

現地実証展示圃成績（平成24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24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移植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、移植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、移植・収穫作業機械化に対する要望が高い。移植機、収穫機を用いて慣行法と作業時間、作業姿勢、品質・収量の比較により移植作業、収穫作業の機械化適応性を検討し、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・遠藤 千尋			
1 試験場所	茨城県水戸市上国井町 農業研究所内 111号畑圃場			
2 試験実証方法				
(1) 供試機械名	移植機：全自動野菜移植機 PN1A, K 拾い上げ機：歩行型かんしょピッカーHP100K			
(2) 試験条件				
ア 試験区の構成	移植方法	マルチ	収穫方法	試験区面積 (㎡)
	機械	有	機械	190
		無		190
	人力	有	人力	190
		無		190
イ 圃場条件	土壌（表層腐植質黒ボク土）排水良好			
ウ 栽培の概要				
品種名	タマユタカ			
耕起	5月7日ロータリ耕			
害虫防除	5月7日ダントツ粒剤 6 kg/10a 土壌混和			
施肥	5月8日畝立て同時に施肥、マルチがけ（黒マルチ；厚さ 0.02mm） かんしょ専用 S120（N：P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ：K <sub>2</sub> O＝1：20：10（%）） 施肥窒素量 3 kg/10a			
供試苗	購入苗を使用（表1）			
病害防除	ベンレート水和剤 1000 倍 植付前に苗基部を浸漬			
移植	5月16、17日 晴天（前日雨天） 畦間 1m 株間設定 25cm			
除草	5月21日トレファノサイド乳剤散布 6月27、28日手取り除草			
灌水	7月31日、8月28日、30日（スプリンクラーによる）			
収穫	10月27日（定植後 160-161日目）			

### 3 試験結果

#### (1) 移植時間、移植作業姿勢と負荷、移植精度

移植機による移植は(以下機械とする)穴空け作業が不要なため、作業速度は人力による移植(以下人力とする)より遅いが、合計作業時間は人力より早くなった。機械はマルチ有区では爪に泥が付き、うまくマルチを切断できなくなるため、泥を落とす時間が含まれ、マルチ無区より移植時間が長くなった。移植機は1人作業が可能な仕様であるが、機械マルチ有区の場合は2人で作業したため、1人当たりの圃場作業量は人力より小さくなった(表2)。

機械は人力で行う場合の穴空け、苗挿し、苗押さえ(マルチ有区のみ)の行程を行う。機械の作業姿勢は直立に近く、苗挿しや苗押さへの姿勢に比べ上半身、腰、膝の角度が有意に異なり、腰部椎間板や脊柱起立筋にかかる負荷が有意に低く、作業負荷が低くなった(表3)。

機械はマルチ無区では欠株率が低い、マルチ有区は苗の長短にかかわらず欠株率が高くなった。欠株の原因は設定1では機械が苗をつかめないこと、設定2では苗が挿さらないことによる(表4)。なお、機械で欠株が生じた箇所は手植えで補植を行った。

#### (2) 株間、移植姿勢

機械では、ほぼ設定通りの株間に移植出来た。移植姿勢は斜め挿し設定のため、人力より角度は浅いが地中節数が3節程度となり、理想的な節数で移植出来た。機械ではマルチ有区で植付け角度が高くなった(表5)。

#### (3) 収穫作業時間、収穫作業姿勢と負荷

ピッカーによる収穫(以下機械とする)作業速度は収穫容器にかかわらず人力より遅くなった(表6)。機械は機械を操作し、コンテナまたは袋をセットする人と、機械の両サイドに装着されたいすに座り、夾雑物を除き、イモを機械の両端に寄せる2人の3人組の仕様であるが、今回はイモが少ないため、2人組(いすに座る人が1人)の作業とした。人力に比べ機械の1人当たりの圃場作業量は小さくなった(表6)。

収穫作業姿勢については、機械に装着されたいすに座る人を対象とした。イモに手が届かないときはいすから腰を浮かせて作業することもあった。いすに座る姿勢のため、上半身や腰、膝の角度は有意に浅くなった。収穫作業姿勢は収穫容器の違いにより機械、人力とも膝の角度に有意差がみられた。収穫作業負荷は機械では腰掛けているために腰部椎間板および脊柱起立筋への負荷は有意に低く、作業負荷は人力に比べ大幅に低くなった(表7)。

#### (4) 収量、品質

マルチ有区で着イモ数が減り、イモ重が重い傾向が見られたが、人力と機械では2S規格の個数に有意差(危険率5%水準、データ略)が見られたが、全収量および他の計量区分別個数では有意差は見られず、移植方法による収量差はほぼないと考えられた。イモが畝の上に無い場合は機械でイモを拾い上げられず5.5~8.9%のロスが見られた(表8)。

品質はマルチの有無に起因し、機械と人力での規格外の発生率に有意差はみられなかった(表9)。

### 4 主要成果の具体的データ

表1 苗質

草丈	CV	茎長	CV	節数	CV	茎径	CV
(cm)	(%)	(cm)	(%)		(%)	(mm)	(%)
38.8	8.0	28.7	9.0	7.8	13.8	3.6	12.4

注) CV: 変動係数

表2 移植作業時間

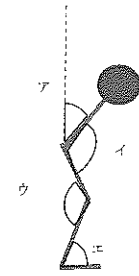
移植方法	マルチの有無	穴空け作業		移植					合計 (hr/10a)	一人あたり圃場作業量 (a/hr/人)		
		作業速度 (m/s)	作業時間 (hr/10a)	作業速度 (m/s)	準備	移植	調整	中断			合計 (hr/10a)	
機械	有	-	-	0.11	0.35	2.5	0.13	0.15	-	3.1	3.1	1.6
	無	-	-	0.14	0.35	2.0	-	-	-	2.4	2.4	4.2
人力	有	0.38	0.72	0.08	-	3.4	-	-	-	3.4	4.1	2.4
	無	-	-	0.09	-	2.4	-	-	0.13	2.6	3.3	3.0

注1) 人力及び機械マルチ無区は1人、機械マルチ有区は2人組の作業で行った。  
 注2) 人力マルチ有区は苗押さえを含む。人力マルチ無区は苗を挿した後押さえない。  
 注3) 「準備」は作業前に苗をセットする時間、「苗セット」は移植中に機械を止めて苗をセットした時間。  
 注4) 「中断」は休憩した時間を示す。注5) 「調整」は移植機の爪についてのマルチの切れ端、泥を落とす時間。

表3 移植における作業姿勢と作業負荷

移植方法	作業項目	曲げ角度(度)				腰部			脊柱起立筋筋力Fm(kN)	作業負荷 (kN·hr/10a)
		上半身(ア)	腰(イ)	膝(ウ)	足(エ)	椎間板圧迫力Fc(kN)	椎間板剪断力Fs(kN)	腰部椎間板		
機械	穴空け	10 a	162 c	166 b	84 ab	0.8 a	0.3 a	0.5 a	3.6	
人力	穴空け	12 a	166 c	174 b	86 ab	0.9 a	0.3 a	0.6 a	1.3	
	苗挿し	73 c	66 a	139 a	90 b	2.4 c	0.4 b	2.3 b	13.2	
	苗押さえ	56 b	99 b	145 a	79 a	1.8 b	0.4 b	1.7 b	-	
分散分析		0.001	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.001	-	

注1) 分散分析の数値は危険率を示す。tukey-kramer法により、同一アルファベット間に5%の割合で有意差なし。  
 注2) 作業姿勢と作業負荷はBlessPro ver2.52.2により解析した。曲げ角度の測定箇所は図のカタカナの場所に相当する。  
 注3) 作業者：身長170cm 70kg 55歳とした。荷物荷重は1kgとした。  
 注4) 腰部椎間板圧迫力の許容限界値：3.4kN 脊柱起立筋筋力の許容限界値：4.32kN とする。  
 注5) 作業負荷は（腰部椎間板圧迫力+剪断力+脊柱起立筋筋力）と作業時間積とした。



曲げ角度の測定位置

表4 機械移植の植付精度

マルチ	設定	苗の形状	欠株率 (%)	欠株の原因(%)	
				苗が刺さらなかった	機械が苗をつかめなかった
無		通常苗	1.4	-	40.0
有	設定1	通常苗	19.7	55.6	39.8
	設定2	通常苗	18.2	61.1	11.1
	設定2	短苗	24.5	50.0	11.5

注1) 短苗は通常苗を5~7cm程度切りそろえたもの。  
 注2) 設定1, 2は機械の調整が異なる。  
 注3) 欠株の原因は不明なものがあるため、合計が100%にならない区がある。

表5 苗の植付姿勢

試験区	マルチの有無	株間 (cm)	角度 (θ)	地中節数	深さ(a) (cm)	長さ(b) (cm)
機械	有	25.9	43.1	3.4	11.0	31.6
	無	25.7	26.5	3.4	13.0	16.3
人力	有	25.4	88.2	3.7	15.9	-
	無	25.5	90.0	3.1	12.8	-

注1) 「機械」は斜め挿し設定、「人力」は直立挿しとした。  
 注2) 角度、深さ、長さは図の部位を測定した。

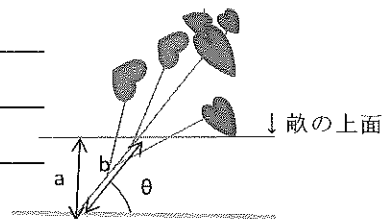


表6 収穫作業時間

収穫方法	マルチの有無	収穫容器	作業速度 (m/s)	一人あたり圃場作業量 (a/hr/人)
機械	有	コンテナ	0.09	1.59
		袋	0.08	1.52
	無	コンテナ	0.08	1.43
		袋	0.08	1.52
人力	有	コンテナ	0.14	5.18
		袋	0.11	3.79
	無	コンテナ	0.12	4.45
		袋	0.10	3.60

注1) 機械：拾い上げを2人組作業で行った。  
 注2) 人力：拾い上げを1人で行った。

表7 収穫における作業姿勢と作業負荷

収穫方法	収穫容器	曲げ角度(度)				腰部椎間板圧迫力 Fc(kN)	腰部椎間板剪断力 Fs(kN)	脊柱起立筋筋力 Fm(kN)	作業負荷 (kN・hr/10a)
		上半身(ア)	腰(イ)	膝(ウ)	足(エ)				
機械	コンテナ	59 a	87	120 b	63	0.58 a	0.17 a	0.37 a	1.6
	袋	46 a	76	110 a	79	0.85 a	0.22 b	0.65 a	2.6
人力	コンテナ	90 b	80	162 d	79	1.84 b	0.38 c	1.83 b	18.0
	袋	61 b	97	149 c	81	1.96 b	0.38 c	1.85 b	15.1
分散分析 収穫方法		0.01	0.05	0.001	NS	0.001	0.001	0.001	-
容器		0.01	NS	0.05	NS	NS	NS	NS	-
交互作用		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-

注1) 表3に準じる。NS:有意差無し。

注2) 機械、人力ともマルチ無区を測定した。機械の作業姿勢はピッカーに乗り、イモを選別している人を測定した。

表8 収量調査

移植収穫方法	マルチの有無	収穫容器	株当たり着イモ数 (個/株)	平均イモ重 (g/個)	収量合計 (kg/10a)	計量区分別重量割合 (%)						ロス重量割合 (%)	
						3L	2L	L	M	S	2S		3S
機械	有	コンテナ	5.1	162	3,327	18	29	19	25	7	3	1	8.3
		袋	5.1	164	3,365	28	23	20	19	8	2	0	5.5
	無	コンテナ	6.3	90	2,292	-	10	21	41	21	5	2	5.9
		袋	4.7	115	2,183	-	12	23	35	20	7	2	0.0
人力	有	コンテナ	4.2	187	3,153	33	22	20	18	6	2	0	-
		袋	3.9	214	3,350	28	31	20	16	4	1	0	-
	無	コンテナ	5.3	110	2,318	3	20	22	32	17	4	1	-
		袋	5.0	133	2,675	4	18	27	29	19	1	1	-

注1) 機械収穫はピッカーが拾い上げなかったイモを含めて収量とした。

注2) 計量区分はかんしょ選別基準表による。

3L: 700g以上 2L: 500-700g L: 350-500g M: 200-350g S: 100-200g 2S: 50-100g 3S: 50g未満

注3) 網掛けは最も重量割合が多い等級を示す。

注4) ロス重量割合: ピッカーが拾い上げなかったイモ重量を収量合計の重量割合。

表9 挿苗方法、マルチの有無がかんしょの形状に及ぼす影響

挿苗方法	マルチの有無	形状品質区分個数割合 (%)				
		良	くびれ	条溝	割れ	曲がり
機械	有	90.8	2.6	1.3	5.3	0.0
	無	90.5	5.1	1.0	3.1	0.3
人力	有	90.5	2.3	1.5	5.5	0.3
	無	89.1	5.6	1.6	3.4	0.3

注) かんしょ選別基準表による。ただし丸品は良とした。

表10 H市農業後継者クラブ員(8名)のかんしょ作付け面積と品種

品種	タマユタカ	タマユタカ	泉13号	ベニアズマ	ベにはるか
マルチの有無	有	無	有	有	有
面積(a)	139	238	53	84	300
戸数	6	4	4	3	1

注) 面積は平均値。タマユタカを栽培していないクラブ員はいない。

表11 H市農業後継者クラブ員の移植作業状況

	平均	雇用有	雇用無
作業人数(人)	3.8	4.4 (2.8)	3.4
日数(日)	13.7	16.1	11.3

作業強度		移植機に要望すること				
平均	標準偏差	精度	値段	活着率	速度	イモの品質
4.0	1.5	7	5	3	2	1

注1) 雇用有の( )は雇用者の人数である。雇用有の経営体は4戸。

注2) 作業強度: 「移植作業はつらいか」という問いに対し以下の点数で回答した。

強く思う(5) そう思う(4) 普通(3)

そう思わない(2) まったく思わない(1) 挿苗機を使用(0)

注3) 移植機への要望: 複数回答可で表の項目を選択してもらった。

## 5 経営評価

### (1) 収量・品質向上効果

移植については、機械(斜め挿し)および人力(直立挿し)でも収量、品質は同等であった。機械によるロス重量割合は小さく、人力と同等の収益が確保される(表8、9)。

### (2) 機械導入による経営的効果

移植および拾い上げ機導入により減価償却費(各年間14万円・17万円程度)、燃料費等が発生する。移植・収穫作業における労働強度の軽減が期待される。

## 6 利用機械評価

### (1) 移植機

移植精度はマルチ無区では高いが、マルチ有区では低い。作業負荷が少なく、作業速度は人力より早いため、1人作業が可能であれば圃場当たり作業量が大きくなる。地中節数が一定しており、人力(直立挿し)と収量、品質に差はない。

### (2) 拾い上げ機

作業速度は遅いが、作業負荷が少ない。コンテナ、袋収穫とも収穫容器に差はなく収穫できる。

## 7 成果の普及

現時点ではとくになし。

## 8 考察

### (1) 移植機で使用する苗

苗の長短にかかわらず移植精度は向上しなかった(前年度は、移植苗の長さが限定されると考察されていた: 県央農林事務所 H23 年度実証結果)。

### (2) 移植機利用の課題、注意事項

移植機では、欠株の発生が多かった。土壌水分が高かったためマルチを切る爪に泥が付着し、マルチをうまく切ることが出来ず、移植した苗を引っかけてしまうことが多かった。また、人力よりもマルチに大きな穴が空くため、穴からも雑草が多く発生し、手取り除草が必要だった。

産地の後継者クラブ員に対するアンケートでは、干しいも用カンショの主力品種はタムユタカで、無マルチ栽培の面積が高いが、約37%はマルチ栽培であり、タムユタカの他にもマルチ栽培の品種を栽培している(表10)。また、移植作業はつらい作業であると感じており、移植機にもっとも求められていることは移植精度である(表11)。マルチ栽培でも移植精度が高い移植機を要望しており(データ略)、移植精度を上げることが機械の普及には必要である。

### (3) 移植機および拾い上げ機利用で期待されること

拾い上げ機については、今回の掘り上げ機は1畝用であったため、現地で一般的な3畝のイモを1畝にまとめるタイプであれば収穫ロスの低下と、人力の作業速度が遅くなることが予想されるため、拾い上げ機の優位性が増すと考えられる。また、移植機と拾い上げ機を利用することにより、労働強度の低減が期待され、紙袋で収穫することもできるので、コンテナ収穫をしない生産者や併用している生産者には導入しやすい。

## 9 問題点と次年度の計画

マルチ素材や苗の長さが欠株率に及ぼす影響を検討し、マルチ栽培での移植精度を向上させる。また、マルチ無栽培での移植精度の安定性を検証する。

移植機、拾い上げ機の燃費等の評価を行う。作業時間、作業姿勢の評価も引き続き行う。

10 参考写真

3S 2S S M L 2L 3L

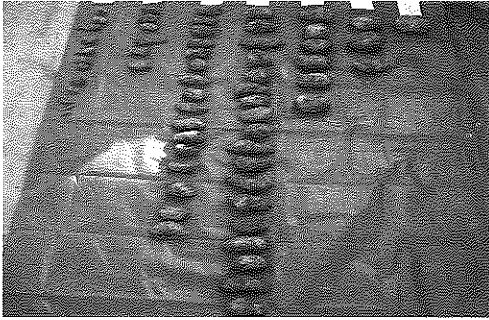


図1 収量調査 (マルチ無)

3S 2S S M L 2L 3L



図2 収量調査 (マルチ有)

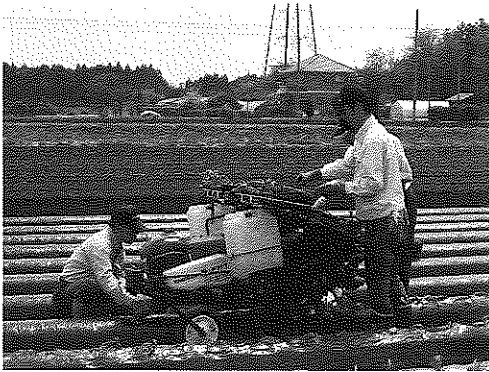


図3 移植機

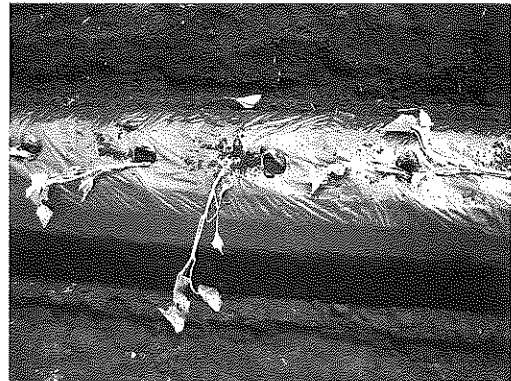


図4 引き抜いてしまった苗



図5 掘り上げ機 (1条)



図6 収穫作業(コンテナ)



図7 収穫作業(紙袋)