

# 新型軟弱野菜調製機に装着するモロヘイヤ調製用アタッチメントの開発および性能評価

前田宏美・原 昌生・谷口優太\*・澁谷 透<sup>2\*</sup>

## 要 旨

ハウレンソウ用に開発された新型軟弱野菜調製機でモロヘイヤを調製するための専用アタッチメントを開発し、性能を評価した。調製精度及び作業能率を慣行の手作業と比較した結果、調製精度は手作業と同等で、作業能率は手作業を上回った。アタッチメントは脱着可能なため、調製機をハウレンソウとモロヘイヤ両方で使用することができる。

## 緒 言

2018年11月、第4次農業機械等緊急開発事業により従来機よりも作業能率が大幅に向上した新型軟弱野菜調製機（NC301.株式会社クボタ、以下、調製機）が発売された。本機はハウレンソウの調製作業の省力化を図ることを目的として、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農業機械研究部門、株式会社クボタ、株式会社斎藤農機製作所により共同開発されたものであり<sup>1)</sup>、高能率で根を切断し不要な下葉を除去することができるため、群馬県内でも導入が進んでいる。

調製機の開発にあたり群馬県農業技術センターは現地実証試験を担当し性能評価に携わった<sup>2)</sup>。2017年にハウレンソウ生産者と関係者を参集した試作機による実演会を開催したところ、ハウレンソウだけでなくモロヘイヤにも利用できないか、という要望を受けた。このことをきっかけにモロヘイヤへの調製機利用について検討を開始した。

葉物野菜のモロヘイヤは夏季高温となる群馬県の気候に適した作物であり、本県のモロヘイヤ出荷量は全国第1位である<sup>3)</sup>。雨除け施設と露地で春から秋にかけて栽培されており、主な産地は県中部の前橋市と渋川市及び県東部の太田市である。調製作業

は、収穫した枝を出荷基準に基づいた長さに切り揃え、下葉や傷んだ葉等を取り除いてから計量して袋詰めする。そのうち袋詰め作業は包装機を導入している事例も一部あるが、それ以外の作業は手作業で行われており多くの労力が必要である。従って、調製機を利用できるようになれば、ハウレンソウと同様に調製作業の大幅な省力化が図れると考えた。

また、本県ではモロヘイヤはハウレンソウの裏作として栽培されていることが多い。ハウレンソウだけでなくモロヘイヤにも調製機が使用可能となれば調製機の活用がさらに広がると考えた。

そこで、2018年から調製機の開発メーカーである株式会社クボタと株式会社斎藤農機製作所と共同で調製機に後付け可能なモロヘイヤ専用アタッチメントの開発に取り組むこととした。

## 試験方法

### 1 慣行の調製方法

モロヘイヤの調製は、葉先を伸ばした状態で先端から枝切断面までの長さ（＝全長）を約30cmとし切断面から3cmまでの範囲に付いている葉を除去する（図1）。慣行の手作業による調製手順は、まず、収穫枝の葉先を揃えて積み重ねる。葉先から約30cmの位置で包丁を用いてまとめて切断し、下葉や傷んだ葉を取り除いてから計量作業に移る（図2）。

\* 株式会社クボタ

2\* 株式会社斎藤農機製作所

## 2 モロヘイヤ調製用アタッチメントの開発

調製作業のうち、長さを約30cmに切り揃える、下葉を除去する、の2つの作業を手作業と同等以上の精度及び作業能率で行えることを目標にアタッチメントの開発にあたった。また、ハウレンソウとの併用を前提として、各部品は取り外し可能とした。

ハウレンソウと異なり、モロヘイヤは収穫時期によって収穫物の長さが大きく異なる。出荷初期は短いため問題ないが、夏の生育盛期になると収穫した枝の長さが60cmを超えることもあり、そのままでは長過ぎて供給コンベアから先の調製部に入っていけない。そこで、調製部手前に粗切り用の前処理カッターを設置することで長い枝も短く切断でき、本体フレームと干渉することなく調製部に搬送することができる。その際、前処理用カッターだけでは切断する際にモロヘイヤがずれて斜めになってしまうため、枝を押さえるためのスポンジローラーをカッターと一体で取り付けた。供給コンベア側面には、葉先をコンベアの縁に合わせて置きやすいように葉先位置決めガイドと、長い枝が下に垂れ下がらないように枝元を支える支持棒を取り付けた。調製部内には枝元を切断されたモロヘイヤがスムーズにブラシ位置に乗り移りできるよう補助棒を取り付けた。下葉をきれいに取り除くため、高速回転ブレードの位置を最深位置を超えてさらに作物側に15mm近づくよう調整した。泥落とし用ブラシはモロヘイヤには不要なため取り外した(表1、図3)。

## 3 供試試料及び作業者

2019年に前橋市のモロヘイヤ生産農家1戸で試験を実施した。供試したモロヘイヤは全て雨除け栽培されたものであり、試験実施農家では3月に播種して5月から7月下旬まで収穫し、8月に再度播種して9月から10月下旬まで再び収穫する。また、慣行の手作業の調査対象者はいずれも熟練者(経営主妻と雇用者)であり、調製機による作業は農業技術センター職員または開発メーカー担当者が行った。

## 4 調製精度調査

3月に播種した夏作の収穫始期の2019年5月29日と収穫終了直前の7月25日、8月に播種した秋作終盤の10月17日の計3回、試験を実施した。調製の目標を枝の全長約30cm、枝切断面から第1節までの長さを3cm以上と定めた(図1)。供試した収穫枝は、5月は60cm未満のみ、生育盛期の7月は60cm未満と60cm以上に分けて供試した。10月は枝の中間から2又に分岐しているものが見られた。調製



図1 調製後のモロヘイヤ

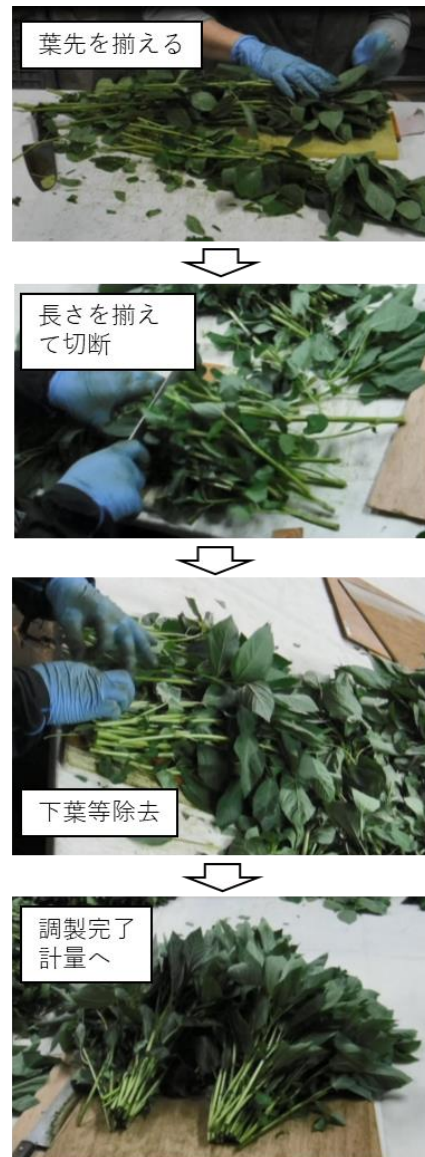


図2 手作業によるモロヘイヤの調製(慣行)

機のブレード回転数は 900rpm、コンベア搬送速度は 5 月と 7 月試験時は最高速度である 23cm/s、10 月試験時のみ分岐し草姿が乱れた枝に対応するため速度を 1/2 の 12cm/s に設定した。排出側での仕上げ作業は行わず、調製機のみで処理した時の状態を確認した。各 20 本の収穫枝を供試し、調製前後の全長及び第 1 節位置を計測した。また、葉の傷みや枝切断面の筋残りの発生有無についても確認した。慣行の手作業による調製精度については、5 月と 10 月に調製後の枝全長及び第 1 節位置を計測した。供試した収

穫枝の調製前の長さについては計測しなかった。

### 5 作業能率調査

調製機については 5 月 29 日と 10 月 17 日に試験を実施した。調製機の動作条件については、同日に実施した調製精度試験と同じ設定とした。ブレード回転数はいずれも 900rpm、コンベア搬送速度は 5 月は 23cm/s、10 月は 12cm/s とした。供給側と排出側に各 1 名、計 2 名の作業者を配し、100~120 本を調製するのにかかった時間を計測して時間当たりの処理本数を算出した。慣行については、5 月 29 日に作

表 1 モロヘイヤ調製用アタッチメントの概要

作業工程	追加・調整箇所	目的
供給コンベア上に置く	葉先位置決めガイド 枝元支持棒	葉先をコンベアの縁に合わせて置くための目印 長い枝が下に垂れ下がらないように支える
↓		
長い枝を粗切りする	前処理カッター 枝ずれ防止用ローラー	長すぎて調製部に入らない枝を手前で切断する 前処理カッターで切断する際に枝がずれないように押さえる
↓		
調製部内搬送	乗り移り補助棒	切断刃からブラシ位置までの搬送を補助する
↓		
下葉の除去	高速回転ブレードの位置を調整 (最深位置+15mm)	ブレードを枝により近く寄せて、下葉除去効果を高める
↓	※泥落としブラシは不要なため取り外した	
↓		
排出		



図 3 軟弱野菜調製機によるモロヘイヤ調製作業の様子 (上) とモロヘイヤ調製用アタッチメント一式 (下)

業者が115本を調製するのにかかった時間を2回計測し、時間当たりの平均処理本数を算出した。供試した収穫枝の長さは調製機と慣行のいずれも60cm未満であった。また、10月の供試枝は分岐していたものが多かった。

## 結 果

### 1 調製精度

調製機による調製後の枝全長の平均値は、5月試験時は303mm(最小295~最大310mm)、7月の60cm未満の枝は304mm(288~320mm)、60cm以上の長い枝は308mm(260~352mm)であった。10月は供試した枝が途中から分岐していたため、搬送コンベアの枝ずれ防止ローラーで押さえる際、枝の姿勢が若干斜めにずれたため、5月と7月よりもやや長い327mm(315~355mm)であった。枝の長さを揃える精度については、平均値とばらつきともに慣行の調製精度とほぼ同等であった。

下葉の除去については、供試した枝20本のうち

5月試験時は19本、7月の60cm未満の枝では20本全て、10月は19本で目標の下葉除去範囲3cm以上を満たしており、枝全長と同様に慣行とほぼ同等の精度であった。ただし、7月の60cm以上の長い枝では20本中5本で余分な下葉が取り切れず第1節位置が3cm未満となった。なお、調製機による葉の損傷は発生せず、切断面の筋残りについては、5月試験時に20本のうち1本のみ発生したが、7月と10月の試験時には発生しなかった(表2)。

### 2 作業能率調査

慣行の1人あたり作業能率は、1038本/hであった。調製機の作業能率は、供給者1人と仕上げ者1人の計2人で使用した結果、5月では1918本/hであり、慣行の約1.9倍となった。1人あたりに換算すると959本/hであり慣行の約9割であった。ただし調製機の精度が高いため、排出側の業者は仕上げ作業をする必要がほとんどなかった。10月は分岐した枝が多かったためコンベア搬送速度を5月よりも遅くした結果、作業能率は1558本/h、一人あたり換算値は779本/hであった。収穫終盤だったため、仕

表2 調製精度

調製方法	試験日	調製機の搬送速度 (cm/s)	収穫枝の長さ及び状態	作業者 <sup>a)</sup>	調製前		調製後		下葉除去率 (%)	葉の損傷率 (%)	切断面の筋残り率 (%)
					全長 (mm)	第1節位置 <sup>b)</sup> (mm)	全長 (mm) (標準偏差)	第1節位置 (mm) (標準偏差)			
調製機	5月29日	23	60cm未満 分岐なし	—	467	27	303 (13.6)	69 (18.2)	96	0	0
	7月29日	23	60cm未満 分岐なし	—	470	31	304 (9.1)	71 (20)	100	0	0
			60cm以上 分岐なし	—	670	39	308 (22.0)	59 (31.2)	75	0	0
	10月17日	12	60cm未満 分岐あり	—	431	18	323 (11.2)	74 (23.8)	95	0	0
慣行 <sup>c)</sup> (手作業)	5月29日	—	—	専業主業	—	—	316 (7.7)	85 (24.6)	100	—	—
	10月17日	—	—	専業主業	—	—	320 (11.3)	82 (18.6)	100	—	—
				雇用者	—	—	319 (8.6)	69 (27.6)	95	—	—

注) 供試数は各20本、—は測定未実施

a) 慣行(手作業)では収穫枝の長さを分けずに供試した

b) 調製機の作業者は、農業技術センター職員または開発メーカー従業員

c) 枝の切断面から最も近い葉の付け根を第1節位置とした

表3 作業能率

調製方法	試験日	供試した収穫枝の長さ と状態	コンベア搬送速度 (cm/s)	作業能率 (枝/h)	作業能率 (枝/人・h)
調製機 <sup>a)</sup> (2名配置)	5月29日	60cm未満・分岐なし	23	1918	959
	10月17日	60cm未満・分岐あり	12	1558	779
慣行 <sup>b)</sup> (手作業)	5月29日	60cm未満・分岐なし	—	—	1038

a) 調製機は供給者1人と仕上げ者1名の計2名で作業した

b) 調製機の5月29日は120本と119本を供試した平均、10月17日は100本を供試した

c) 慣行は115本を供試し、調製にかかった時間から作業能率を算出した

上げ作業者は傷んだ葉や未熟種子を除去する必要があった（表3）。

## 考 察

開発したモロヘイヤ専用アタッチメントの主な特徴は以下の通りである。

- ①供給側ベルトコンベアに葉先位置決めガイドを設置したことで、供給者が所定の位置にモロヘイヤを置く目安となる。
- ②調製部手前に前処理カッターを設置したことで、本体フレームに干渉する長過ぎる枝を短く切断してから調製部内に搬送することができる。
- ③回転ブレードの位置を標準の調節範囲を超えて15mm程度さらに作物側に近づけることで、下葉をきれいに除去することができる。
- ④専用アタッチメントは調製機本体に後付け及び取り外し可能である。

調製機に専用アタッチメントを装着することで、慣行の手作業と同等の高い精度でモロヘイヤを調製できることを確認した。収穫枝の草姿が乱れる晩秋を除いて、ハウレンソウと異なり排出側での仕上げ作業がほとんど必要ないため、調製機のすぐ後ろに計量する場所を設けて仕上げ作業と計量を流れ作業で行う等、作業者の配置や作業場のレイアウトを工夫することで作業能率の向上が見込めると考える。また、手作業よりも指先を使う細かい作業が少なくなるため、作業者の負担軽減が見込まれるとともに、作業内容が平易単純なため初心者でもすぐに熟練者と同等に作業することができる。

今後、より一層高齢化が進み作業者の確保が困難になっていくなか、調製機の活用は、最も人手が必要な調制作業の省力化・効率化に有効な手段となり得ると考えられる。

2019年の試験以降、2021年にも2戸の試験協力農家においてモニター機を用いて性能確認を実施した。新たにアタッチメント脱着方法の簡便化や排出コンベアへの枝葉の巻き込み防止等、さらなる性能向上を目指し検討を行った。モロヘイヤ調製用アタッチメントの販売は未定であるが、製品化に向けて今後も関係者とともに検討していく。

## 謝 辞

本研究は群馬県の研究要望対応試験事業により実施した。また、現地調査・実証試験にあたり、多大なるご協力、ご助言を賜ったモロヘイヤ生産者の皆様、中部農業事務所普及指導課担当者に厚く感謝の意を表する。

## 引用文献

- 1) 小林有一ら 2018. 高能率ハウレンソウ調製機の開発および性能について. 農業食料工学会誌 80: 434-439
- 2) 前田宏美ら 2020. 群馬県におけるハウレンソウの収穫調制作業の実態と新型軟弱野菜調製機の現地適応性. 群馬県農業技術センター研究報告. 17: 1-8
- 3) 農林水産省. 地域特産野菜生産状況調査確報. 平成28年産地域特産野菜生産状況

(key Words : Soft-leaf Vegetable Trimming Machine, Mulukhiya, Attachment, Trimming Accuracy, Work Efficiency)

## Development and Performance Evaluation of An Attachment for Use in Trimming of Mulukhiya, Which Can be Installed in a New Soft-leaf Vegetable Trimming Machine

Hiromi MAEDA, Masaoki HARA, Yuta TANIGUCHI, and Toru SHIBUYA

### Summary

An attachment for trimming mulukhiya, to be used with a new soft-leaf vegetable trimming machine developed for spinach, was developed and its performance was evaluated. Trimming accuracy and work efficiency were compared with conventional manual work. It was found that trimming accuracy was equivalent to that of manual work, and work efficiency exceeded that of manual work. Because the attachment is detachable, the trimming machine can be used for the cultivation of both spinach and mulukhiya.