

ワケギの機械化一貫体系による省力・軽労・効率化技術の確立 (第2報)

自動輪ゴム結束機の開発

竹保義博, 前田圭治*¹, 佐々木秀和, 橋本晃司*², 横山詔常*², 川口岳芳*³, 岩谷 稔

Establishment of Labor Saving, Light Working and Efficiency Improvement Technology by Mechanization Consistent System for Allium Wakegi Araki II

Development of automatic rubber band binder

TAKEYASU Yoshihiro, MAEDA Keiji*¹, SASAKI Hidekazu, HASHIMOTO Koji*², YOKOYAMA Noritsune*²
KAWAGUCHI Takeyoshi*³ and IWATANI Minoru

The automatic rubber band binder has been developed in order to make a preliminary work before shipping efficiency on the wakegi production. In this apparatus, when one action button is pushed after one rubber band is slung over the hook, the rubber band is expanded and loaded. And one label is automatically supplied. And the weighed wakegi is inserted between the label and the rubber band is put the rubber band around it. In the evaluation experiment by the wakegi farmers, there was little clear advantage in the work efficiency over handwork. However, it was clarified that the efficiency improvement of about 40 percent was possible by the automation of the feeding mechanism of the rubber band.

ワケギ生産における調製作業の効率化を目的として、自動輪ゴム結束機を開発した。本装置は、作業者が輪ゴスをフックに掛け装填スイッチを押すと、輪ゴスが装填、拡張され、ラベルが自動供給される。続いて、秤量したワケギを挿入することで結束が完了する。ワケギ生産者による評価実験では、慣行に対し作業能率の明確な優位性は認められなかった。しかし、輪ゴムの供給機構を自動化することで、約4割の効率化が可能であることが明らかとなった。

キーワード：ワケギ，調製，結束，輪ゴム，機械化

1. 緒 言

広島県のワケギは、全国一の生産量を誇る特産品であり、独特の風味と品質の良さで市場から高い評価を得ている。しかし、近年はワケギ生産農家の高齢化が進行し、農家戸数及び販売量の減少が課題となっている。このような状況に対し、本県ではワケギ産地の維持・拡大を目的として、平成18年度よりワケギの植え付け、収穫、調製作業の機械化による省力・軽労・効率化に取り組んでいる。本研究では、ワケギ調製作業の機械化を検討し、自動輪ゴム結束機を開発した。現地評価により、その省力効果の評価し、実用化に有用な知見を得られたので報告する。

2. 調製作業の機械化検討

調製作業とは収穫物の出荷準備作業であり、ワケギ生産では下葉除去、結束(秤量、ラベル掛け、輪ゴム結束)、箱詰め作業である。この調製作業のワケギ生産における労働時間割合は、前報¹⁾で示したとおり、全労働時間の1/2以上を占めている。さらに、ワケギ生産農家へのアンケート調査では、調製作業の省力・軽労・効率化を望む声が多いという結果を得ている。以上のことから、調製作業の機械化は改善効果が高いと判断し、その方法を検討した。

2.1 下葉除去作業の機械化検討

ワケギ調製作業における下葉除去作業の現状と課題について、生産農家の訪問調査を行った。その結果、現状の下葉除去方式には生産農家によってエア式と水圧式の2種類があることが分かった。この中で、エア式は耳元での騒音レベルが97~105dB程度あり、粉塵、においとあいまって労働環境が悪いことが課題であることが判明した(写真1)。

2010.5.14 受理 加工技術研究部

*1 総務局財務部営繕課

*2 西部工業技術センター生産技術アカデミー製品設計研究部

*3 農業技術センター栽培技術研究部



写真1 耳栓を使用して下葉除去する作業者

以上の調査結果を受け、下葉除去作業の機械化を検討したが、以下の理由により本研究での機械化対象としなかった。

- (1) エア式は、水圧方式に比べ下葉除去能力が劣るが、作業前にワケギを水に浸けておくことで、この能力を大幅に改善できる。
- (2) エア式を水圧式に変更することで、性能・消音・消臭の各課題を解決可能である。
- (3) ネギ自動調製機の特許・実用新案の出願内容をみると、近年は水圧式が主流である。

2.2 結束作業の機械化検討

野菜の結束は、主に粘着テープかゴム紐を使用して自動化されている。ワケギについても、ゴム紐であれば秤量・結束まで自動化された機械が市販されている。しかし、ワケギは単価が高いため、結束した商品の中に不良が見つければ、結束を外して良品と入れ替えできる結束方法が、生産農家に強く望まれている。このため、上記要件を満たす結束方法として、輪ゴムによる結束が採用されている(写真2)。このことが省力化のネックとなっており、例えば下葉除去と仕分け作業を1とすると、秤量及び結束作業は2~3の労力を必要とする。そこで、生



写真2 ワケギの結束状況

産農家の要望を反映しつつ、かつ結束作業の省力、軽労化に有効な手段として、輪ゴムによる結束の自動化装置を開発することとした。

2.3 特許調査結果

野菜の輪ゴムによる結束方法について、特許・実用新案を調査した。その結果、いくつかの特許・実用新案²⁾が出願・権利化されていた。しかし、これらを利用した市販品は未見であった。

2.4 開発コンセプト

以上より、ラベルを自動供給し、秤量後のワケギを挿入するだけで輪ゴムによりワケギとラベルを同時結束する自動輪ゴム結束機を開発することとした。その開発コンセプトは以下のとおり決定した。

- (1) 人力作業以上の結束速度
- (2) 軽量・コンパクト(卓上サイズ)
- (3) 簡単な操作性
- (4) 低価格(30~50万円)

なお、(4)については生産農家に対するアンケートの結果より決定している。

3. 試作機の製作

自動輪ゴム結束機の開発は、開発コンセプトに基づく基本的な機構開発を試作1号機で終え、試作2号機では、現地評価での利用を前提に、小型化と安定化を目的とした改良を行った。開発した自動輪ゴム結束機(試作2号機)の全体像を写真3に示し、以下で詳細を説明する。

3.1 構成

自動輪ゴム結束機の基本構成は、輪ゴムの拡径、結束機構、ラベル自動供給機構、輪ゴム装填機構からなる。駆動は、低価格で設計と制御の容易なエアシリンダを用い、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)により制御した。

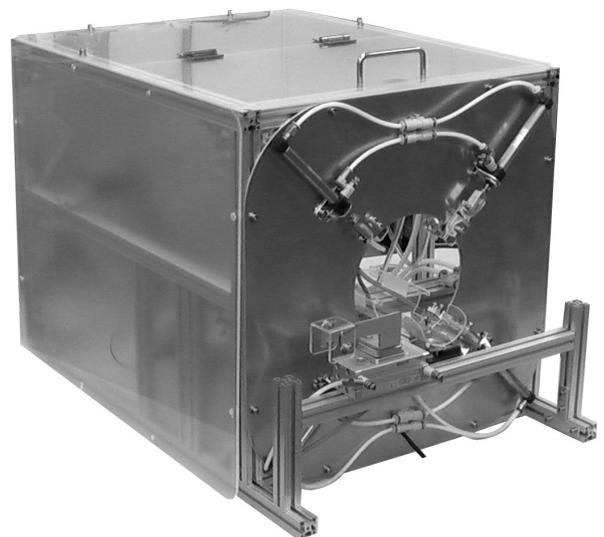


写真3 自動輪ゴム結束機(試作2号機)

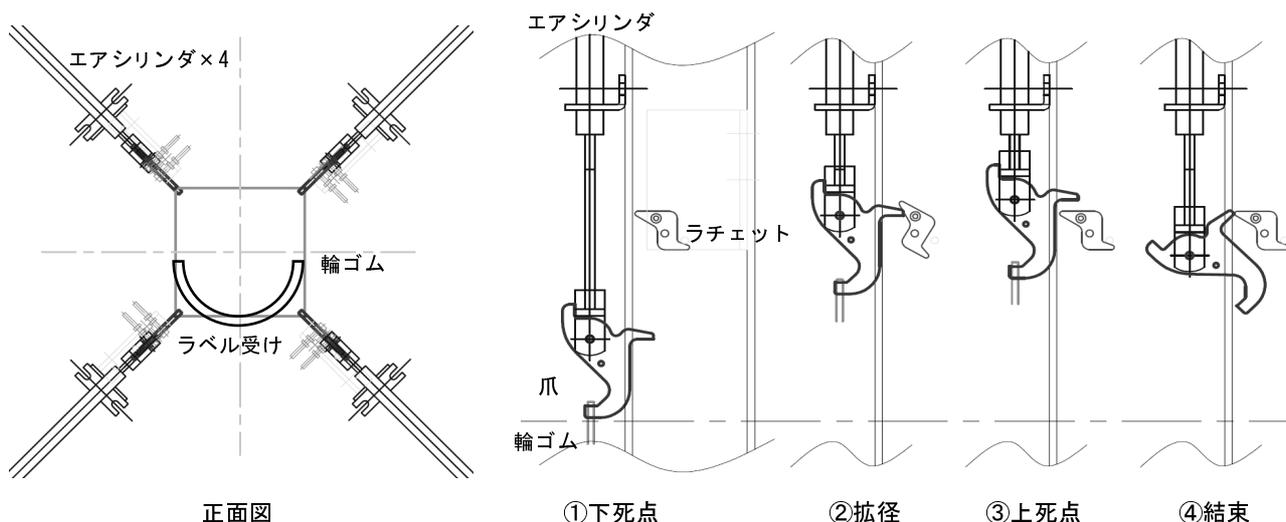


図1 輪ゴムの拡張, 結束機構説明図

3.2 輪ゴムの拡張, 結束機構

輪ゴムの拡張機構は、4本のエアシリンダを利用し、爪で輪ゴスを4方向に拡張する機構とした。結束時に拡張した輪ゴスを解除する方法は、輪ゴスの縮径時のみ作用するラチェット機構を利用して爪を傾ける方式とし、新たな動力を用いないシンプルな機構とした。図1にその正面図と側面から見た動作説明図を示し、以下にその動作を説明する。

- ① 下死点で爪に輪ゴスを掛ける。
- ② エアシリンダにより輪ゴスが拡張される。
- ③ ラチェットを越え、上死点で輪ゴスが最大径になる。
- ④ 輪ゴスの縮径時にラチェットが作用し、爪から輪ゴスが外れる。

3.3 ラベル自動供給機構

ラベル自動供給機構は、輪ゴムの拡張, 結束機構の裏側に配置され、拡張した輪ゴスの中にラベルを供給する。ラベルはあらかじめラベルケースに充填しておき、1つの吸盤と2つのエアシリンダにより自動的に供給される。吸盤はエジェクタ式の真空発生装置と組み合わせ、ラベルを吸着する。この吸盤は、ラベルケースとラベル受けを往復するエアシリンダ1の先端に取り付けられており、これらはエアシリンダ2によって上下する。以下にその動作を説明する。

- イ) ラベルケース上にある吸盤は、エアシリンダ2の上昇によって、最上段のラベル1枚だけを吸着して取り出し、輪ゴスが拡張されるのを待つ。
- ロ) 輪ゴスが拡張されると同時にエアシリンダ1が伸び、ラベルはラベル受け上に移動する。
- ハ) エアシリンダ2が下降し、吸盤の真空を破壊すると同時にエアシリンダ2を上昇することで、ラベルがラベル受けに供給される。

ニ) エアシリンダ1が縮み、吸盤がラベルケース上に戻った後、エアシリンダ2が下降して次のラベル供給準備(イ)に戻る。

3.4 輪ゴム装填機構

研究当初、輪ゴムの全自動供給を目指し、既存技術の調査を行った。その結果、0リングなどの弾性環状体の分離・搬送方法が参考になることが分かった。しかし、生産の自動化用途で利用される0リングの供給装置は、確実に1個取りを要求されることから複雑な機構とセンサーを組み合わせており、1台が100万円以上と高価であった。このため、これを今回の開発装置に応用すると、低価格のコンセプトに沿わなくなることから、同種の手法の採用は見送ることとした。

また、安価で確実な輪ゴムの1個取り供給方式として、ゴムチューブの切断による供給方式を検討した。エアシリンダを利用した切断装置を試作したが、輪ゴスを拡張用の爪へ受け渡す機構に課題が残り、本研究開発期間中に完成させることは出来なかった。

以上の理由により、本研究では半自動の輪ゴム装填機

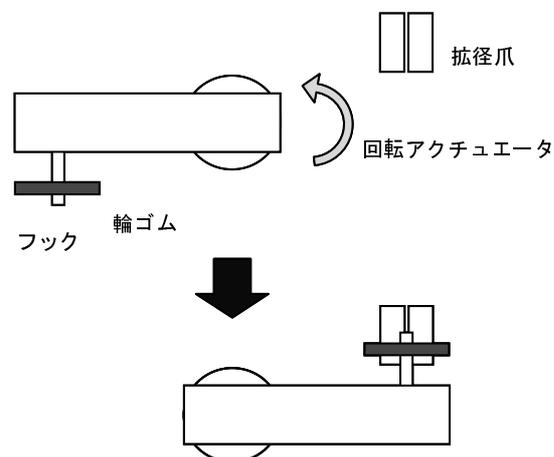
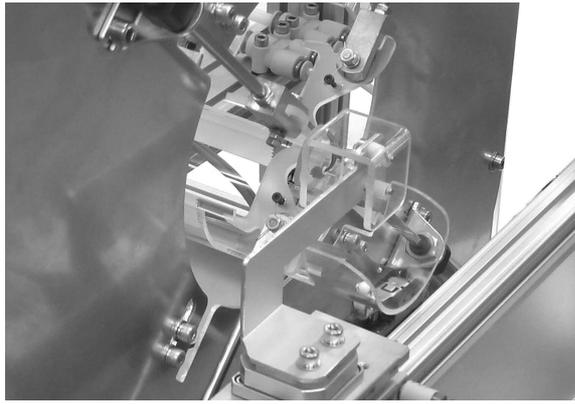
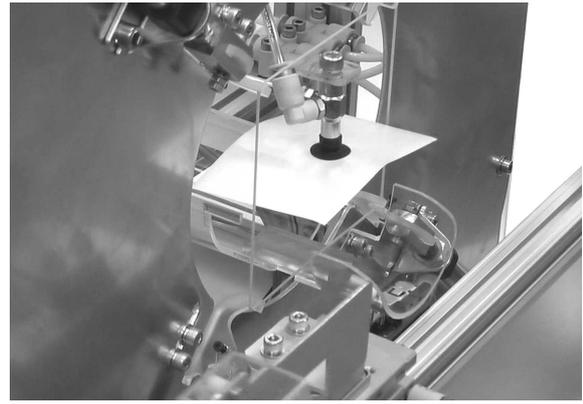


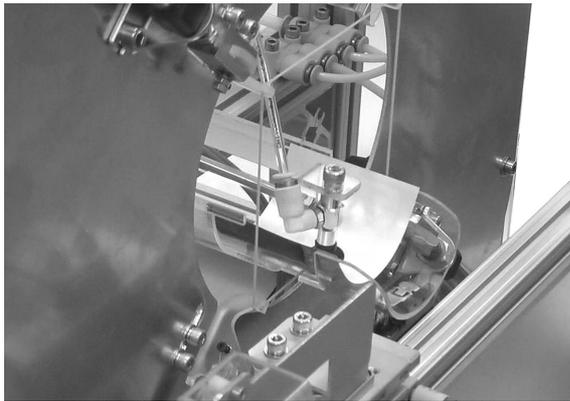
図2 輪ゴム装填機構 (上面より)



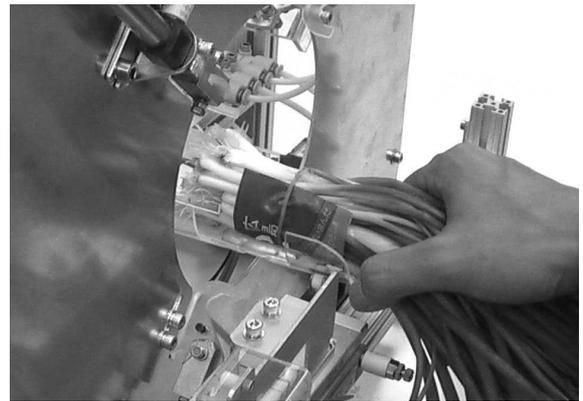
①輪ゴム装填機構が輪ゴムを拡張爪に掛ける



②爪が輪ゴムを拡張しラベルが供給される



③ラベル受けにラベルがセットされる



④秤量し束ねたワケギを挿入すると結束完了

写真4 自動輪ゴム結束機の動作説明

構を開発した。これは、作業者が輪ゴムを拡張用の爪に直接掛けるのが困難であることを補う機構である。作業者は1個取りした輪ゴムを、装置前面を向いたフックに掛け装填ボタンを押す。すると、エア駆動式回転アクチュエータが回転し、輪ゴムが確実に拡張用の爪に供給される(図2)。

3.5 操作方法

自動輪ゴム結束機の一連の動作の流れを写真4に示す。本装置の操作方は、手作業の手順と比較する形で表1に示し、異なる作業を下線で強調した。本装置を使用し

た場合、あらかじめ輪ゴムを装填しておくことで、手作業の“ラベルをとる”から“輪ゴムで結束”までを1操作で終えることが可能となる。

4. 現地評価

試作した自動輪ゴム結束機について現地評価を行い、実用化に向けた問題点を明らかにした。

4.1 評価方法

ラベルの自動供給機構を加えた自動輪ゴム結束機(試作2号機)について、ワケギ生産者による現地評価を行った。評価地別の評価日時、場所、対象者と評価内容を表2に示す。

表1 作業手順比較

手作業	機械使用
ワケギを適量とる	<u>容器から輪ゴムをとる</u>
ワケギを追加(除去)する	<u>輪ゴムをフックに掛ける</u>
秤量する	<u>装填スイッチを押す</u>
根元を整える	ワケギを適量とる
<u>ラベルをとる</u>	ワケギを追加(除去)する
<u>ラベルを添える</u>	秤量する
<u>容器から輪ゴムをとる</u>	根元を整える
<u>輪ゴムで結束</u>	<u>ワケギを挿入, 結束</u>
手直しする	手直しする
出荷容器に入れる	出荷容器に入れる

表2 評価詳細

評価地 1	2008年11月25日
	尾道市因島重井町 60~69歳:1人
評価地 2	2009年1月23日
	三原市木原町 60~69歳:6人 70歳以上:1人
内容	結束作業の所要時間 性能及び作業性に関するアンケート

4.2 評価結果

8名の被験者に対し、自動輪ゴム結束機を用いたワケギ1束当たりの調製作業に要する時間を測定した結果、最短で12秒、最長で35秒、平均22秒であった。2006年4月に10名の被験者に対し、慣行でのワケギ1束当たりの調製作業に要する時間を調査した結果が、最短で12秒、最長で40秒、平均23秒であったことから、自動輪ゴム結束機を使用した場合の効率化の効果が、数字上では明確に表れない結果となった。しかし、作業時間を年齢別で比較すると、高齢者側で若干の時間短縮効果が認められたことから、試作した自動輪ゴム結束機は、視力や筋力の衰えた高齢者に対しては、省力、軽労効果があったと考えられる。

自動輪ゴム結束機を使用した作業の様子を撮影したビデオを詳細に分析した結果、「輪ゴムのフックに掛ける」作業と「輪ゴムの装填スイッチを押す」作業に全体の約4割の時間を要していた。被験者に対するアンケート結果でも、「輪ゴムの掛けるフックが分かりづらい」「ボタンを押すのを忘れる」といった回答が得られており、ワケギを挿入するだけで結束できるような改善を望む声が多かった。機械の操作に慣れる時間が十分でなかったことや、使いやすさの配慮が足りなかったことが原因として考えられるが、予想以上に高齢者の機械操作に対する抵抗が大きいことが判明した。

現地評価の結果、輪ゴムの自動供給機構を備えた自動輪ゴム結束機が望まれており、実用化によって約4割の効率化が見込まれることが分かった。

5. 結 言

ワケギ生産における調製作業の省力・軽労・効率化を目的として、自動輪ゴム結束機を開発した。本装置は、

作業者がフックに輪ゴムを掛け装填スイッチを押すことで、輪ゴムの拵径とラベルの供給が行われる。続いて、ここに秤量したワケギを挿入することで結束が完了する。試作2号機について現地評価を行い、実用化に向けて得られた知見を以下に記す。

- 1) 本研究で試作した自動輪ゴム結束機は、視力や筋力の衰えた高齢者に対し一定の省力、軽労効果は認められるが、効率化の効果は低い。
- 2) 輪ゴムの自動供給機構への要望が高く、この機能を備えることで、慣行の調製作業に対し約4割の効率化が期待される。

なお、試作2号機をアグリビジネス創出フェア 2008に出展したところ、花木や他の野菜の結束にも使いたいという意見を頂き、ワケギ以外への展開可能性が示された。現在、以上の知見を基に、県内企業により輪ゴムの自動供給機構を備えた輪ゴム結束機を開発中である。

謝 辞

本研究は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センターの平成18年度地域農業確立研究検討会FS研究支援制度を活用しました。

現地評価に際し、JA尾道市、JA三原市の方々には立ち会っていただき、貴重な意見をいただきました。ここに御礼申し上げます。

文 献

- 1) 前田圭治ほか10名：広島県立総合技術研究所東部技術センター研究報告，22，19-23（2009）。
- 2) 例えば 近澤勇孝，広瀬孝一：特開平 7-23133（1995）。