小型ペーパーポット苗および半自動型野菜移植機を利用したカボチャ定植作業の省力化

満留克俊・池澤和広・園中光範

要　約

カボチャ栽培における育苗および定植作業の省力化を目的に，紙筒でできた小型ペーパーポットによる育苗および半自動型野菜移植機を利用した機械定植がカボチャの育苗から定植作業および収量に及ぼす影響について検討した．小型ペーパーポット育苗は，ポリポットおよびセル成型による育苗に比べて小面積での育苗が可能で，育苗から定植に要する作業時間は少なく，省力的な育苗方法であった．また，根鉢が形成されていなくても育苗培地の崩壊は少なく，半自動型野菜移植機の利用を組み合わせることで，従来のセル成型苗では困難であった，生産性の高い育苗期間の短い苗に利用が可能となった．これにより，収量性を確保しつつ定植作業時までの作業時間が大幅に短縮された．

キーワード：カボチャ，機械定植，小型ペーパーポット，省力化

緒　言

鹿児島県におけるカボチャ栽培は，作付面積 638ha，収穫量 6,890t（2022 年産）で，全国 2 位の生産量を誇っており[7]，南西諸島の大島地域から県本土に順次リレー出荷される代表的な野菜である．温暖な気候を活かし，国内産が少ない時期に高品質なカボチャ生産が可能で，鹿児島県産カボチャとして，消費者や市場から高い評価を得ている．しかし，近年，高齢化の影響により作付面積の減少が続いており，産地を維持するには，作業の省力化や機械化体系の導入による経営規模の拡大が急務となっている．

野菜栽培では，発芽および生育の斉一化を目的として一般的に育苗が行われている．特にカボチャでは，F_1 品種が主流となり，種子の価格が高いことから育苗の必要性が高い．カボチャの育苗はポリポットを用いる方法が一般的である．本法は広いスペースと約 30 日間の育苗期間が必要で，育苗の効率化と省力化が課題となっている．また，本圃への定植は人力で行われ，多くの労力を要するうえに，中腰での作業は身体への負担が大きい．

これらの課題を解決するためには葉菜類で一般的に行われているセル成型苗を利用した機械定植が有効である[2),10)]．辻ら[9)]は短節間カボチャ「TC2A」を用いて，セル成型苗の機械定植が，ポリポット苗の人力定植に比べて定植作業時間を約 40 %に短縮できることを明らかにした．しかし，セル成型苗を用いた機械定植では，根鉢の形成が不十分な場合，定植精度が大幅に低下する[10)]．

（連絡先）徳之島支場園芸土壌研究室

杉山ら[8)]は，セル成型苗の利用がセイヨウカボチャ「えびす」の収量性および作業性に与える影響を検討し，セル成型苗を利用することで，ポリポット苗に比べて育苗および定植に係る作業時間は約 1/3 になるが，収量性がやや劣ること，育苗期間が長くなると定植後の萎れが発生するため，育苗期間は短い方が適していることを報告している．このように，カボチャ栽培におけるセル成型苗を利用した機械定植では，根鉢の形成が不十分な場合，定植精度が低下すること，根鉢を形成するために育苗期間を長くすると苗質が低下し収量性が劣ることが課題となっている．

一方，カボチャと同じウリ科であるメロン栽培において，小型ペーパーポットを利用することで，ポリポットに比べ育苗から定植の作業時間短縮が可能であること，ポットごと定植可能なことから植え傷みがなく，植付後の生育が早く，草勢が生育後半まで強いことが報告されている[4)]．加えて，根鉢が形成されていなくても定植が可能なことからトレイの下部から発根が確認される播種 2 日後には本圃へ定植する新しい栽培法が開発されている[4)]．このことは，根鉢形成の有無が機械定植の制限要因となっているカボチャ栽培において，根鉢形成がされていなくても定植可能な小型ペーパーポットを利用した機械定植の可能性を示唆しているものと考えられる．しかし，カボチャ栽培において小型ペーパーポットを用いた育苗および機械定植について検討した事例はない．

そこで，本研究では，育苗および定植作業の省力化と収量性の確保を目的に，紙筒でできた小型ペーパーポッ

トを利用した育苗および半自動型野菜移植機を利用した機械定植が，カボチャの育苗から定植作業および収量性に及ぼす影響について検討したので報告する．

試験材料および方法

1 試験 1 ～ 4 における共通の栽培方法

試験は鹿児島県農業開発総合センターにおいて，早熟作型で行った．品種は「えびす」（タキイ種苗（株））を用いた．栽植様式は畝幅 500cm，株間 30cm とした．仕立て方法は親づる 1 本仕立てとし，30 節で摘心した．各節位から発生する側枝は除去した．施肥は全量基肥で $N:P_2O_5:K_2O$=15:15:15（kg/10a），堆肥 2,000kg/10a，苦土石灰 100kg/10a を施した．黒ポリフィルムを用いたマルチ栽培とし，保温のため農業用ポリオレフィン系特殊フィルムによるトンネル被覆栽培とした．受粉は人工授粉とした．

2 育苗方法の違いが生育，収量および育苗から定植までに要する作業時間に及ぼす影響（試験 1）

試験は 2015 年にガラス温室および露地圃場で行った．育苗方法として慣行のカボチャ栽培で用いられているポリポット苗（直径 10.5cm），野菜移植機の利用を想定し，一般的な葉菜類の育苗に用いられているセル成型苗（128 穴），一穴サイズがセル成型と同等の規格である小型ペーパーポット苗（264 穴）の 3 種類を設定した．セル成型一穴の規格は上部 3.8cm×3.8cm，深さ 5.5cm，小型ペーパーポット一穴の規格は上部 3.8cm×3.8cm, 深さ 5.0cm であった．3 月 5 日に播種し，ポリポット苗は本葉が 2 葉展開した 3 月 27 日，セル成型苗および小型ペーパーポット苗は子葉が展開した 3 月 16 日にすべての区を人力で本圃に定植した．圃場試験の区制は 1 区当たり株数を 10 株とし 2 反復で実施した．

3 育苗方法および育苗日数の違いが生育，収量に及ぼす影響（試験 2）

試験は 2017 年に露地圃場で行った．育苗方法としてセル成型苗および小型ペーパーポット苗の 2 水準，育苗日数として 11 日育苗および 21 日育苗の 2 水準を設定した．セル成型と小型ペーパーポットの規格は試験 1 と同様とした. 2017 年 2 月 24 日にガラス温室内で播種し, 11 日育苗は子葉が展開した 3 月 7 日，21 日育苗は本葉が 1 枚展開した 3 月 17 日にすべての区を人力で本圃に定植した．育苗培土は窒素を 150mg/L を含むセル成型苗用育苗培土を使用した．定植後は約 500ml/株を株元に 1 回灌水した．1 区当たり株数は 10 株とし 2 反復で実施した．

4 機械定植における育苗方法の違いが定植精度，生育および収量に及ぼす影響（試験 3）

試験は 2017 年に露地圃場で行った．育苗方法としてセル成型苗と小型ペーパーポット苗の 2 水準，定植方法として機械定植および人力定植の 2 水準を設定した．機械定植は半自動型野菜移植機（ISEKI 社製 PVH1-120 型）を使用し，株間は 30cm に調整した．セル成型と小型ペーパーポットの規格は試験 1 と同様とした．2017 年 2 月 24 日にガラス温室内で播種し，子葉が展開した苗を 3 月 7 日に本圃に定植した．育苗培土は窒素を 150mg/L を含むセル成型苗用育苗培土を使用し，育苗日数は 11 日間とした．機械定植前における育苗培土の崩壊程度の調査は次のとおりとした．セル成形苗は，胚軸を持って引き抜き, 0：培土が崩れない, 1：培土の 1/3 が崩れる, 2：培土の 1/2 が崩れる，3：培土が全て崩れるの 4 段階で調査した．ペーパーポット苗については，紙筒を持ち上げることで同様に調査した. 機械定植には, 崩壊程度 3 および 2 の苗を利用した．セル成形苗は，崩壊程度 3 から 0 の苗が混在していたため，あらかじめ 30cm×60cm の水稲育苗用トレイに崩壊程度 3 および 2 の苗を移した後，機械定植を行った．小型ペーパーポット苗は育苗トレイから直接苗を取り出して機械定植を行った．定植後は約 500ml/株を株元に 1 回灌水した．1 区当たり 20m の畝を使用し 2 反復で実施した．

5 現地栽培圃場における機械定植が作業時間および収量に及ぼす影響（試験 4）

試験は 2016 年に指宿市の現地露地圃場で行った．定植方法として機械定植および人力定植の 2 水準を設定した．機械定植は半自動型野菜移植機（YANMAR 社製ナプラ PN1）を使用した．品種は「えびす」（タキイ種苗（株））を用いた．栽植様式は畝幅 450cm，株間 30cm とした．仕立て方法は親づる 1 本仕立てとし，30 節で摘心した．2016 年 2 月 26 日に播種し，小型ペーパーポットで 11 日間育苗後の 3 月 8 日に本圃へ定植した．1 区当たり 100m の畝を使用し 2 反復で実施した．

結　果

1 育苗方法の違いが生育，収量および育苗から定植までに要する作業時間に及ぼす影響（試験 1）

本圃の 10 アール栽培に必要な 666 株の育苗に要する苗床面積は，ポリポット苗が 19.0 ㎡で最も広く，次いでセル成型苗が 9.4 ㎡であった．小型ペーパーポット苗は 7.4 ㎡で最も狭かった（表 1）．育苗に要する作業時間は，ポリポット苗が 29.8 時間で最も多く，次いでセル成型苗が 15.9 時間であった．小型ペーパーポット苗は

13.9 時間で最も少なかった．育苗に要する作業時間の多くは，灌水に要するものであった．定植に要する作業時間は，ポリポット苗が 10.2 時間で最も多く，次いでセル成形苗が 6.9 時間であった．小型ペーパーポット苗は 5.5 時間で最も少なかった．育苗から定植までに要する作業時間は，ポリポット苗が 40.0 時間で最も多かった．次いでセル成形苗が 22.8 時間で，ポリポット苗に対して 57 %の作業時間であった．小型ペーパーポット苗は 19.4 時間で最も少なく，ポリポット苗に対して 49 %の作業時間であった（表 1）．

定植後における着果節位は育苗方法の違いで有意な差は認められなかった．小型ペーパーポット苗の着果日は 4 月 28 日でポリポット苗の 5 月 2 日に比べて 4 日，セル成型苗の 5 月 1 日に比べて 3 日早く，収穫日についてもそれぞれ 2 日および 1 日早かった（表 2）．

栽培終了時における小型ペーパーポット苗のつる長は，ポリポット苗に比べて短かった．セル成型苗および小型ペーパーポット苗の 20 ～ 21 節間茎径，第 20 葉の葉身長および葉幅はポリポット苗に比べて有意に大きかった．10 アール当たり収穫果数，1 果重および 10 アール当たり収量は，育苗方法の違いで有意な差は認められなかった（表 3）．

表 1　育苗方法の違いが育苗から定植の作業時間に及ぼす影響

育苗方法	栽植密度 (株/10a)	苗床面積 (㎡/10a)	作業時間(時間/10a･人) 育苗 播種	育苗 灌水	育苗 計	定植 苗運搬	定植 穴あけ	定植 植付	定植 計	合計
ポリポット苗	666	19.0	1.8	28.0	29.8	4.5	1.5	4.2	10.2	40.0(100)
セル成型苗	666	9.4	1.4	14.5	15.9	2.0	1.5	3.4	6.9	22.8(57)
小型ペーパーポット苗	666	7.4	1.4	12.5	13.9	1.5	1.5	2.5	5.5	19.4(49)

注1)10a栽培に必要な666株の育苗に要した作業時間
　2)合計作業時間の（ ）はポリポット苗に対する時間の割合を示す

表 2　育苗方法の違いが着果節位，着果日および収穫日に及ぼす影響

育苗方法	着果節位 (節)	着果日 (月/日)	収穫日 (月/日)
ポリポット苗	16.9	5/2	6/17
セル成型苗	16.8	5/1	6/16
小型ペーパーポット苗	16.3	4/28	6/15
分散分析	n.s.	－	－

注)n.s.：有意差なし

表 3　育苗方法の違いが栽培終了時の生育および収量に及ぼす影響

育苗方法	つる長 (cm)	20～21節間 茎径(mm)	第20葉(cm) 葉身長	第20葉(cm) 葉幅	第20葉(cm) 葉柄長	収穫果数 (果/10a)	1 果重 (kg)	収量 (kg/10a)
ポリポット苗	479 a	12.3 b	26.0 b	37.6 b	40.9 b	1,100	2.23	2,453
セル成型苗	469 ab	12.8 a	27.8 a	40.9 a	43.4 ab	1,000	2.45	2,450
小型ペーパーポット苗	461 b	13.2 a	27.6 a	40.3 a	45.8 a	1,000	2.37	2,370
分散分析	*	*	**	**	**	n.s.	n.s.	n.s.

注)**：1%水準，*：5%水準で有意差あり　n.s.：有意差なし　異なるアルファベット間はTukeyのHSD検定により5%水準で有意差あり

2　育苗方法および育苗日数の違いが生育，収量に及ぼす影響（試験 2）

播種 52 日後における 11 日育苗の生育について，葉数は 13.7 枚で 21 日育苗の 11.8 枚に比べて有意に多かった．また，つる長は長く，第 10 葉の葉身長，葉幅および葉柄長は有意に大きかった．一方，育苗方法の違いで，葉数，つる長および第 10 葉の大きさに有意な差は認められなかった．11 日育苗の平均着果日は 4 月 28 日で 21 日育苗の 5 月 2 日に比べて 4 日早かった．また，11 日育苗の収穫日についても 21 日育苗に比べて 4 日早かった（表 4）．

栽培終了時における 11 日育苗の生育について，つる長は 449cm で 21 日育苗の 440cm に比べて有意に長かった．また，20 ～ 21 節間の茎径は太く，第 20 葉の葉身

長および葉幅は大きかった．育苗方法の違いで，つる長，20 ～ 21 節間の茎径および第 20 葉の大きさに有意な差は認められなかった．11 日育苗の 10 アール当たり収穫果数は，21 日育苗に比べて多かった．育苗方法の違いで 10 アール当たり収穫果数に有意な差は認められなかった．1 果重は育苗方法および育苗日数の違いによる有意な差は認められなかった．11 日育苗の 10 アール当たり収量は，21 日育苗に比べて多かった．育苗方法の違いで 10 アール当たり収量に有意な差は認められなかった（表 5）．

セル成型苗の 11 日育苗における定植時の根鉢形成は，21 日育苗に比べて不十分であり，トレイからの引き抜きおよび定植の作業性が劣った（図 1）．一方，小型ペーパーポット苗において，11 日育苗および 21 日育苗のいずれも根鉢は紙筒で覆われているため育苗培土の崩壊は認められなかった（図 2）．

表 4　育苗方法および育苗日数の違いが播種 52 日後の生育に及ぼす影響

育苗方法	育苗日数	葉数	つる長	第10葉(cm)			平均着果日	平均収穫日
		(枚)	(cm)	葉身長	葉幅	葉柄長	(月/日)	(月/日)
セル成型苗	11日	13.9	143	20.4	28.5	20.2	4/29	6/17
	21日	11.9	94	15.5	21.1	11.4	5/2	6/20
小型ペーパーポット苗	11日	13.5	139	20.0	28.0	20.0	4/28	6/16
	21日	11.6	91	15.4	20.6	11.7	5/3	6/20
育苗方法	セル成形苗	12.9	119	18.0	24.8	15.8	4/30	6/18
	小型ペーパーポット苗	12.6	115	17.7	24.3	15.9	4/30	6/18
	分散分析	n.s	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	―	―
育苗日数	11日	13.7	141	20.2	28.3	20.1	4/28	6/16
	21日	11.8	93	15.5	20.9	11.6	5/2	6/20
	分散分析	*	**	*	*	*	―	―

注1)葉数，つる長，第10葉の調査日：2017年4月17日（播種52日後）
2)着果日から積算温度1,000℃を経過した日を収穫日とした
3)**：1%水準，*：5%水準で有意差あり　n.s.：有意差なし　交互作用に有意差は認められなかったためプーリングした

表 5　育苗方法および育苗日数の違いが栽培終了時の生育および収量に及ぼす影響

育苗方法	育苗日数	つる長	20～21節間	第20葉(cm)			収穫果数	1 果重	収量
		(cm)	茎径(mm)	葉身長	葉幅	葉柄長	(個/10a)	(kg)	(kg/10a)
セル成型苗	11日	446	13.2	27.5	43.0	41.3	1,240	2.24	2,358
	21日	439	12.4	26.0	38.7	43.5	1,140	2.16	2,112
小型ペーパーポット苗	11日	451	13.4	27.5	42.3	46.6	1,473	2.14	2,712
	21日	440	12.2	25.6	38.9	44.6	1,047	2.39	2,146
育苗方法	セル成形苗	443	12.8	26.8	40.9	42.4	1,190	2.20	2,235
	小型ペーパーポット苗	446	12.8	26.6	40.6	45.6	1,260	2.27	2,429
	分散分析	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
育苗日数	11日	449	13.3	27.5	42.7	44.0	1,357	2.19	2,535
	21日	440	12.3	25.8	38.8	44.1	1,094	2.28	2,129
	分散分析	**	*	**	**	n.s.	*	n.s.	*

注)**：1%水準，*：5%水準で有意差あり　n.s.：有意差なし　交互作用に有意差は認められなかったためプーリングした

図 1　セル成型苗（左：11 日育苗，右：21 日育苗）

注）撮影日：11 日育苗（2017 年 3 月 7 日），21 日育苗（2017 年 3 月 17 日）

図 2　小型ペーパーポット苗（左：11 日育苗，右：21 日育苗）

注）撮影日：11 日育苗（2017 年 3 月 7 日），21 日育苗（2017 年 3 月 17 日）

3　機械定植における育苗方法の違いが定植精度，生育および収量に及ぼす影響（試験 3）

セル成型苗においてセルトレイから苗を手で引き抜いた際の育苗培土の崩壊程度別の割合は，3 が 16.9 %，2 が 24.8 %，1 が 39.0 %，0 が 19.3 %であった．その中で移植機での定植が可能である崩壊程度 1 および 0 の苗の割合は 58.3 %であった．セル成型苗における機械定植後の欠株率は 10.3 %であった．これらは，苗供給カップから植付部のホッパーまでに落下する途中で，育苗培土が崩壊したことが原因であった．小型ペーパーポット苗における育苗培土の崩壊程度別の割合は，3 および 2 が 0 %，1 が 5.7 %，0 が 94.3 %であり，全ての苗を機械定植に用いることが可能であった．小型ペーパーポット苗における機械定植後の欠株率は 0 %であった（表 6）．

10 アール当たり収穫果数は，育苗方法および定植方法の違いで交互作用が認められ，セル成型苗の機械定植は他の試験区に比べて少なかった．1 果重および 10 アール当たり収量は，育苗方法および定植方法の違いで有意な差は認められなかった（表 7）．

4　現地栽培圃場における機械定植が作業時間および収量に及ぼす影響（試験 4）

機械定植における作業時間は，0.45 時間/10a・人で，人力定植の 3.18 時間/10a・人に対して 86 %短かった．10 アール当たり収穫果数，1 果重および 10 アール当たり収量は定植方法の違いで有意な差は認められなかった（表 8）．

表 6　育苗方法の違いが育苗培土の崩壊程度および機械移植後の欠株率に及ぼす影響

育苗方法	育苗培土の崩壊程度別割合(%)				機械定植に利用した苗の割合(%)	機械定植後の欠株率(%)
	3	2	1	0		
セル成型苗	16.9	24.8	39.0	19.3	58.3	10.3
小型ペーパーポット苗	0	0	5.7	94.3	100	0

注 1)根鉢形成程度：3；培土が全て崩れる，2；培土の 1/2が崩れる，1；培土の 1/3が崩れる，0；培土が崩れない
2)セル成型苗；128穴×4トレイ中，発芽および生育不良を除く 508株調査
3)小型ペーパーポット苗；264穴×2トレイ中，発芽および生育不良を除く 522株調査

表 7　育苗方法および定植方法の違いが収量に及ぼす影響

育苗方法	定植方法	収穫果数 (個/10a)	1 果重 (kg)	収量 (kg/10a)
セル成型苗	人力定植	1,280	2.24	2,852
	機械定植	1,092	2.27	2,481
小型ペーパーポット苗	人力定植	1,303	2.14	2,790
	機械定植	1,313	2.14	2,813
育苗方法	セル成型苗	1,186	2.26	2,667
	小型ペーパーポット苗	1,303	2.14	2,790
	分散分析	n.s.	n.s.	n.s.
定植方法	人力定植	1,292	2.19	2,821
	機械定植	1,203	2.21	2,647
	分散分析	n.s.	n.s.	n.s.
育苗方法×定植方法		(*)	－	－

注)(*)：10%水準で有意差あり　n.s.：有意差なし
　－の交互作用は有意差が認められなかったためプーリングした

表 8　定植方法の違いが定植作業時間および収量に及ぼす影響

定植方法	作業時間 (時間/10a・人)	収穫果数 (果/10a)	1 果重 (kg)	収量 (kg/10a)
人力定植	3.18(100)	1.13	1.95	1,576
機械定植	0.45(14)	1.09	1.89	1,467
有意性	－	n.s.	n.s.	n.s.

注)n.s.：t検定により有意差なし

考　察

カボチャ栽培において，育苗および定植作業の省力化と収量性の確保を目的に，紙筒でできた小型ペーパーポットを利用した育苗および半自動型野菜移植機を利用した機械定植がカボチャの育苗から定植作業および収量性に及ぼす影響について検討した．

試験 1 では小型ペーパーポットの育苗から人力による定植までの作業性を評価するため，ポリポット育苗およびセル成型育苗との比較を行った．小型ペーパーポット苗の育苗に要する苗床面積は，ポリポット苗およびセル成形苗に比べて苗間の距離が狭いことから小さかった．同規格のセル成型苗に比べて少ない苗床面積で育苗が可能であったのは，小型ペーパーポットにおける苗間の距離がセル成型苗に比べて狭く，1 トレイ当たりの苗数が多いためであった．小型ペーパーポットの育苗に要する作業時間は，ポリポットおよびセル成型に比べて短かった．これは，ポリポット苗に比べて育苗期間が 11 日短かったことと，苗床面積が少なく，灌水に要する作業時間が短いことが影響した．小型ペーパーポット苗の人力定植に要した作業時間は，ポリポット苗およびセル成型苗に比べて短かった．これは，トレイ当たりの苗数が多いことで苗運搬に要する作業時間が短いことと，トレイからの引き抜き作業が不要で紙筒のまま定植できることから植付作業に要する作業時間が短かったことが影響した．以上のことから小型ペーパーポットによる育苗は，ポリポットおよびセル成型による育苗に比べて育苗から定植作業において省力的な育苗方法であることが明らかとなった．小型ペーパーポット苗の着果日はポリポット苗に比べて 4 日，セル成型苗に比べて 3 日早かった．これに伴い収穫日についてもポリポット苗に比べて 2 日，セル成型苗に比べて 1 日早かった．石津[4]は，小型ペーパーポットで育苗したメロンの生育は，セル成型育苗と比べて，生育が早く収穫期が前進することを報告しており，本試験においても同様の結果が得られた．ポリポット苗やセル成型苗は根域制限による根の機能性低下や定植時の根傷みが問題となりやすい[5]．これに対して，小型ペーパーポット苗では，根鉢を形成しないことに加えて，紙筒のまま植え付けるため定植時の根傷みや定植後の発根抑制が少ないことで着果日および収穫日が早まったと推察された．

試験 2 では，セル成型苗および小型ペーパーポット苗の適正な育苗期間を明らかにすることを目的に，育苗日数の違いが定植後の生育および収量に及ぼす影響を検討した．セル成型苗および小型ペーパーポット苗のいずれにおいても 11 日育苗が 21 日育苗に比べて定植後の生育は早く，着果日および収穫日は早まった．また，11 日

育苗の生育は，21 日育苗に比べて旺盛で，収量は有意に増加した．一般に，苗齢の進んだ老化苗では，短期育苗のものに比べて発根力が弱く，定植後の生育も緩慢である[1)]．セル成型苗では，根鉢が形成されるまで長期間育苗すると根の呼吸活性の低下が原因で定植後の発根が抑えられ，その後の生育も抑制されることが報告されている[3), 6)]．カボチャにおいてもセル成型苗で長期間育苗すると，苗は徒長し定植後の活着が悪くなることが報告されている[8)]．本試験においても育苗期間の長い 21 日苗は，苗齢が進んだことにより，根の活力が低下し，定植後の発根が抑制され生育の遅延や減収を招いたと推察された．以上のことから，カボチャ栽培におけるセル成型苗および小型ペーパーポット苗の育苗日数は，定植後の生育が優れ，収量も多い 10 日程度が適すると考えられた．一方で，機械定植を前提とした場合，育苗培土が崩壊しないことが重要となる[10)]．本試験において，セル成型における 11 日苗では育苗培土の崩壊が認められたのに対して，小型ペーパーポットでは，11 日苗においても育苗培土の崩壊は少なかった．

試験 3 では，セル成型および小型ペーパーポットで 11 日間育苗した苗を使用し，半自動型野菜移植機への適応性を検討した．育苗培土が崩壊せずに機械定植に利用できた苗は，セル成型苗が 58.3 %であったのに対して，小型ペーパーポット苗は全ての苗が利用可能であった．また，セル成型苗の植付後の欠株が約 10 %発生したのに対して，小型ペーパーポット苗では欠株の発生はなかった．本試験は気温が低い早熟作型で実施した試験であり，定植後に約 500ml/株を 1 回灌水したことと，トンネル被覆により土壌の乾燥が少なかったことから，定植後の萎れは認められず，活着は良好であった．しかし，気温が高く土壌が乾燥しやすい抑制作型での利用においては，定植後の灌水回数を増やすなど注意が必要であると考えられた．収量について見てみると，育苗方法および定植方法の違いで有意な差は認められなかった．セル成型苗では約 10 %の欠株が発生したが，受光量の増加などの補償作用により収量への影響はなかったと推察された[9)]．

試験 4 では，現地カボチャ栽培圃場において，機械定植と人力定植を行った場合の作業時間および収量性を検討した．機械定植と人力定植の収量差はなく，機械定植の作業時間は人力定植に対して 86 %短くなることを確認した．

以上のことから，カボチャ栽培において小型ペーパーポットの育苗と半自動型野菜移植機の利用を組合わせることにより，従来のセル成型苗では機械定植が困難であった生産性の高い育苗日数の短い苗の利用が可能となり，収量性を確保しつつ定植作業時までの作業時間を大幅に短縮できることを明らかにした．

謝　辞

本研究を実施するにあたり，指宿市のカボチャ生産者および関係機関，鹿児島県経済農業協同組合連合会，鹿児島県農業開発総合センター園芸作物部野菜研究室職員の皆様に多大なご協力をいただいた．ここに記して感謝の意を表します．

引用文献

1) 藤井健雄・伊藤正 1963．トマト育苗における“老化苗”に関する一考察，農及園 38(4)：601-604
2) 藤原隆広・吉岡宏・四方久・佐藤文生 1998．全自動機械定植におけるキャベツセル成型苗の定植適期の総合評価，農作業研究 33(2)：73-79
3) 福岡信之・吉岡宏・清水恵美子・藤原隆広 2001．キャベツのセル成型苗の苗齢の進行に伴う根の生理的変化，石川県農業総合研究センター研究報告 23: 15-20
4) 石津文人　2005．小型ペーパーポット育苗がメロンの生育と果実品質に及ぼす影響，島根県農業試験場研究報告 36：25-36
5) 加藤徹・楼恵寧 1986．ナス・ピーマンの育苗とその生産力に関する研究（第 1 報），鉢上げ時の植え方の影響，生物環境調整 24：117-122
6) 正木敬 1993．セル成型苗利用の現状と使用上の留意点，成型苗全国普及総覧，農林水産出版，東京．453-461
7) 農林水産省 作物統計作況調査 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/ （野菜生産出荷統計 2022 年産）
8) 杉山裕・長尾明宣・中野雅章 2006．セル成型苗定植栽培がセイヨウカボチャ（「えびす」）の収量性，着果性および作業省力性に与える影響，北海道立農試集報 90：61-64
9) 辻博之・村上則幸・杉山慶太・杉戸智子・嘉見大助・大下泰生 2011．短節間カボチャ‘TC2A’のセル成型苗機械定植による作業の省力化，農作業研究 46(2)：59-67
10) 弓野功・木野内和夫・間谷敏邦 1996．野菜移植機の利用技術に関する研究，茨城県農業総合センター農業研究所研究報告 3：55-76

Labor Saving Squash Planting Work Using Small Paper Pot Seedlings and a Semi-Automatic Vegetable Transplanter

Katsuyoshi Mitsudome, Kazuhiro Ikezawa and Mitsunori Sononaka

Summary

The effects of small paper pots made of paper tube and a semi-automatic vegetable transplanter on raising seedlings, planting, and yield of squash were investigated to reduce the labor required for raising seedlings and planting. Compared with polypots and cell molding, small paper pots are a labor-saving method for raising seedlings in a small area and require less time from raising seedlings to planting. In addition, even if root ball are not formed, the seedling medium does not collapse easily, and when combined with the use of a semi-automatic vegetable transplanter, it is possible to use highly productive seedlings with a short seedling growth period, which has been difficult to achieve with cell-molded seedlings. This has significantly shortened the time required for planting while ensuring high yields.

Keywords : Labor saving, mechanical planting, small paper pot, squash