

委託試験成績（令和6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年度新規課題								
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移植機の適性の実証								
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、均一な苗の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	主任研究員 松本 健資								
<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>（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：ソルゴー（緑肥） 前々作：バレイショ</p> <p>イ．栽培概要 品 種：むつみ（ブロリード） 砕土・整地：2024年10月11日 播 種：128穴セルトレイ、培養土は【与作N-8、N-15】を使用 長期無追肥苗：2024年8月26日【与作N-8、N-15】 慣行苗：2024年9月20日【与作N-8】</p> <p>施 肥：基肥（10月15日） N:P:K=12-17-8(kg/10a) 追肥①（10月30日） N:P:K=4-0.7-1.8(kg/10a) 追肥②（11月12日） N:P:K=4-0.7-1.8(kg/10a)</p> <p>区 制：1処理区：2.4m×35m=84㎡ 1区3反復×3処理区=756㎡</p> <p>定 植：2024年10月18日 栽植密度：畝幅120cm 条間60cm 株間40cm 2条植え 中耕培土：1回目 10月30日 2回目11月12日 （追肥） 2条植えの間を中耕し、1畝化した</p> <p>収 穫：2025年2月</p> <p>（1）試験区および調査概要</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区</th><th>試験内容</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>試験区1</td><td>長期無追肥苗×全自動移植機</td></tr> <tr> <td>試験区2</td><td>慣行苗×全自動移植機</td></tr> <tr> <td>試験区3（対照区）</td><td>慣行苗×半自動移植機</td></tr> </tbody> </table> <p>ア．育苗方法の検討 育苗培土の窒素量や底面かん水の頻度等を検討する。</p> <p>イ．定植機作業能率調査・コスト評価</p>		区	試験内容	試験区1	長期無追肥苗×全自動移植機	試験区2	慣行苗×全自動移植機	試験区3（対照区）	慣行苗×半自動移植機
区	試験内容								
試験区1	長期無追肥苗×全自動移植機								
試験区2	慣行苗×全自動移植機								
試験区3（対照区）	慣行苗×半自動移植機								

定植時間、作業人数等から 10a あたりの定植作業能率を算出。作業時間、作業人数から人件費を、同一面積における平均育苗株数および育苗経費からコストを算出。

ウ. 生育調査

定植後の葉色（SPAD 値）の変化推移。草高、葉長、茎長、出蕾期。

エ. 収穫・品質調査

収穫始期、終期、収穫株率、収量性。生理障害等品質調査。

3. 試験結果

ア. 育苗方法の検討

かん水はそれぞれ地表面が乾燥したタイミングで底面かん水を行った（達観による）。不出芽のセルには播種後 1 週間に再度播種を行った。【与作 N-15】を使用した場合、茎長は高くなり、セルトレイ内の生育差が大きかった。機械適性の検討は行っていない。

【与作 N-8】は【与作 N-15】、慣行苗と比較してセルトレイ内の生育差が極めて小さく、均一な生育であった。（表 1、図 1）。

イ. 定植機作業能率調査・コスト評価（表 2）

①定植作業時間について

全自動移植機の 10a 当たり作業時間は理論作業時間と同等であった。半自動移植機作業時間は理論作業時間の 2 倍弱の時間を要したが、周辺農家へ聞き取りを行ったところ、2 時間前後の時間を要するという回答が多く、実測値と同等であった。

半自動移植機は進行方向に背を向けて乗車し、ハンドル操作は乗車していない者が行う必要があるため、最低 2 人が必要。また、定植スピードは乗車した者が苗をセットするスピードに依存する。

旋回について、全自動移植機は乗車したまま旋回できるが、半自動移植機は一度降車する必要があり、旋回時間に差が生まれた。

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反転して埋まる株や横向きに定植される株があった。原因は特定できなかった。全自動移植機で慣行苗を定植した場合、セルトレイから苗を引き抜くタイミングと引き抜いた苗をシリンダーに移すタイミングで根鉢の崩れが顕著にみられた。根鉢が崩れることで、根鉢分、苗が深く埋まり、生長点まで土壌に隠れるような苗が多くみられた。半自動移植機においては、出芽が遅れた苗は根鉢の形成が不十分であり、極深植えがみられた。

③生産費について

【長期無追肥苗＋全自動移植機】の区は 10a 当たり定植時間が 55 分 9 秒、定植不良株率が 3 % となり、労働費は 1,510 円であった。補植を含めた育苗経費は 22,236 円となり、10a 当たり生産費は 23,746 円となった。【慣行苗＋全自動移植機】の区は定植時間が 55 分 9 秒で半自動移植機より早かったが、不良株率が多く、補植時間や育苗経費がかさむため、生産費は【慣行苗＋半自動移植機】より多い 30,620 円となった。

ウ. 生育調査（表 3）

定植時の茎長は長期無追肥苗が 5.0 cm、慣行苗が 3.1 cm であった。定植時の苗の SPAD 値は長期無追肥苗が 84.2、慣行苗が 54.7 であった。

定植 4 週間後には長期無追肥苗と慣行苗の SPAD 値に差異はみられなかった。定植 4 週間後の長期無追肥苗の葉長は慣行苗と同等であり、葉数は多かった。長期無追肥苗の定植後の生育は慣行苗と比較して遜色ないと考えられる。

出蕾期は【長期無追肥苗＋全自動移植機】と【慣行苗＋半自動移植機】が同等で、【慣行苗＋全自動移植機】は 5 日遅かった。

## エ. 収穫・品質調査

3月7日に1度目の収穫を行い、以降13日、18日の合計3回収穫調査を行った。1回目の収穫株率は区間差は大きくみられなかったが、2,3回目では【慣行苗+半自動移植機】が他の2区と比較して収穫株率が低かった(表4)。

## 4. 主要成果の具体的データ

表1 育苗方法の違いによる定植時の苗質

苗・育苗培土	育苗日数	SPAD値	茎長(cm)	Max-min <sup>*1</sup> (cm)
長期 N-8	53	84.2	5.0	5.4-4.7
無追肥苗 N-15	53	-	7.0	8.3-5.5
慣行苗 N-8	28	54.7	3.1	3.9-2.1

\*1: 茎長は地表面から生長点までを計測。

\*2: n=60のうち最大長と最小長を記載。

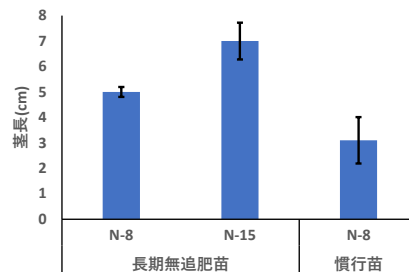


図1 定植時の茎長

※バーは標準偏差

表2 育苗方法および定植機械の違いによる作業時間および生産費

苗・定植機械	理論作業時間 <sup>*1</sup> (h.m.s/10a)	実測作業時間 <sup>*2</sup> (h.m.s/10a)	定植時 作業人数 (人)	定植不良株 <sup>*3</sup> (株/10a)		定植不良 株率(%)	補植時間 <sup>*4</sup> (h.m.s/10a)	労働費 <sup>*5</sup> (円/10a)	育苗経費 <sup>*6</sup> (円/10a)	生産費 <sup>*7</sup> (円/10a)
				逆さま・横	極深植え					
長期苗+全自動移植機	36m~54m	55m09s	1	104	0	3	17m20s	1,510	22,236	23,746
慣行苗+全自動移植機	36m~54m	55m09s	1	268	498	18	2h07m36s	3,806	26,814	30,620
慣行苗+半自動移植機	1h09m	1h55m05s	2	108	177	6	23m45s	5,783	22,890	28,673

\*1: 商品カタログより算出

\*2: 1畝32m×1.2mの実測より算出。旋回数(時間)は25回で計算。

\*3: 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ものをいう。

\*4: 1株10秒かかると仮定して算出。

\*5: 時給1,250円/人(長崎県農林業基準技術から引用)。補植作業は定植作業と同人数と仮定。労働費= {(実測作業時間+補植時間)×人数}×時給

\*6: 経費(種子、培土代)は654円/枚として計算(かん水費、セルトレイ、育苗箱代含まない)。必要枚数=(10a当たり株数)/(128-128×定植不良株率)

\*7: 労働費+育苗経費により算出。動力光熱費を含まない。

表3 育苗方法および定植機械の違いによる初期生育の推移

苗・定植機械	SPAD値			葉長 <sup>*1</sup> (cm)			葉数 <sup>*2</sup> (枚)
	定植時	2週間後	4週間後	定植時	2週間後	4週間後	4週間後
長期苗+全自動移植機	84.2a	53.4a	58.6a	-	11.3b	17.4a	6.1a
慣行苗+全自動移植機	54.7b	-	-	-	10.2c	16.5b	5.1c
慣行苗+半自動移植機	54.7b	56.3a	57.5a	-	12.2a	17.5a	5.6b

n=60 SPAD値、葉長ともに1番新しい完全展開葉を計測。

異なる異符号間(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: 茎から葉先までを葉長とする。

\*2: 完全展開葉を計測。

表4 育苗方法および定植機の違いによる収量性

苗・定植機	出蕾期 <sup>*1</sup> (月/日)	3月7日			3月13日			3月18日		
		花蕾径 (mm)	花蕾重 (g)	収穫株率 <sup>*2</sup> (%)	花蕾径 (mm)	花蕾重 (g)	収穫株率 (%)	花蕾径 (mm)	花蕾重 (g)	収穫株率 (%)
長期苗+全自動移植機	2月26日	126	288	52	154	345	97	123	194	100
慣行苗+全自動移植機	3月3日	127	308	47	145	372	94	115	182	97
慣行苗+半自動移植機	2月26日	129	324	50	161	379	86	113	164	90

\*1: 50%出蕾を出蕾期とする

\*2: 収穫株率は積み上げで算出

## 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、作業時間は2分の1以下に短縮でき、定植不良による補植作業も少ない。生産費は慣行体系と比較して4,927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（長崎県農林業基準技術のモデル体系）したとすると、295,620円/年の経費削減につながる。全自動移植機と半自動移植機の価格差は1,579,600円（ともに最高位モデルで試算）であり、全自動移植機導入後6年目からプラスに転じる（維持費、動力光熱費を含まない）。

## 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定植作業時間が大幅に削減できる点、拘束人数を削減できる点において利点がある。また、乗車した者によって定植スピードが異なる半自動移植機と違い、誰が乗車しても一定のスピードで定植できる点は評価できる。

しかし、根鉢形成が慣行苗程度の場合、定植過程で根鉢が崩れ、定植不良株率は18%と多くなるため、全自動移植機を使用する場合は育苗期間を慣行より長くする必要がある。また、半自動移植機と比較して、枕地を長く確保する必要があるため、圃場当たりの定植株数は少なくなり、狭小圃場ほど利点は出づらくなる。

移植機、苗質によらず逆さまや横向きで定植される株が散見された。苗がシリンダーに移る際に向きが変わっているように見えた。改善されることを望む。

## 7. 成果の普及

試験結果は本年度、来年度に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。

## 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、播種時期が8月中下旬となり、高温下での育苗となる。【与作N-15】のような窒素量が多い育苗培土では、種子能力の差を助長しやすく、出芽日の違いがセルトレイ内の生育差に影響したと考えられた。かん水も同様に生育に大きく影響すると考えられるが、育苗床により環境条件は様々なため、基準などは設けず苗、培土の状態を観察し、かん水することが望ましい。長期無追肥苗は育苗40日前後から葉の展開と落葉が散見された。本作型の育苗では40日が長期無追肥苗の育苗に要する最低日数と推察した。

定植時のSPAD値が長期無追肥苗は84.2、慣行苗は54.7であったが、達観では明らかに長期無追肥苗の葉色は薄かった。長期無追肥苗は葉が分厚くなることが報告されており、本試験でも葉が過度に分厚くなったため、正常にSPAD値を計測できなかったと考えられた。

【与作N-8】を使用した長期無追肥苗は、【与作N-15】の長期無追肥苗、慣行苗と比較して、セルトレイ内の生育差は極めて小さく、全自動移植機での移植において苗質による定植ミスは確認されなかったため、本作型に適した育苗方法と考えられる。

### （2）全自動移植機について

全自動移植機を使用する場合、苗の根鉢形成程度によって補植を含めた定植作業時間に大きな差がみられた。慣行苗においてセルトレイから苗を引き抜くタイミング、シリンダーに移すタイミングで根鉢の崩れがみられた。長期無追肥苗では根鉢の崩れがみられなかったことから、根鉢を維持するためには根量が多いことが望ましいと考えられる。育苗期間を検討し、全自動移植機に適切な苗を定植することが必須である。

### （3）定植後の初期生育について

育苗時に根が回りすぎると、定植後の活着が遅れ、その後の生育への影響を懸念され

ることがあるが、本試験では、定植2週間後には長期無追肥苗と慣行苗のSPAD値は同等であり、4週間後には葉長、葉数は同等以上であった。長期無追肥苗が慣行苗と比較して定植後の生育が緩慢である時期は限定的であり、栽培期間を通した影響はないと考えられた。

#### (4) 収量性

本年は2度の寒波と鳥による茎葉の食害が著しく(写真5, 6)、期待されていた収穫時期の花蕾生育の斉性を確認することはできなかった。出蕾期について、【長期無追肥苗+全自動移植機】は【慣行苗+半自動移植機】と同時期であり、長期無追肥苗を定植することによる、出蕾期の遅れはみられなかった。また、第一回収穫時の収穫株率は【長期無追肥苗+全自動移植機】が52%、【慣行苗+半自動移植機】が50%であり、同等以上であった。花蕾が120mm以上になったものを収穫することにしてはいたが、第2回では収穫遅れがみられ、収穫株率の推移等で区間差をみることができなかった。翌年度は収穫回数を増やし、花蕾肥大の斉性等を判断できるよう調査をおこなう。

#### 9. 問題点と次年度の計画

慣行苗(28日育苗)は全自動移植機に適さず、長期無追肥苗(53日育苗)は適していた。根鉢の形成程度が重要であると考えるが、本試験では何日程度の育苗が必要か判断することができなかった。次年度は育苗期間を段階的に設け、全自動移植機に適する苗の育苗期間を検討する。

#### 10. 参考写真



写真1 定植時の苗  
左：長期無追肥苗 右：慣行苗



写真2 定植不良株  
左：極深植え 右：横植え



写真3 半自動移植機定植風景



写真4 全自動移植機定植風景



写真5 寒波・積雪による生育遅延



写真6 鳥害による茎葉の様子