

委託試験成績（令和5年度）

担当機関名 部・室名	長崎県農林技術開発センター 畑作営農研究部門 干拓営農研究室
実施期間	令和3年度～5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	近年、長崎県における加工用ブロッコリーの栽培面積は拡大傾向にあり、令和3年度から大規模農地におけるブロッコリーの機械化一貫栽培体系を確立するため、収穫機を用いた一斉収穫技術の効率的な使用方法を検討している。これまで、選別収穫と一斉収穫を組み合わせた収穫体系の作業効率を明らかにし、販売額を高めるため密植に関して試験を行ってきた。令和5年度については、供試収穫機をより有効に利用することを目的に、収穫機に適したブロッコリーの栽培条件を明らかにするため品種による草姿の違いについて検討する。
担当者名	所属 畑作営農研究部門 干拓営農研究室 役職 主任研究員 氏名 尾崎祐未
<p>1. 試験場所 長崎県諫早市中央干拓 長崎県農林技術開発センター 干拓営農研究室圃場</p> <p>2. 試験方法 令和3年度に一斉収穫の方法、令和4年度に密植について検討した結果、選別収穫を50%実施した後に一斉収穫を行う体系に密植を組み合わせる体系がブロッコリー収穫機の利用体系として有望であった。本年度はブロッコリー収穫機をより有効に利用することを目的に、異なる草姿のブロッコリー品種を用いて作業性等について検討する。</p> <p>(1) 供試機械 ブロッコリー収穫機 HB1250</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 海成沖積土壌（灰色低地土）</p> <p>イ. 栽培等の概要</p> <p>品種名 ブロッコリー（品種：おはよう、SK9-099、あらくさ53号） 施肥・整地 2023年8月29日 追肥：9月27日、10月16日 整形 2023年8月31日～9月1日 播種 2023年8月3日 定植 2023年9月7日 収穫 2023年11月20日～12月13日 ※12月13日に一斉収穫</p> <p>ウ. 試験区構成</p> <p>試験区1 品種：おはよう区 試験区2 品種：SK9-099区 試験区3 品種：あらくさ53号区 （1試験区30株、3反復）</p> <p>エ. 耕種概要</p> <p>栽植密度 畝間60cm、株間35cm、1条植え 4,762株/10a 育苗方法 128穴セルトレイ育苗</p> <p>オ. 調査方法</p> <p>a. 生育状況調査：各試験区における品種の外観的違いを見るため、品種ごとに花蕾径13cm（青果用出荷規格2L）程度の株を収穫し、以下の項目について調査</p>	

した（各調査項目の名称と調査個所については写真1参照）。

花蕾頂、草高、葉数、花蕾長さ、青果用花蕾重、加工業務用花蕾重（青果用花蕾重調査後、加工業務用の出荷形態に調整し花蕾重を測定）

b. 収穫調査：各試験区は手作業による選別収穫を全体の50%行った後、残りの50%について収穫機による一斉収穫を行った。各調査項目は以下のとおり。

選別収穫（青果用出荷）：花蕾重、商品化率、商品収量

一斉収穫（加工業務用出荷）：花蕾重、商品化率、商品収量

品質調査：生理障害（不整形花蕾、死花、キャッツアイ、リーフィー等）

収穫機作業性調査：作業速度、作業時間、収穫株率、カットミス等

3. 試験結果

(1) 生育状況調査

各品種の草姿について、昨年度まで供試品種として用いた試験区1「おはよう」と比較した（表1）。

花蕾頂は、試験区1の26.2cmに対し、試験区2「SK9-099」は21.5cmと有意に短く、試験区3「あらくさ53号」は32.3cmと有意に長かった。

草高は、試験区1の74.5cmに対し、試験区2は68.5cmと短く、試験区3は59.9cmと有意に短かった。

葉数は、試験区1の20.7枚に対し、試験区2は24.3枚と多く、試験区3については27.3枚と有意に多かった。

花蕾長さは、試験区1の9.9cmに対し、試験区2は8.6cm、試験区3は7.4cmと有意に短かった。

茎長（花蕾頂から花蕾長さを引いた）は、試験区1の16.3cmに対し、試験区2は12.9cmと短く、試験区3は24.9cmと有意に長かった。

青果用調整重は試験区1の434.0g/株に対し、試験区2は439.3g/株と同等、試験区3は346.7g/株と有意に軽かった。

加工業務用花蕾重は試験区1の371.3g/株に対し、試験区2は387.7g/株、試験区3は275.0g/株と試験区3が特に軽くなったが有意な差はなかった（表1、写真2）。

(2) 選別収穫（青果用）

選別収穫は11月20日から開始し、花蕾径13cm以上になった株を選別して2～3日おきに収穫し、各区の収穫株率が50%になるよう調整した。

選別収穫の商品収量は、試験区1が735.4kg/10a、試験区2が916.3kg/10a、試験区3が814.2kg/10aとなり、試験区2が最も多かった（表2）。選別収穫を行った期間に収穫した株に対する各収穫日の収穫株数の割合は、試験区1では、7日間で2.2～24.4%であり分散していた。一方、試験区2では、12月8日および12月12日の2日間で全体の77.8%を収穫し、他の2品種よりも収穫期間が集中していた。試験区3では、6日間で2.2～37.8%と試験区1と同様に収穫期間が分散していた（図1）なお、収量および商品収量は選別収穫分の値であるため、全体収量の50%分の収量である。

(3) 一斉収穫（加工業務用）

本試験では、12月13日にブロッコリー収穫機による一斉収穫を行った。

一斉収穫における各試験区の商品収量は、試験区1が292.0kg/10a、試験区2が220.9kg/10a、試験区3が309.9kg/10aとなり、収穫時の平均花蕾径および平均花蕾重が大きい試験区3が最も多かった。収穫株における商品化率は試験区3が最も低かった（表3）。なお、収量および商品収量は、選別収穫後の機械収穫分の値であるため、全体収量の50%分の収量である。

(4) 一斉収穫時の作業時間と労働費

ブロッコリー収穫機を利用した一斉収穫時の作業時間は、試験区1が3.06hr/10a、試験区2が3.47hr/10a、試験区3が3.45hr/10aとなり、試験区1が最も速かった。試験区2については、他の試験区と比較して収穫時に株が機械に詰まることがあり、作業時間が最も長くなった(表4)。

(5) 一斉収穫時の収穫株率およびカットミス・生理障害の発生割合

一斉収穫時の各試験区の一斉収穫対象株(選別収穫の残り50%)における収穫株率は、試験区1が80.0%、試験区2が68.9%、試験区3が77.8%であった(表5)。また、収穫株に対するカットミス(写真3)は、花蕾のサイドを傷つける場合が多く、その割合は試験区1が13.3%、試験区2が18.8%、試験区3が11.4%と試験区2で最も高くなった。

生理障害の発生については、試験区により発生する障害の種類・割合は異なっていた。生理障害の発生割合では、試験区3で花蕾のゆるみが最も多かった(表5)。

4. 主要成果の具体的なデータ

表1 各品種における生育状況

試験区 No	品種	花蕾頂 a (cm)	草高 (cm)	葉数 (枚)	花蕾長さ b (cm)	茎長 a-b (cm)	青果用花蕾重 (g/株)	加工業務用花蕾重 (g/株)
1	おはよう	26.2 x	74.5 x	20.7 x	9.9 x	16.3 x	434.0 x	371.3 x
2	SK9-099	21.5 y	68.5 xy	24.3 xy	8.6 y	12.9 x	439.3 x	387.7 x
3	あらくさ53号	32.3 z	59.9 y	27.3 y	7.4 y	24.9 y	346.7 y	275.0 x

注1) 各品種毎に花蕾径13cm程度の株を調査した (n=3)

注2) 異なるアルファベット (x, y, z) はTukeyの多重比較において5%水準で有意差あり

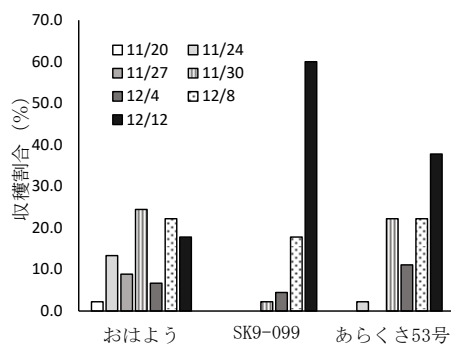


図1 選別収穫期間中の収穫株数の割合

表2 選別収穫(青果用)の収量および商品化収量

試験区 No	品種	平均花蕾重 (g/株)	収量 (kg/10a)	商品化率 (%)	商品収量 (kg/10a)
1	おはよう	330.9	787.9	93.3	735.4
2	SK9-099	393.6	937.2	97.8	916.3
3	あらくさ53号	357.9	852.1	95.6	814.2

注1) 収量は選別収穫50%分の10a当たりの収量

注2) 商品化率は生理障害発生株を除いた値

表3 一斉収穫（加工業務用）の収量および商品化収量

試験区 No	品種	平均花蕾径 (cm)	平均花蕾重 (g/株)	収量 (kg/10a)	商品化率 (%)	商品収量 (kg/10a)
1	おはよう	10.6	187.7	447.0	65.3	292.0
2	SK9-099	10.0	165.9	395.0	55.9	220.9
3	あらくさ53号	12.6	241.8	575.8	53.8	309.9

注1) 収量は選別収穫50%後の残りの10a当たりの収量

注2) 商品化率は一斉収穫時の未収穫・カットミスおよび生理障害発生株を除いた値

表4 一斉収穫時の作業時間と労働費

試験区 No	品種	作業速度 (m/s)	理論作業量 (a/hr)	圃場作業効率 (%)	作業能率 (a/hr)	10aあたりの 作業時間 (hr/10a)	労働費 (円/10a)
1	おはよう	0.23	4.91	66.58	3.27	3.06	9,179
2	SK9-099	0.20	4.32	66.75	2.88	3.47	10,404
3	あらくさ53号	0.19	4.15	69.87	2.90	3.45	10,337

注1) 圃場作業効率は、実作業（収穫）時間に作業時の機械の巡回等時間を加味した際の値

注2) 労働費は時給1,000円/人（長崎県農林業基準技術から引用）×3名（一斉収穫時の作業員数）で試算した

表5 一斉収穫時の収穫株率およびカットミス・生理障害の発生割合

試験区 No	品種	収穫株率 (%)	カットミス(%)			生理障害(%)			
			サイド	トップ	根	不整形花蕾	死花	キャッツアイ	花蕾ゆるみ
1	おはよう	80.0	13.3	0.0	2.2	0.0	2.8	5.6	0.0
2	SK9-099	68.9	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	あらくさ53号	77.8	11.4	2.8	0.0	2.8	0.0	2.8	22.2

注1) 収穫株率は一斉収穫対象株全体に対する収穫された株の割合

注2) カットミスの根は搬送時に根がカットされずに上がってきた株の割合

表6 商品収量と販売額

試験区 No	品種	商品収量(kg/10a)			販売額(円/10a)		
		選別収穫	一斉収穫	合計	選別収穫 (376円/kg)	一斉収穫 (150円/kg)	合計
1	おはよう	735.4	292.0	1027.4	276,500	43,807	320,307
2	SK9-099	916.3	220.9	1137.3	344,542	33,141	377,683
3	あらくさ53号	814.2	309.9	1124.1	306,143	46,479	352,622

注1) 単価は現地価格を参考

選別収穫：青果用単価 376円/kg、一斉収穫：加工業務用単価150円/kg

表7 一斉収穫時の規格割合

試験区 No	品種	規格割合 (%)					
		3L	2L	L	M	S	S未満
1	おはよう	8.3	22.2	16.7	22.2	11.1	19.4
2	SK9-099	0.0	6.5	6.5	38.7	38.7	9.7
3	あらくさ53号	40.0	5.7	8.6	25.7	17.1	2.9

注1) 規格(花蕾の大きさ)は3L:15.0~20.0cm、2L:13.0~14.9cm、L:12.0~12.9cm、M:10.0~11.9cm、S:7.0~9.9cm

5. 経営評価

ブロッコリー収穫機の利用において、試験区1の「おはよう」は最も作業時間が短く、労働費が他2品種より安くなった(表4)。また、収穫株率についても「おはよう」が高く、次に試験区3の「あらくさ53号」、試験区2の「SK9-099」となった(表5)。一方、商品収量および販売額については「SK9-099」が最も高くなった(表6)。本試験では、一斉収穫は3品種同じ日に行っており、品種ごとに生育状況が異なっていたため、「おはよう」や「SK9-099」は収穫時にM~S規格の割合も多かった(表7)。収穫時期を遅らせ十分に花蕾を肥大させた後に一斉収穫を行うことで、さらに販売金額を上げることができると考えられた。

6. 利用機械評価

ブロッコリー収穫機による作業時間は、カタログに記載された記載仕様(3~6hr/10a)に対し、試験区1が3.06hr/10a、試験区2が3.47hr/10a、試験区3が3.45hr/10aとなり、記載仕様内の数値となった(表4)。また、本試験では一斉収穫時の収穫株率が68.9~80.0%となっており、各試験区で約20~30%未収穫が生じていた。一斉収穫時の状況から、花蕾が小さい株が収穫ができず収穫株率が低くなったと考えられる。

ブロッコリー収穫機の実演に参加した生産者の意見として、圃場内を歩き腰を屈めて収穫する必要がなく、作業員が高齢化しているため荷運びも楽になり身体的負担が軽減されて助かるとの意見や、収穫機の使用するタイミングが難しく、揃いの良い品種の選定が必要との意見が出された。

7. 成果の普及

2023年12月7日に長崎県五島市にて、営農者および技術指導者等が参加しブロッコリー収穫機の実演および意見交換が行われた。また、試験結果は長崎県の試験研究成果情報に取りまとめ、農業指導者向けの情報として広く活用する予定である。

8. 考察

(1) ブロッコリー収穫機のカタログにおいて、収穫機に適した作物条件は花蕾下から地際部までの長さ(本試験での茎長部分)が21cm以上となっている。試験区2の「SK9-099」は平均茎長が12.9cmと特に短く、収穫は可能であったが、収穫時に機械の詰まりが発生したことから作業速度が最も遅かった。また、花蕾のサイド部分を損傷するカットミスも多かったことから、茎長が短いことが、作業速度やカットミスに影響を与えたと考えられた。一方、試験区3の「あらくさ53号」では平均茎長が24.9cmと他品種よりも長く、供試品種3品種のうち唯一花蕾のトップ部分にカットミスが生じた。茎長が長いと、搬送時に花蕾のトップ部分が上葉カット用のカッターに接触したと考えられた。本試験の結果より、収穫機に適した品種の選定において、草姿を検討する場合は、茎長や花蕾頂などの植物体の高さが商品性や作業性に影響を与える要素と考えられた。

(2) ブロッコリー収穫において、効率的に機械を利用するには短期間で全体の大部分を収穫す

る必要があり、そのためには、収穫適期の花蕾の生育状況が均一で集中していることが望ましい。本試験の選別収穫期間中の収穫株数の割合では、供試品種「SK9-099」が最も収穫期間が集中していた。

(3) 本試験の結果より、ブロッコリー収穫機をより効果的に使用するためには、草姿と収穫期間の収穫割合を調査し、両方の性質で優れた品種を選定することが必要であると考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

ブロッコリー収穫機の利用において、求められる規格でより多く収穫するためには、収穫の揃いが課題である。また、本試験では達観ではあるが株が傾いていると収穫に時間を要しているようであったため、次年度は収穫の揃いや株の傾きを軽減するための栽培技術について検討する。

10. 参考写真



写真1 品種調査項目名称



写真2 品種比較 (左:おはよう 中:SK9-099 右:あらくさ53号)



写真3 収穫機によるカットミス



写真4 収穫機使用中の詰まり