

委託試験成績（令和7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 中山間営農研究室
実施期間	令和6年度～7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	ブロッコリー栽培省力化のための育苗方法および全自動定植機の適性の実証
目的	一般的なブロッコリー栽培における育苗方法では種子の能力やかん水ムラにより生育が不均一であるため、定植時の欠株を抑えるために苗質の選別ができる半自動移植機が好まれており、定植作業に多くの労力を要している。そこで、均一な育苗が行える長期無追肥苗と全自動移植機の適性を検討し、ブロッコリー栽培の省力化と品質の安定化を図るため全自動移植機と長期無追肥苗を組み合わせた機械化体系の実証を行う。
担当者名	研究員 濱田 愛大
<p>1. 試験場所 長崎県農林技術開発センター中山間営農研究室圃場（雲仙市愛野町）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>前年度は全自動移植機で定植を行う際に、長期無追肥苗を使用することで、慣行（慣行苗＋半自動移植機）と比較して、作業時間や育苗資材代、定植までにかかるコストを削減できることを確認した。しかし、長期無追肥苗と慣行苗における育苗期にかかる費用については評価をしておらず、また全自動移植機に適した長期無追肥苗の育苗期間も検討できていない。</p> <p>本年度は長期無追肥苗を異なる日数（42日、52日、62日）で育苗し、育苗期にかかる費用を加味して定植までにかかるコストを調査するとともに、定植時の茎長、T/R比や根巻程度などから全自動移植機に適正な長期無追肥苗の苗質（育苗日数）を明らかにした。また収穫始期、終期、収穫株率から加工業務用栽培の機械化一貫体系で求められる一斉収穫の可能性を検討した。</p> <p>(1) 供試機械名 乗用全自動野菜移植機 PW20W、乗用汎用野菜移植機 PH20RA（いずれもヤンマー社製）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件 褐色森林土 前作：ブロッコリー 前々作：ソルゴー（緑肥）</p> <p>イ. 栽培概要 品 種：むつみ（ブロリード）</p>	

碎土・整地：2025年10月6日  
 播種：128穴セルトレイ、培養土は【与作N-8】を使用  
     62日苗：2025年8月22日  
     52日苗：2025年9月2日  
     42日苗：2025年9月12日  
     32日苗：2025年9月22日  
 施肥：基肥(10月15日)      N=12kg/10a、P=17kg/10a、K=8kg/10a  
     追肥①(11月11日)      N=4kg/10a、P=0.7kg/10a、K=1.8kg/10a  
     追肥②(12月2日)      N=4kg/10a、P=0.7kg/10a、K=1.8kg/10a  
 区制：1処理区：2.4m×25m=60m<sup>2</sup>  
     1区3反復(62日苗は2反復)×5処理区=840m<sup>2</sup>  
 定植：2025年10月24日  
     栽植密度：畝幅110cm 条間60cm 株間40cm 2条植え  
 中耕培土：1回目11月11日    2回目12月2日  
 (追肥) 2条植えの間を中耕し、1畝化した  
 収穫：2025年2月予定

(3) 試験区および調査概要

区	試験内容
試験区1	62日苗＋全自動移植機
試験区2	52日苗＋全自動移植機
試験区3	42日苗＋全自動移植機
試験区4	32日苗＋全自動移植機
試験区5 (対照区)	32日苗＋半自動移植機

※32日苗：慣行苗 42日苗～62日苗：長期無追肥苗

ア. 苗質調査

茎長、葉色(SPAD値)、T/R率、根巻程度および育苗時における欠株率、補植時間を調査。(今回は、62日苗の欠株率が高く、補植時にセルトレイ内の培土除去に時間を要したため、新しいセルトレイへの移植作業時間を測定した)。

イ. 定植機作業能率調査・コスト評価

作業速度、実測作業時間等から10aあたりの定植機作業能率を算出。作業時間、作業人数から労働費を、同一面積における平均育苗株数から育苗資材費を、労働費と育苗資材費から定植までに要するコストを算出。

ウ. 生育調査

定植後の葉色(SPAD値)、葉数、葉長の変化推移、生育不良株率および出蕾期を調査。

エ. 収穫・品質調査

収穫始期、終期、収穫株率、収量性および生理障害等品質を調査。

### 3. 試験結果

#### ア. 苗質調査

定植時の最大葉長は 42 日苗で最大(3.7cm)、32 日苗で最小(3.3cm)であり、42 日苗と他の苗間で有意な差が見られた。草丈は 42 日苗で最大(10.2cm)、62 日苗で最小(8.3cm)であり、32 日苗と他の苗間で有意な差が見られた。SPAD 値は 42 日苗で最大(38.6)、62 日苗で最小(32.9)であった。T/R 率は 52 日で最大(4.6)、32 日で最小(3.6)であり、32 日苗と 52 日苗間で有意な差が見られた。根巻程度は 62 日苗で最大(3.9)、32 日苗で最小(2.9)であり、32 日苗と他の苗間で有意な差が見られた。また、欠株数率は、62 日苗で最も高く(60.1%)、育苗日数が長くなるほど高くなった。(表 1、写真 1)。

#### イ. 定植機械作業能率調査・コスト評価(表 1、表 2、写真 2)

##### ①定植機作業能率について

全自動移植機の 10a 当たりの有効作業量は 17.2a/h、圃場作業量は 12.6a/h であり、半自動移植機と比較して約 2 倍の有効作業量、圃場作業量であった。半自動移植機は、苗をセットするのに作業が必要でありハンドル操作は別の作業が行うため、最低でも 2 人で作業する。作業速度は苗をセットする作業の手際によって決まる。一方、全自動移植機は、作業 1 人で一定速度で作業することができ、巡回時間も少ないため半自動移植機と比較して作業能率が高かった。

##### ②定植不良株について

全自動移植機、半自動移植機ともに苗が横転している株、生長点まで深く植わっている株が確認された。横転している株については原因は特定できなかった。42 日苗、52 日苗と比較して 32 日苗と 62 日苗では草丈が有意に短く、極深植えが多かった。

##### ③定植までのコストについて

定植までにかかるコストは【32 日苗＋半自動移植機】で 48,918 円/10a、【32 日＋全自動移植機】で 44,518 円/10a、【42 日苗＋全自動移植機】で最も低い 44,099 円/10a、【52 日苗＋全自動移植機】で 49,019 円/10a、【62 日＋全自動移植機】で最も高い 59,102 円/10a であった。

長期無追肥苗は育苗日数が長かったため、慣行苗と比較して育苗期における労働費が高くなった。全自動移植機に用いるセルトレイには欠株箇所に苗を移植する、追加的作業が必要なため【52 日苗＋全自動移植機】および【62 日苗＋全自動移植機】は【32 日苗＋半自動移植機】よりも育苗期における労働費が高くなった。

#### ウ. 生育調査

定植時の SPAD 値は慣行苗と長期無追肥苗で有意な差はなかった。定植 4 週間後では葉数は【42 日苗＋全自動移植機】で最大(7.8 枚)、【32 日苗＋半自動移植機】で最小(7.0 枚)であった。最大葉長は【42 日苗＋全自動移植機】で最大(14.7cm)、【52 日苗＋全自動移植機】で最小(13.7cm)であった。SPAD 値は【62 日苗＋全自動移植機】で最大(54.4)、【32 日苗＋全自動移植機】で最小(50.8)であり、長期無追肥苗は慣行苗より高

かった。葉数・最大葉長は、52日苗と62日苗は慣行苗と同等であった。また、生育不良株率は根巻程度が低い32日苗が高かった。(表1、表3、写真3)。

**出蕾調査は最終報告書で記載。**

エ. 収穫・品質調査

**2026年2月上旬より収穫予定のため、調査未実施。最終報告書で記載。**

4. 主要成果の具体的なデータ

表1 育苗方法の違いによる定植時の苗質

苗	最大葉長 <sup>*1</sup> (cm)	草丈 <sup>*2</sup> (cm)	SPAD値 <sup>*3</sup>	T/R率 <sup>*4</sup>	根巻程度 <sup>*5</sup>	欠株数 <sup>*6</sup> (株/10a)	欠株率(%)
32日苗	3.3b	9.3b	36.6ab	3.6 b	2.9b	375	8.9
42日苗	3.7a	10.2a	38.6 a	4.0ab	3.7a	441	10.4
52日苗	3.4b	9.8a	37.7ab	4.6 a	3.8a	564	13.4
62日苗	3.4b	8.3c	32.9 b	4.4ab	3.9a	2538	60.1

n=20 異なる英字(a, b)間にはTukeyの多重比較において5%水準で有意差あり

\*1: 葉の根元から葉先までを葉長とする。

\*2: 草丈は地際から最大葉先端部までの長さを測定。

\*3: SPAD値は最大葉の中央部を測定。SPAD-502Plus(Konica Minolta社)を使用。

\*4: T/R率は地下部乾燥重量に対する地上部乾燥重量を測定。

\*5: 根巻程度は根鉢表面に占める根の割合が全体の25%未満を1、全体の25~50%未満を2、全体の50~75%未満を3、全体の75~100%未満を4とした(写真2)。滋賀県農業技術振興センター研究報告(夏季高温期における秋冬キャベツの底面給水育苗技術の開発、平成22~24)参照。

\*6: 欠株数=出芽しなかった株数+生育途中で枯れてしまった株

表2 育苗方法および定植機械の違いによる定植機作業能率および定植までのコスト

苗・定植機械	有効作業量 <sup>*1</sup> (a/h)	圃場作業量 <sup>*2</sup> (a/h)	実測作業時間 <sup>*3</sup> (h. m. s/10a)	定植時 作業人数 (人)	定植不良株数 <sup>*4</sup> (株/10a)			定植不良 株率(%)	補植時間 <sup>*5</sup> (h. m. s/10 a)	労働費 <sup>*6</sup> (百苗期) (円/10a)	労働費 <sup>*7</sup> (定植時) (円/10a)	労働費 (百苗期+定植 時) (円/10a)	育苗資材代 <sup>*8</sup> (円/10a)	定植までの コスト <sup>*9</sup> (円/10a)
					欠株	横転	極深植え							
32日苗+半自動移植機	8.2	6.4	1:51:17	2	84	118	675	21.2	1:29:58	13,438	8,674	22,112	26,807	48,918
32日苗+全自動移植機	17.2	12.6	0:57:47	1	16	31	575	15.0	0:55:41	17,265	2,364	19,628	24,855	44,483
42日苗+全自動移植機	17.2	12.6	0:57:47	1	0	0	100	2.4	0:08:20	21,158	1,377	22,536	21,641	44,176
52日苗+全自動移植機	17.2	12.6	0:57:47	1	17	34	34	2.0	0:11:15	25,995	1,438	27,433	21,557	48,990
62日苗+全自動移植機	17.2	12.6	0:57:47	1	33	0	614	15.7	0:56:43	31,665	2,385	34,050	25,039	59,089

\*1: 36×作業幅(m)×作業速度(m/s)で算出

\*2: 60×圃場作業面積(a)÷圃場内作業時間(min)で算出

\*3: 1畝25m×1.2の実測より算出。旋回時間は昨年度の実測値を使用。旋回数32回で計算。

\*4: 定植不良株数は実測数を10aに換算。極深植えは生長点が土壌に隠れるほど深く定植された株をいう。

\*5: 欠株・横転は1株10秒(実測)、極深植えは1株5秒(実測)かかるとして計算。

\*6: 時給1,250円(長崎県農林業基準技術から引用)。労働費(百苗期)=[毎日の見回り(15分)+週3回の底面給水(15分)+補植時間(全自動移植機のみ)]×時給

\*7: 労働費(定植時)=[(実測作業時間+補植時間)×人数]×時給

\*8: 補植作業は定植作業と同人数と仮定。育苗資材(種子、培土代)は654/枚として計算(セルトレイ、育苗箱代は含まない)。必要枚数=(10a当たりの株数)/(128-128×定植不良株率)

\*9: 労働費(百苗期+定植時)+育苗資材代より算出。

表3 育苗方法の違いによる初期生育の推移

試験区	葉数 <sup>*1</sup> (枚)			最大葉長 <sup>*2</sup> (cm)			SPAD値 <sup>*3</sup>			生育不良 株数 <sup>*4</sup> (株/10a)	生育不良 株率(%)
	定植時	2週間後	4週間後	定植時	2週間後	4週間後	定植時	2週間後	4週間後		
32日苗+半自動移植機	-	3.9b	7.0 b	-	6.4 b	14.0 b	38.3a	54.5 b	51.3bc	29	0.7
32日苗+全自動移植機	-	4.2b	7.3 b	-	6.4 b	13.9ab	38.6a	54.6ab	50.8 c	17	0.4
42日苗+全自動移植機	-	4.7a	7.8 a	-	6.7 a	14.7 a	38.2a	54.3 b	53.1ab	5	0.1
52日苗+全自動移植機	-	4.5a	7.4ab	-	5.8bc	13.7ab	36.3a	57.4 a	53.0ab	5	0.1
62日苗+全自動移植機	-	4.7a	7.2ab	-	5.5 c	13.9ab	37.1a	56.6ab	54.4 a	0	0.0

n=40 異なる英字(a, b)間にはTukeyの多重比較において5%水準で有意差あり

\*1: 完全展開葉を計測。

\*2: 葉の根元から葉先までを葉長とする。

\*3: 最大葉を計測。

\*4: 周囲の株と比較して生育が著しく劣っている株を生育不良株とした(写真4)。

## 5. 経営評価

全自動移植機による長期無追肥苗の定植は、慣行体系(慣行苗+半自動移植機)と比較して、作業人数は1名減、作業能率は約2倍であり、定植不良による補植作業も少ない。しかし、定植までにかかるコストは、育苗日数が長いほど高くなる。また、全自動移植機に用いるセルトレイには欠株箇所への苗の補植が必要になるので、結果として【52日苗+全自動移植機】および【62日苗+全自動移植機】は、慣行体系と比較してそれぞれ101円/10a、10,184円/10a増加し【42日苗+全自動移植機】では、慣行体系と比較して4,819円/10a削減できる。1経営体が年間でブロッコリーの作付けを、のべ600a(長崎県農林業基本技術のモデル体系)したとすると、289,140円/年の経費削減につながる。

## 6. 利用機械評価

全自動移植機は半自動移植機と比較して約2倍の作業能率を示した。また、全自動移植機は誰が乗車しても一定の速度で作業できる点において利点がある。本試験では畝を人力によって作成したため直進アシスト付き全自動移植機で定植した際に植え付け部分が畝からはみ出し、定植精度が低下することがあった。そのため、畝立てにおいても直進アシストを使用する必要がある。

全自動移植機では、セルトレイから苗を引き抜く際に複数苗を同時に引き抜くことがありそのままシリンダーに移送されることで定植する際に余分な苗が畝上に放り出される問題を確認した。改善を望む。(写真5)。

## 7. 成果の普及

前年度の試験結果および今年度の収穫・品質調査の結果を踏まえ、令和8年度の長崎県の試験研究成果情報にとりまとめ、農業指導者向けの情報として広く活用する。

## 8. 考察

### (1) 育苗について

本作型において長期無追肥苗を育苗する場合、播種時期は8月中下旬となり、高温下での育苗となる。本試験においても高温下で播種を行った結果、発芽率は約37%(62日苗)であった。62日苗の草丈は他の苗と比較して有意に低かったため、高温による影響を受けたものと推察されることから、本作型には適さないと考えられた。また本試験では播種後約25日間は頭上かん水を行い、底面給水に移行した。底面給水後、シートの上に水が残り、根が下に伸長し、草丈が極端に長い個体が散見された。底面給水を行う際は水を確実に抜くことが望ましい。(写真5)

### (2) 全自動移植機に適する長期無追肥苗の苗質について

前年度では、全自動移植機を使用した場合、根量が多い長期無追肥苗では定植する際に根鉢の崩れが見られず、極深植えが少なかった。本年度は、草丈が長く、根鉢の形成程度が高い42日苗・52日苗において定植不良株率が低かった。また42日苗は、最大葉長・草丈・SPAD値が最大であり、T/R率や根巻程度も52日苗、62日苗と比較しても有意な差は見られず、欠株率も低かった。全自動移植機に適する苗の育苗日数は42日～

52日であると考えられる。

(3) 定植後の初期生育について

育苗時に根が回りすぎていると、定植後の活着が遅れ、その後の生育への影響が懸念されるが、本試験では、生育不良株率は根巻程度が低い32日苗が多く、必ずしも根が回りすぎていることが生育不良の要因ではないことが示唆された。また、定植4週間後の慣行苗と長期無追肥苗のSPAD値は長期無追肥苗の方が高く、最大葉長・葉数は同等であった。このことから長期無追肥苗を定植することで、慣行苗と同等以上の生育を維持しながら生育が安定すると考えられる。

9. 問題点と次年度の計画

本試験の結果、全自動移植機に適する苗の育苗日数は42日～52日であることが示唆された。しかし、本試験では62日苗では高温環境により出芽率が悪く生育にも影響した可能性がある。また、天候不良により予定通りの定植ができず、30日苗・40日苗・50日苗・60日苗の正確なデータを得ることができなかった。そのため、複数年度にわたる試験を実施し、より精度の高いデータを収集する必要があると考える。

10. 参考写真



写真1 定植時の苗

左から62日苗、52日苗、42日苗、32日苗



写真2 定植不良株

左：極深植え 右：横転



写真3 根巻程度

左から根巻程度4、3、2



写真 4 生育不良株



写真 5 畝上に放り出された苗



写真 6 生育異常株