

# 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1報)

## ワケギ収穫機の開発

前田圭治\*1, 平田勉\*2, 橋本晃司\*3, 川口岳芳\*4, 房尾一宏\*4, 諫山俊之\*4, 横山詔常\*3, 古川 昇\*5  
岡田芳雄\*5, 今井俊治\*6, 竹保義博

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

## Development of Harvesting Machine

MAEDA Keiji, HIRATA Tsutomu, HASHIMOTO Koji, KAWAGUCHI Takeyoshi, FUSAO Kazuhiro  
ISAYAMA Toshiyuki, YOKOYAMA Noritsune, FURUKAWA Noboru, OKADA Yoshio, IMAI Shunji  
and TAKEYASU Yoshihiro

The harvesting machine for Allium Wakegi Araki that was able to be operated by the standing posture, was made for trial purposes. To achieve a light weight, compact, simple operativeness and low price, the prototype was developed as the accessory of the cropper that many of production farmers had already owned. This accessory digs up Allium Wakegi Arakies with the plow, makes them line up in the field by the conveyer. As a result of the harvest experiment, It was shown to be able to achieve light working and efficiency improvement by the method for collecting the Allium Wakegi Arakies After using the harvest machine.

立ち姿勢による収穫が可能なワケギ収穫機を試作した。試作機は軽量・コンパクト、シンプルな操作性、低価格を実現するために、生産農家の多くが既に所有している管理機のアタッチメントとした。実験の結果、収穫機はワケギを鋤で掘り起こし、コンベアで整列させて圃場に排出する機構とし、このワケギを後工程で人手によって回収することで軽労化と効率化を実現できることを示した。

キーワード：ワケギ，収穫，機械化

## 1. 緒 言

広島県のワケギは、全国のワケギ販売量の5割以上を占める特産品であり、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。ワケギの栽培には温暖な気候と砂質の土壌が適していることから、尾道市、三原市を中心とする県東部沿岸地域が主な産地である。

これまでに、本県の農業技術センターが休眠打破技術や品質向上技術などを開発し、良質ワケギの周年栽培を

可能にしている。しかしながら、近年は農家戸数及び販売量が減少・横ばいの状況である(図1参照)。これは、ワケギ生産農家の高齢化が進んでいることが原因の1つと考えられ、全国一の生産量を誇るワケギ産地の維持・拡大が、広島県の喫緊の課題となっている。

平成17年度、農業技術センターが県内のワケギ生産農

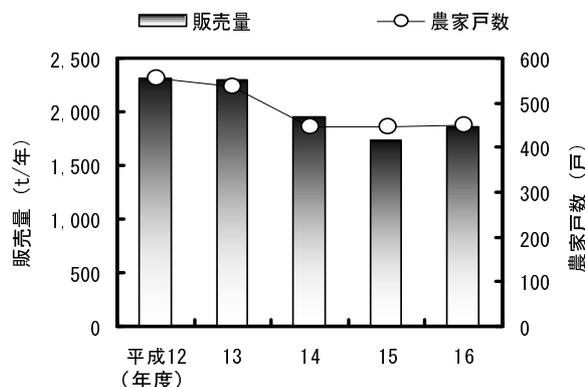


図1 広島県のワケギの年次別生産状況  
(出典：平成17年度広島野菜振興協会資料)

2009. 5. 15 受理 加工技術研究部

\*1 総務局財務部営繕課

\*2 山口福祉文化大学ライフデザイン学部

\*3 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

\*4 農業技術センター栽培技術研究部

\*5 技術支援部

\*6 全国農業協同組合連合会中四国肥料農薬事業所

家に対してアンケートを行った(回答数 200)。その結果、今後取り組むべき課題として「登録農薬の拡大」に次いで「作業の軽労、省力化」に多くの回答を得た。さらに、改善すべき作業として「調製」、「植え付け」、「収穫」の順に多くの回答を得た。図 2 に冬春どりワケギの作型で 10a 作あたりの労働時間割合を、作業の時系列順にグラフ化したものを示す。つらい中腰の作業姿勢を強いられる植え付け、収穫作業と収穫物の調製作業で全労働時間の 3/4 以上を占めている。以上のことから、ワケギ生産農家では、植え付け、収穫、調製作業の省力・軽労・効率化が強く望まれており、改善による効果が高いことを明らかにした。

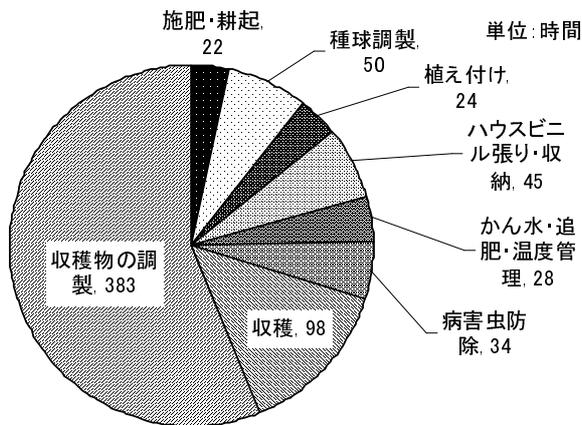


図 2 ワケギの 10a 作あたりの労働時間割合

上記のワケギ生産農家の現況調査をもとに、本県では平成 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。本報告では、ワケギ収穫作業の機械化を検討し、試作機による収穫実験を行って、実用化への知見を示す。

## 2. 収穫機の開発コンセプト

ワケギの収穫作業について、現地調査による作業分析を行って、機械化の可能性を検討した。検討結果をもとに、ワケギ収穫機の開発コンセプトを決定した。

### 2.1 作業姿勢

ワケギの収穫は、葉を傷めないよう根元を掴んで引き抜くため、中腰でのきつい作業姿勢を強いられる(写真 1)。この姿勢は、長町のつらさ指数<sup>1)</sup>による評価法を適用すると最悪の 10 に分類される。さらに、産地によっては 200N 以上の引き抜き力を必要とし、作業への負担が大きいことが判明した。機械化に当たっては、つらさ指数 0 に分類される立ち姿勢による収穫を実現し、作業の軽労化を図る必要がある。



写真 1 ワケギの収穫姿勢

### 2.2 作業効率

ワケギは鮮度の低下が早く長期保存が不可能なため、収穫後は迅速に出荷する必要がある。このことから、生産農家 1 軒あたりの 1 日の収穫量は、その後の調製作業の処理能力により決まっている。現状では、調製作業に収穫作業の約 5 倍の時間を要することから、収穫作業に対する効率化の要望はさほど高くない。しかし、本研究はワケギ産地の維持・拡大を目的としており、この次には調製作業の機械化による効率化を予定していることから、収穫作業の効率化は必須要件である。

### 2.3 操作性

ワケギ生産農家においては、女性や高齢者の従事割合が高く、今後もこの傾向は高まる。このため、快適な操作性と作業性、安全性の確保について考慮する必要がある。また、ワケギの産地には傾斜地が多いことと、冬季の栽培はビニールハウスを利用することから、狭い空間での取り回しを考慮して小型軽量であることが望まれている。

### 2.4 価格

ワケギ収穫機の利用を想定しているのは、最も戸数の多い生産規模が約 10~30a、ワケギによる収入が年間 100~300 万円程度の生産農家である。農業技術センターが行ったアンケートでは、収穫機を購入可能な金額は選択できる最低金額の 30~50 万円が最も多かった。しかし、この金額は年間収入の 2 割にも達することから、可能な限り低価格であることが望まれている。

### 2.5 類似野菜の収穫機の適用可能性

ワケギはネギ属に属し、外観もネギに類似することから、ネギ収穫機の転用を検討した。しかし、既存のネギ収穫機はトラクターに取り付けるアタッチメントや、クローラ型の自走式乗用型収穫機など大型で高価であった。このため、操作性や価格面で適用が難しいと判断した。

### 2.6 開発コンセプト

以上より、ワケギの収穫作業を機械化する収穫機の開発コンセプトを以下のとおり決定した。

- (1) 立ち姿勢での収穫
- (2) 人力以上の収穫速度
- (3) 軽量・コンパクト
- (4) シンプルな操作性
- (5) 低価格（30～50 万円）

### 3. 試作機の製作

ワケギ収穫機について試作機 1 号及び 2 号（写真 2）を製作した。以下に詳細を説明する。



写真 2 ワケギ収穫機（試作機 2 号）

#### 3.1 構成

ワケギ収穫機の基本構成を図 3 に示す。進行方向に対し推進・駆動装置、掘り起こし機構、土分離・運搬機構、収納機構の順に配置している。これは、小型の管理機にワケギ収穫用アタッチメントを取り付けることを想定している。推進装置の直進性・安定性を確保するため、大径の車輪を装着してワケギを跨ぐ門型構造とし、装置中央でワケギを掘り起こす構成とした。

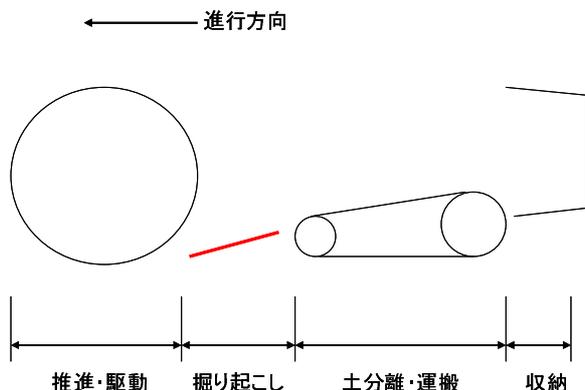


図 3 ワケギ収穫機の基本構成

#### 3.2 推進・駆動装置

ワケギ収穫機の推進及び駆動装置として、試作機 1 号では田植え機を、試作機 2 号では耕うん機を使用した。しかし、実用化に際しては、低価格と軽量・コンパクト

を実現するため、生産農家の多くが既に所有している管理機に、大径の車輪とワケギ収穫用アタッチメントを取り付けて利用する予定である。

#### 3.3 掘り起こし機構

一般的な土耕栽培されたワケギを掘り起こす機構として、鋤を利用した。鋤が安定して土中を進み、根を切りながらワケギを掘り起こすことを実現するため、数種類の鋤形状を試作、検討した（写真 3）。



写真 3 試作した鋤

#### 3.4 土分離・運搬機構

掘り起こしたワケギとワケギの根に付着している土を分離し、収納用コンテナまで持ち上げる機構として、馬鈴薯掘り取り用のアタッチメントを流用した。梯子状のコンベアが土を振り落とし構造で、全長を延長してコンテナまで搬送できるよう改造した。

#### 3.5 収納機構

コンベアで搬送された収穫物を収納するため、コンベアの先にコンテナを設置できる構造とし、落下するワケギを受け止める機構とした。

## 4. 収穫実験結果及び考察

試作したワケギ収穫機について、農業技術センターのワケギ圃場にて収穫実験を行った（写真 4）。以下の結果は、試作機 2 号によるものである。

#### 4.1 作業効率

慣行の手作業による掘り上げ時間は 1 株あたり 3.6～4.2 秒であるのに対し、収穫機による掘り上げ時間は手作業の約 1/5 の 0.8 秒であった。しかし、収穫機が約 4m 進むと収納コンテナが満杯になるため、頻繁なコンテナ交換が必要であった。

#### 4.2 収穫精度

収穫時に機体が前方に傾くことにより、ワケギが機体前部に接触し、収穫物に葉折れが生じた。収穫物の葉折れ割合は、人力の 20% に対し 27% であった。推進装置が平行になるように、アタッチメントの位置関係を見直す



写真4 収穫実験風景

ことで改善可能である。また、梯子状のコンベアによりワケギに傷が発生した。対策として、コンベアの表面素材を柔らかいものに変更することで対応できると考える。

#### 4.3 操作性

操作中に機体が前方に傾くことにより、腕への負担が大きかった。また、収納コンテナが脛に接触するといった問題もあった(図4)。推進装置のハンドルの位置関係を見直す必要がある。

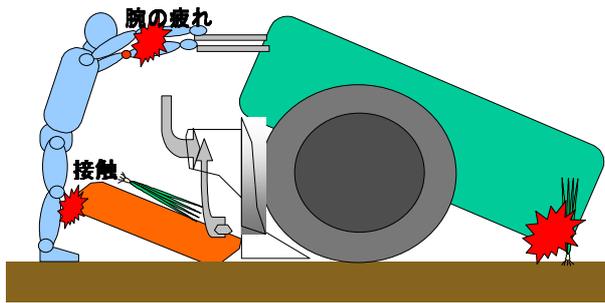


図4 操作性の課題

#### 4.4 価格

生産農家が既に所有している管理機を利用することを想定しており、これは価格に含まないものとする。そうすると、管理機に取り付ける馬鈴薯掘り取り用のアタッチメントが20万円以下で販売されていることから、大径

の車輪と合計しても30万円以内の販売価格を実現可能と考える。

### 5. コンテナ収納廃止による収穫実験結果

4章で明らかとなった課題(コンテナの頻繁な交換、脛との接触)を改善する方法として、収穫機にコンテナを装着せず、コンベアから圃場にワケギを排出させ、後工程で手によって回収する方法(試作機2号の改善法)を検証した。実験は、農業技術センターのワケギ圃場で行い、作業者は農業従事暦8年の男性研究員(35歳)である。以下の項目について慣行の手作業と比較検証した。

#### 5.1 作業効率

1列15mに並んだワケギを、手抜きによる慣行と、収穫機を使用した改善法で収穫した。慣行の手作業での作業時間は5分10秒で、改善法では6分59秒であった。改善法での機械作業部分は1分28秒であるが、手による回収の際にワケギの向きが一定方向に排出されないため、コンテナ詰めの際に手間取り、作業時間を要する原因となった。

#### 5.2 作業姿勢

JOWAS法により、15秒ごとの作業姿勢を「AC1(改善は不要)」「AC2(近いうちに改善)」「AC3(早期に改善)」「AC4(ただちに改善)」に分類し、AC1~AC4の出現割合によって評価した。慣行では深い中腰姿勢によるAC4の出現割合が61.9%であったことに対し、改善法では20.7%に減少することができた。

#### 5.3 筋電位

改善法は慣行と比較し、大腿二頭筋で64%、腓腹筋で102%の筋活動であった。大腿二頭筋の筋電位は全体的に慣行を下回り、特に機械作業部分の1分28秒までに高い負荷軽減効果が見られた。腓腹筋においては収穫機がエンジン走行するまでの踏み込み初動で改善法において筋負担増であったが、その後の作業での筋電位は慣行法と同等もしくはやや軽減傾向であった(図5)。

#### 5.4 ボルグスケールでの比較

作業負担感は、ボルグスケール<sup>2)</sup>を用いて、2分ごとに首、肩、腰等8箇所と全身的な負担感について、作業員から聞き取り、得点化(1~20点)した。その結果、慣

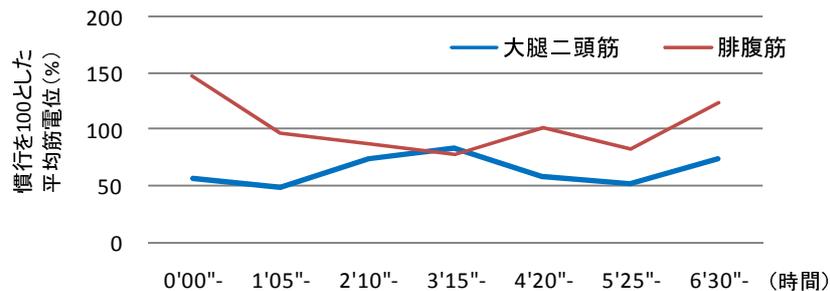


図5 改善法の平均筋電位の変化(慣行法を100として)

行では作業開始から 2 分後には大腿、腰、ふくらはぎの負担感が 13 点となり、4 分後には大腿、ふくらはぎ、全体的な負担感が 15 点（きつい）となった。改善法では機械作業部分が中心の開始から 2 分までは全て 0 点であり、4 分後以降でも腰、大腿、全身的な負担感の 3 点のみ 13 点（ややきつい）となった。改善法において、手による回収部分での負担感はあるものの、前半部の機械作業部分での軽労効果から全体的に低い負担感となることが分かった。

## 6. 結 言

ワケギ収穫作業の省力・軽労・効率化を目的として、ワケギ収穫機を試作した。試作機による収穫実験を行って、実用化の課題を明らかにした。以下に実用化に向けて得られた知見を記す。

- 1) 立ち姿勢によるワケギ収穫が可能な機械は、生産農家の多くが既に所有している管理機のアタッチメント方式とすることにより、軽量・コンパクト、シンプルな操作性、低価格を実現することが可能である。
- 2) ワケギ収穫用アタッチメントは、ワケギを鋤で掘り起こし、コンベアで整列させながら圃場に排出する機構とし、後工程で人手により圃場に整列したワケギを回収する手法により、軽労化と効率化を実現できる。

今後、実用機はメーカーに関わっていただいて開発する予定である。

## 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。

本研究を推進するにあたり、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奥野林太郎氏に、機械化に関しご指導いただきました。この場を借りて深謝いたします。

また、収穫機の実験に際し、JA 尾道市、JA 三原市の方々へ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) 農林水産省農産園芸局婦人・生活課. 快適な農業労働の実現のために－技術実証・労働負担・環境調査のすすめ－, 1-146, 農林水産省, 東京 (1995) .
- 2) Borg, G., : Borg' s perceived exertion and pain scales, Human Kinetics, (1998).