区で欠株率が高まる傾向となった（表2）が，欠株の原因は，苗を苗供給ベルトにセットする際の人為的な問題または苗質に起因する苗のつかみ取りミスによるものであったため，マルチの有無や種類との因果関係は確認されなかった。
- 4) マルチ有無や種類による植付姿勢や株間に差は見られなかった（表2）。人力による挿苗と比較すると，直立植えとした人力と比べて斜め挿しとなる傾向であった（表2）。

1 - 2 挿苗機利用によるマルチの有無・種類がイモの収量・形状に及ぼす影響

- 1) マルチ有無の比較では，挿苗機，人力ともにマルチ有区の方が収量性は高かった（表3）。
- 2) 挿苗機および人力の比較では，マルチ有・無ともに挿苗機区で収量性が低かった。理由は，株あたりイモ数は同程度だが，1個あたりイモ重が挿苗機区で少なかったことによると推測される。一方，挿苗機利用による生分解性マルチ区は，株あたりイモ数，1個あたりイモ重が高く，収量性が高かった（表3）。
- 3) イモ形状は，マルチ有区と比べてマルチ無区で丸品率が高まる傾向が見られたが，挿苗機と人力の比較では形状に大きな違いは見られなかった（表4）。

1 - 3 挿苗機が，挿苗作業の作業負荷に与える影響

- 1) 挿苗機を使用した挿苗時の作業時間は，2.5時間/10a省力化された（表5）。
- 2) 挿苗機を使用した挿苗作業は，立った状態での作業が可能のため，操縦者の作業負荷は，人力による挿苗作業と比べると，腰部椎間板圧迫力，腰部椎間板剪断力，脊柱起立筋筋力がそれぞれ小さくなり，作業時間を考慮した作業負荷は約8割削減された（表5）。

試験2) 収穫試験

2 - 1 マルチの有無・種類がかんしょピッカーの収穫精度に及ぼす影響

- 1) かんしょピッカーの収穫精度は，マルチ無区と比較してマルチ有区は，拾い取りロスがやや多くなった。一方，生分解性マルチ区では，収穫時に未分解のマルチが障害となり，地上部での拾い取りロスが多くなった（表6）。

2 - 2 かんしょピッカーが収穫作業の作業負荷に及ぼす影響

- 1) かんしょピッカーによる収穫作業において，作業機に乗ったイモの選別者は，中腰での姿勢であったため，腰部椎間板圧迫力，腰部椎間板剪断力，脊柱起立筋筋力が大きくなったが，10aあたりの作業時間を考慮した作業負荷は人力と比べて約64%削減された（表7）。

試験3) 挿苗機および収穫機の経営評価

経営評価を行う前提として、労働時間は「質調整作業時間（作業強度を作業時間の実質的長さに反映させる方法）」を採用した。A農家に対し作業項目別に疲労度の聞き取りを行った結果、軽労化を加味した質調整作業時間は、挿苗作業で0.5時間/10a、掘取作業で0.9時間/10aと算出された（図表略）。

挿苗機+人力掘取（価格100万円）区は機械導入に伴う経費（機械減価償却、燃料費、修繕費）の発生により、所得は5,245千円（慣行の98.8%）と減額する。ただし家族労働報酬（労働時間×@1,500円）を差し引いた純収益Aは3,490千円（慣行の100.3%）は慣行とほぼ同額になる。質調整労働時間を用いた軽労化効果である69,532円を加えた純収益Bは3,559千円（慣行の102.3%）と慣行を若干上回る（表8）。

人力挿苗+かんしょピッカー（価格126万円）区も同様に、機械導入経費（機械減価償却、燃料費、修繕費）の発生により、所得は5,231千円（慣行の98.5%）と減額する。家族労働報酬（労働時間×@1,500円）を差し引いた純収益Aは3,452千円（慣行の99.2%）に低下する。質調整労働時間を用いた軽労化効果は20,101円と小さく、これを加えた純収益Bは3,472千円（慣行の99.8%）に止まった（表8）。

挿苗機+かんしょピッカーの機械化体系は、両機の機械導入経費の増加により所得は5,165千円（慣行の97.3%）と低下する。家族労働報酬（労働時間×@1,500円）を差し引いた純収益Aは3,463千円（慣行の99.5%）であるが、質調整労働時間の軽労化効果は89,587円にのぼり、これを加えた純収益Bは3,552千円（慣行の102.1%）であった（表8）。

4 主要成果の具体的なデータ

表1 苗の長さが植付精度に及ぼす影響

試験区	欠株率			作業速度 (m/s)	植付姿勢				株間	
	苗の長さ (平均)	節数 (平均)	(%)		深さ (cm)	長さ (cm)	角度 (°)	植え付け節数 (節)	(cm)	変動係数
挿苗機	31cm	8	11.9	0.14	12.1	16.8	33.2	3.6	25.5	5.0
	35cm	8	13.6	0.15	12.0	16.1	29.8	3.8	25.5	3.3
	39cm	9	16.9	0.13	12.3	17.0	33.0	4.1	25.0	2.7

注1) 苗の長さおよび節数は、挿苗に使った苗の平均値。

注2) マルチ無区での試験結果。

表2 マルチの有無や種類が植付精度に及ぼす影響

試験区	マルチの有無	欠株率 (%)	作業速度 (m/s)	挿苗時間 (hr/10a)	植付姿勢				株間	
					深さ (cm)	長さ (cm)	角度 (°)	植え付け節数 (節)	(cm)	変動係数
挿苗機	マルチ無	8.5	0.12	2.9	12.9	18.3	36.2	4.2	25.5	3.8
	マルチ有	1.7	0.12	3.3	12.0	16.0	34.5	4.7	25.1	4.0
	生分解性	5.1	0.10	3.2	-	-	-	-	-	-
人力	マルチ無	-	-	5.0	-	13.3	85.5	3.4	24.9	4.0
	マルチ有	-	-	5.8	-	14.7	80.5	3.2	25.0	4.0

注1) 苗は、未選別苗を用いた。

注2) 挿苗機による挿苗作業には、苗を作業機にセットする準備作業は含めていない。

注3) 人力による挿苗時間のうち、マルチ有区には、マルチの穴あけに要する作業時間を含めた。

表3 マルチの有無・種類がイモの収量性に及ぼす影響

試験区	収量 (kg/10a)	株あたりイモ数 1個あたりイモ重		重量別割合 (%)								
		(個/株)	(g/個)	50g>	50g<	100g<	200g<	350g<	500g<	700g<	合計	
挿苗機	マルチ無	2,380	3.3	216	2	8	25	24	32	10	0	100
	マルチ有	2,868	4.1	202	4	8	24	30	14	7	12	100
	生分解性	3,330	4.3	216	5	11	15	22	25	10	11	100
人力	マルチ無	2,929	3.4	276	4	6	23	30	19	12	6	100
	マルチ有	3,604	3.8	237	6	7	14	33	15	24	0	100

注) 重量別割合の規格は、茨城県の青果用かんしょ選別基準による。

表4 マルチの有無・種類がイモ形状に及ぼす影響

試験区	マルチの有無	形状別割合 (%)				計
		丸	A	B	C	
挿苗機	マルチ有	6.7	41.8	43.7	7.8	100
	マルチ無	53.4	33.7	4.5	8.4	100
	生分解性	1.1	76.8	14.4	7.7	100
人力	マルチ有	3.3	57.6	22.4	16.7	100
	マルチ無	77.1	3.6	14.3	5.0	100

注1) 形状は、茨城県の青果用かんしょ選別基準による。

注2) 50g未満の規格外品は除外した。

表5 挿苗時の作業負荷

挿苗方法	作業時間 (hr/10a/人)	腰部椎間板	腰部椎間板	脊柱起立筋	作業負荷 (kN・hr/10a)
		圧迫力 Fc (kN)	剪断力 Fc (kN)	筋力 Fm (kN)	
挿苗機	3.3	0.71	0.23	0.44	4.59
人力	5.8	1.75	0.33	1.64	21.57

注1) 作業姿勢はBlessPro ver2.52.2により解析した。

注2) 作業負荷は(腰部椎間板圧迫力+腰部椎間板剪断力+腰部椎間板剪断力)と作業時間の積とした。

注3) 挿苗機, 人力ともにマルチ有(黒マルチ)区で試験した。

表6 マルチの有無・種類が、かんしょピッカーの収穫精度に及ぼす影響

マルチの有無	作業速度 (m/s)	製品 (%)	重量割合			合計 (%)
			収穫ロス			
			地上部 (%)	地中 (%)	収穫ロス合計 (%)	
マルチ無	0.08	96.7	2.5	0.8	3.3	100
マルチ有	0.07	94.8	3.5	1.7	5.2	100
生分解性マルチ	0.07	88.5	10.1	1.4	11.5	100

注1) カッコ内は、合計重量に占める割合。

注2) ピッカーで拾い取る前に、M社ディガーで1畝ずつ掘り取り、3畝分を1畝に集めた。

表7 収穫時の作業負荷

拾い取り	作業時間 (hr/10a/人)	腰部椎間板 圧迫力 Fc (kN)	腰部椎間板 剪断力 Fc (kN)	脊柱起立筋 筋力 Fm (kN)	作業負荷 (kN・hr/10a)
ピッカー	1.6	1.95	0.37	1.95	6.83
人力	6.4	1.36	0.29	1.28	18.75

注1) 前日にディガーで掘り上げたイモを拾い取る際の作業姿勢を調査した。
 注2) 作業姿勢はBlessPro ver2.52.2により解析した。
 注3) 作業負荷は(腰部椎間板圧迫力+腰部椎間板剪断力+腰部椎間板剪断力)と作業時間の積とした。
 注4) ピッカー、人力ともにマルチ有区を評価した。ピッカーの作業姿勢は作業機に乗り、中腰でイモを選別している人を測定した。

表8 機械化の経済性

導入機械 項目	機械化区						慣行
	挿苗機 + 人力掘取		人力挿苗 + かんしょピッカー		挿苗機 + かんしょピッカー		人力挿苗+ 人力掘取
経営規模	220a						
売上高	7,920,000	100.0%	7,920,000	100.0%	7,920,000	100.0%	7,920,000
変動費	1,755,578	100.6%	1,758,878	100.8%	1,768,778	101.3%	1,745,674
固定費	918,754	106.4%	929,841	107.7%	985,272	114.1%	863,322
所得	5,245,668	98.8%	5,231,281	98.5%	5,165,950	97.3%	5,311,003
家族報酬	1,755,600	95.8%	1,778,700	97.1%	1,702,800	93.0%	1,831,777
純収益A	3,490,068	100.3%	3,452,581	99.2%	3,463,150	99.5%	3,479,226
質調整労働時間を用いた純収益B	3,559,600	102.3%	3,472,682	99.8%	3,552,737	102.1%	
質調整労働時間の効果 (B - A)	69,532	-	20,101	-	89,587	-	-

注) %は慣行比

5 経営評価

(1) 収量・品質向上効果

本年度は、挿苗機の利用により、人力による挿苗と比較して収量性が低下した。原因として、挿苗時の苗の植付姿勢の違い(斜め挿しと直立挿し)による影響の可能性はあるが、昨年度の試験では同程度の収量性が得られていることから、年次変動を見るため再検討を行う必要がある。

(2) 機械導入による経営的效果

前述の結果から挿苗の機械化は、A経営にとって有利と判断できる。効果の程度は対象経営体の労働力(家族、雇用)、機械施設、面積など経営条件によって異なるが、A経営のような家族型の経営において効果は大きいとみられる。

一方で、収穫作業の機械化(かんしょピッカー)について、導入あるいは生産現場での普及拡大

のためには、さらなる機械の改良や諸条件の改善が必要である。すなわち、ピッカーの性能が現行より向上すること、ピッカーを利用することで作業への負荷軽減がより達成されること、さらには経営規模の拡大等によって現状よりも作業負担が増加し、かんしょピッカーによる作業負担軽減の必要性が経営体に生じることである。

6 利用機械評価

(1) 挿苗機

挿苗機利用により、立ったままでの作業が可能のため、人力による挿苗作業と比べると大幅に作業負担が低減でき軽労化が期待できる。挿苗時の植付精度は、昨年度の結果と異なり、マルチ無区で欠株率が高く、マルチ有区で低い結果となった。この理由は、昨年度マルチ有区で頻繁に確認された「一度挿しこんだ苗を巻き込んで、引き抜いてしまった」現象が本年度は機械の改良により、確認されず、本年度の欠株の原因は、苗質の問題または苗をセットする位置等に起因する人為的なものであり、マルチの有無に起因するものではないと考えられる。収量性やイモ形状を考慮すると、マルチ有（黒マルチまたは生分解性マルチ）の栽培条件において導入効果が高いと考えられる。

(2) かんしょピッカー

収穫時のかんしょピッカーによる拾い取りロスは、生分解性マルチ区以外ではマルチの有無に関わらず3～5%程度となり、マルチ有、無ともに収穫精度については概ね実用的である。生分解性マルチ区では、未分解マルチが、拾い取る際の障害となり収穫ロスが多くなった。収穫作業の軽労化については、作業時間を考慮した作業負担が人力と比べて小さくなるものの、作業中は椅子に座ることなく、より作業がしやすい中腰姿勢であったため、腰部椎間板圧迫力、腰部椎間板剪断力、脊柱起立筋筋力の値が大きくなった。

7 成果の普及

現時点では特になし。

8 考察

挿苗機については、昨年度のマルチ有区で頻発した機械的な不具合による苗のつかみとりミスが、機械の改良等により本年度は確認されず、欠株が減少した。挿苗する際に用いる苗は、長すぎるとつかみとる際に機械的ミスが発生し易くなるので、長さ30cm程度の真っ直ぐな苗を用いることが好ましい。かんしょピッカーについては、収穫時の作業負担の軽減が期待できるが、今回、作業姿勢を評価するにあたり、昨年度の座った状態での評価から、本年度はより作業がしやすい中腰姿勢での評価としたため、昨年度よりも作業負担が増加した。座った状態でも作業ができるように椅子の高さや角度等の調整が必要である。かんしょピッカーの作業能率は、3人組作業であることを考慮すると、必ずしも省力的であるとは言えず、掘り上げ及び拾い取りが1工程で可能なかんしょハーベスタのような大型機械と比較すると、作業能率では本機のメリットが出せないため、本機を利用することによる収穫後のイモの品質面等での有用性を検討することが必要である。

9 問題点と次年度の計画

挿苗機利用による収量性の再検討を行うとともに、ディガーで掘り上げ後、かんしょピッカーで拾い取るまでの時間経過によるイモ品質への影響を検討する。かんしょピッカーの作業能率や作業姿勢の評価も引き続き行う。

10 参考写真



図1 挿苗機による挿苗作業



図2 人力による挿苗作業



図3 かんしょピッカーによる収穫作業



図4 人力による収穫作業



図5 かんしょの生育状況



図6 挿苗機による植付状況