

第4章

原料の収穫作業省力化に関する基盤技術の開発

4.1 はじめに

北海道産野菜の収穫現場においては、農作業従事者の高齢化と人手不足に伴う生産力の減少が懸念されている。一斉収穫可能な栽培技術の確立が期待できる畑作物においては収穫機械の早期開発が望まれている。また、これまで通り人手による選択収穫を余儀なくされる畑作物においては、収穫作業の負荷を軽減するなどして作業の効率化を図る器具や機器の開発が望まれている。

本研究では、全国一位の生産量（全国の約半分）をほこるものの、機械化が困難なカボチャ栽培に着目した。カボチャ栽培においては収穫作業に多大な労力を要する。そこで、カボチャの収穫作業を軽労力化・効率化する方法として、新たな軸切りはさみを開発するとともに、収穫前茎葉処理の有効性について検討したので報告する。

4.2 新たなカボチャ軸切りはさみの開発背景

カボチャ収穫作業においては、果実の軸を切断する刃物として「カボチャ軸切り用はさみ」が広く普及している。しかし、軸の切断には大きな力が必要であり、長時間使用時の疲労蓄積などが課題となっている。そこで本課題では、専用はさみと比較して、より軽い力でカボチャの軸を切断することが可能なカボチャ軸切りはさみの実現に向けた指針を得るとともに、新たなはさみの実用化へ向けた試作・開発を行い、有効性の検証を検証する。

1) カボチャ軸切り刃物の検討

(1) 目的

様々な用途で使用されている数種類の刃物を用いたカボチャの軸切り試験を行い、切断力・切断時間などを比較・評価し、カボチャ収穫の軽労力化の可能性に関して指針を得る。

(2) 試験方法

ア. 試験1 軸切り時における刃物の使い易さ・安全性評価

①12種類の刃物（図1-1）を用いてカボチャの軸を切断し、使い易さと安全性を評価する。

②試験条件等

・使い易さの評価方法：切れ味、軸への位置決め

容易さ、刃物の重さ等を作業者が5段階で評価

・安全性の評価方法：刃物使用時の不安の感じ方を作業者が5段階で評価

・試験実施人数：4名（工試職員）で実施し、評価点数の平均値で評価

イ. 試験2 軸切断時間の測定

①試験1を実施した結果、使い易さと安全性の評価が高かった上位7種の刃物について軸切断に要する時間を測定する。

②試験条件等

・測定機器：ストップウォッチ

・測定回数：1つの刃物について3回測定し、平均値で評価

・その他：切断した軸の軸径を測定

ウ. 試験3 軸切断力の測定

①試験2を実施した結果、切断時間が短かった上位2種の刃物とカボチャ用はさみについて、軸を切断時に必要となる力を測定する。

②試験条件等

・測定機器：ロードセル

・測定回数：1つの刃物について3回測定し、平均値で評価

・その他：切断した軸の軸径を測定

(3) 結果および考察

ア. 試験1 軸切り時における刃物の使い易さ・安全性評価

カボチャ軸切断時の刃物の使い易さや安全性については、剪定ばさみや樹脂・パイプカッタの評価が高かった（図1-2）。カボチャ用はさみの評価は4番目であった。

イ. 試験2 軸切断時間の測定

試験の様子を図1-3に示す。カボチャ軸切断時間については、樹脂・パイプカッタの切断時間が最も短く、カボチャ用はさみの3割程度であった（図1-4）。これは、樹脂・パイプカッタでは柄に1度力を入れることで軸が切断できたのに対し、カボチャ用はさみでは軸を切断するために柄に複数回力を入れる必要があったことによる（図1-5）。

ウ. 試験3 軸切断力の測定

試験の様子を図1-6に示す。カボチャ軸切断力については、樹脂・パイプカッタの切断力が最も小さかった。特に、樹脂・パイプカッタ_1の切断力はカボチャ用はさみの4割程度であった（図1-7）。

図 1-1 使い易さ・安全性評価に使用した刃物(12 種類)

1 カボチャ用はさみ_1 ・質量：221 g ・価格：6,000 円	5 樹脂・パイプカッタ_2 ・質量：217 g ・価格：5,300 円	9 電動剪定はさみ_2 ・質量：492 g ・価格：14,300 円
2 カボチャ用はさみ_2 ・質量：219 g ・価格：6,600 円	6 樹脂・パイプカッタ_3 ・質量：280 g ・価格：5,600 円	10 電動剪定はさみ_3 ・質量：624 g ・価格：8,800 円
3 剪定ばさみ ・質量：225 g ・価格：1,500 円	7 樹脂・パイプカッタ_4 ・質量：299 g ・価格：2,100 円	11 マルチカッタ ・質量：421 g ・価格：16,100 円
4 樹脂・パイプカッタ_1 ・質量：177 g ・価格：2,400 円	8 電動剪定はさみ_1 ・質量：842 g ・価格：230,000 円	12 小型チェーンソー ・質量：935 g ・価格：25,000 円

1 カボチャ用はさみ_1

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	3	3	3	3	3
安全性	4	3	3	3	3.25

6 樹脂・パイプカッタ_3

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	1	2	1	2	1.5
安全性	3	3	1	5	3

3 剪定ばさみ

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	2	5	4	4	3.75
安全性	4	3	3	5	3.75

8 電動剪定はさみ_1

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	4	5	4	5	4.5
安全性	3	2	2	1	2

4 樹脂・パイプカッタ_1

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	5	5	3	2	3.75
安全性	4	3	3	5	3.75

12 小型チェーンソー

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	1	3	2	2	2
安全性	1	3	2	2	2

5 樹脂・パイプカッタ_2

項目 \ 作業者	A	B	C	D	平均
使い易さ	3	4	4	3	3.5
安全性	4	3	3	3	3.25

図 1-2 使い易さ・安全性評価試験結果(上位 7 種類)



図 1-3 軸切断時間測定試験の様子

	カボチャ用はさみ_1	剪定ばさみ	樹脂・パイプカッタ_1	樹脂・パイプカッタ_2	樹脂・パイプカッタ_3	電動剪定はさみ_1	小型チェーンソー
時間: s	2.6	3.8	0.7	0.7	2.3	2.1	3.7
軸径: mm	37.7	34	32.3	31.7	32	34.7	36.7

図 1-4 軸切断時間測定試験結果(3 回試行の平均値)

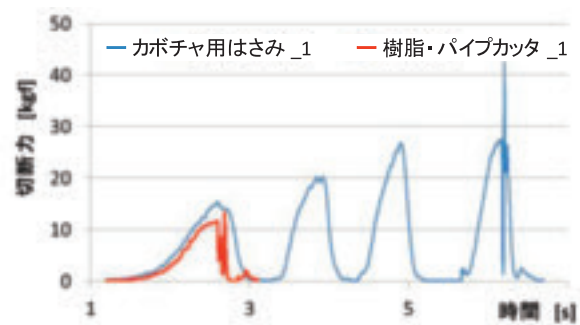


図 1-5 軸切断時間の比較

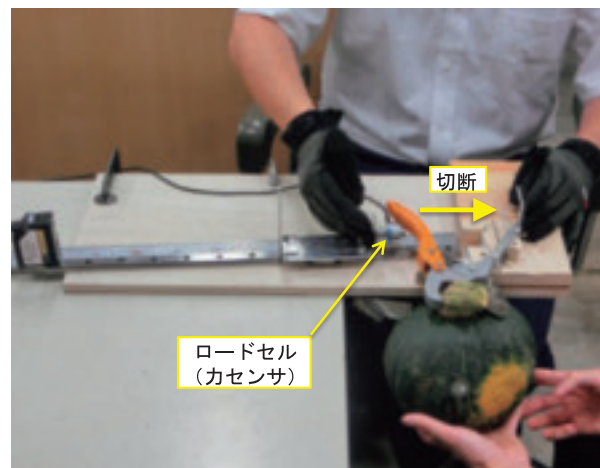


図 1-6 軸切断力測定試験の様子

	カボチャ用はさみ_1	樹脂・パイプカッタ_1	樹脂・パイプカッタ_2
切断力 [kgf]	32.1	12.2	15.8
軸径 [mm]	34.3	32.7	35.7

図 1-7 軸切断力測定試験結果 (3 回試行の平均値)

2) カボチャ軸切り刃物の検討(農業就業者に対する聞き取り調査)

(1) 目的

市販の 12 種類の刃物を用いてカボチャの軸切り試験を行い、切断力・使い易さ・切断時間を比較・評価した結果、樹脂・パイプカッタ_1 (以下樹脂カッタと呼称) の成績が最も良いことがわかった。このことを受け、農業就業者に樹脂カッタを使用してもらい、使用感について聞き取り調査を行うとともに、実際の軸切り作業への適用性について検討する。

(2) 試験方法

ア. 試験 1 軸切り時における樹脂カッタの使用感に関する聞き取り調査

①農業就業者に樹脂カッタを用いてカボチャの軸を切断してもらい、その使用感について聞き取り調査を実施する。

②試験条件等

・調査した農業就業者：全 15 名（男性 8 名、女性 7 名）

内訳）

a) A農場（篠津東）：6 名（男性 4 名、女性 2 名）

b) B農場（篠津東）：4 名（男性 3 名、女性 1 名）

c) C農場（和寒）：3 名（女性 3 名）

d) D農場（和寒）：2 名（男性 1 名、女性 1 名）

・聞き取り調査項目

a) 使い易さ：軸への位置決めの容易さ、握り易さ、重さ等を 5 段階評価

b) 力の入れ具合：大きな握力を必要とするかを 5 段階評価

c) 安全性：使用時の不安感（指を切断しそう等）を 5 段階評価

イ. 試験 2 軸の切り残し長さ測定試験

①試験 1 実施時に、カボチャ用はさみと樹脂カッタで切断したカボチャの軸の切り残し長さを測定する。

②試験条件等

6 名の農業就業者にカボチャ用はさみと樹脂カッタを用いて、各々 10 個のカボチャの軸を切断してもらい、切り残った軸の長さをノギスで測定。また、切断した軸の直径と、カボチャの直径を測定する。

(3) 結果および考察

ア. 試験 1 軸切り時における樹脂カッタの使用感に関する聞き取り調査

①図 1-8 に聞き取り調査結果を示す。調査対象者 15 名の平均点は、「使い易さ 3.5 点」、「力の入れ具合 4.5 点」、「安全性 4.6 点」であった。

②3 項目全てについて満点評価（5 点）をつけた農業就業者は 15 名中 3 名であった。「使い易い」理由として、「単純に使い易い」、「軽くて切りやすい（疲れない）」などの理由が挙げられた。

③3 名の農業就業者が「使い易さ」について 1~2 点の低評価をつけた。その理由として、「先端が軸にぶつかる」、「柄が握みにくい」、「もう少し軸を短く切りたい」などが挙げられた。

イ. 試験 2 軸の切り残し長さ測定試験

①図 1-9 に軸の切り残し長さ測定試験の結果を示

す。カボチャ用はさみでは「軸の切り残し長さ」が 9.2 mm、樹脂カッタでは 12.2 mm であり、樹脂カッタでは軸の切り残し長さが 3 mm 長くなることが分かった。図 1-10 に軸切断後のカボチャを示す。

②軸の切り残し長さが 3 mm 程度長くなることの是非について農場主（農場責任者）に照会したところ、3 名の農場主より「このままでは出荷できない」との回答があった。

以上試験項目 1) 2) より、カボチャ用はさみを含めた 12 種類の刃物の使い易さや切断時間と切断力を比較・評価した結果、樹脂カッタの成績が最も良い反面、実際の軸切り作業へ適用する際の課題が見いだされたが、カボチャ収穫の軽労力化実現の可能性が示されるとともに、新たなカボチャ軸切りはさみの開発に向けた指針が得られた。

性別	年代	使い易さ	力の 入れ具合	安全性
女性 7名	50	5	5	5
	40	5	5	5
	60	1	4	5
	50	2	5	5
	70	2	5	4
	20	3	5	4
	40	3	4	4
男性 8名	70	3	3	3
	50	3	5	5
	50	5	4	5
	30	5	5	4
	60	5	5	5
	30	4	5	5
	20	3	5	5
	30	4	3	5

※「使い易い」と判断した理由

単純に使い易い	2名
軽くて切りやすい（疲れない）	3名
高さが決まりやすい	1名

※「使いにくい」と判断した理由

先端が軸にぶつかる	4名
柄が掴みにくい	2名
もう少し軸を短く切りたい	2名
使い慣れていない	2名

	年代	使い易さ	力の 入れ具合	安全性
女性平均	47.1	3.0	4.7	4.6
男性平均	42.5	4.0	4.4	4.6
全体平均	44.7	3.5	4.5	4.6

図 1-8 樹脂カッタの使用感 聞き取り調査結果

単位 mm

	カボチャ用はさみ			樹脂カッタ			軸切断し 差分 B-A
	軸径	軸切断し (A)	直径	軸径	軸切断し (B)	直径	
女性40代	27.4	8.7	-	29.0	10.6	-	1.9
女性50代	28.3	12.3	-	27.4	14.2	-	1.9
男性30代	38.2	9.4	192	38.5	11.4	190	2.0
女性60代	37.5	8.0	186	35.6	12.2	185	4.2
女性50代	29.0	8.5	183	31.1	12.5	197	4.0
女性70代	30.2	8.4	189	30.3	12.5	194	4.1
平均値	31.8	9.2	188	32.0	12.2	191	3.0

※ 1名につき、10個のカボチャの軸を切断（平均値は、60個の平均値）

図 1-9 軸の切り残し長さ測定試験の結果



図 1-10 軸切断後のカボチャ

3) 新たなカボチャ軸切りはさみの試作と評価

(1) 目的

カボチャの軸切りにおいて樹脂カッタの切断力・使い易さ・切断時間は高評価であったが、軸の切り残り長さが課題としてあげられた。そこで、樹脂カッタの長所を生かしつつ、軸の切り残り長さを短くすることが可能な新たなカボチャ軸切りはさみを試作する。また、樹脂カッタで行ったのと同様の評価試験を行い、実際の軸切り作業への適用性について検討する。

(2) 試験方法

ア. 新たなカボチャ軸切りはさみの試作

① 2) で行った聞き取り調査の結果と農業関係者から得られた要望をもとに、以下 (ア) ~ (オ) の仕様を満たすカボチャ軸切りはさみを試作する。

②仕様

- ・軸の切り残り長さが短い
刃面〜カボチャ上面間距離を小さくする。すなわち、「刃面から下の形状寸法」を小さくすることで軸の切り残り長さを短くする。樹脂カッタでは「刃面から下の形状寸法」が7〜10mm であるのに対し、試作はさみでは 1 mm とする (図 1-11)。
- ・低コスト
刃を替刃式とすることで低コスト化を図る。
- ・軸の位置決めが容易
切断時に軸を固定しやすいように「軸抑え」機能を有する構造とする。
- ・安全性の確保
はさみを閉じた際に刃先が隠れるようカバーを設ける。
- ・切断力が小さい
刃を樹脂カッタと同様の平刃 (平面な刃) にすることで、カボチャ用はさみと比較して小さな切断力で軸切りを行うことを可能とする。

イ. 試験 1 切断力・切断時間測定試験

① 試作はさみとカボチャ用はさみ・樹脂カッタの切断力を測定し比較する。

②試験条件等

- ・測定機器：ロードセル
- ・被切断物：直径 15mm のテフロンロッド (カボチャの軸を想定)
- ・測定回数：それぞれのはさみについて 5 回測定し、平均値で評価
- ・その他：ロードセルはハサミの支点から 100 mm の距離の柄の部分に設置

ウ. 試験 2 使用感聞き取り調査 (農業従事者)

① 農業就業者に試作はさみを用いてカボチャの軸を切断してもらい、その使用感について聞き取り調査を実施する。

②試験条件等

- ・調査した農業就業者：全 7 名 (男性 6 名、女性 1 名)

内訳)

a) A 農場 (東野幌)：4 名 (男性 3 名、女性 1 名)

道央ほっくり

b) B 農場 (篠津東)：3 名 (男性 3 名)、

ほっとけくりたん

- ・聞き取り調査項目

- a) 使い易さ：軸への位置決めが容易さ、握り易さ、重さ等を 5 段階評価
- b) 力入れ具合：大きな握力を必要とするかを 5 段階評価
- c) 安全性：使用時の不安感 (指を切断しそう等) を 5 段階評価

エ. 試験 3 軸の切り残り長さおよび軸直径の測定

① 試験 2 実施時に、試作はさみで切断したカボチャの切り残った軸の長さ、および切断した軸の直径を測定する。

②試験条件等

試験 2 で切断したカボチャ (道央ほっくり、ほっとけくりたん) からそれぞれ 20 個を無作為に抽出し切り残った軸の長さとして切断した軸の直径をノギスで測定。

オ. 試験 4 生体情報計測による試作ハサミの評価 (非農業従事者)

① 軸切り作業の模擬動作により、握り込む際の生体情報の計測試験を実施する。あわせて試作ハサミの使用感について主観評価を行い、試作ハサミの身体負担軽減効果を確認する。

②試験条件等

- ・カボチャの軸と同等の切断力を要する模擬試料 (樹脂パイプ) を用い、筋電位および関節角度を計測。
- ・上記を行った後、使用感についてアンケート調査を行い、試作ハサミの主観評価を行う。

(3) 結果および考察

ア. 新たなカボチャ軸切りはさみの試作

① 図 1-11、図 1-12 に示すとおり、仕様①〜④を満たすはさみを試作した。

イ. 試験 1 切断力・切断時間測定試験

① 図 1-13 に試験の様子を、図 1-14 に切断力の測

定結果を示す。試作はさみの切断力は平均 8.4 kgf であり、カボチャ用はさみの切断力 26.2 kgf の 1/3 程度であった。また、樹脂カッタの切断力は試作はさみと同等（平均 8.0 kgf）であり、仕様⑤を充たすことを確認した。

- ②図 1-15 に試作はさみとカボチャ用はさみの切断力をグラフにして示す。図より切断に要する時間について、試作はさみによる切断時間はカボチャ用はさみの 1/2 程度となることを確認した。

ウ. 試験 2 使用感聞き取り調査（農業従事者）

- ①図 1-16 に試験の様子、図 1-17 に試作はさみの使用感聞き取り調査結果を示す。対象者 7 名の平均点は、「使い易さ 4.8 点」、「軽く切れるか 4.8 点」、「安全性 4.7 点」であった。いずれの項目も R4 年度の結果（4.6 点、4.6 点、4.4 点）を上回っており、高い評価が得られた。

- ②調査項目以外では以下の感想が得られた。

- ・良い点：軽く切れる、力がいらぬ、軸が太くても切れる、位置決めが容易、刃先がささらない、ポケットに入れられる、など。
- ・悪い点：切れ味が良くて指を切りそう、グリップ幅が狭い（力を入れづらい）、剛性が低い、など。

エ. 試験 3 軸の切り残し長さおよび軸直径の測定

- ①「道央ほっくり」と「ほっとけくりたん」それぞれ 20 個程度について、測定した切り残し長さと軸直径の平均値を図 1-18 に示す。

- ②切り残し長さの平均は 6.4mm と 8.8mm であり、出荷基準には問題がないことを確認した。

- ③軸直径の平均は 33.2mm と 32.3mm であった。また、どちらの品種でも最大軸直径は約 40mm であり、はさみの設計における基準値（切断可能な軸の直径）を得た。

オ. 試験 4 生体情報計測による試作ハサミの評価（非農業従事者）

- ①年齢・性別の異なる 8 名の被験者（工業試験場職員）により、軸切り作業の模擬動作試験を行った。試験の様子を図 1-19 に示す。カボチャ用はさみと試作はさみのそれぞれについて、模擬試料を 5 個切断した時の生体情報を計測した。計測項目としては、前腕部屈筋群と伸筋群の筋電位、および手関節（手首）と示指 MP 関節（人差し指の付け根関節）の関節角度とした（図 1-20）。

- ②筋電位計測結果を図 1-21 に示す。個人差はあるものの年齢・性別に関わらず、前腕屈筋群・前腕伸筋群ともに、試作ハサミにおいて筋電位が大きく低下している。このことから、試作ハサミは

従来ハサミと比較して、身体負担低減に効果的であることが示された。

- ③関節角度（角速度）計測結果を図 1-22 に示す。手関節背屈・示指 MP 関節屈曲ともに、従来ハサミではばらつきが大きく、かつ最大値が大きくなっている。ばらつきが大きいことは、動作が安定していないことを示し、最大値が大きいことは、強く握っていることを示す。このことから、試作ハサミは従来ハサミと比較して、安定かつ楽に軸切り作業を行うことが可能なことが示された。

- ④主観評価の結果を図 1-23 に示す。各項目において 8 名の被験者全員から、従来品と比較して高い評価が得られた。

- ⑤調査項目以外では以下の感想が得られた。

- ・良い点：とにかく軽く切れるのが良い、刃先が隠れている・尖っていないことに安心感、無理な力が必要ないので思わぬ事故が生じにくい、など。
- ・悪い点：グリップ形状がもう少し握りやすければさらに使いやすくなる。

試作した新たなカボチャ軸切りはさみは、聞き取り調査および生体情報計測の結果、十分な実用性を有し、かつ軸切り作業の軽労力化を実現可能なことが示された。両試験からグリップ形状の改善と剛性の向上が課題として見いだされたことから、これらを考慮して実用化へ向けた改良を行う。

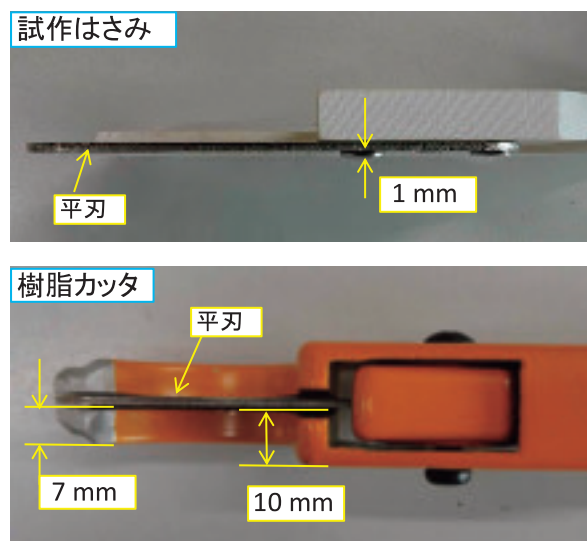


図 1-11 刃面から下の形状寸法（試作はさみ、樹脂カッタ）



図 1-12 試作したはさみの概観



図 1-13 切断力測定試験の様子

No	試作ハサミ	専用ハサミ	樹脂カッタ
1	9.56	28	8.55
2	8.18	25.5	7.74
3	8.85	24.8	8.19
4	7.68	26.7	8.05
5	7.6	26.1	7.58
平均値	8.4	26.2	8.0

図 1-14 切断力測定試験結果

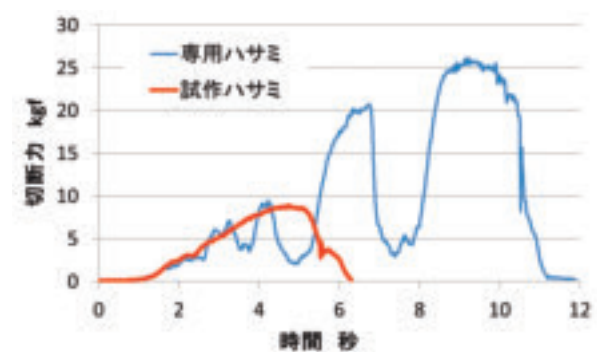


図 1-15 切断に係る時間



図 1-16 試験の様子

性別	年代	習熟度	使い易さ	軽く切れるか	安全性
女	40	熟練	4.5	4.5	4
男	20	熟練	5	5	5
	30	熟練	5	5	5
	30	熟練	5	5	4
	30・40	熟練	4	5	5
	70	熟練	5	4	5
平均			4.8	4.8	4.7
平均 (R4)			4.6	4.6	4.4

図 1-17 聞き取り調査結果

	切り残し[mm]	軸直径[mm]
道央ほっくり	6.4	33.2
ほっとけ栗たん	8.8	32.3

図 1-18 軸の切り残し長さと直径



図 1-19 軸切り作業模擬動作試験の様子

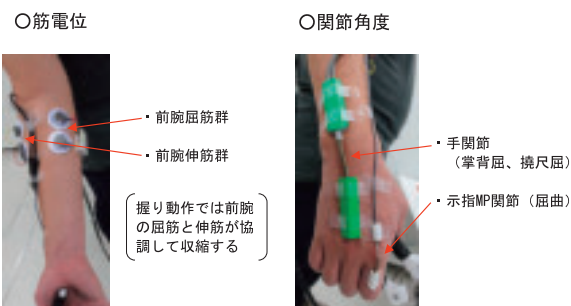


図 1-20 生体情報計測項目

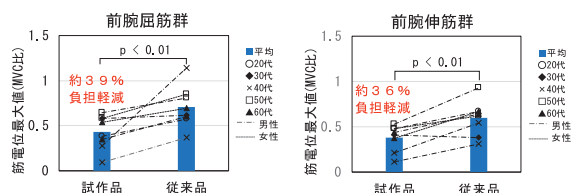


図 1-21 筋電位測定結果

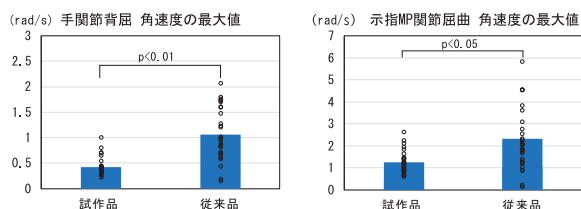


図 1-22 関節角度（角速度）計測結果

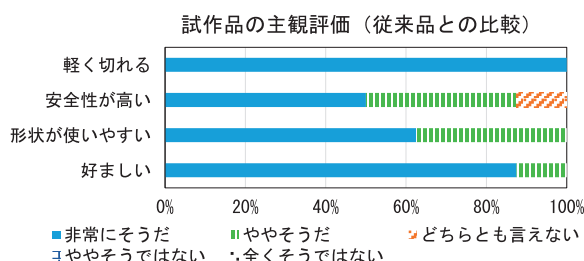


図 1-23 主観評価の結果

4) 新たなカボチャ軸切りはさみの実用化へ向けた改良

(1) 目的

3) で試作したはさみを評価した結果、十分な性能を有するものの、グリップ形状を改善することで、更なる使用感の向上が見込まれた。そこで、グリップ形状の最適化を図るため人間工学の知見にもとづいた形状評価を行い、これに基づいた製品プロトタイプ製作を行う。その後協力農家において収穫シーズンを通しての使用テストを行い、製品化へ向けた課題を抽出する。なお、製品プロトタイプ設計・製作は浅香工業株式会社が行い、

(2) 試験方法

ア. グリップ形状の最適化

① 3) で試作したグリップは、握った際に力が伝わりづらい傾向であった。これを改善するため、人間工学的観点にもとづいてグリップ各部の寸法案を規定し、寸法を変化させた3パターンのグリップモデルを用いた握りやすさの評価を行うことで、グリップ形状の最適化を図る。

② 試験条件等

- ・グリップ寸法案の規定: グリップの基本形状と握りやすさに影響する箇所の寸法範囲を定め、グ

リップ寸法案を規定する。

- ・握りやすさの評価: ①で定めた寸法範囲の最大・中間・最小でグリップモデル作成し、握りやすさに関するアンケート調査を行う。

イ. 製品プロトタイプの製作と使用テスト

① アンケート結果にもとづいたグリップ形状を有し、課題として指摘された剛性の向上を図った製品プロトタイプを製作する。製作したはさみを協力農家で試用してもらい、使用感等について聞き取り調査を行う。

② 試験条件等

- ・製品プロトタイプの製作: 製品化を検討する浅香工業株式会社が設計・製作を行う。
- ・協力農家での試用: 3) で聞き取り調査を行ったA農場(東野幌)とB農場(篠津東)において収穫シーズンを通して試用してもらい、使用感等について聞き取りを行う。

(3) 結果および考察

ア. グリップ形状の最適化

① 図1-24にグリップの改良案を示す。3)で試作したグリップは、柄が直線状でグリップ後端に向かってハの字となる形状であった。これに対し改良案では、グリップ中間部に幅を持たせ、グリップ後端に向かって幅を狭くしている。これにより、最大に開いた状態と最小に閉じた状態での力の入り具合の改善が見込まれる。

② 図1-25に寸法案を示す。図中の固定寸法に加え、主に手の大きさに起因する握りやすさの評価を行うため、L3、L4、W1、W3、Hに寸法範囲を定めた。

③ 図1-26に示すとおり、寸法範囲の最大・中間・最小で3パターンのグリップを設計・製作し(図1-27)、握りやすさに関するアンケート調査を行った(図1-28)。

④ 20～60代の男性5名・女性2名に対して行ったアンケート調査の結果を図1-29、1-30に示す。3パターンのグリップ形状はいずれも3)で試作したはさみより好まれる傾向であった。平均点が高く否定意見が少ないグリップパターン2結果として中間サイズのグリップパターン2の形状が最適との結果が得られた。

イ. 製品プロトタイプの製作と使用テスト

① グリップ形状の検討結果をもとに、図1-31に示す製品プロトタイプを製作した。グリップ形状に加え、心材となるステンレスの板厚増加による剛性の向上と、刃部形状の変更によるデザイン・重量バランスの改善を図った。

②3) で聞き取り調査を行ったA農場(東野幌)とB農場(篠津東)において収穫シーズンを通して試用してもらい、聞き取り調査を行った(図1-32)。得られた意見によれば、使用感と剛性ともに改善されており、概ね良い評価が得られた。一方でカボチャの品種や形状によってははさみの形状に工夫が必要な点が指摘された。

1)～3)で実施した各種計測試験や聞き取り調査に加え、人間工学的な観点にもとづいたグリップ形状を有する製品プロトタイプを製作し、十分な性能を有しつつ、使用感も向上した新たなカボチャ軸切りはさみが実現した。試用・聞き取りの結果工夫が必要な点として指摘された事項からさらなる改善点が明らかとなり、今後は企業(浅香工業株式会社)主体で製品化へ向けた取り組みを進める。

試作はさみ



改良案

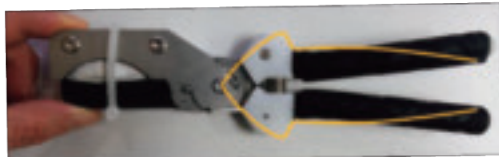


図1-24 グリップの改良案



図1-25 グリップの寸法案

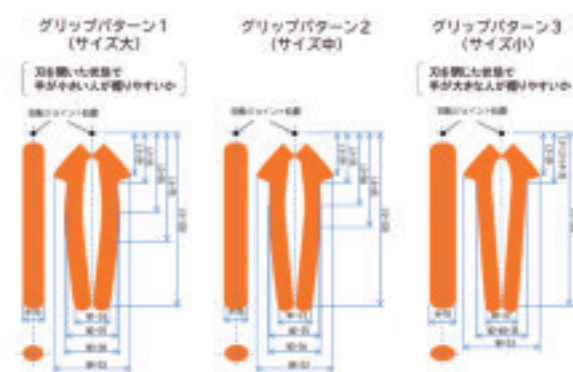


図1-26 3パターンのグリップ



図1-27 製作した3パターンのグリップ



図1-28 握り易さの評価



図1-29 力の入れやすさ(開いた状態・閉じた状態・グリップ太さ)

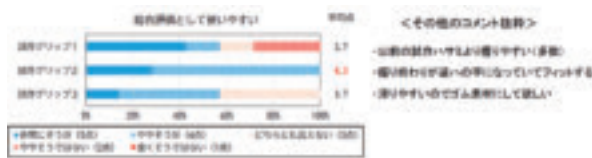


図 1-30 総合評価



図 1-31 製品プロトタイプ

- | 良かった点 | 工夫が必要な点 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 大分改良されている印象 ・ 前回の試作より頑丈で歪み等無し ・ 切れ味良く、軸を短く切りすぎることはない ・ 替え刃式はメリット大 ・ 普段使っているハサミは 1 年でだめになる（再研磨不可でコストがかかる） ・ 農協の部会で紹介すれば売れるだろう | <ul style="list-style-type: none"> ・ 刃受けにヘタのカスが溜まる ・ 女性には少し大きい（両手を使っていた） ・ 頂部が陥没している品種では軸が残る ・ 軸が非常に硬い品種だと男性でもきつい ・ 刃先を器用に使えない ・ 刃先が直線ではなく丸みがあると良い ・ 軸が根本から曲がっていると切りづらい |

図 1-32 聞き取りの結果得られた意見

5) 小括

本研究項目では新たなカボチャ軸切りはさみの開発に取り組み、各種計測試験やアンケート調査により、工学的また人間工学的な裏付けのもと、実用化・製品化が可能な段階まで開発を進めることができた。ここで収穫作業にかかる時間に着目すると、吉田ら¹⁾によれば、10a（果実数 1000 個）の圃場で、カボチャの探索・収穫・コンテナ収納までの収穫作業にかかる全ての時間は約 5.3 時間との調査結果がある。本研究項目で示した軸切りにかかる時間（図 1-4）は、カボチャ用はさみが 2.6 秒、開発はさみと同等の樹脂カッタが 0.7 秒であった。このことは、カボチャ 1000 個の収穫に換算すると、カボチャ用はさみが 43 分なのに対し、開発はさみを用いると 12 分となり、31 分短縮可能なことを表している。収穫作業にかかる全ての時間 5.3 時間に対しては、約 10% の時間短縮が可能となる。以上より、本研究項目で開発した新たなカボチャ軸切りはさみは、収穫作業の軽労力化と効率化を両立し、ユーザーにとって大きなメリットをもたらすものと考えられる。なお、開発したはさみをベースとして、令和 7

年中に浅香工業株式会社により製品化の予定となっている。

4.3 カボチャ茎葉処理による収穫作業効率の向上背景

カボチャは果実が茎葉に覆われているため、収穫作業時には足で茎葉を掻き分けながら果実を探す必要があり、非常に多くの時間と労力を要している。このような収穫作業を効率化するためには、収穫前に茎葉を切断し果実の視認性を向上させることが有効と考えられる。しかし、カボチャ専用の茎葉処理機は存在せず、トラクタ用草刈り機（モア・チョッパー）等は高価なうえ、トラクタの走行による果実の損傷が課題となる。そこで本課題では、安価に購入することが可能なバリカン式摘芯機の活用の可能性について検討する。実際にカボチャの茎葉処理に適用した際の効果や果実への影響を調査し、現場への導入に向けた課題を整理する。

1) バリカン式摘芯機によるカボチャ茎葉処理予備試験

(1) 目的

バリカン式摘芯機によるカボチャ茎葉処理が可能か確認するため、手押し式のニラ・ネギ用野菜摘芯機を用いてカボチャの茎葉を切断することが可能か確認する。

(2) 試験方法

ア. 落合刃物工業製ニラ・ネギ用野菜摘芯機をカボチャの畝に沿って手動で走行させる。バリカン状の刃（刈り幅 1160 mm、刃ピッチ 40 mm、刃高 27 mm）をカボチャの茎葉部に押し付け、茎葉部が切断可能か確認する。

イ. 試験条件等

①品種：TNK157

②移動速度：秒速 0.5 m 程度

③地面～バリカン刃間距離（バリカン刃の地面からの高さ）：250 mm

(3) 結果および考察

ア. 試験に使用した摘芯機を図 2-1 に示す。

イ. 摘芯機を走行させたところ、カボチャ茎葉部が切断可能であることを確認した（図 2-2）。

ウ. 切断した茎葉部は切断後 150 分程度でほとんど枯れるため、果実の視認性が大幅に向上することを確認した（図 2-3）。

バリカン式摘芯機でカボチャ茎葉処理が可能になったことがわかった。実際にカボチャ収穫へ適用する

には、作業速度を向上させる必要があることから、自走式の摘芯機について調査・検討を進める。



図 2-1 落合刃物工業製野菜摘芯機



図 2-2 茎葉処理試験の様子



図 2-3 茎葉処理試験結果

2) 自走式摘芯機によるカボチャ茎葉処理

(1) 目的

道内に広く普及している農業用乗用管理機へ、そのオプション品として低価格で提供されている大豆摘芯機（柔らかい大豆幼葉切断用バリカン）を搭載し、カボチャ茎葉が切断可能か確認する。

(2) 試験方法

ア. 道内に広く普及している農業用乗用管理機に、そのオプション品である大豆摘芯機を搭載し、カボチャの畝に沿って走行する。カボチャの茎葉を切断可能か確認する。図 4-1 に大豆摘芯機を、図 4-2 に大豆摘芯機を搭載した乗用管理機を示す。

イ. 試験条件等

①車速：2 km/時、3.6 km/時

②地面～バリカン刃間距離（バリカン刃の地面からの高さ）：300 mm

③試験圃場：花・野菜技術センター内

(3) 結果および考察

ア. 大豆摘芯機を搭載した乗用管理機を図 2-4 に示す。

イ. 試験を実施した花・野菜技術センターの試験圃場では、防除なしでの栽培試験が行われていたため、うどんこ病による茎葉の枯れや倒伏が発生しており、茎葉密度が「疎」な状態であったものの、2 km/時、および3.6 km/時の走行速度で茎葉を切断することが可能なことを確認した。図 2-5 に茎葉処理試験の様子を示す。

ウ. 図 2-6 に茎葉処理前後の圃場の様子を示す。黄色の点線で囲んだ箇所に着目すると、茎葉処理後に果実の視認性が向上していることが確認できる。

市販されている大豆摘芯機がカボチャの茎葉処理に活用可能で、果実の視認性向上が可能なことを確認した。

異なる栽培条件での試験・評価を進め、現場への導入に向けた課題を整理する。



図 2-4 大豆摘心機を搭載した乗用管理機



図 2-5 茎葉処理試験の様子



図 2-6 茎葉処理前後の様子

3) 異なる栽培条件における茎葉処理効果の検討

(1) 目的

カボチャ栽培では品種や栽培方法により、ベッド幅・通路幅など圃場の条件が異なることから、複数の圃場で試験を実施し茎葉処理が可能か確認するとともに、管理機の走行がカボチャ果実に与える影響について評価・検討する。

(2) 試験方法

ア. 試験 1 カボチャ茎葉処理試験 1 (穂別)

① ②) で使用した機材を使用し、穂別の協力農場において茎葉処理試験を行う。茎葉の切断が可能か確認するとともに、管理機の走行に起因する損傷果実の発生率等について調査する。

② 試験条件等

- ・試験区画寸法、ベッド幅、通路幅：図 2-7 参照
- ・車体寸法、大豆摘心機刈取幅等：図 2-8 参照
- ・車速：2 km/時
- ・地面～バリカン刃間距離（バリカン刃の地面からの高さ）：190 mm

イ. 試験 2 カボチャ茎葉処理試験 2 (滝川)

- ・上述と同様の試験を、滝川（花・野菜技術センター）で実施する。
- ・試験条件等

- ① 試験区画寸法、ベッド幅、通路幅：図 2-9 参照
- ② 車体寸法、大豆摘心機刈取幅等：図 2-10 参照
- ③ 車速：2 km/時
- ④ 地面～バリカン刃間距離（バリカン刃の地面からの高さ）：190 mm

(3) 結果および考察

ア. 試験 1 カボチャ茎葉処理試験 1 (穂別)

① 図 2-11 に茎葉処理前後の圃場の様子を示す。また、図 2-12 に茎葉処理後の圃場におけるカボチャ収穫の様子を示す。大豆摘心機で繁茂状態のカボチャの茎葉が切断できること、また、切断前と比較して、切断後の果実の視認性が向上することを確認した。

② 図 2-7 に示す試験区画（7.4m×20m）内で収穫した果実の総数は 198 個であった。そのうち、乗用管理機の手車と接触し損傷した果実数は 11 個であった。損傷した果実を図 2-13 に示す。

イ. 試験 2 カボチャ茎葉切断試験 2 (滝川)

① 図 2-14 に茎葉処理前後の圃場と茎葉切断の様子

を示す。試験 1 と同様、大豆摘心機で繁茂状態のカボチャの茎葉が切断できること、また、切断前と比較して、切断後の果実の視認性が向上することを確認した。

②図 2-9 に示す試験区画 (4.5m×30m) 内で収穫した果実の総数は 235 個であった。そのうち、乗用管理機の手輪と接触し損傷した果実数は 41 個であった。

車輪との接触で損傷した果実数の割合は以下のとおり。

- ・通路幅 (栽培区域) 3.6 m の穂別圃場： 5.5 %
- ・通路幅 (栽培区域) 1.8 m の滝川圃場： 17.4 %
- ・両者には大きな差があり、通路幅が狭いと損傷率が高くなることが分かった。これは、通路幅が狭い場合、ベッドに対して垂直方向に伸びた蔓が隣のベッドへ到達し、その近辺で生育した果実がベッドを跨いで走行する管理機の手輪と接触したことによるものと考えられる (図 2-3)。
- ・このことから損傷率を低く抑えるには、試験 1 のように通路幅を広く確保することや、車輪と果実の接触を防止する機構を追加するなどの対策が必要となることがわかった。

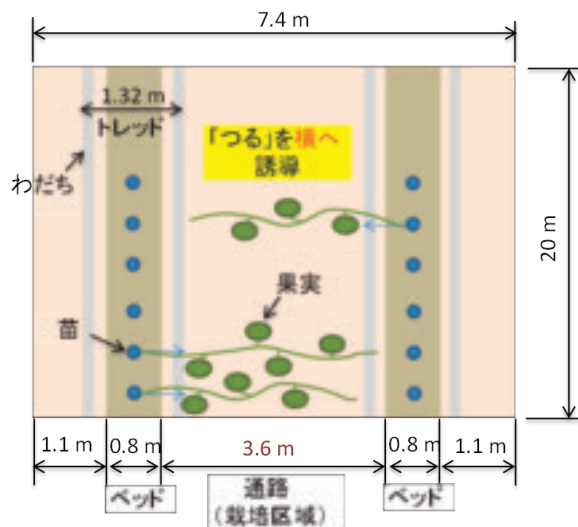


図 2-7 試験区域、ベッド幅、通路幅 (穂別)

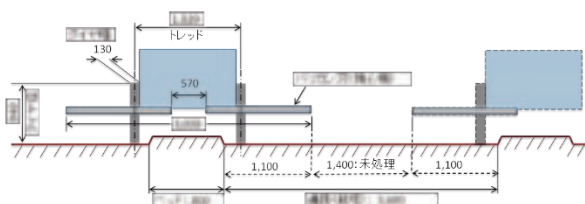


図 2-8 車体寸法、大豆摘心機刈取幅等 (穂別)

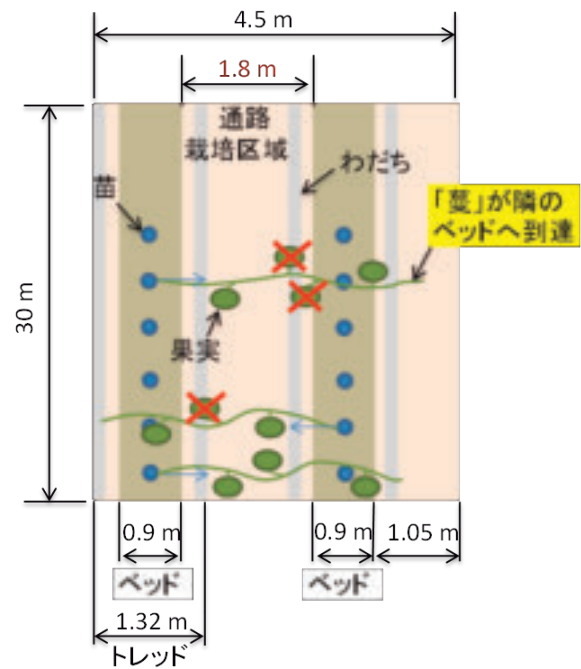


図 2-9 試験区域、ベッド幅、通路幅 (滝川)

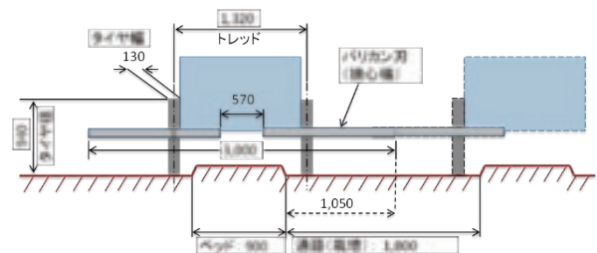


図 2-10 車体寸法、大豆摘心機刈取幅等 (穂別)

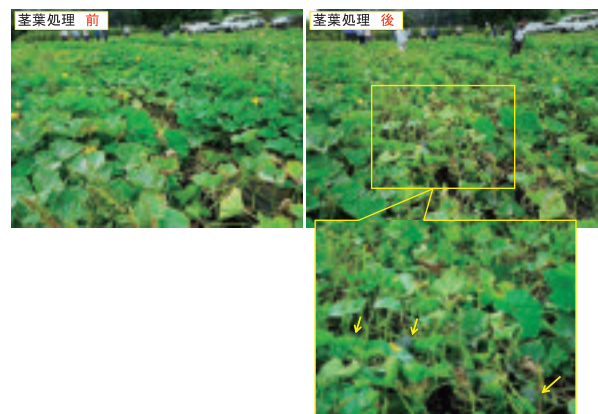


図 2-11 茎葉処理前後の圃場の様子 (穂別)



図 2-12 茎葉処理後のカボチャ収穫の様子



図 2-13 損傷した果実



図 2-14 茎葉処理前後と茎葉切断中の様子

4) 小括

本研究項目では、バリカン式摘芯機によりカボチャの茎葉処理が可能であり、既存製品（大豆摘芯機）を流用することで比較的安価に導入可能なことを確認した。ここで収穫作業にかかる時間に着目すると、吉田ら¹⁾によれば、10a（果実数 1000 個）の圃場で、カボチャの探索・収穫・コンテナ収納までの収穫作業にかかる全ての時間は約 5.3 時間との調査結果がある。この中で、カボチャ一個の探索にかかる時間、茎葉処理なしの場合 5.4 秒、茎葉処理ありの場合 3.1 秒とされている。このことは、カボチャ 1000 個の収穫に換算すると、茎葉処理なしが 90 分なのに対し、茎葉処理ありが 52 分となり、38 分短縮可能なことを表している。収穫作業にかかる全ての時間 5.3 時間に対しては、約 12% の時間短縮が可能となる。大豆摘芯機による茎葉処理を行った場

合、最低でも 5.5% の果実の損傷を生じるものの、茎葉処理による作業コスト（作業時間・必要な人員）の低減は大きなメリットになると考える。現場への導入に向けては、個々の農家の作業形態に合わせて全体のコストを十分に精査する必要がある。

4.4 総括

本研究では、カボチャの収穫作業を軽労力化・効率化する方法として、新たなカボチャ軸切りはさみを開発するとともに、収穫前茎葉処理の有効性を示した。両者ともに収穫作業の軽労力化に非常に効果的である。また収穫作業の効率化に関しては、軸切りはさみで 10%、茎葉処理で 12%、合わせて 22% の作業時間短縮が可能であり、両者を併用することで大きな効果が期待できる。

本研究成果のうち新たなカボチャ軸切りはさみは浅香工業株式会社が研究の成果をもとに製品版の開発を継続しており R7 年度中の製品化を目指している。

農業分野では様々な品種・作業において軽労力化・効率化が求められている、今後も本研究で得られた知見を活かし、工学的・人間工学的観点にもとづいた機器開発や自動化技術の開発に取り組み、農業分野の発展に貢献していきたい。

引用文献

- 1) 吉田邦彦 他、かぼちゃ収穫の省力化に向けた作業実態調査、日本農作業学会平成 31 年度春季大会期大会講演要旨集（2019）