

委託試験成績（平成26年度）

担当機関名 部・室名	茨城県農業総合センター 農業研究所
実施期間	平成26年度
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	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：主任研究員・森 拓也

昨年度は、挿苗機の利用により、収量性が低下したため再検討を行った。また、かんしょピッカーについては、作業中は作業機に付属する椅子に座ることなく、中腰姿勢であったため、体各部位の負荷の値が大きくなった。本年度は、椅子に着座した状態で試験を行った。また、本機を利用することによる収穫後のイモの品質を検討した。

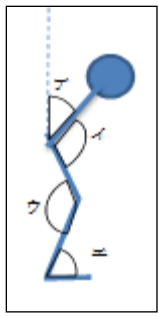
1. 試験場所 茨城県水戸市上国井町 農業研究所内畑圃場
2. 試験方法
  - 1) 供試機種：挿苗機（Y式PN1A・K型）、歩行型かんしょピッカー（Y式HP100K）
  - 2) 供試品種：タマユタカ
  - 3) 耕種概要：マルチ敷設・施肥・殺虫剤（5/28）－挿苗・除草剤（6/5）－除草剤（7/1）－殺虫剤（8/27）－つる刈り・マルチ剥離（10/29）－掘り上げ（10/30）－拾い取り（10/31）

4) 試験区構成：

試験区	挿苗（試験内容）	収穫	
		掘り上げ	拾い取り（回収）
機械化体系	挿苗機（マルチ有無・作業人数）	ディガー	かんしょピッカー
慣行体系	人力（マルチ有無）	ディガー	人力

注）カンショの回収容器は、コンテナとした。

- 5) 作業負荷：作業負荷は作業中の代表的な作業姿勢の静止画（10画像）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の積を作業負荷とした。荷物荷重は1kgとした。
- 6) 回収したいもの腐敗調査：機械収穫によるいもの損傷が保管中のいも品質へ及ぼす影響を調べるため、かんしょディガーで掘り上げ後、かんしょピッカー、人力、いも類収穫機（表7の注釈を参照）でそれぞれ回収し、回収後40日目に腐敗率を調査した。



3. 試験結果

- 1) マルチ有区およびマルチ無区において、挿苗機を利用して、それぞれ1人作業、2人作業を行った際の作業時間（作業人員を考慮した際の延作業時間）および欠株率を調査した。2人作業では、1人作業と比べ、挿苗機の作業速度を速めることができるが、欠株率は増加した。また、人力による補植時間を考慮した作業時間は、1人作業区と比べ2人作業で同等または短くなるが、作業人員を考慮した延べ作業時間ではマルチ有区・無区ともに1人作業と比べ2人作業で増加した（表1）。作業速度を遅めて作業することで欠株率が低下することが明らかになった。

- 2) 挿苗機区では、オペレーターは立った状態での作業が可能のため、脊柱起立筋筋力の値が小さくなる。作業負荷は、人力作業と比べて、約57%低下する(表2)。
- 3) 収量調査結果では、マルチ無区と比べてマルチ有区で収量が高まる傾向が得られた。また挿苗機は、人力による挿苗と同程度の収量性が得られた(表3)。
- 4) カンショピッカーにおける拾い取り時の作業精度は、マルチ栽培区と無マルチ栽培区で大きな違いは見られず、どちらの試験区でも地上部の回収ロスは0.2%であり、98~99%の高い回収率が得られた(表4)。
- 5) 掘り上げ後、イモの拾い取りにかかる作業時間(延作業時間)は、人力作業の8.3時間/10aに対し、かんしょピッカーで6.9時間/10aであった(表5)。
- 6) 拾い取り時の作業負荷は、選別者はピッカー付属の椅子に座った状態で作業を行ったため、体各部位への負担が減少し、約73%軽労化された(表6)。
- 7) かんしょピッカーで回収後、40日間、常温でコンテナ保管したいもの腐敗状況は、いも類収穫機で回収したいもの腐敗率よりも低くなる傾向が見られた(表7)。

#### 4. 主要成果の具体的データ

表1 挿苗機を利用した挿苗時の作業時間・欠株率

試験区	作業速度 (m/s)	作業時間(時間/10a)			欠株率 (%)	収量 (kg/10a)	株あたり イモ数 (個/株)	1個あたり イモ重 (g/個)
		挿苗	補植	合計				
挿苗機	マルチ有 1人作業	0.12	3.2	0.4	2.3	4,117	3.4	329
	2人作業	0.16	2.5(5.0)	0.8	7.4	3,500	3.2	291
	マルチ無 1人作業	0.12	3.8	0.4	3.2	4,106	2.6	404
	2人作業	0.18	2.4(4.8)	0.6	4.3	3,359	2.6	349
人力	マルチ有	—	6.2	—	—	4,237	3.4	313
	マルチ無	—	5.5	—	—	2,909	2.7	274

注1) 農業研究所における試験結果。  
注2) 作業時間のうち( )は、延作業時間。

表2 挿苗時の作業負荷

挿苗方法	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)
挿苗機	3.2	0.75	0.20	0.54	4.76
人力	6.2	0.72	0.21	0.87	11.17

注1) 作業者は職員(男性・年齢50才・身長172cm・体重72kg)とした。  
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) 挿苗機、人力ともにマルチ有区の調査結果した。

表3 挿苗方法による収量性

試験区	収量 (kg/10a)	株あたり イモ数 (個/株)	1個あた りイモ重 (g/個)	重量別割合(%)							
				50g<	100g<	200g<	350g<	500g<	700g<	合計	
挿苗機	マルチ有	4,117	3.4	329	3.2	13.8	19.6	19.4	22.9	21.1	100.0
	マルチ無	4,106	2.6	404	1.3	5.6	15.9	25.3	24.9	26.9	100.0
人力	マルチ有	4,237	3.4	313	3.3	11.2	27.8	17.6	18.8	21.2	100.0
	マルチ無	2,909	2.7	274	5.3	11.7	24.9	32.2	20.1	5.8	100.0

注) 挿苗機の試験区は、作業人員1人区を調査した。

表4 マルチ栽培または無マルチ栽培が、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 収穫ロス			合計 (%)
			地上部 (%)	地中 (%)	収穫ロス合計 (%)	
マルチ栽培	0.05	98.3	0.2	1.5	1.7	100
無マルチ栽培	0.06	98.6	0.2	1.3	1.4	100

注1) カンショの回収作業前につる刈りを行った。  
 注2) マルチ栽培区は、回収作業の直前にマルチを除去した。  
 注3) 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。  
 注4) 収穫する容器はコンテナとした。

表5 収穫（拾い取り）にかかる作業時間

試験区 作業	かんしょピッカー			人力		
	作業人員 (人)	作業時間 (時間/10a)	延作業時間 (時間/10a)	作業人員 (人)	作業時間 (時間/10a)	延作業時間 (時間/10a)
拾い取り	3	2.3	6.9	1	8.3	8.3

注1) 収穫容器はコンテナとした。  
 注2) マルチ栽培区における調査結果。  
 注3) 回収したイモの搬出時間は含めていない。

表6 収穫（拾い取り）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)
かんしょピッカー	2.3	1.69	0.22	1.49	7.83
人力	8.3	1.57	0.32	1.62	29.17

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) 人力の作業者は職員（男性・年齢44才・身長168cm・体重53kg）とした。  
 注3) 作業姿勢はBlessPro ver2.52.2により解析した。  
 注4) 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）  
 注5) かんしょピッカー、人力ともにマルチ有区を評価した。かんしょ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7 拾い取り方法の違いによる腐敗いもの発生率

回収方法	調査したいも		腐敗したいも	
	個数 (個)	重量 (kg)	個数 (個)	重量 (kg)
かんしょピッカー	66	22.3	2(3.0%)	0.7(3.1%)
人力	56	15.8	0(0.0%)	0.0(0.0%)
いも類収穫機 <sup>注3)</sup>	63	18.7	4(6.3%)	1.1(5.9%)

注1) いも回収後、室温でコンテナ保管し、回収後40日目に調査した。  
 注2) 腐敗いもの( )は、調査いもに対する腐敗したいもの割合(腐敗率)。  
 注3) いも類収穫機は、掘り上げと回収および運搬を同時に行う大型収穫機。

## 5. 経営評価

昨年度とは調査対象農家を変えて干しいも用カンショ経営の収益性評価を行った。対象農家を変更した理由は、本年度の調査対象農家は、かんしょピッカーや他メーカーの挿苗機をすでに導入済みであるため、供試作業機の特徴や取り扱い方法を熟知しており、分析結果により現実性が得られるためである。収益性の評価方法

は、機械導入体系と機械導入前の慣行体系との比較で行うこととし、干しいも生産者への聞き取りによる各作業の疲労度より作業時間の実質的長さを相対的に調整し、経営評価に軽労化の効果を反映させる「質調整作業時間」の概念を用いて試算した。対象農家の経営概況は以下の通り。

- ① 調査対象：ひたちなか市干しいも生産者 A 経営
- ② 栽培面積：220a（タマユタカ、ベにはるか、ほしこがね他）
- ③ 労働力：家族3名（臨時雇用3～4名、12月～3月上旬）
- ④ 出荷形態：問屋6割、直売4割
- ⑤ 主な機械装備：トラクタ（17PS、75PS）、ライムソア、マルチャー、ブームスプレーヤー、つる刈り機、けん引式掘上機ほか。

- 1) A 経営への聞き取りにより、A 経営における干しいも用かんしょ栽培の技術体系表を明らかにした。A 経営では3月下旬から圃場の苗床作りが開始され、3月上旬まで干しいも加工が行われる。挿苗作業は5月中旬から5月下旬、収穫作業は10月下旬から11月中旬である（表8）。
- 2) 1) の作業体系表をもとに、再度 A 経営から聞き取りを行い、各作業の疲労度を求めた。もっとも疲労度が高いと感じた作業（いもの拾い取り作業）を100として、トラック積載を90、人力による挿苗作業を80（以下、略）とした（図1）。
- 3) 上記1) の作業体系表および2) の疲労度から、各作業の質調整作業時間を算出した。質調整作業時間は、各作業の疲労度[B]を実際の作業時間[A]で割り[B/A]、[B/A]の値が最も高い作業を1として、これを基準に各作業の[B/A]の値の比率[C]を求め、この比率[C]と各作業の実際の作業時間[A]をかけて、質調整作業時間[D]を算出した（図2）。
- 4) 3) で求めた質調整作業時間と労働単価（1,500円/時）より、挿苗機とかんしょピッカーを導入したケースにおいて家族労働費（これを「質調整家族労働費」とする）を算出した。「質調整家族労働費」または通常の家賃労働費から、A 経営体の220aの収益性を試算したところ、挿苗機とかんしょピッカーを導入した10aあたりの収益性は、通常の家賃労働費から試算した純収益では、減価償却費等の増加により、慣行比98.2%と減益となったが、「質調整家族労働費」から算出した純収益では、軽労化プレミアム（家族労働費－「質調整家族労働費」）により慣行比101%となり増益となった（表9）。なお、「質調整家族労働費」から算出した純収益を使って、機械導入による作付面積別の収益性を試算したところ、機械化導入の収益性の効果が得られる経営面積は、2ha以上であることが明らかになった（図3）。

表8 A 経営における干しいも用かんしょ栽培の作業体系表

作業名	作業時期	使用機械	作業人数	10a当たり時間 (時間/10a)	延作業時間 (時間/10a)
苗床作り	3月下旬～	17psトラクタ、ロータリー	1人	4.0	4.0
苗伏せこみ	4月上旬～		3人	0.7	2.1
育苗管理				3.5	3.5
苗切り	5月上旬～		3人	2.2	6.6
耕うん	4月上下旬	75psトラクタ、ロータリー	1人	4.5	4.5
殺虫剤散布	4月下旬	17ps、けん引式	1人	2.0	2.0
畦立て同時施肥消毒	5月中旬	17ps、マルチャー	1人	3.0	3.0
挿苗(人力)	5月中旬～6月下旬		3人	2.0	6.0
除草	7月上旬～8月下旬	背負い動噴、13ps+ブーム	1人	5.0	5.0
中間管理	7月中旬	歩行型中間管理機	1人	1.5	1.5
つる刈り	10月上旬	ハンマーモア	1人	2.0	2.0
掘り上げ	10月上旬	17ps、けん引掘り取り機	1人	1.5	1.5
拾い取り(人力)	10月下旬～11月中旬	軽トラ、フォーク	4人	2.0	8.0
トラック積載			1人	1.5	1.5
合計					51.2

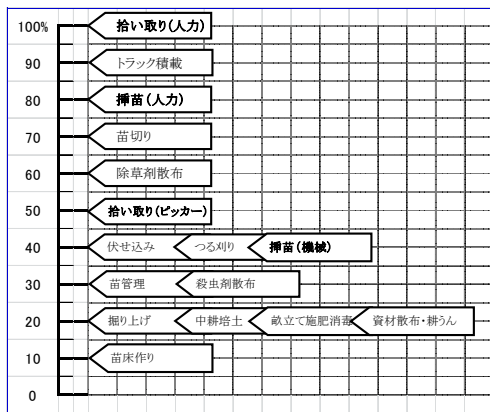


図1 各作業の疲労度

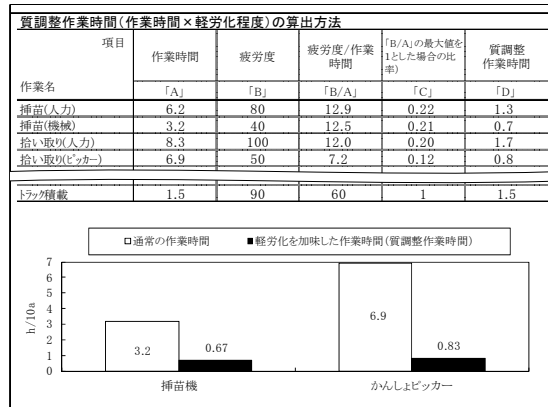


図2 機械導入による質調整作業時間

表9 機械化導入体系の質調整労働時間を加味した収益性評価

項目	導入機械	慣行体系 (円/10a)	機械化導入体系		
			挿苗機導入 (円/10a)	かんしょピッカー導入 (円/10a)	挿苗機+かんしょピッカー導入 (円/10a)
売上高		450,000	450,000	450,000	450,000
変動費		68,619	69,069	69,219	69,669
固定費(減価償却費+修繕費)		120,862	124,680	125,443	129,261
A 所得		237,394	233,126	232,213	227,945
B 家族労働費		77,550	73,050	75,450	70,950
C 質調整作業時間から算出した家族労働費 (「質調整家族労働費」)		—	72,626	71,395	66,471
A-B 純収益		159,844	160,076	156,763	156,995
A-C 「質調整家族労働費」を用いた純収益		—	160,500	160,818	161,474
B-C 軽労化プレミアム		—	424	4,055	4,479

注1) ひとちなかの干しいも生産者(220a、労働力3名)をモデルとし試算した。  
 注2) 挿苗機の導入価格は100万円、かんしょピッカーの導入価格は120万円とした。  
 注3) 1時間当たりの家族労働単価は1,500円とした。  
 注4) いもの収量は、慣行体系と機械化導入体系で同等とした。  
 注5) 表中の割合は、慣行体系の純収益に対する比率である。

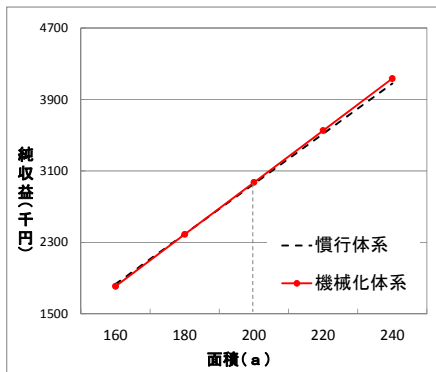


図3 機械導入における作付規模別純収益

注) 機械化体系(挿苗機+かんしょピッカー)の純収益は、「質調整作業時間」を考慮した。

## 6. 利用機械評価・考察

挿苗機については、慣行の人力挿苗と比較して、省力化および軽労化の側面からみると導入効果が非常に高いものの、機械の苗つかみ取りミスによる欠株が生じる。作業速度を遅めることで欠株率は低下するが、それでも2~3%程度発生するので、この欠株を人力作業により補植することが前提となると、省力化メリットは減少する。

かんしょピッカーについては、作業機付属の椅子に座った状態で作業が可能のため、慣行の人力による拾い取り作業と比較して体各部位への作業負荷が減り、軽労化メリットが高い。特に、高齢化等により収穫作業の軽労化が必須な経営体にとっては、か

んしょピッカーの導入メリットが高いと考えられる。しかし、作業時間を考えると、かんしょピッカーでは常時2～3名の作業が必要となるので、組人員を考慮した延作業時間では慣行との省力化メリットが小さくなる。一方、かんしょピッカーで回収したいもの品質においては、掘り上げから回収・運搬まで1工程での作業が可能な、いも類収穫機（ハーベスタ）と比較すると、保管中のいもの腐敗発生程度は少なくなる傾向が見られたが、人力による回収と比較すると、腐敗が増加する傾向が見られたので、収穫後のいもの保管については注意が必要である。

#### 7. 成果の普及

挿苗機およびかんしょピッカーは、①干しイモ用カンショの作付面積が2ha以上の栽培農家であること、②挿苗時期および収穫時期の人員が確保できず、高齢化等により軽労化が必須であること、等の条件を満たす経営体で普及が見込まれる。

#### 8. 問題点と次年度の計画

試験については本年度で終了。

#### 9. 参考写真



図1 カンショ苗の挿苗作業（機械）



図2 カンショ苗の挿苗作業（人力）



図3 カンショの拾い取り作業（機械）



図4 カンショの拾い取り作業（人力）



図5 カンショの掘上機



図6 いも類収穫機（ハーベスタ）