

委託試験成績（令和5年度）

担当機関名 部・室名	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 農業研究本部 十勝農業試験場 研究部農業システムグループ
実施期間	令和5年度～6年度 新規
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	かぼちゃピックアップ収穫機の活用による省力収穫体系の確立
目的	<p>かぼちゃの需要は生食・加工用とも増加しているが、近年の北海道におけるかぼちゃの作付面積は2013年度の8010haから2020年度は6990haへと、年あたり-150haのペースで減少が続いている。かぼちゃの収穫では1.5～2kgの果実を手で拾い上げる重労働が求められるため、生産者の高齢化と相まって主要産地でも作付け維持が困難となりつつあり、収穫の省力化が急務となっている。</p> <p>2021年から加工業務用かぼちゃの一斉収穫向けとして北海道内でモニター販売されているかぼちゃピックアップ収穫機は、前処理（蔓の切り離し、集列など）を必要としながらも省力的に圃場からの果実拾い上げとコンテナへの収納が可能であり、かぼちゃの生産維持に向けて早期の普及が期待されている。</p> <p>本課題では、供試機の拾い上げ性能と、低損傷で効率的な収穫のための諸要件の解明により、かぼちゃピックアップ収穫機を活用した省力収穫体系を確立する。</p>
担当者名	吉田 邦彦
<p>1. 試験場所：北海道河西郡芽室町 十勝農業試験場内圃場（乾性火山性土）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機</p> <p>茎葉処理：試作型デバイダ*+リーフチョップ（HFNS2500）</p> <p>拾い上げ：かぼちゃ収穫機（KYP-900）</p> <p>トラクタ：YT472A（拾い上げ、茎葉処理とも）</p> <p>*タイヤでの果実踏みつけを防止するため、トラクタ前方に装着してタイヤ軌道上の果実を左右に振り分けるためのデバイダ</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 供試圃場</p> <p>面積 5850m<sup>2</sup>（東西 90m、南北 65m。2.1ha 圃場の一部を供試）</p> <p>イ. 供試品種</p> <p>「えびす」、「ケント」（畦間 3.6m、株間 60cm、463 株/10a）</p> <p>※いずれも直播栽培。5 葉上摘芯のみ実施し、整枝誘引なし。</p> <p>ウ. 耕種概要及び試験日</p> <p>耕起碎土（チゼルプラウ） 4/25</p> <p>施肥（BB ばれいしょ S500LP、72.6 (N10.8) kg/10a、全面全層） 4/28</p> <p>整地、マルチ張り（フィルム幅 950、ベッド幅 500～600、東西畦長 70m） 5/2</p> <p>播種（2 品種とも） 5/17</p> <p>摘芯（5 葉上） 6/20、21</p> <p>追肥（野菜用 N262、31.7 (N3.8) kg/10a、畦間（歩行用電動散粒機）） 6/27</p> <p>防除（うどんこ） 7/10 モレスタン、7/24 サルバトーレ、8/9 パンチョ、8/24 モレスタン</p> <p>蜂箱設置 7/12～7/23</p> <p>収穫試験 8/31～9/1（えびす）、9/5～9/6（ケント）</p> <p>エ. 試験処理</p> <p>前処理作業：茎葉処理 2（無処理及び機械処理）、ヘタ仕上げ切り 2（慣行及びなし*）</p> <p>※慣行収穫では、つるから切り離れた果実のヘタを 5～10mm 程度の長さに切り揃えてコンテ</p>	

ナ等に収穫する。本試験では集列作業の簡略化として、仕上げ切りを省略した区を設けた。

#### オ. 調査項目

##### (1) 作物条件 果数、1個重、果実の分布、茎葉乾物重量

果実の分布は、一定区間の茎葉を手作業で除去した後にドローンで空撮を行い、果実の位置を確認した。茎葉乾物重量は、2.16m<sup>2</sup> (3.6m×0.6m、1株分) の範囲で測定した。

##### (2) 作業精度 (果実損傷および果実腐敗)

果実損傷は、前処理における茎葉機械処理後の果実、および拾い上げ試験のサンプル (1区 32個) で、それぞれ試験直後に調査した。拾い上げ試験のサンプルは一定速度での拾い上げ中に機上選別台に到達した果実をミニコンテナで取得し、手作業のみによる収穫果実を比較対照として取得した。果実腐敗は、パレット上の平置きサンプル (32個) での収穫2ヵ月後までの貯蔵期間中と、別途スチール製ハーフコンテナ4個 (両品種ヘタ付き、ヘタなしの4種類) に収穫して車庫で貯蔵した果実で、収穫27日後 (えびす) および21日後 (ケント) に調査した。

##### (3) 作業時間

#### ア. 前処理

前処理として、各マルチを中央とした畦幅の範囲において果実の切り離しからマルチ中央部への集列に要する作業時間を2品種それぞれで測定した。茎葉無処理区では茎葉が茂った状態のまま、機械処理区では試作機による茎葉処理の後に作業した。作業人員は3名 (30代、50代、50代、いずれも試験場職員男性) で、各調査区1畦×30m (108m<sup>2</sup>) の区間で時間を測定した。調査区ごとの果数のばらつきによる作業時間への影響を考慮し、両品種の平均果数で補正した作業効率および投下労働時間を求めた。

茎葉機械処理において、畦幅3.6mに対して機械の処理幅は2.5mと狭いが、処理はマルチ上走行のみとし、各畦間1.1mの茎葉を残した状態でその後の集列作業を実施した。なお茎葉機械処理と集列を行った後、拾い上げに先立って明らかな損傷果実 (割れ、ヘタ脱落など) は除去した。また茎葉機械処理区の投下労働時間は、試験時の作業速度と一般的なチョップ作業 (てん菜、馬鈴しょ) における圃場作業効率0.75 (「北海道農業生産技術体系 (第5版)」、北海道農政部) を掛けて計算した。

#### イ. 拾い上げ

拾い上げ作業は、機上作業4名、オペレータ2名 (収穫機、およびコンテナ積み下ろし用ショベル) の計6名体制で実施し、試験時の作業速度と、多くの野菜収穫機における圃場作業効率0.65 (「北海道農業生産技術体系 (第5版)」、北海道農政部) を掛けて投下労働時間を計算した。

### 3. 試験結果

#### (1) 作物条件

果数は「えびす」が103個/a、「ケント」が69個/aで、着果位置には偏っておらず、マルチに対して万遍なく集列作業が必要な果実配置であった (図1、表1)。試験時は茎葉が繁茂し、葉柄基部の高さは60~80cm程度と高い状態であり、両品種とも果実は茎葉で覆われて見えない状態であった。

#### (2) 作業精度 (果実損傷および果実腐敗)

「えびす」の茎葉機械処理において、試作機トラブルのためチョップのみで作業した結果、タイヤの踏みつけによる果実の割れ7.0%、ヘタ脱落4.5%など、約12%の果実に損傷が生じた (表2)。一方、「ケント」では修正した試作機が正常に稼働したことで果実の踏みつけがほとんどみられず、1.5km/hの作業速度において割れ0%、ヘタ脱落0.9%で、全体で1%程度の損傷率に抑えられた。

供試圃場では果実とともに機上へ上がる茎葉量が多く、サンプリングを円滑に行うため拾い上げ試験を0.3km/hで実施した。拾い上げ時の損傷のうち、ヘタ脱落数は両品種とも64個 (32個×2区) 中1個であった。また「えびす」では、果実表面のこすれ痕 (明らかに擦れて目立つ痕。貯蔵後はカサブタ状にコルク化) が認められた。その他両品種とも多くの果実表面に拾い上げ時の転がり等によると思われる土の付着が認められたが、こすれ痕のように明らかなものではなかった (表3)。

「えびす」における平置き貯蔵中の腐敗は対照区で最も多く（累計 2 個）、その他は茎葉機械処理・ヘタなし区で 1 個のみであった。しかし「ケント」では対照区で腐敗がなかった一方、機械収穫の 4 区でいずれも腐敗が発生した。「ケント」の腐敗はつる枯れ症状が大部分だったが、それらの果実に明らかな損傷はみられなかったことから、機械収穫による腐敗への影響は判然としなかった（表 3）。

選別台からハーフコンテナへの収納時、ヘタ仕上げ切りを省略した（ヘタ付き）果実ではコンテナへ落下する際の衝撃でヘタが脱落する様子が観察された。ヘタ付き果実を収納したコンテナにおけるヘタ脱落果実数は、「えびす」と比べてヘタ部分が突き出た形状である「ケント」で多く、脱落率が 17.3%と、「えびす」（3.3%）よりも高かった（表 4）。ハーフコンテナで貯蔵した果実の腐敗は「えびす」で 0.4%および 1.0%、「ケント」で 2.0%および 4.5%で、平置き貯蔵と同じく「ケント」で多かった。両品種で発生したいずれの腐敗果実にも、脱落したヘタ部分からの腐敗は認められなかった。収穫時のヘタ付き・ヘタなしによる腐敗率の違いは両品種で傾向が異なり、判然としなかった。

### （3）作業時間

#### ア．前処理

茎葉無処理・仕上げ切りありでの投下労働時間が、「えびす」で 7.9 人時/10a、「ケント」で 6.8 人時/10a であったのに対し、茎葉機械処理・仕上げ切りありでは「えびす」5.4 人時/10a、「ケント」4.7 人時/10a（茎葉機械処理速度 1.5km/h における投下労働時間 0.25 人時/10a を含む）であり、無処理時の 7 割程度に削減された（表 5）。またヘタ仕上げ切りを省略した場合、更に 7 割程度削減される可能性が明らかになった。

#### イ．拾い上げ

本試験における作業速度 0.3km/h、6 名体制での拾い上げ投下労働時間は、8.5 人時/10a と計算された。本試験での機上作業 4 名のうち、2 名は選別台前方でのつる処理、2 名は後方でのコンテナ操作などを担当したが、実際の作業状態から後方 2 名の作業は 1 名でも可能と考えられ、5 名体制では 7.1 人時/10a と計算された。

## 4. 主要成果の具体的データ

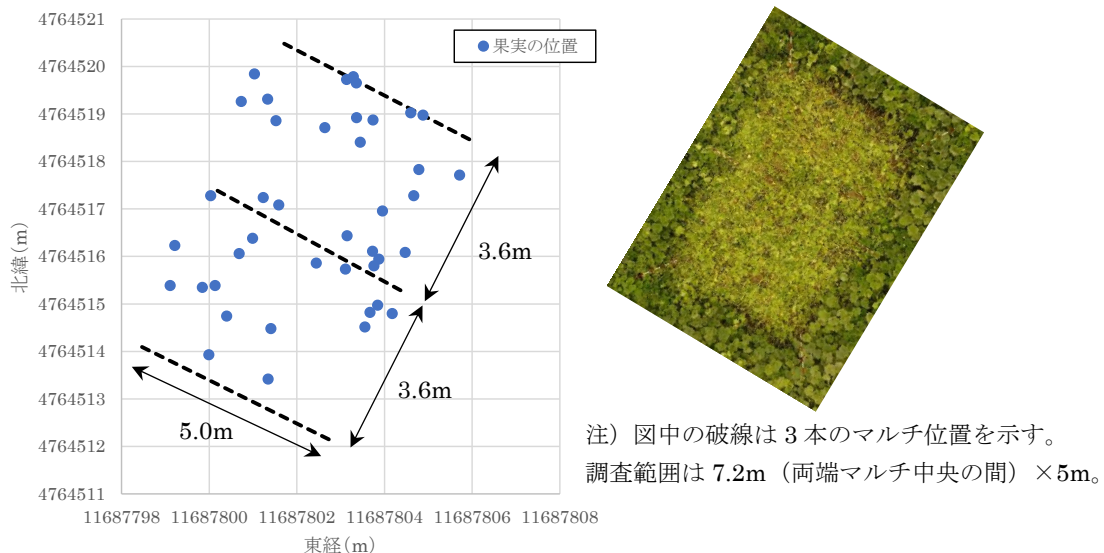


図 1 マルチに対する着果位置と空撮写真（えびす、8/29）

表 1 作物条件

	果数 <sup>※1</sup>	1個重 <sup>※1</sup>	収量 <sup>※1</sup>	茎葉 乾燥重量 <sup>※2</sup>
	(個/a)	(g)	(kg/a)	(DMg/m <sup>2</sup> )
えびす	103	2384	245	573
ケント	69	2824	196	383

※1 調査面積: 36m<sup>2</sup>。1個重はえびす37個、ケント25個の平均。

※2 3.6m×0.6m (1株範囲)内の測定値

表 2 茎葉機械処理後の果実損傷

試験日	品種	調査 個数(個) <sup>※1</sup>	内訳(%)			
			無傷	割れ	へた脱落	傷 <sup>※2</sup>
8月31日	えびす <sup>※3</sup>	572	88.3	7.0	4.5	0.2
9月5日	ケント	445	98.7	0.0	0.9	0.4

※1 範囲:3.6m×70m×2畦

※2 はっきりと中身が見える傷

※3 地面へのデバイダ刺さりが生じたため、チョップのみで実施

表 3 拾い上げ時の損傷と平置き貯蔵中の腐敗数

収穫日 <sup>※1</sup>	品種	茎葉	へた <sup>※2</sup>	サンプル 個数 (個)	拾い上げ時		腐敗数				備考
					へた脱落果 (個)	こすれ痕 (個)	9/18	10/10	11/1	累計	
8/31	えびす	無処理	なし	32	1	2	0	0	0	0	
8/31	えびす	無処理	あり	32			0	0	0	0	
9/1	えびす	機械処理	なし	32			0	1	0	1	1つる枯れ後にフザリウム様の
9/1	えびす	機械処理	あり	32		4	0	0	0	0	
★9/1	えびす	無処理	あり	32			0	2	0	2	2つともへた部分から
9/5	ケント	無処理	なし	32			0	0	1	1	1つる枯れ
9/5	ケント	無処理	あり	32	1		4	2	2	8	9/18腐敗全体でつる枯れ症状が多い。 10/10つる枯れ、11/1つる枯れ
9/6	ケント	機械処理	なし	32			0	2	1	3	10/10花痕部フザリウム?と表面つる枯れ 11/1つる枯れ
9/6	ケント	機械処理	あり	32			1	2	0	3	9/18軟化腐敗、10/10つる枯れ
★9/5	ケント	無処理	あり	32			0	0	0	0	

※1 ★印は対照区(機械使用なし、手作業のみで収穫)を示す。

※2 なし:仕上げ切り実施、あり:仕上げ切りなしを表す。

表 4 ハーフコンテナ貯蔵果実の調査結果

調査日	9月27日			
	27日		21日	
収穫後日数				
品種	えびす	えびす	ケント	ケント
へた	へた付き	へたなし	へた付き	へたなし
正常果	200	242	119	148
へた脱落	7	1	26	1
腐敗	2	1	3	7
表面異状		2	2	
合計	209	246	150	156
腐敗率(%)	1.0	0.4	2.0	4.5
へた脱落率(%)	3.3	0.4	17.3	0.6
腐敗内訳	表面から1 へた部1 (へた脱落果 ではない)	つる枯れ1	傷あと1 つる枯れ1 フザリウム1	軟化腐敗2 チョップ痕1 フザリウム4
表面異状果の 切断結果		2つとも 損傷のみ	腐敗なし (損傷ではない)	

表 5 集列作業能率、投下労働時間<sup>※1</sup>

品種	茎葉処理	へた 仕上げ切り	集列 個数 (個)	面積当 個数 (個/m <sup>2</sup> )	集列 時間 (分)	集列 能率 (個/h)	補正 集列 能率 <sup>※2</sup> (m <sup>2</sup> /h)	補正 集列 速度 <sup>※2</sup> (m/h)	平均果数での 投下労働時間 <sup>※3</sup> (人時/10a)	無処理・ 仕上げ切り 対比
えびす	無処理	あり	111	1.03	16.0	416	382	106	7.9	100
		なし	156	1.44	16.0	585	537	149	5.6	71
ケント	無処理	あり	102	0.94	9.7	631	579	161	5.4	69
		なし	103	0.95	7.5	821	753	209	4.2	54
ケント	機械処理	あり	75	0.69	12.5	361	440	122	6.8	100
		なし	101	0.94	13.2	460	561	156	5.4	78
ケント	機械処理	あり	81	0.75	8.7	561	684	190	4.7	68
		なし	97	0.90	7.9	736	897	249	3.6	53

※1 いずれも108m<sup>2</sup>(3.6m×30m)で調査

※2 集列能率を面積当たりの平均果数(えびす1.09個/m<sup>2</sup>、ケント0.82個/m<sup>2</sup>)で割り返した値

※3 茎葉機械処理区の集列時間は、茎葉機械処理の労働時間0.25を含む。

表 6 拾い上げ速度、および投下労働時間の計算値

速度 (m/h)	作業幅 (m)	圃場作業効率	作業能率 <sup>※1</sup> (m <sup>2</sup> /h)	作業時間 (h/10a)	投下労働時間 (人時/10a)	
					6名体制	5名体制
250	3.6	0.65	585	1.7	10.3	8.5
300	3.6	0.65	702	1.4	8.5	7.1
500	3.6	0.65	1170	0.9	5.1	4.3
800	3.6	0.65	1872	0.5	3.2	2.7
1000	3.6	0.65	2340	0.4	2.6	2.1

※1 速度×作業幅×圃場作業効率

## 5. 経営評価

供試機による省力化が期待されるが、腐敗の発生、作業能率ともにまだ検討を要するため、経営評価は次年度の結果を踏まえて実施する。

## 6. 利用機械評価

平置きサンプルの腐敗調査結果において、「えびす」では手収穫果実の腐敗が機械収穫果実より多かった。一方「ケント」では機械収穫果実で腐敗が多かったが、明らかな損傷からの腐敗は確認されなかった。「ケント」では収穫試験直前に降雨があった点「えびす」とは条件が異なったこともあり、機械収穫と腐敗発生の関係は本試験では判然としなかった。腐敗については改めて検証が必要である。

前処理でヘタ仕上げ切りを省略した場合、コンテナへの落下時にヘタ脱落が多発した一方、選別台からミニコンテナへ収納したサンプルでは脱落がほとんどみられなかった（1個/64個）。このことから供試機によるヘタ付きの果実の拾い上げ、および選別台までの搬送は可能と考えられた。供試機は機上でのヘタ切り作業を想定した構造ではないが、将来的に機上作業が可能となれば、前処理の効率化につながる可能性がある。

## 7. 成果の普及

供試機の性能、および前処理を含めた投下労働時間の評価検討は今のところ本成果が初であり、今後の省力体系構築に向けた基礎知見として活用する。

## 8. 考察

供試収穫機は、前処理の後追いで協調して稼働することが効率的と考えられ、今回の結果からその所要人員を前処理3名、拾い上げ5名の合計8名と設定することができる。慣行収穫体系の投下労働時間は7人時/10a（「北海道農業生産技術体系（第5版）」、北海道農政部）とされており、作業人員8名で同程度の投下労働時間となるためにはおよそ1140m<sup>2</sup>/hの作業能率が求められる。このため、機上人員5名、拾い上げ速度0.5km/hでの作業可否がひとつの目安となる（表6）。一方、3名での前処理作業能率は茎葉機械処理・ヘタ仕上げ切りありの体系で579（えびす）～684（ケント）m<sup>2</sup>/hであり（表5）、現状では前処理作業が律速となる。このため前処理と収穫機の協調による省力体系の確立には、前処理作業の効率化もポイントとなる。

前処理と拾い上げを別作業として考える場合には、それぞれの投下労働時間の合計を7人時/10a以下とすることが目標となる。機上5名での拾い上げ速度0.5km/h（4.3人時/10a）を目安に、いかに前処理を3人時/10a未満に抑えるかが、その場合の要点と考えられる。

## 9. 問題点と次年度の計画

今回得られた知見に基づき、全体的な作業能率向上について検討する。また今年度は機械作業と腐敗の発生について判然としなかったことから、次年度に改めて検証する。

10. 参考写真



写真1 茎葉無処理区での果実探索  
(果実は見えない)



写真2 茎葉の機械処理



写真3 茎葉機械処理区での果実探索  
(茎葉が細断されて果実を視認可能)



写真4 かぼちゃ収穫機 KYP-900