

## ブロッコリー選別自動収穫機の性能評価

作田善紀

(福島県農業総合センター)

Performance evaluation of broccoli sorting automatic harvester

Yoshiki SAKUTA

(Fukushima Agricultural Technology Centre)

### 1 はじめに

ブロッコリーは福島県相馬地方における主要品目の一つであり、作付け需要が高い。しかし、東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故の影響による労働力不足が深刻化しており、経営規模拡大の制約条件となっている。

そこで、収穫作業の省力化を図るため、ブロッコリー選別自動収穫機を開発し、その性能評価を行った。

### 2 試験方法

#### (1) 供試機械の開発

収穫機は2022年に設立された「ブロッコリー選別自動収穫機の実用化レベルの性能達成と機械化栽培体系の確立」コンソーシアムにおいて、同年に開発された(図1)。

この収穫機はカメラで花蕾を検出し、花蕾径を測定することで収穫の適否を判断し、収穫に適した株の主茎を切断して収穫する2条型の機械である。

また、収穫作業は、リモコンで収穫機を操作するオペレータ及び収穫機後方で収穫物を回収する補助作業者の2名で行われる。

#### (2) 作業性能評価

南相馬市において、2023年10月26日に圃場A、11月9日に圃場Bで機械収穫試験を実施した。試験時の撮影動画から作業時間を計測し、圃場作業効率、圃場作業量を算出した。また、収穫精度は花蕾長径11.0cm以上の花蕾のうち、損傷なく収穫できた花蕾個数の割合とした。

なお、圃場Aは2回手収穫済み(全体の20%)であり、圃場Bは未収穫であった(表1)。

#### (3) 作業負担調査

手収穫及び機械収穫について、OWAS法による作業姿勢評価を行った。手収穫作業では収穫及び台車を牽引する作業員、機械収穫作業では花蕾の回収及びコンテナの積み下ろしを行う補助作業員を対象とした。

手収穫作業は2022年10月13日、機械収穫作業は2023年10月26日及び11月9日に撮影した動画について、スナプリーディング法により、10秒ごとに「背部」、「上肢」、「下肢」、「重さと力」の4項目について観察し、作業姿勢をAC(Action Category)1-4の4段階(AC1:改善は不要、AC2:近いうちに改善すべき、AC3:できるだけ早期に改善すべき、AC4:直ちに改善すべき)で判定した。

### 3 試験結果及び考察

#### (1) 作業性能評価

圃場Aでは圃場作業効率64%、圃場作業量3.4a/h、収穫精度86%であり、圃場Bでは圃場作業効率42%、圃場作業量2.3a/h、収穫精度22%であった(表2)。

圃場Aは2回手収穫が行われており、隣接株の外葉によって花蕾が覆い隠されることが少ない状況であった。そのため、カメラによる花蕾の検出が容易となったことで、収穫精度が向上した。また、外葉切除時に発生する残渣の除去作業に要した停止時間が見られた。

一方、圃場Bは未収穫圃場であり、隣接株の外葉によって花蕾が覆い隠され、花蕾検出が困難な状況であった。そのため、収穫せずに見逃した花蕾が増加し、収穫精度が低下したと考えられた。また、外葉の切除位置を誤認し、損傷した花蕾数が増加したと考えられた。

圃場Bでの圃場作業効率低下の要因は、外葉切除時に発生した残渣が花蕾を搬送するコンベアに詰まったことで、残渣の除去作業が頻発したためであった。

また、圃場Bでは旋回中に走行部から異音が発生し、その後の収穫作業中に走行部の破損が見られた。

#### (2) 作業負担調査

手収穫では、中腰姿勢でブロッコリーの主茎を切断する作業や前傾姿勢で収穫物を積載した台車を牽引する作業が見られた(図2)。

一方、機械収穫では、枕地での旋回時におけるコンテナの積み下ろし及び残渣除去作業を除き、直立姿勢を保った状態が多かった。

OWAS法による作業姿勢評価を行った結果、手収穫作業では作業負担の大きいAC3の割合は19%であったが、機械収穫作業ではAC3の割合は0%であった(図3)。

### 4 まとめ

ブロッコリー選別自動収穫機による作業性能を調査した結果、一定の条件下において高い精度で収穫できることを確認した。また、手収穫作業と比較して作業姿勢が改善されることも確認できた。

今後の課題として、外葉によって花蕾が覆い隠された場合に花蕾検出が困難となり、収穫精度が低下するため、外葉を押し分け、花蕾を露出させるなどの改良が必要である。また、旋回時の負荷に耐えるため、走行部の補強が求められる。

本研究は、生物系特定産業技術研究支援センター「戦略的スマート農業技術の開発・改良(JPJ011397)」により実施した。



図1 ブロッコリー選別自動収穫機による作業風景  
(オペレーター1名、補助作業者1名)

表1 栽培条件及び圃場条件

	圃場A <sup>1)</sup>	圃場B <sup>2)</sup>
試験日	2023年10月26日	2023年11月9日
場所	福島県南相馬市現地圃場	
供試品種	アーリーキャノン	
畝間(cm)	65	65
株間(cm)	37	30
畝高(cm)	14	15
面積(a)	1.2	3.7
長辺長(m)	30.5	29.6
短辺長(m)	4.0	13.0
土壌含水比(%d. b.)	33.3	36.9
土壌硬度(kPa) <sup>3)</sup>	1,190	873

- 1) 2回の手収穫で、全株数のうち20%収穫済み  
2) 未収穫圃場  
3) 小コーン使用、地表面～深さ15cmの平均値

表2 ブロッコリー選別自動収穫機の作業性能

	圃場A	圃場B
圃場作業効率(%)	64	42
圃場作業量(a/h)	3.4	2.3
作業速度(m/s) <sup>1)</sup>	0.11	欠測 <sup>2)</sup>
収穫精度(% <sup>3)</sup>	86	22
収穫可能株数 <sup>4)</sup>	37	27
収穫株数	34	16
損傷なし	32	6
損傷あり	2	10
未収穫株数 <sup>5)</sup>	3	10
落下株数 <sup>6)</sup>	0	1
未熟花蕾収穫数 <sup>7)</sup>	4	7

- 1) 作業速度調査区(10m)で3回測定した平均値  
2) 測定区間で停止したため、欠測  
3) 収穫株数(損傷なし)/収穫可能株数  
4) 花蕾径11.0cm以上の株数  
5) 花蕾径11.0cm以上で収穫しなかった株数  
6) 主茎切断後に花蕾が圃場に落下した株数  
7) 花蕾径11.0cm未満で収穫した株数



図2 手収穫による作業風景  
(2名は収穫のみ、1名は収穫と台車の牽引)

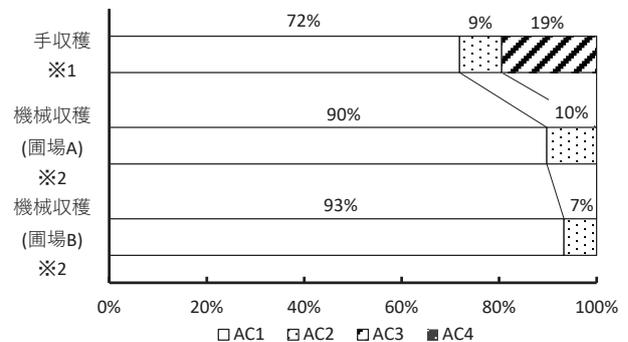


図3 OWAS法による作業姿勢評価結果

- ※1 収穫及び台車の牽引を兼任する作業者を評価対象とした。  
※2 補助作業者を評価対象とした。