

野菜用移植機の汎用化に関する試験*（第3報）

— ブロッコリー・カリフラワー・スイートコーン —

土屋恭一 城所俊夫 米山 裕** 米倉正直***

Studies on the Wide Use of the Vegetable Transplanter (No. 3)
— On Sprouting Broccoli, Cauliflower and Sweet Corn —

Kyoichi TSUCHIYA, Toshio KIDOKORO, Yutaka YONEYAMA
and Masanao YONEKURA

緒 言

筆者らは第1報¹⁾で小型野菜用移植機を使用した、キャベツのペーパーポット苗・機械移植栽培について、育苗から移植まで一連の試験を行い、春まき、夏まき、晩夏まき、秋まきの4作型で適応性及び省力効果を検討し、各作型とも慣行栽培に比べ、収量は変わらず、労力で約1/3に省力できることを報告した。

また、第2報²⁾では供試移植機をいも類の植付けに利用し、ジャガイモ、サトイモで収量は慣行栽培と変わらず、労力は植付作業がサトイモのマルチ栽培、普通栽培で約1/2、ジャガイモでも同等な効果があることを報告した。

しかし、このように小型野菜用移植機の有用性が認められる一方で、機械の現地導入を可能にするためには、さらに機械利用に関連した作業体系の合理化と経済性の向上を図る必要があると考えられた。

第1報のキャベツの育苗で明らかにしたように、ペーパーポット育苗はポット作成時の土詰作業及び播種作業に多労を要するため、育苗のための作業時間は普通育苗と差がない。育苗に多くの労力を要すると、苗の供給が制限要因になって移植機の稼働が抑制される。育苗から移植までを一連の作業としてとらえ、作業体系の合理化を図ることが重要である。

また、供試移植機は1台370千円程度で市販されているが、所得に対する移植機導入の割合を少なくするために、機械の稼働時間を高める必要がある。そのため、作物別の稼働時間を多くすると同時に、機械利用の汎用化を進める必要がある。

省力的な育苗が全国各地で試みられ、ペーパーポット苗の機械移植栽培が普及している北海道のビート栽培³⁾では育苗センターが定着し、床土作成から播種までが機械化されている。また、野菜育苗について規模が大きい育苗センターの開発実証例²⁾もあるが、これらの育苗施設はいずれも大規模で、神奈川県のような小規模経営には適用することができない。

筆者らは、個人で利用可能な低価格の土詰機と簡易な播種器を使用したペーパーポット育苗を検討し、省力的に育苗できることを確認した。

本報では、育苗の省力化と機械移植を組み合わせた育苗・移植作業体系と、移植機利用の汎用化を図るために行ったブロッコリー、カリフラワー、スイートコーンのペーパーポット苗・機械化移植栽培法について報告する。

試 験 方 法

1 供試機械及び供試資材

(1) 供試移植機

供試機は歩行型・人力苗補給方式の一条植えポット苗専用移植機で主要緒元は第1表のとおりである。

植え穴はポッパーが開閉して土に穴をあけ、苗は苗送り装置から誘導され、植え穴に落とす。株間調整は変速プーリーで27～56cm、うね幅は車輪幅を変えることによ

* 本報告の一部は昭和62年度日本農作業学会春季大会（1987年3月）で発表した。

** 現神奈川県立農業大学校

*** 現神奈川県肥飼料検査所

り、66～96cmの範囲で任意に設定ができる。移植適用苗はポット直径2～5cm、草丈25cm以下の大きさである。

(2) 供試土詰機

供試機の主要諸元を第2表に示した。本機は水稻用育苗箱にセットするペーパーポット規格専用開発されたものである。床土をポット上面より任意の厚さに充填して、転圧ローラーで鎮圧し、床土量を多くして型崩れのにくいポットを作るようになっている。

(3) 供試資材

ア 供試ポット

第3表に示す直径3～5cm径の六角型のハニカム状ペーパーポットを供試作目に応じ使用した。

イ 供試床土

第1報¹⁾の結果から、ポットの型崩れがしにくい土壌と有機物の混合比により調整した。床土の作成は淡色黒ボク土壌と完熟牛ふん堆肥の10mm目篩通過物を容積比で3:1に混合し、この混合土100ℓにつき、慣行床土基準に準じ、CDU床土配合肥料2.56kgを加え、N 0.08kg、P₂O₅ 0.13kg、K₂O 0.13kgに調整した。なお、育苗日数の短いスイートコーンの配合肥料は1/2量とした。

第1表 供試移植機の主要諸元

機種・型式	野菜用移植機・TP-1 650
動力の利用法	自走式
エンジン	種類：ガソリン 出力：2.5ps～3.5ps 気筒数・排気量：空冷4気筒，141ml
走行方式	装置：4輪自走前方畝ガイド 車輪の種類：ゴム車輪 車輪巾調節範囲：666～960mm
機械の大きさ・重さ	全長×全幅×全高(cm)：200×114×100 重さ(kg)：150
機械の構造	苗条件：2cm口～5.5cm口のポット苗 苗送り機械：誘導落方式 植付方法：穴あけ植付け(ホッパー開閉) 植付条数：1条 株間調節：変速プーリーABCD 27～45cm
作業能率	植付速度：0.2～0.4m/sec 植付能率：10aあたり1.5～2時間

第2表 供試土詰機の主要諸元

機種・型式	ペーパーポット土詰機・PH-20
動力の利用	モーター100V 250W及び手廻し
機械の大きさ	全長×全幅×全高(cm) 190×47×105
重さ	35kg
機械の構造	ホッパー容量：46ℓ(人力補給) 充填方法：ホッパーより落下方式 床土充填量調整：スリット調整 床土鎮圧方式：鎮圧ローラー 床土充填トレイ：水稻育苗箱
処理能力	200枚/時間

第3表 供試ポットの形状

直径×高さ (cm)×(cm)	ポット連結数 (本/冊)	展開寸法(cm) 縦×横	商品規格	摘要
3×10	598	29×117	No.2	ベニヤ板上にセット
3×6.5	700	31×127	No.3	No.3規格を半分にしたもの
3.8×5.0	162	28×58	V-4	水稻育苗箱にセット
5.0×5.0	91	28×58	V-5	〃
5.0×7.5	420	38×182	No.5	ベニヤ板上にセット

2 ペーパーポット育苗・機械移植栽培

ブロッコリー、カリフラワー、スイートコーンについて、
①ペーパーポット育苗・機械移植栽培 ②慣行栽培 の
2区構成で、それぞれ育苗の作業時間、人力定植及び移植機利用の作業能率・作業精度・収穫期・収量を調査し、作業の省力化と移植栽培の適応性を検討した。

(1) ブロッコリー栽培

ア 圃場試験

県内に普及している初夏どり栽培、秋どり栽培の2作型につき1985～1987年度に試験を実施した。試験区の構成及び耕種概要は第4表に示したとおりである。

移植機を使用した初夏どり栽培は、機械の構造上、若苗定植となるため、定植後に寒害を受けやすい。品種の早晚性が移植後の生育に影響することも考えられるので、早生品種（あつもり：協和種苗）、中早生品種（緑嶺：サカタのタネ）について検討した。

初夏どり栽培の育苗は無加温のビニルハウスでトンネル育苗を行い、管理は林の方法⁵⁾に準じ、3月上旬まで夜間はアルミ蒸着フィルムでトンネルを覆い、2重被覆で保温した。以後、ビニルトンネルで夜間5～10℃、日中温度25℃以下で管理し、定植10日前から日中及び夜間の換気量を多くしながら寒さに順化させ、節間の詰った、葉身の厚い強健な苗作りを行った。

秋どり栽培は露地で育苗し、育苗管理はキャベツに準じた。

イ 現地実証試験

試験地は神奈川県藤沢市で初夏どり栽培（1986年2月～5月）で行った。実施農家はキャベツ現地試験担当農家¹⁾であり、本作型のブロッコリー栽培の経験はない。

(ア) 試験区及び耕種概要

試験はペーパーポット苗・機械移植区（普通栽培）、ペーパーポット苗・人力移植区（マルチ・トンネル栽培）の2区構成で行った。

一区面積は10a、圃場区画は長辺56m、短辺18m、土壌は黒色火山灰土である。

供試品種は機械移植区が中早生品種（緑嶺）、人力移植区は早生品種（あつもり、はなもり：協和種苗）を用いた。耕種概要は次のとおりである。

播種：1986年2月12～13日、定植：機械区4月6日、人力区4月5日、栽植様式（cm）：機械区65×35、人力区130×45×30（2条）、施肥量（10a当たり）：元肥として堆肥2.6t、燐加安44号（N 14%、P₂O₅ 10%、K₂O 14%）120kg、消石灰120kg、FTE 5kg、追肥として燐加安777号（N 17%、P₂O₅ 17%、K₂O 17%）100kg。

(イ) 栽培方法及び作業手順

ペーパーポット育苗は直径5cm×高さ7.5cm規格を用い、無加温ハウスでトンネル育苗を行った。育苗管理方法は林の方法⁵⁾によった。作業方法・作業手順は次のとおりである。

a ペーパーポットへの床土詰めと播種

- ① 速成床土を作成する。（2人組作業）
- ② 耐水ベニヤ板を敷く。
- ③ ベニヤ板上にペーパーポットを展開し、床土を詰める。（ポット展開2人組作業 床土入れ1人）
- ④ 床土を充填し、灌水、移植時の型くずれ防止のため、3cm径の木製の棒で押し固める。
- ⑤ 床土を補足充填する。ポット外周を厚さ1cm×幅9cmの板材で止め、土で押さえる。

第4表 ブロッコリー移植試験*の試験区及び耕種概要

作型	試験年度 (年)	供試品種	播種 (月・日)	定植(月・日)**		栽植様式 (cm)	供試面積(a)	
				機械移植	慣行移植(仮植)		機械移植	慣行移植
初夏どり	1986	あつもり(早生), 緑嶺(中早生)	2.10	4.3	4.3(3.10)	70×40	3.0	1.0
	1987	あつもり(早生), 緑嶺(中早生)	2.17	4.8	4.8(3.17)	70×40	4.4	1.1
秋どり	1985	あつもり(早生)	8.13	9.6	9.17(9.3)	70×45	3.8	1.2
	1986	あつもり(早生)	8.15	9.10	9.17(9.5)	70×40	8	2
	1987	緑嶺(中早生)	7.28	8.27	8.27(8.13)	70×40	4	2

注) * : 供試圃場, 土壌 : 平坦圃場, 長辺54m×短辺18.5m, 黒ボク土

施肥量(10a当たり) (元肥)堆肥2t, 燐加安42号120kg, 苦土石灰120kg, (追肥) NK 2号20kg
(N 20kg, P₂O₅ 20.4kg, K₂O 18.8kg)

** : 定植苗 機械移植 初夏どり4.3～4.9葉期(草丈19～20cm), 慣行定植 4.6～5.2葉期(草丈19～21cm)
慣行定植 秋どり3.9～4.9葉期(草丈14～22cm), 慣行定植 6～7葉期(草丈21～26cm)

- ⑥ 播種は1ポットに1粒まきする。
 ⑦ 覆土・くん炭を薄くかける。
 ⑧ オーソサイド1,000倍液で灌水兼立枯病の予防をする。
 ⑨ ペーパーポットの上に新聞紙をかけてビニルフィルムでトンネルをする。
- b 補植から定植まで
- ① 0.5葉期に欠株となったペーパーポットに補植を行う。
 ② 4葉期に密植部分のポットを一部抜き取り(ずらし作業)トロ箱に詰める。
- c 定植
- (a) 人力定植区
- ① ハンドマルチャーを使用し、130cm幅のうねにポリエチレンフィルムのマルチ敷き。(2人組作業)
 ② 株間30cm, 条間50cm, 2条植えて定植する。
 ③ ビニルフィルムでトンネルをする。(4人組作業)
- (b) 機械移植区
- ① 移植苗が入っているトロ箱を1うね当たり1箱ずつ枕地に置く。
 ② 供試機を2人組作業で使い、うね間65cm, 株間35cmに定植する。
- (ウ) 収量及び粗収入

出荷量・出荷規格及び販売単価から、収量及び粗収入を算出した。したがって、生育遅れ、出荷打ち切り後の収量は含まれない。また出荷先は収穫時期の関係で、早生品種は市内地方卸売市場、中早生品種は農協共販である。

(2) カリフラワー栽培

圃場試験で初夏どり栽培、秋どり栽培について1987～

1988年度に試験した。供試ポットはブロッコリーの結果から、省力効果と収量面を考慮して、育苗箱にセットできる直径3.8cm×高さ5cm, 直径5cm×高さ5cmの2規格を用いた。

なお、初夏どり栽培の育苗管理はブロッコリーに準じた。試験区及び耕種概要は第5表に示した。

(3) スイートコーン栽培

圃場で1984～1987年度に普通栽培を行った。試験区は①ペーパーポット苗・機械移植栽培 ②ペーパーポット苗・人力移植 ③直播栽培とし、作業及び収量面から直播栽培との比較を行った。

試験区及び耕種概要を第6表に示した。

3 土詰機・播種器・移植機利用作業体系による省力化の検討

ペーパーポット専用土詰機と播種器の作業能力・作業精度を調査し、土詰機・播種器・移植機利用一貫作業体系の省力効果と栽培における実用性を検討した。

(1) 土詰め

土詰機を用いた土詰めと人力詰めを比較して機械化の省力効果を検討した。

土詰作業は機械詰め、人力詰めとも2人組作業で下記に示す作業体系で行った。供試育苗箱は水稲用育苗箱、供試ポットは直径3.8cm径×高さ5cm規格を用いた。

土詰機の作業能力は農作業試験方法⁹⁾に準じ、有効作業量、圃場作業量として求めた。

作業精度はポットに充填した土詰量と詰めむらを調査した。測定方法は、作業能力を測定した育苗箱1枚を無作為に抽出し、縦9個、横18個に連結しているポットを1列おきに取り出し、1ポットずつ、床土の充填量及び

第5表 カリフラワー移植試験の試験区及び耕種概要

作型	品種	播種 (年・月・日)	定植(月・日)		栽植様式 (cm)	供試面積(a)		供試ポット
			機械	慣行(仮植)		機械	慣行	
初夏どり*	スノークラウン (タキイ種苗)	'88. 2. 8	4. 11	4. 11(2. 26)	70×40	4	1	5 cm径×5 cm高
秋どり**	スノークラウン (タキイ種苗)	'87. 7. 28	8. 27	8. 27(8. 13)	70×40	4	2	3.8cm径×5 cm高 5 cm径×5 cm高

注) 供試圃場, 土壌: 平坦圃場, 長辺54cm×短辺11cm, 黒ボク土

施肥量(10a当たり): *) 堆肥燐加安42号100kg, 苦土石灰100kg(追肥) NK 2号40kg

**) 堆肥2t, 燐加安44号120kg

定植苗 *) 機械移植 7.9葉期, 草丈21.5cm, 慣行定植7.4葉期, 草丈21.6cm

**) 機械定植(ポット規格3.8×5cm): 4.4葉期, 草丈17.5cm, (ポット規格5×5cm): 5.2葉期, 草丈19.5cm
 慣行定植 5.6葉期, 草丈22.9cm

三相分布比（%）を求めた。

省力効果はポット展開から土詰作業までの延べ作業時間を測定し、対照区の人力詰めと比較した。

a 機械詰め

- ① 育苗箱に防根透水シートを敷き、連結しているペーパーポットを展開し、両端を専用止め具で固定する。
- ② 2人組作業で土詰機を使用して、ペーパーポットに床土を詰める。
- ③ 専用ブラシで床土をつき固める。

b 人力詰め

- ① aの機械詰めと同じ
- ② 2人組作業で人力によって床土をペーパーポットに詰める。
- ③ ジョロで灌水する。
- ④ 木製の棒で床土を押し固める。
- ⑤ 床土を補充する。

なお、人力詰めの場合、③④の作業が通常の土詰め方法と異なるが、機械移植に使用できる型崩れのしにくいポット作成にはこの作業が必要である。本試験での人力詰めはすべてこの手順で行った。

(2) 播種

ペーパーポット専用播種器による播種（設定値：1粒

／ポット）と人力まきとを比較し、省力効果を検討した。

作業能力の測定は床土が詰めてある育苗箱（供試ポット：直径3.8cm×高さ5cm規格を縦2枚×横10枚に並列して置き、1人作業で播種から覆土まで行って、作業時間を測定し、時間当たりの作業能力を求めた。

作業精度はポット当たりの播種粒数及び播種位置を測定した。

播種粒数の測定は無作為抽出により5枚の育苗箱を選び、また、播種位置は1枚の育苗箱について調査を行った。

対照区としては人力播種を行い、省力効果を比較検討した。なお、対照区は種子・供試ポット・播種粒数は試験区に準じ、作業量は育苗箱20枚、作業人数3名で行った。

(3) 機械利用一貫作業体系の検討

土詰機・播種器・移植機を組み合わせ、キャベツの機械移植栽培を行った。

播種器利用ではコート種子を使用して発芽・苗立率を、また土詰機では、土詰精度が移植作業能率に影響することから、機械移植作業速度・植付精度を調査した。さらに、ポット作成から移植までの一貫作業体系による作業性及び収穫調査を行い、実用性を検討した。その試験区及び耕種概要は第7表に示すとおりである。

第6表 スイートコーン移植試験の試験区及び耕種概要*

作型	試験年度	供試品種	移植栽培(月・日)			直播栽培(月・日)	栽植様式 (cm)	供試面積(a)		
			播種	機械移植	人力移植	播種		機械	人力移植	直播
普通栽培	1984	ハニーバندانム200	5.18	5.31	5.31	6.1	70×30	3.6	1.8	1.8
	1985	ハニー9	4.16	4.30	4.30	4.15	70×30	2.2	1.1	1.1
	1986	アストロバندانム	4.23	5.8	5.8	4.24	70×30	3.0	1.0	1.0
	1987	アストロバندانム	4.24	5.8	5.8	4.25	70×30	2.1	0.7	0.7

注) * : 圃場区画、土壌：長辺54m×短辺18.5m、黒ボク土
 施肥量(10a当たり) : (元肥) N17~19kg, P₂O₅17~19kg, K₂O17~19kg
 (追肥) N3.4kg, K₂O3.4kg
 定植苗 : 32~34葉期、草丈13~21cm

第7表 キャベツの機械利用一貫作業組立試験の試験区*及び耕種概要**

作型	供試品種	播種	機械移植***	栽植移植	供試面積 (a)	供試ペーパーポット (直径×高さcm)
		(年・月・日)	(月・日)	(cm)		
秋まき栽培	金糸201号 (SSコート種子)	1987.10.2	11.2	70×33	10	3.8×5

注) * : 一連一區制、圃場区画 長辺54m×短辺18.6m、土壌 黒ボク土
 ** : 施肥量(10a当たり) 元肥 堆肥2t、燐加安44号100kg、苦土石灰100kg
 追肥 燐加安44号30kg(12月15日)、NK化成2号40kg(3月3日)(N 25kg, P₂O₅ 22.1kg, K₂O 22.1kg)
 *** : 定植苗(平均値)3.6葉期、草丈 16.8cm、茎の太さ 2.2mm

試験結果

1 ブロココリーのペーパーポット苗・機械移植栽培

(1) 移植機の性能試験及び省力効果

ア 作業能率

移植機を2人組作業で、10a当たり3,500本の植付けを行った、調査結果は第8表に示すとおりである。

植付作業は移植苗が大きいため、誘導管に外葉がふれ、落下速度が多少遅くなるため、作業速度を遅くして、作業精度を重点に行った。したがって、作業速度は0.14～0.18m/sと機械仕様能力の約50%程度と低い値であった。

時間当たりの有効作業量及び圃場作業量は直径3cm×高さ5cmポット（以下3×5規格と略す）では、それぞれ4.5a、3.1a、直径3.8cm×高さ5cmポット（以下3.8規格を略す）で4.3a、3.3a、直径5cm×高さ5cmポット（以下5×5規格と略す）で4.3a、3.1aとポット径の細く、短い規格が作業能率はよかった。

なお、3.8規格、5×5規格は専用育苗箱があり、育苗箱を直接移植機に乗せ、移植作業時に苗取り・選別を同時に行うが、他規格は専用育苗箱がなく、前もって、苗取り、選別・箱詰作業が必要である。

この時間を含めると、3×6.5規格、5×7.5規格によ

る移植機の圃場作業量及び有効作業効率は1.6a/hr、36%、0.9a/hr、26%となり、作業能率は低くなる。

イ 作業精度

植付株間及び植付姿勢の作業精度を第8表に示した。株間はいずれのポット規格を用いても、平均値が設定値にほぼ等しく、変異係数5～7%と植付精度は良かった。植付姿勢は正常植えが90～94%と実用的範囲にあったが、キャベツ移植試験値¹⁾に比べ、若干精度は劣った。

この原因は移植苗の大きさが、移植機の植付上限に近いこと。また、育苗期間が長くなるため、紙ポットが多少弱くなり、苗取り時にポットの型崩れがあり、作業精度に影響すること。この2点による場合が多かった。

ウ 省力効果

播種から定植までの延べ作業時間は第9表に示すとおり、10a当たりポット3×6.5規格育苗の場合、16.7時間、3.8規格 17時間、5×5規格 22.3時間、5×7.5規格 31.9時間であり、ポット規格が大きいほど、ペーパーポット作成に時間を要し、作業時間は多くなった。

機械移植栽培を慣行栽培対比でみると、ポット3×6.5規格及び3.8規格 35%、5×5規格 46%、5×7.5規格 67%となり、第1報¹⁾のキャベツと同様な省力効果がブロココリー栽培でも確認された。

第8表 ブロココリー機械移植の作業能率*作業精度について

移植方法** (供試ポット)	作業速度 (m/s)	有効 作業量 (a/hr)	圃場 作業量 (a/hr)	有効作 業能率 (%)	植付株間 (cm)	苗植付姿勢(%)		
						正常	深植	浅植不完全
機械移植 (3.0cm径×6.5cm高)	0.18	4.5	3.6	80	40.5±2.1	92	2	1 5
(3.8cm径×5.0cm高)	0.17	4.3	3.3	76	41.0±2.0	94	3	1 2
(5.0cm径×5.0cm高)	0.16	4.0	3.1	77	39.2±2.5	92	2	3 3
(5.0cm径×7.5cm高)	0.14	3.5	2.8	80	41.0±3.0	90	2	5 3
慣行定植(普通育苗6~7葉期)	0.03	/	/	/	40.5±1.5	100	—	— —

注)*: 試験年度1986年度, 1区面積: 2a, 2うね(1うね52m)の平均値, 機械移植作業は2人組作業で行った。

作業能率: 農作業試験方法⁹⁾により算出(第1報に計算式を示す)作業精度植付株間n=30, n=100

** : 定植苗ペーパーポット苗: 4.4~4.8葉期, 草丈14.6~16.2cm, 茎の太さ2.4mm

普通育苗: 7葉期, 草丈21cm, 茎の太さ4.5mm

第9表 播種から定植までの作業時間* (10a当たり)

移植方法 (供試ポット)	単位: 時間/人									
	苗づくり				仮植		定植		延べ	
	ペーパーポット作成 速成床土	播種 上詰め	作業 播種	覆土・灌水	苗取り	移植	苗とり 箱詰め	移植	作業時間	慣行対比 (%)
機械移植 (3.0cm径×6.5cm高)	0.4	3.1	3.0	1.0	—	—	3.4	5.8	16.7	35.0
(3.8cm径×5.0cm高)	0.5	4.1	4.7	1.5	—	—	—	6.2	17.0	35.7
(5.0cm径×5.0cm高)	0.8	6.6	5.8	2.5	—	—	—	6.6	22.3	46.8
(5.0cm径×7.5cm高)	1.1	8.2	5.8	2.5	—	—	7.1	7.2	31.9	67.0
慣行定植(普通育苗6~7葉期)	0.6	2.7	—	—	7.0	11.3	8.0	18.0	47.6	100.0

注)*: 試験年度1984年度, 1区面積: 2a

(2) 機械移植栽培の適応性

ア 初夏どり栽培

本作型は育苗期間が約50日と長いため、移植時の良苗率は3×6.5規格 58%, 3.8規格 82%, 5×5規格 88%, 5×7.5規格 85%とポット径の細い規格では健苗育成は難しく、少なくとも5cm径が必要であった。

定植は早生・中早生品種とも同日に行ったが、1986年、1987年試験とも移植後7~10日目に寒害を受け、生育は著しく遅延した。ペーパーポット苗は慣行苗(ベツト育苗)に比べると茎径が細く、やや軟弱苗であり、寒害に対する抵抗性は弱く、ポット径が細い規格で育苗した苗ほど抵抗性は弱かった。早生・中早生品種の栽培結果は次のとおりであった。

(ア) 早生品種

寒害の影響で生育が遅れ、茎葉の生育が不十分な状態で出蕾するため、収穫期間は慣行栽培と変わらないが、花蕾は小さかった。

収量を慣行栽培比でみると、第10表に示すとおりで、1986年、1987年試験の平均値は3.8規格 62%, 5×7.5規格 74%と収量は低く、当地での早生品種による機械移植栽培は不適當であった。

(イ) 中早生品種

早生品種と同様に寒害を受け、生育が遅延したが、出蕾までの生育日数が長いため、気象条件が良くなると、旺盛な生育を示し、茎葉が十分繁茂するため、花蕾も大きくなった。

第10表 ブロッコリー機械移植栽培の作型別収量調査結果 (kg/10a)

作 型	移植方法 (ポット規格)	1985年度		1986年度		1987年度		慣行対比(×100)	
		早生品種	早生品種	早生品種	中早生品種	早生品種	中早生品種	早生品種 x̄ (R)	中早生品種 x̄ (R)
機械移植									
初夏どり	(3.0cm径×6.5cm高)		546(101)	899(119)		242(55)	730(81)	78(46)	100(38)
	(3.8cm径×5.0cm高)		408(75)	899(119)		222(50)	704(78)	62(25)	98(41)
	(5.0cm径×5.0cm高)					228(51)	1,049(116)	51(一)	116(一)
	(5.0cm径×7.5cm高)		464(85)	665(88)		283(64)	818(91)	74(21)	89(3)
	慣行定植		540(100)	750(100)		440(100)	896(100)	100	100
機械移植									
秋どり	(3.0cm径×6.5cm高)	819(110)**		869(91)				100(19)	91
	(3.8cm径×5.0cm高)	764(103)		920(96)			918(113)	99(7)	96
	(5.0cm径×5.0cm高)	—		997(104)			818(101)	104(一)	104
	(5.0cm径×7.5cm高)	918(123)		983(103)				123(一)	103
	慣行定植	741(100)		954(100)			806(100)	100(0)	100

注) * : 1986年度 初夏どり栽培の育苗は3葉期に密植をさけるため、ずらし作業を行った。

** : x̄ : 平均値, R : 範囲(最大値-最小値)

*** : 慣行対比×100

第11表 ブロッコリー機械移植栽培*の出荷規格別収量

作 型	移植方法 (ペーパーポット規格)	収穫時期 (月・日)	全収量 (kg/10a)	出荷規格別収量kg/10a (%)				規格外
				2L ~≥200	L ~≥170	M ~≥100	S ~≥60g	
機械移植								
初夏どり*	(3.8cm径×5.0cm高)	5/27~6/8	704	159(22.5)	394(55.9)	148(21.0)	3(0.6)	—
	(5.0cm径×5.0cm高)	5/25~6/8	1,044	626(59.9)	378(36.2)	37(3.9)	—	—
	慣行定植	5/29~6/8	896	357(39.8)	507(56.5)	25(2.7)	5(1.0)	—
機械移植								
秋どり**	(3cm径×6.5cm高)	11/13~11/27	869	131(15.0)	638(73.9)	5(0.5)	—	75(8.6)
	(3.8cm径×5cm高)	11/13~12/1	920	413(44.8)	468(50.8)	14(1.5)	2(0.2)	21(2.2)
	(5cm径×5cm高)	11/13~11/27	997	373(37.4)	491(49.2)	30(3.0)	—	104(10.4)
	(5cm径×7.5cm高)	11/13~11/27	983	309(31.4)	527(53.9)	—	—	148(15.0)
	慣行定植	11/16~12/7	954	245(25.6)	574(60.1)	58(6.0)	7(1.7)	70(7.3)

注 * : 1987年度試験 供試品種 緑嶺

** : 1986年度試験 供試品種 あつもり

収穫量を慣行栽培対比の平均値でみると、第10表に示すとおり、3.8規格 98%，5×5規格 116%，5×7.5 89%であった。そのうち、3.8規格は試験年度よるばらつきが大きく、直径5cm規格ポットが収量に対する安定性があった。

収穫時期・規格別収量は第11表に示すとおりで、収穫期は慣行栽培と変わらず、出荷規格別のみで、2L～L規格の合計が慣行栽培 864kg に対し、5×5規格 1,004kg と慣行に劣ることなく、機械移植栽培の適応性が認められた。

なお、初夏どり栽培はハウス育苗となるため、育苗面積は慣行育苗の50%以下に縮小でき、これら経済的メリットも省力効果とともに大きい。

イ 秋どり栽培

本作型は播種時期を慣行栽培の適期播種とすると、小苗定植の場合、移植時期が8月上旬～中旬となり、高温乾燥条件での定植となる。

本試験では移植条件を考慮して、4葉期の定植とした。

早生・中早生品種について検討したが、収穫量は第10表に示すとおりで、ポット規格は3.8～5cm直径のい

れの規格を用いても、収量及び品質（2L～L規格）的に慣行栽培に劣ることはなかった。また、作業性、収量性から本作型の適正ポットを選定すると、3.8規格、5×5規格が良かった。

収穫時期は第1図に示すとおり、慣行定植より、ペーパーポット移植栽培の方が生育は早く、1986年度の試験例でみると収量合計が70%に達した時期は5×7.5規格が11月16日であったのに対し慣行定植は11月25日と9日程度、収穫期が前進した。なお、ポット径によっても生育は異なり、径の大きい方が収穫期が早くなる傾向があった。1987年度試験でも同様な結果が得られ、キャベツ栽培と同様にペーパーポット移植による生育促進効果が認められた。

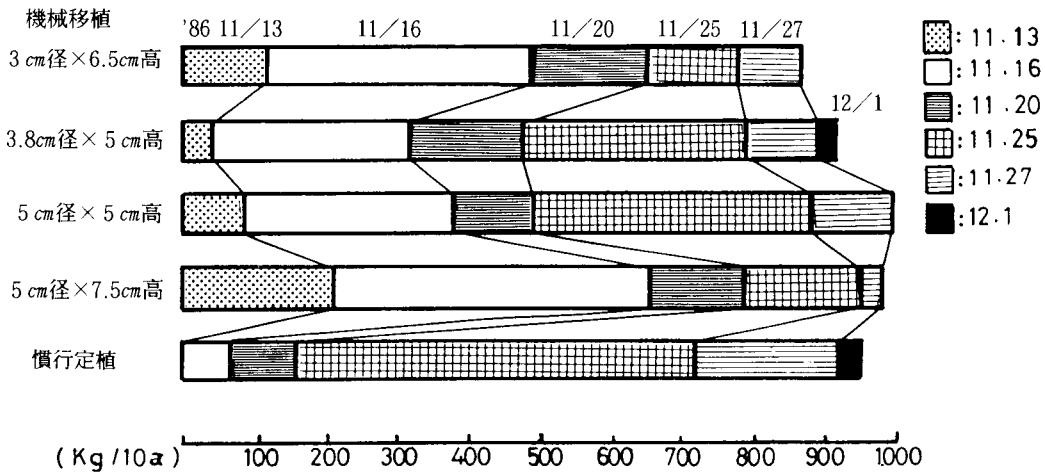
(3) 現地実証試験

ア 作業時間

初夏どり栽培で早生品種はマルチトンネル栽培、中早生品種は普通栽培で行った。

ポット作成から定植までの作業時間を第12表に示した。

移植はマルチトンネル栽培は、ペーパーポット苗を人力、普通栽培は機械移植で行い、10a当たりの延べ作業



第1図 秋どり栽培における頂花蕾の時期別収量について (10a 当たり)

第12表 ブロッコリー初夏どり栽培の現地実証試験 (10a 当たり)

(単位: 時間/人)

栽培方法*	移植苗	移植方法	苗 づ く り				定植 機械移植は 2人組作業	延べ 作業時間 (時間)
			速成床土 (700 l)	土詰め ポット展開 (ベニヤ板)	播種 (1粒まき)	覆土・灌水 オーソサイド 1,000倍液		
マルチトンネル	ペーパーポット 育苗	人力	2.2	4.8	2.8	0.9	18.2	28.9
普通栽培	ペーパーポット 育苗	機械	2.2	4.8	2.8	0.9	8.8	19.5

注) * : 供試品種 マルチトンネル早生 (あつもり・緑嶺) 普通栽培中早生 (緑嶺)

** : 育苗本数 5,500本 (ペーパーポット5.0cm径×7.5cm高) No.5規格で13冊

第13表 現地試験における初夏どりブロッコリーの時期別収量・出荷実績*

栽培方法 (移植方法)	収穫時期 (月・日)	出荷箱数 (2kg/箱)	出荷規格(個数/箱当たり)					収量 (kg/10a)	粗収入 (円/10a)
			2L (6個)	L (8~10個)	M (12~15個)	S (18個)	B		
マルチトンネル (人力移植)	5・上	7	—	—	—	6	1	18	3,100
	5・中	364	—	186	145	31	2	728	180,500
	5・下	46	21	23	—	—	2	92	27,700
	合計	417	21	209	147	37	3	834	211,300
普通栽培 (機械移植)	5・下	88	48	25	15	—	—	176	79,815
	6・上	368	298	59	5	—	6	736	189,744
	合計	456	346	84	20	—	6	912	269,559

注) * : 出荷先 地方卸売市場(5月上~下旬), 農協共販(5月下旬~6月上旬)

第14表 カリフラワー機械移植栽培の収量調査結果(10a当たり)

作型	移植方法 (供試ポット)	収穫時期(ピーク日) (月・日)	全収量 (kg)	出荷規格別収量(kg)					規格外
				2L	L	M	S	2S	
機械移植									
初夏どり	(6.0cm径×5.0cm高)	6.7~11(7)	1,627	180	192	490	458	223	84
	慣行定植*	5.19~30(23)	1,576	—	64	404	395	371	342
機械移植									
秋どり	(3.8cm径×5.0cm高)	11.5~13(13)	2,331	226	1,158	565	183	95	104
	(5.0cm径×5.0cm高)	11.5~13(13)	2,720	827	1,276	402	127	80	8
	慣行定植	11.5~13(5)	2,545	685	1,243	454	56	74	33

注) * : 育苗方法は普通育苗である。

時間は前者18.2時間, 後者8.8時間であった。

移植機の作業能率は苗取りを含めると, 圃場作業量は1.1a/hrとなり, 所内試験値0.98a/hrとほぼ等しかった。

本試験では慣行定植を行わなかったため, 夏まき栽培の標準的作業時間⁵⁾(25時間/10a)と比べると, 機械移植35%, ポット苗人力移植70%となり, 省力効果が十分期待できる。

イ 生育及び収量

移植3日後に強い寒波があり, 普通栽培では凍害により, 一部補植を行った。

マルチトンネル栽培の収穫は5月9日から始まり, 収穫ピークは5月15日であり, 普通栽培は2週間遅れ, 5月22日から始まり, 6月4日が収穫ピークであった。

10a当たり収量及び粗収入は第13表に示すとおり, マルチトンネル栽培417箱(834kg), 普通栽培456箱(912kg)であり, 粗収入は前者211千円, 後者269千円であった。

1箱当たりの平均単価はマルチトンネル栽培509円(254円/kg), 普通栽培591円(295円/kg)であり, 出荷規格比でみてもマルチトンネル栽培ではL, M規格85%, 普通栽培では2L~L規格が94%を占め, 慣行と差のない収量(中早生品種で1,000kg/10a). 品質が得られた。

この結果から, 初夏どり栽培のペーパーポット苗移植栽培の実用性が確認された。

2 カリフラワーのペーパーポット苗・機械移植栽培

ブロッコリーの試験結果をもとに, カリフラワーの機械移植栽培の適応性を検討した。ペーパーポットは育苗及び省力面から3.8規格, 5×5規格を用いた。

移植機の作業能率・作業精度及び播種から定植までの省力効果はブロッコリーと変わりなかった。作型別の栽培試験結果は次のとおりである。

(1) 初夏どり栽培

育苗は5×5規格のペーパーポットで7葉期まで行った。苗質は茎径の平均値で慣行育苗3.7mmに対し, 3.1mmと細く, 業幅も小さいが, 移植時の良苗率は95%と良好であった。

移植後に寒波を受け, ペーパーポット移植苗は初期生育が著しく遅れたが, 慣行定植では影響が比較的少なかった。

収穫時期は慣行区5月19日~30日に対し, ペーパーポット移植区は6月7日~11日で2週間程度遅れた。

収穫は第14表に示すとおりで, 全収量は変わらなかったが, 良品収量(2L~M規格)でみると, ペーパーポット

ト機械移植862kgに対し、慣行定植468kgであり、慣行区は収穫時期は早かったが、低温障害により異常花蕾（規格外）22%、2S規格が24%であり品質的に良くなかった。

以上の結果から、本移植栽培の適応性が認められた。

(2) 秋どり栽培

定植は慣行定植、機械移植とも同日に行ったが、圃場が高温で乾燥状態にあったため、ペーパーポット苗の初期生育が遅れぎみであった。

その後、成育は順調に進み、収穫期は慣行区、ペーパーポット移植区ともに11月5日～13日であった。しかし収穫ピーク日は前者が5日、後者は13日で1週間の遅れがあった。

収量は、第14表に示すとおりで、慣行区2.5tに対し、機械移植区は3.8規格については2.3t、5×5規格では2.7tで、慣行区と遜色なく、機械移植栽培の適応性が認められた。

3 スイートコーンのペーパーポット苗・機械移植栽培

(1) ペーパーポット育苗

育苗は、ハウス育苗とし、播種粒数は1ポット、1粒まきで行った。1985年、1986年度の移植時の苗質、良苗率を第15表で示した。

その結果、圃場発芽率は1985年度試験93%、1986年度80%で試験年度、品種によりかなり差が認められた。

機械移植に適する2.5～3葉期、草丈10cm以上の苗を良苗とすると、良苗率はハニーバンダム9、アストロバンダムとも80%程度で生育揃いはやや悪かった。

この原因は、育苗期間が12～18日で短いため、種子の発芽力の差によるものと考えられる。

この結果をもとに、10a当たりの栽培本数4,760本（栽植様式70×40cm）とすると、必要育苗数は、発芽率・良苗率80%から7,440本となる。このための育苗面積は3×10規格を用いると42㎡となる。

(2) 移植機の性能試験及び省力効果

ア 作業能率・作業精度

2人組作業で移植機の作業能率をペーパーポット3.8×5、3×10、3×6.5規格につき検討した。その結果、作業速度(m/s)は3×10規格0.31、3×6.5規格0.34、3.8規格0.30m/sで、いずれのポットを用いても能率は良く、移植作業を習熟していなくても、機械仕様能力(0.2～4m/s)を十分発揮できた。

作業能率を有効作業量(a/hr)及び圃場作業量(a/hr)でみると、ポット3×6.5規格8.5a、5.4a>3×10規格

7.8a、5.1a>3.8規格7.5a、4.4aであり、ポット径が細く、短い規格が作業性は良かった。

作業精度は、植付株間についてみると、3規格とも変異係数5%と正確で、変動要因はポットの直径、播種位置のばらつきによるものであった。

しかし、苗の植付姿勢は、3×10規格、3.8規格で85%以上が正常植えと実用性があったが、3×6.5規格は正常植え79%、不完全植え14%で、精度的には劣った。この原因は充填床土の脱落によるものであった。

イ 省力効果

播種から定植までの延べ作業時間を調査し、直播栽培との比較を行った。調査結果を第16表に示した。

機械移植栽培では、10a当たり4,680本移植するのに要する時間は、3×10規格19.1時間、3×6.5規格17.9時間、ポット人力移植が25.7時間であり、直播栽培は間引き作業を含めると21.1時間であった。これを直播栽培比でみると、3×10規格90%、3×6.5規格84%、人力移植121%となり、機械移植で10%程度の省力が図れた。

なお、鳥害が多い地域で防鳥ネットをかける場合、ネット張り、片付け作業を10a当たり6時間とすると、直播栽培では27.1時間かかることになり、機械移植栽培の省力効果は30%程度を予測できる。

(3) 生育及び収量

移植栽培による収量調査結果は第17表に示すとおり、直播栽培の標準的収量1,240kg（経済性指導標¹⁰⁾）に等しかった。なお、1985年度試験は、早期収穫を目的とし、極早生品種を用いたため、収量が低くなった。

また、移植栽培のポット規格別の収量を直播栽培の収量と比べるとその平均値は機械移植3×10規格96%、3×6.5規格99%、3.8規格95%であり、人力移植3×10規格97%であった。

いずれの規格を用いても、平均値は95%以上であるが、試験年度によるばらつきを範囲(最大値-最小値)でみると、機械移植3×10規格15%、3×6.5規格24%、3.8規格37%であり、ポット丈の長い方がばらつきが少なく安定した収量が得られた。これはポット丈が短いほど、種子根がポット底部からはみ出す割合が多く、移植時の苗取り作業で損傷を受けやすく、初期生育が遅れるためである。

収穫期は、播種日が同じであれば、移植栽培、直播栽培ともに変わらず、出荷規格では1986、1987年度の平均値でみると、機械移植では2L18%、L42%、M31%直播栽培では2L26%、L39%、M25%で、2L規格の収量が、機械移植では若干低くなった。

以上の結果、収量、品質面で本機械移植栽培の汎用性が認められた。

第15表 スイートコーンのペーパーポット育苗と移植苗質

試験年度	供試品種	供試ポット (直径×高さcm)	発芽率* (%)	良苗率**(%)			移植苗質***	
				良苗	生育遅れ	くず	葉数(枚)	草丈(cm)
1985	ハニーバンダム9	3×10	93.3	84.4	13.5	2.1	3.3±0.3(0.09)	15.7±3.7(0.23)
		3×6.5	95.2	80.3	10.8	8.8	3.2±0.3(0.09)	13.9±2.7(0.19)
1986	アストロバンダム	3×10	80.0	79.5	14.5	4.0	3.0±0.2(0.07)	14.9±1.7(0.11)
		3×6.5	80.0	80.6	12.5	6.9	2.9±0.1(0.03)	14.5±2.0(0.13)
		3.8×5	85.0	80.0	14.1	5.9	3.0±0.1(0.03)	14.3±2.0(0.14)

注) * : 調査数 200 播種後15日

** : 調査数 250 良苗は葉数2.5, 草丈10cm以上とした。

*** : 調査数 30

第16表 スイートコーン機械移植栽培の播種から定植までの作業時間* (10a当たり)

移植方法 (供試ポット)	ペーパーポット作成**		播種作業		管理作業		移植作業		延作業時間 (時間/人)(×100)	直播対比
	床土作成	ポット展開・土詰	播種・ふく土灌水	灌水・保温	間引き	苗取り選別	移植			
機械移植										
(3cm径×10cm高)	1.7	2.9	4.1	1.6	0.7	—	5.0	3.1	19.1	90
(3cm径×6.5cm高)	1.2	2.8	4.1	1.6	0.7	—	4.7	2.8	17.9	84
人力移動***										
(3cm径×10cm高)	1.7	2.9	4.1	1.6	0.7	—	5.0	9.7	25.7	121
直播栽培(人力)	—	—	11.5	—	—	9.6	—	—	21.1	100

注) * : 試験年度は1985年である。

** : 苗づくりは10a当たりの必要本数4,680本の1.56倍 7,500本とした。

*** : 人力移植はペーパーポット用ハンド移植機を用いた。

第17表 スイートコーン機械移植栽培の年度別収量調査結果* (kg/10a)

移植方法** (供試ポット)	1984年	1985年	1986年	1987年	直播栽培比×100	
	収量(直播比)	収量(直播比)	収量(直播比)	収量(直播比)	平均值	範囲
機械移植						
(3cm径×10cm高)	1,288(0.89)	898(1.04)	1,140(0.97)	1,483(0.97)	96	15
(3cm径×6.5cm高)	—	1,011(1.08)	1,236(1.05)	1,443(0.94)	99	24
(3.8cm径×5cm高)	—	—	1,346(1.14)	1,182(0.77)	95	37
人力移植						
(3cm径×10cm高)	1,362(0.94)	916(1.07)	1,161(0.98)	1,418(0.92)	97	15
直播栽培	1,447(1)	856(1)	1,173(1)	1,525(1)	100	—

注) * : 収量調査面積 各区36㎡

** : 収穫日 機械移植・人力移植 '84.8.3, '85.7.9, '86.7.30, '87.7.24

直播栽培 '84.8.9, '85.7.9, '86.8.1, '87.7.24

4 土詰機・播種器を使用した育苗の省力化

(1) 土詰

ア 作業能率・省力効果

2人組作業で使用した場合の作業能率を調査し、結果を第18表に示した。

土詰機による時間当たりの作業量は育苗箱77枚であり、土詰作業に必要なペーパーポットの育苗箱への展開、機械詰め後の専用ブラシによる鎮圧作業を含めると、時間当たりの作業量は27枚であった。

前者を有効作業量、後者を、圃場作業量とした場合、供試機の理論作業量を200枚/時間として作業効率を算出すると、有効作業効率36.5%、圃場作業効率13.5%と低い値であった。

土詰機の省力効果を人力詰めと比較すると、キャベツ栽培では10a当たり40枚の育苗箱が必要で土詰作業時間は、土詰機利用の場合は延べ作業時間119分、人力詰めでは324分を要し、前者は人力への36%となり、大幅な省力効果が認められた。

以上のように、土詰機は2人組作業では機械の性能を十分に活用できないが、人力詰めと比較すると省力効果は大きく、利用価値は高い。

イ 作業精度

ペーパーポットに充填した床土の固相率の平均値をみると機械詰め 16.7%、人力詰め 18.4%で両者には有意差があった。機械移植には作業精度上、ポットへの床土充填を密にして、型崩れのしにくいポット作成が必要であり、この結果では機械詰めは人力詰めより、若干劣ることになる。

また、床土充填量の詰めむらを固相比の変異係数でみ

ると、機械詰め4.7%人力詰め2%であり、充填精度は両者とも変わらず、正確であった。

(2) 播種

ア 作業能率

ペーパーポット 3.8規格専用播種器の作業能力は、第19表に示す試験結果から時間当たりの播種枚数に換算すると、播種作業だけでは、92枚、補足作業を含めると52枚であった。前者を有効作業量、後者を圃場作業量とすると有効作業効率は56%と良好であった。

省力効果を土詰機と同様にキャベツの育苗で検討したところ、10a当たりの必要育苗箱数は40枚で、覆土作業を含む延べ作業時間は、播種器利用1.8時間、手まき6.2時間で、播種器利用は人力の29%となり、省力効果は大きかった。

イ 作業精度

ポット当たりの播種粒数、播種位置から精度を検討した播種器による播種粒数はポット当たり 3粒 0%、2粒 0.6%、1粒 97.6%、0粒 1.8%とほぼ正確に播種が行われた。

また、播種位置については、ポット中心から半径を3等分した円内にまかれた割合を求めた。

その結果、中心から半径1/3円内(中心部)23%、1/3~2/3(内円部)40%、2/3~1(外円部)37%であった。正常な播種位置を、生育からみて、中心部及び内円部とすると、正常まき63%と精度的に不十分であり、補足作業を要した。

この原因は播種面が平らで、播種時に転がるため、現在、市販されている専用の播種穴あけ器を併用すれば、作業精度が高くなり、作業能率が向上するものと考えられる。

第18表 土詰機の作業能率*・作業精度

土詰方法	作業内容	作業時間 (分) (育苗箱1枚当たり)	5000本育苗に要する** 延べ作業時間(分) (40枚)	床土充填ポットの3相分布***(%)		
				固相	液相	気相
土詰機	①ペーパーポット水稲育苗にセット	1.06	42.4			
	②土詰機による床土詰め(2人組作業)	0.77	61.6	a	b	a
	③専用ブラシにより充填床土のつき固め	0.39	15.6	16.7±0.8	28.0±1.8	55.2±2.3
	合計	2.22	119.6			
人力 (対照)	①ペーパーポット水稲育苗箱にセット	1.06	42.4			
	②人力による床土詰め(スコップ)	3.1	124.0	a	b	a
	③押し固め(3cm径の木製の棒)	3.5	140.0	18.4±0.4	29.3±3.3	52.4±3.4
	④床土補足	0.45	18.0			
	合計	8.11	324.4			

注) * : 作業員2名、床土充填枚数 40枚

** : 3.8cm径×5.0cm高、育苗箱1枚当たり162本、苗立率80%とする。

*** : 3.8cm径×5.0cm高 各50本の測定値である。a、b土詰機、人力との間に有意差があることを示す。

a 1%水準、b 5%水準

第19表 播種器の作業能率

播種方法*	作業内容	作業時間** (分/育苗箱)	作業能率 (育苗箱/時間)	手まき対比
播種器	播種器	0.65	92.3	11.9
	播種器+補足作業	1.15	52.1	6.7
手まき	1ポット 1粒まき	7.80	7.7	1

注 *：ペーパーポットへの播種はポット中央に1ポット1粒まきとした。

**：播種器、手まきとも20枚 播種時の平均値である。
作業人数は播種器1名、手まき3名で行った。

第20表 機械利用体系によるキャベツ栽培の播種から定植までの作業時間**（10a当たり）

（単位：hr/10a）

作業体系	床土作成	ペーパーポット作成		播種作業		移植作業 移植機**	延べ作業時間
		水稲育苗箱にセット	土詰め(機械)	播種器	覆土・灌水		
機械利用一貫体系	1.3	0.7	1.3	0.4	1.0	5.4	10.1
移植機利用*(参考)	1.3		9.0	5.4	2.5	6.9	25.1

注 *：第1報 現地試験 第3回区

**：試験区の作業速度は0.18m/s、作業精度は植付株間 32±3cm、植付姿勢 正常植え 93%である。

第21表 収量調査結果（10a当たり）

栽培方法	全収量(kg)	規格別収量(kg)					収穫期間(収穫ピーク)
		2L	L	M	S	S以上	
機械利用一貫体系	4,653	—	247	4,088	156	162	5月9日～5月19日(5月13日)

5 小型機械を利用した育苗・移植一貫作業体系の実証

(1) 省力効果

本作業体系による播種から定植までの延べ作業時間を第20表に示した。その結果、10a当たりの延べ作業時間は、床土及びペーパーポット作成 3.3時間、播種作業 1.4時間、移植作業 5.4時間、計10.1時間であった。

これを一区10a規模で行ったキャベツ栽培の現地試験例¹⁾と比較すると、ポット作成・播種作業時間が26%、定植までを含めると40%となり、大幅な省力化が可能となった。

(2) 作業精度と生育・収量

育苗では播種器使用の場合、コート種子が必要条件となる。本試験でのコート種子の圃場発芽率（育苗箱10枚調査）は83.0±3.5%で供試種子の保証発芽率を上まわった。

定植時の苗質は30日育苗の平均値でみると、草丈16.8cm、葉数 3.6枚、茎の太さ 2.2mmと健全な生育を示し、良苗率は91%と、人力作業による試験例

と変わらなかった。

土詰機で作成したポットの移植機の適応性を移植速度、作業精度から検討した。その結果、第20表に示すとおり、作業速度0.18m/s、植付け株間の設定値 33cmに対し平均値32cm、苗の植付け姿勢は正常植え 93%と第1報¹⁾人力詰めの場合と変わらず、機械詰めの床土充填量の差は移植作業に影響がなかった。

栽培試験では収穫時期の目標を出荷規格M規格として、一斉収穫を行い、生育揃い及び収穫量を測定した。その結果、第21表に示すとおり、全収量は4.6tうちM規格4.08tと結球揃いもよく、人力体系による秋まき栽培収量4.3t（経済性指標⁵⁾）と比べても遜色なく、本体系による移植栽培の実用性が認められた。

以上の結果、ペーパーポット苗・機械移植栽培は土詰機・播種器を組み合わせ、育苗の省力化を図ることにより、大幅に作業時間が節約できる。本試験ではキャベツに適応したが、ブロッコリー、カリフラワーについても、本試験結果から、同様な効果が期待できるものと考えられる。

考 察

1 ブロッコリー・カリフラワーのペーパーポット苗・機械移植栽培

本県のブロッコリー・カリフラワー栽培面積はキャベツに比べ少なく(昭和63年度キャベツ1,900haに対し、カリフラワー261ha, ブロッコリー151ha), またブロッコリーの初夏どり栽培は栽培歴が新しい⁹⁾こともあり, 機械移植栽培は外国の栽培事例の紹介⁷⁾を除き, 報告例はない。

従来, ペーパーポット苗の機械移植適期苗はキャベツ・レタスでは2葉期・草丈10cm程度がよい⁹⁾とされているが, この苗条件ではブロッコリー・カリフラワーの慣行作型に適用する場合, 初夏どり栽培では寒害, 秋どり栽培では高温・乾燥害で, 定植は不可能である。

慣行栽培の移植苗は作目・作型により若干異なるが, 定植は5~7葉期に行い, 育苗は上記気象条件に対して抵抗性のあるしっかりした苗作りが基本となっている。

本試験では, 供試移植機の植付条件がポット直径5.5cm, 草丈20cm以下であるため, 慣行育苗のような大苗が移植できないので, 水管理により生育を押さえ, 5~6葉期まで育苗を行って条件を満たした。苗質は慣行育苗に比べ, 茎が細く, 葉が小さい苗であったが, 収量的には慣行苗と変わらなかった。

機械移植の植付精度と生育・収量に対する影響は本試験では検討しなかったが, 長野県農総試の報告⁹⁾によると, プラグ苗(3×3×5cm)3.6葉期定植でポット1cm露出で正常植えより減収に, 1cm深さでやや増収, 植付角45°まで収量は変わらないとされ, 苗の植付姿勢による影響は少なく, 供試移植機の作業精度で十分, 対応ができる。

また, ペーパーポット苗の生育促進効果はキャベツ栽培で米安らの報告¹⁰⁾及び第1報における3作型での確認を行っているが, ブロッコリーの秋どり栽培で同様な効果が認められた。

ブロッコリーはキャベツほど顕著ではないが, 収穫期は4~7日前進し, その効果はポット径が大きい方が良かった。特にブロッコリー栽培は収穫適期が2~3日と短いため, 機械化により規模拡大を図っても, 収穫・調製作業が10a当たり67時間を要するため, 良品を安定出荷するためには, 収穫時期を分散する必要がある。

その方法として, 品種・播種時期を変えることが対策として講じられているが, 本試験の結果に基づく, 育苗

条件を変えることも有効な方法であることが示唆された。

ブロッコリー及びカリフラワーのペーパーポット苗・機械移植栽培は健苗育成を励行して適切な品種を使用すれば, 慣行に遜色ない収量・品質が得られることから省力栽培技術として実用可能と考えられる。

なお, 本試験ではカリフラワーはブロッコリーより, 定植時の気象条件の影響を受けやすく, ペーパーポット苗の定植は, 慣行苗より収穫期は遅延した。

2 スイートコーンのペーパーポット苗・機械移植栽培

スイートコーンは一般に直播栽培で行われ, 収穫までの作業時間が短いこともあり, 省力化に関する報告は少ない。これまで行われてきた省力化の研究は無除けつ栽培¹¹⁾, 無除穂栽培¹²⁾と栽培管理面が主体であり, 機械移植で省力化を検討した事例は見当たらない。

本試験ではペーパーポット苗・機械移植栽培方法をスイートコーンに適用し, 作業の省力化と栽培の適応性を検討した結果, 播種から定植までの10a当たりの延べ作業時限は19時間で, 直播栽培(間引き作業終了時)より10%の省力となった。収量については直播栽培とほぼ変わらないため, 本移植栽培の汎用利用が確認された。

なお, 移植栽培は一般に普及されていないが, 導入事例でみると, ハウストンネル栽培では, 千葉県の早川氏¹³⁾の場合, 連結ポットを用い, 電熱育苗により早期から計画的に育苗し, 移植栽培で計画生産を行っている。

また, 直播栽培¹⁴⁾では通常生ずる5~10%の欠株対策として, 補植用にペーパーポット育苗を行い, 生産安定に導入する方法もあり, 利用方法により, かなり有効な技術として定着していることがわかる。

本試験では機械移植栽培を省力と収量の安定性から検討したが, 大幅な省力効果は認められなかった。しかし, 作業面でのデメリットはなく, 利用技術として, 次の2つの面から利用が考えられる。

第1は移植栽培の利点を生かすことである。すなわち, 移植栽培は直播栽培より12~14日間, 存圃期間が短くなり, 前後作が接近している場合, 計画的に育苗を行えば, 圃場利用率の向上に有効で, 圃場生産性を高めることが出来る。

第2は機械移植による省力の利点を生かすことである。直播栽培で鳥害対策に防鳥ネットを張る場合, そのための作業を含めると, 直播栽培の約30%が省力できる。

なお, 本移植栽培を経済的にみると, 直播栽培で1か所3粒まきとすると, 種子の大きさは供試品種によるが, 'ハニーバンタム9'(サカタのタネ)では2,500粒/ℓであり, 10a当たりの必要種子量は6ℓ, ペーパーポット育苗

は3ℓで済む。

この種子量の差3ℓ(2,850円/mgとする。)とポット資材費(No.2規格8.5冊7,900円)が相殺され資材費の負担はないことになる。

ただし、機械償却費を含めた経済的評価は次報で検討していく予定である。

3 土詰機・播種器・移植機利用の育苗・移植一貫作業体系

ペーパーポット苗・移植栽培を能率的に行うには、移植機をもとより、土詰め、播種の機械化が必要となる。

北海道のビート栽培ではペーパーポット移植栽培が大規模に行われているので、専用の土詰・機播種機が開発され、育苗センターに導入されている。

野菜のペーパーポット育苗では、移植機に対応できる土詰機の開発が遅れたこともあり、土詰め、播種の機械化に関する報告例は少なく、大規模な育苗センター(100~200ha負担)については、池田ら⁹⁾が床土混合~播種までの一貫した機械化体系の開発・実証を行っている。しかし、小規模事例については報告がない。

本試験では1.5ha程度の野菜栽培農家に個別に導入ができる小型土詰機(市販価格10~15万円程度)、播種器(人力式の播種板 2万円程度)を組み合わせ、省力化を検討したものである。

ペーパーポット作成・播種作業までの上記育苗プラントの作業能力は、キャベツ1haに必要な育苗箱230枚(ポット規格3.8cm径)に要する作業時間は7名組作業で、1.6時間とされている。

一方、本試験では23枚の育苗箱を土詰から播種・覆土作業を含めると、2人組作業で2.8時間となり、作業員1人当たりの作業能率は上記プラントの20%と低いが、簡易システムでもかなりの省力効果があることが認められた。

なお、移植機を組み合わせたキャベツ栽培のポット作成から定植までの10a当たりの延べ作業時間は約10時間となり、慣行栽培¹⁵⁾43時間に対し23%となり、著しい省力化が図られ、労働生産性の向上に寄与できることが期待される。

摘 要

小型野菜用ポット移植機を使い、ブロッコリー、カリフラワー、スイートコーンのペーパーポット苗・機械移植栽培及びペーパーポット育苗の省力化について検討し、以下の知見を得た。

1 ブロッコリー、カリフラワーのペーパーポット育苗に用いるポット規格は、初夏どり栽培の場合、直径5cm×高さ5cm規格、秋どり栽培では直径3.8cm径×高さ5cm規格、直径5cm×高さ5cm規格、スイートコーンでは直径3cm×高さ10cm規格が育苗・作業面から適応性が良かった。

2 圃場試験における移植機の作業能率を1時間当たりの有効作業量及び圃場作業量でみると、ブロッコリーではポット直径3.8cm×高さ5cm規格では4.3a、3a、直径5cm×高さ5cm規格では4a、3.1aであった。カリフラワーもほぼ同じ値を示した。また、スイートコーンはポットの規格が直径3cm×高さ10cmの場合、7.8a、3.1aとなり、作業能率が非常に良かった。

3 本移植栽培でブロッコリー、カリフラワーの初夏どり栽培、秋どり栽培、スイートコーンの普通栽培を行ったが収量及び収穫期とも対照区の慣行栽培に比べ遜色なく、実用性が認められた。ただし、ブロッコリー初夏どり栽培では中生品種の選定が必要であった。

4 ブロッコリー初夏どり栽培の現地実証試験を行った。移植作業は10a当たり延べ8.8時間で、この値は慣行栽培の作業の35%であり、省力化が認められた。また、収穫量は出荷箱数456箱(912kg)、販売収入269,000円で収量及び販売収入からみて実用性が確認された。

5 本移植栽培の播種から定植までの作業時間は、慣行栽培と比べ、ブロッコリー、カリフラワー、ではペーパーポット直径3.8cm×高さ5cm規格で35%、直径5cm×高さ5cm規格では46%と省力効果が高かった。しかし、スイートコーンではポット直径3cm×高さ10cm規格で90%と省力面からの利点は少なかった。

6 ペーパーポット土詰め、播種作業の省力化を図るため、小型土詰機、播種器の作業能率を試験した。土詰機は2人組作業で使う場合、時間当たりの育苗箱土詰枚数は77枚、播種器は一人作業で92枚であった。圃場作業量(枚/時間)でみると土詰機27枚、播種器52枚といずれも人力比の約6倍となった。

7 小型土詰機・播種器・移植機を組み合わせ、キャベツ栽培を行ったところ、播種から定植までの10a当たりの延べ作業時間は10時間で、これは慣行栽培の23%になり、省力効果は大きかった。

また、栽培面でも慣行栽培に劣ることなく、実用性が確認された。

引用文献

- 1) 土屋恭一ほか(1990) 神奈川農総研報., 132 : 9~24
- 2) 城所俊夫ほか(1990) 神奈川農総研報., 132 : 25~34
- 3) 村井信仁(1981) 農業機械学会誌., 43 (2) : 325~329
- 4) 池田 弘・塩谷哲夫・太田 亨ほか(1977) 農作業研究 28 : 90~97
- 5) 林 英明(1985) ブロッコリー・カリフラワー生理と栽培技術, (農耕と園芸編集部編), 農耕と園芸(東京) PP115~134, PP174~182
- 6) 農作業試験法(1987) 農作業試験法編集委員会編, 農業技術協会(東京) PP73~82
- 7) 後藤美明(1976) 農業機械学会誌., 38 (2) : 261~263
- 8) 前田 拓(1979) 機械化農業, 3 : 5~7
- 9) 農業関係試験研究年報(1989), 長野県農業総合試験場 P582~583
- 10) 米安 晟(1966) 農学集報(東京農業大学) ., 11 : 163~174
- 11) 木下耕一・岩崎雄次郎・今村孝彦ほか(1983) 山梨県農業試験場研究報告. 23 : 49~56
- 12) 加藤普朗・林 悟朗・半田 悟ほか(1985) 愛知農総試研報. 17 : 194~199
- 13) 深山 和(1981) 農業技術大系作物編7, 追録3号 農山漁村文化協会(東京) PP1~10
- 14) 戸沢英男(1981) 農業技術大系, 特産野菜, 農山漁村文化協会(東京) P331
- 15) 野菜の作目別・作型別経済性指標一覧(1987年改訂) 神奈川県農業総合研究所 経済試験科 資料第55号

SUMMARY

The wide use of small Vegetable transplanter System was studied.

In this paper, we have studied on the method of raising seedling by paper pot and researched the applicability of small Vegetable Transplanter for sprouting broccoli, cauliflower and sweet corn cultivation.

The use of both pot seeder and soil packing scoop were also studied for labour saving of raising seedlings by paper pot. The results are as follows.

1. Standardized goods of paper pot that suit for transplanter was examined. The following combination was better adapted for raising seedlings as well as farm practice.

The sprouting broccoli and cauliflower adapted for paper pot 5 cm ϕ \times 5 cm h for early summer harvesting culture and paper pot 3.8 cm ϕ \times 5 cm h, 5 cm ϕ \times 5 cm h for fall harvesting culture. The sweet corn adapted for paper pot 3 cm ϕ \times 10 cm h.

2. Operative efficiency of transplanter was examined by field experiment.

The sprouting broccoli achieved that operative quantity of efficiency was 4.3a/hour and operative quantity of fields was 3.3a/hour with paper pot 3.8 cm ϕ \times 5 cm h, and operative quantity of efficiency was 4.0a/hour, operative quantity of field was 3.1a/hour with paper pot 5 cm ϕ \times 5 cm h respectively.

The cauliflower achieved almost the small value of broccoli.

The sweet corn achieved high operative efficiency that operative quantity of efficiency was 7.8a/hour, operative quantity of fields was 5.1 a/hour with paper pot 3 cm ϕ \times 10 cm h.

Concerning with operative accuracy, planting space was accurate and planting style was adequate.

3. The method of mechanical transplant culture of paper pot raised seedlings was carried out to early summer harvesting culture and autumn harvesting culture of sprouting broccoli and cauliflower, and normal culture of sweet corn.

Consequently, each crop was not at all inferior to control crop of habitual culture with regard to yield and harvesting period.

But it was necessary to select medium flowering variety for early summer harvesting culture of sprouting broccoli.

4. Practical experiment of early summer harvesting culture of sprouting broccoli was carried out in Fujisawa City, Kanagawa Pref.

The total operation time for transplant was 8.8hrs/10a, it means 35% of habitual culture. Remarkable labour saving was achieved! Total yield was 912kg (456cases)/10a, and sales income was ¥265,900/10a. These results confirmed practical significance.

5. Total working time from sowing to setting by the method of mechanical transplant culture of paper pot raising seedling is as follows.

The sprouting broccoli achieved remarkable labour saving. It took 17hrs/10a with paper pot 3.8cm ϕ \times 5cm h, 22.3hrs/10a with paper pot 5cm ϕ \times 5cm h, whereas it took 47.6hrs/10a by habitual culture.

These value means 35% and 46% of habitual culture respectively.

The cauliflower achieved almost the same results of sprouting broccoli.

On the contrary, sweet corn didn't achieve remarkable labour saving at all. It took 19.1hrs/10a with paper pot 3cm ϕ \times 10cm h as compared with 21.0hrs of cultivation by direct seeding. It means 90% of habitual culture.

6. Operation efficiency of soil scattering scoop and pot seeder were examined for labour saving of scattering soil to paper pot and seeding during farm practice.

The soil scattering scoop was operated by a pair of worker, operation efficiency was 77cases of nursery pots per hour and operative quantity of field was 27cases/hour.

The pot seeder was operated by one person, operation efficiency was 92cases/hour, operative quantity of field was 52cases/hour.

The use of soil scattering scoop and pot seeder were effective for labour saving. Each operation efficiency was 6 times of human strength.

7. Mechanization system by integrated work in combination with soil scattering scoop, pot seeder and small type transplanter was applied to cabbage cultivation. The results were as follows.

The total working time from seeding to setting took 10hrs/10a, and it was 23% of habitual culture. This value is adequate enough for labour saving.

Concerning the yield, there were not any difference between this mechanization system and habitual culture.

These results show us that this machanization system can utilize in practical fields so usefully.

