

## 委託試験成績（令和6年度）

担当機関名 部・室名	石川県農林総合研究センター農業試験場 育種栽培研究部・園芸栽培グループ
実施期間	令和5年度～6年度、継続
大課題名	II 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	ブロッコリー収穫作業の機械化による省力化の実証
目的	<p>石川県ではブロッコリーを重点品目として生産振興を図っており、近年、急速に作付面積が拡大している。また、全国で加工業務用需要が高まっていることから、ブロッコリー収穫機が開発され、機械一斉収穫による労働力の削減が期待されている。</p> <p>これまでも機械一斉収穫の収量向上について検討しており、令和5年度の試験では、花蕾径18cm以上を超える株が1割を超えた時点で一斉収穫を実施することによって収量が最大となると考えられた。</p> <p>この令和5年度の試験結果をもとに、令和6年度は収量が最大となるタイミングでの機械一斉収穫の収益性について検討する。</p>
担当者名	石川県農林総合研究センター 農業試験場 育種栽培研究部 園芸栽培グループ 技師 早川侑花
1. 試験場所	石川県農林総合センターの水田転換畠（石川県金沢市）
2. 試験方法	<p>機械収穫試験では、令和5年度秋作での試験結果をもとに、収量が最大となるタイミングでの機械一斉収穫について、手収穫と比較した収穫作業時間および収量への影響を検討した。</p> <p>なお、供試ほ場では黒すす病が多発したため、収穫機を用いた一斉収穫試験・調査が実施できなかった。黒すす病の発生状況と調査への支障について以下に示した。</p> <p>病害初発時期：10月上旬</p> <p>病勢拡大時期：10月中下旬</p> <p>生育への影響：展開葉の多くが脱落した。また、葉が少ないと花蕾が肥大せず開花した。</p> <p>試験、調査への影響：</p> <p>機械収穫試験では、花蕾が開花によりゆるんでいたことで、ブロッコリー収穫機の挟持ベルトで花蕾を挟むことができなかつた。このため、機械収穫の作業時間は収穫を想定した収穫機の走行時間を計測した。また、収量調査については、黒すす病の発生していないほ場の株を用いることとした。</p> <p>また、実施予定だった機械収穫時のカットミス発生条件調査は、収穫機での収穫ができないため、調査を実施することができなかつた。</p>

(1) 供試機械名 プロッコリー収穫機 HB1250 (YANMAR 製)

(2) 試験条件

ア. 供試ほ場

・土壤条件と面積：細粒質斑鉄型グライ低地土、水田転換畑、前作プロッコリー、面積 6.3a

イ. 栽培概要

・品種：‘グランドーム’ (サカタ)

・耕起：ロータリー耕

・畝立て：畝幅 150cm、高さ 25cm

・施肥 [kg/10a] 元肥 硼素：リン酸：カリ = 23.9 : 28.7 : 27.1

追肥 硼素：リン酸：カリ = 4.8 : 0 : 4.8

・育苗：6月 26 日播種、128 穴セルトレイ 1 粒播き、40 日長期無追肥

・定植：8月 5 日 株間 40cm、条間 45cm、2 条植え 機械収穫区の作業時間の計測で使用  
(収量調査に用いた苗は、7月 19 日播種、9月 6 日定植 49 日長期無追肥 うち生育の早い 1 条を試験に使用)

・除草：トレファノサイド粒剤、フィールドスターP 乳剤 など

・病害虫防除：アファーム乳剤、グレーシア乳剤、Z ボルドー など

ほ場での病虫害発生状況に合わせて週 1 回程度実施

ウ. 試験・調査項目

・試験区：

①機械収穫区（プロッコリー収穫機で一斉収穫した場合を想定）

プロッコリー収穫機による収穫時間の計測は、11月 19 日に実施

収量調査は、花蕾径 18cm を超える株が 1 割になった時点で、手収穫で一斉収穫を実施

②手収穫区（花蕾径 12cm を超えた株から選択収穫）

収量調査は、11月 26 日～12月 17 日の間に 6 回に分けて実施

・調査項目：作業時間

※機械収穫区は 1 区 0.30a (20m × 1.5m)、3 反復を調査。1 条刈りのため、後退の時間は収穫時間に含めた。一方、旋回、コンテナ積み降ろしなどの時間は含めなかった。手収穫区は 1 区 0.15a (10m × 1.5m)、3 反復を調査  
収量 (花蕾径、花蕾重、収量、品質)

※1 区 0.15a (10m × 1.5m)、25 株 3 反復を調査

※機械収穫区は加工用に茎を短く調整し、手収穫区は青果用に茎を 15cm に調整

※品質は、ゆるみ、黄化、カットミス、生理障害を評価。ゆるみ、黄化、生理障害 (キャツツアイ) については、0:無、1:青果用では出荷不可だが加工用では可、2:加工用で出荷不可として評価し、等級を秀優外に分けた。

コスト (人件費、機械償却費、販売資材費など)

### 3. 試験結果

黒すず病の多発で生育が著しく劣ったため、ブロッコリーを機械収穫することができなかつた。そのため、作業時間はブロッコリーを収穫していると想定して収穫機を走行させた際の見込みである。

収穫にかかる作業時間は、機械収穫区は 5.3 時間/10a、手収穫区は 27.4 時間/10a であり、機械収穫区で 22.1 時間/10a (81%) 短かった（表 1）。調整にかかる作業時間は、手収穫区では 19.9 時間/10a であった。

収穫した花蕾の平均花蕾径は機械収穫区で 14.3cm、手収穫区で 12.3cm であった。また、平均花蕾重は機械収穫区で 440g、手収穫区で 355g であった。花蕾重から収量を算出したところ、収穫機による一斉収穫を想定し、花蕾径 18cm が 1 割のタイミングで手収穫による一斉収穫を実施した機械収穫区では、1,467kg/10a であった（表 2）。一方、青果用の選択手収穫では、1,231kg/10a であり、機械収穫区は手収穫区に比べて 119% 多かった。

令和 5 年度に同様の試験を行ったところ、凍害などによる花蕾の損傷が発生し、出荷不可となる規格外品の割合は 29.6% であった（表 3）。令和 6 年度は凍害の発生が見られず、100% が秀品となった。このため、1 株あたり平均花蕾径、平均花蕾重は令和 5 年度が優れる一方、可販収量は令和 6 年度のほうが多い多かった。

### 4. 主要成果の具体的データ

表 1 収穫方法の違いが作業時間に及ぼす影響

(参考)

試験区	収穫時間 (時間/10a)	調整時間 (時間/10a)	作業時間 (時間/10a)	調整の内容
機械収穫	5.3	0.0	5.3	収穫機上で短茎に調整
手収穫	27.4	19.9	47.3	青果用に花蕾から茎を15cmに調整

注 1) 収穫：機械収穫区は 11 月 19 日に実施。手収穫区は 11 月 26 日～12 月 17 日に実施

機械収穫区の作業時間には、旋回、コンテナ積み降ろしなどは含めない。いずれも 2 人 1 組

注 2) 調整：機械収穫区は収穫ができず、調整時間は見込み。また、手収穫区の調整は 2 人で実施

注 3) 機械収穫区は 60m1 畠分走行した時間から算出

表 2 収穫方法の違いが収量に及ぼす影響 n=25 (参考)

試験区	平均 花蕾径(cm)	平均 花蕾重(g)	収量(kg/10a)	商品率(%)
機械収穫	14.3	440	1,467	100
手収穫	12.3	355	1,182	100

注 1) 機械収穫区は収穫機による一斉収穫を想定した手収穫。手収穫区は青果用の選択収穫

注 2) 機械収穫区の収量は、小花蕾にならない位置で短茎に調整した際の重量から算出。手収穫区は茎を含め 15cm の位置で調整

注 3) 商品率は、ブラウンビーズなどの生理障害や凍害による出荷不可を除く花蕾の割合。秀品及び優品

表3 収量及び品質の年次変動

(参考)

試験実施年度	収穫日	花蕾径	花蕾重	総収量	可販収量	等級 (%)		
		(cm)	(g)	(kg/10a)	(kg/10a)	秀	良	外
令和6年度	12/5～17	14.3	440	1,467	1,467	100	0.0	0.0
令和5年度	12/26～1/25	16.0	453	1,510	1,063	56.8	13.6	29.6

注1) 令和5年度は7月28日播種、9月5日定植 39日長期無追肥の株を調査。令和6年度は7月19日播種、9月6日定植 49日長期無追肥の株を調査

注2) 収穫は、各区花蕾径18cmが1割を超えるタイミングで一斉収穫

## 5. 経営評価

青果用の手収穫及び調整と加工用の機械収穫を想定した一斉収穫を比較すると、作業時間は、機械収穫が42時間/10a短かったため、収穫、調整にかかる労働費は機械収穫が63千円/10a低かった(表4)。また、資材単価は、青果用では氷詰めが主流であり発泡スチロールケースに40円/kgかかるが、加工用ではコンテナ出荷となるため、資材費は機械収穫が25.3千円/10a低かった。収量は、機械収穫を想定した一斉収穫では加工用として1,467kg/10a、選択手収穫では青果用として1,182kg/10aであり、機械収穫区が285kg/10a多かった。輸入冷凍ブロックの単価が国産青果ブロックの単価のおよそ半値であることから、平成28年～令和2年の5年間の最高価格と最低価格を除く3か年の青果用ブロックの平均価格から、青果用の単価を472円/kg、加工用の単価を236円/kgとすると、売上高は手収穫区が558千円/10a、機械収穫区が346千円/10aとなり、機械収穫区で212千円/10a低かった。これらから、機械収穫の利益は手収穫より237千円/10a低いと考えられる。

ただし、機械収穫により作業時間の削減が可能となるため、栽培面積を拡大することで利益を増加させることが期待される。損益分岐点分析により、収穫機の導入による減価償却費の増加分1,140千円/年を賄うのに必要な面積は6.0haと試算された。このため、6.0ha以上の栽培規模で利用することで青果用の選択収穫に比べて利益増加が見込まれる。

表4 選択収穫と一斉収穫の経済性の比較

10aあたり

		手収穫(青果用出荷)	機械収穫(加工用出荷)	備考
粗収益	収量	1,182 kg	1,467 kg	
	単価	472 円/kg	236 円/kg	加工用は青果用の半値と仮定
	売上高 ①	558 千円	346 千円	▲212千円
費用	変動費 ②	174 千円	149 千円	コンテナ出荷による資材費 ▲25.3千円
	固定費 ③	55 千円	169 千円	収穫機の減価償却費 +114千円
	労働費 <sup>※2</sup> ④	84 千円	21 千円	収穫機による労働時間の削減 ▲63千円
	利益	245 千円	8 千円	①-(②+③+④)、差額237千円

注1) 石川県農業経営指標「秋作ブロック 1.0ha」を元に試算

注2) 労働費は1,500円/時間として算出

## 6. 利用機械評価

令和5年度は12月20日に機械収穫を実施したところ、降雨続きで地面がぬかるんだ状態での運転となり、車輪がはまるなど十分な作業が実施できなかった。令和6年度は11月19日に収穫機を走行させたところ、当日のほ場条件は比較的良好であり、収穫機がぬかるみにはまることはなかった。このため、水田転作はほ場条件による作業性の差が大きく、特に降雨や積雪の多い石川県での秋冬作は作型や利用するほ場の土壤条件に留意する必要がある。

## 7. 成果の普及

なし

## 8. 考察

収穫時間は、選択手収穫に比べ機械収穫を想定した一斉収穫で81%短かった。これは手収穫では選択収穫のため6回収穫を実施したのに対して、機械収穫では一斉収穫のため1回であるとの影響が大きい。また、令和5年度の試験では、機械収穫において、収穫作業と同時に調整作業が機上で実施可能であり、収穫時間と調整時間を合わせた作業時間に大きな差が見られた。このため、収穫機の導入により作業時間の大幅な削減が期待される。

機械収穫を想定した一斉収穫では、選択手収穫に比べて収量が119%多かった。これは、加工用出荷では花蕾を大型化させてから収穫可能なためである。令和5年度試験の総収量と比較すると、年次変動は50kg/10a程度であり、安定的に収量が得られることが期待される。

令和5年度は収穫時期が12月下旬と遅くなり、凍害及び雪害による品質低下や収穫機の走行に大きく影響を受けたため、本試験は播種及び定植時期を約1か月前進させた。これにより収穫機による試験は11月中旬に実施することができ、順調に生育が進めば収穫適期に収穫、収穫機の走行も本来の能力を発揮することが可能と思われた。しかし、高温時期の定植により黒すす病が多発する結果となったため、発病前の防除が重要である。黒すす病が発生しなかつたほ場での収穫は秀品率が100%となったことから、中晩生の‘グランドーム’を用いる場合は、播種及び定植時期を前進させることで、低温に遭遇し凍害や雪害が発生する前に収穫を完了させることが重要であり、加工業務用に花蕾を大型化して一斉収穫する際の本県での定植適期は8月中旬、収穫時期は11月下旬と考えられる。

収量が最大となる収穫適期に収穫した際の経営評価について、目安を検討した。ただし、機械収穫ではカットミスが生じる可能性があるため、カットミスによる収量の減少を考慮する必要がある。また、収穫適期の機械収穫において、青果用の手収穫より利益を得るために6.0ha以上の栽培規模が必要であり、複数農家や広域での共同利用が現実的である。

以上から、秋作では6.0ha以上の栽培規模において、18cm以上を超える花蕾が1割となるタイミングで一斉収穫することで、手収穫より利益が増加すると期待される。また、加工業務用に花蕾を大型化して一斉収穫する際の本県での定植適期は8月中旬、収穫時期は11月下旬と考えられる。定植時期は高温のため、定期的に防除することで病害の発生を防ぐ必要がある。

## 9. 問題点と次年度の計画

令和5年度の試験では収穫時期が12月下旬で、地面がぬかるんだ状態での運転となり、車輪がはまるなど収穫機の走行が困難であったため、ほ場の選定に留意する必要がある。

10. 参考写真



写真1 黒すす病により、ゆるみ及び開花が見られる花蕾の様子

(左：花蕾径 10cm 未満でゆるみがみられる花蕾 11月 11日 右：収穫直前の花蕾 11月 18日)



写真2 機械収穫の様子（11月 19日）



写真3 ほ場の様子（11月 19日）



写真4 収穫適期とされる、18cm1割で収穫した際の花蕾（12月 17日）