

委託試験成績（令和6年度）

担当機関名 部・室名	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 日本農業研究センター・温暖地野菜研究領域・栽培管理グループ
実施期間	令和6～7年度（新規）
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	カンショ移植作業省人化のためのセル苗移植技術の開発
目 的	カンショ栽培の育苗・移植は全労働時間の約6割を占め、大規模生産化への対応が進む中、作業者の高齢化、人口減少等により人材確保がますます困難になることが予想され、カンショ移植作業の省人化は急務である。これらのことから、セル苗育苗方法やセル苗機械移植が生育、収量等に及ぼす影響を明らかにすること、主力品種の「べにはるか」だけでなく、当所で開発した新品種の適応性を検討し、セル苗移植技術を開発する。
担当者名	関正裕、中澤利恵、新村麻実

1. 試験場所

農研機構 観音台圃場（つくば市）10a および育苗ハウス

2. 試験方法

野菜移植機の機械移植に適した育苗方法の確立および品種による収量・品質への影響を調査。

(1) 供試機械名

- ・イセキ 半自動野菜移植機 PVH100-60LX（セル苗移植）
- ・ヤンマー かんしょ移植機 PA10A, KN（対照 ツル苗移植）

(2) 試験条件

ア. 圃場条件

腐植質普通アロフェン質黒ボク土（土性：軽埴土）、前作：緑肥（小麦）

イ. 栽培の概要

- ・品種名 ベにはるか、関東162号、ゆきこまち、パープルスイートロード
- ・育 苗

セルトレイ：農水省規格トレイ 30角-128穴、培土：野菜養土S（標準）タイプ

基本：1トレイに1品種・1苗種（茎挿しする苗条件）。挿苗前にベンレート水和剤に10分浸漬育苗を3回実施（3回目はベにはるかのみ、定植まで）

1回目試験 4/23 挿苗 4品種、苗種：節上1.0cm（図1）

2回目試験 5/29・30 挿苗 苗種：節上1.5cm

3回目試験 7/8 挿苗 苗種：節上：1.0cm, 1.5cm,
葉付1.5, 葉柄1.5cm

全て、1節、節下は2.0cmとした。ツル苗は7節苗を使用

・栽 培

施肥 N:P:K=3-10-10kg/10a

黒マルチ、畝立て栽培

1回目試験（5/16 移植 図2）

セル苗 株間30cm×畦間90cm（371株/a）、
株間40cm×畦間90cm（277株/a）

ツル苗 株間30cm×畦間90cm

2回目試験（6/17 移植）

セル苗 株間30cm×畦間90cm

3回目試験（7/24 移植）

セル苗 株間30cm×畦間90cm

・管理作業

移植後に除草剤散布（トレファノサイド乳剤）

手取り除草 1回

防除 殺虫殺菌剤を5/27週から隔週で散布中

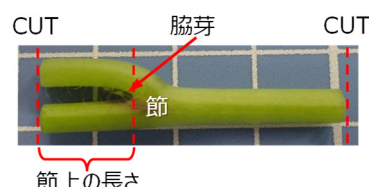


図1 苗の切出し方法

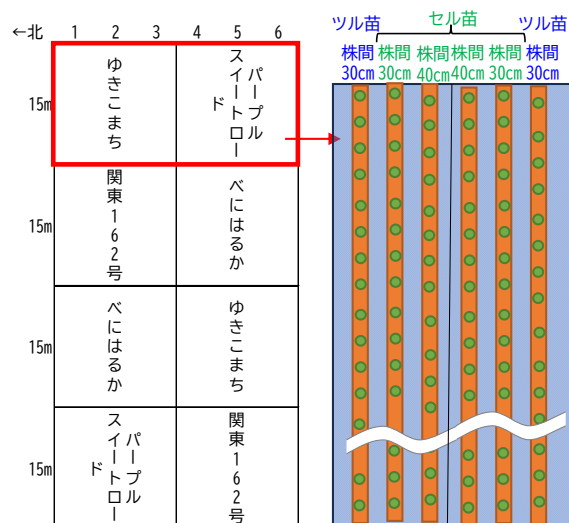


図2 圃場マップ（1回目試験）

・収穫

各試験区で連続した10株を掘取り（1回目試験 10/16、2回目試験 11/5）、粗収量、上いも重・数、根塊重、サイズ別収量（茨城県青果物標準出荷規格）を計測

3. 試験結果

1) セル苗の育苗方法

①べにはるか、関東 162 号、ゆきこまち、パープルスweetロードの4品種について 4/23 挿苗し、5/16（23 日後）に移植したセル苗（1回目試験）では、移植可能な苗（根鉢が形成され、培土の崩れが少ない）であれば、品種を問わず植付率・活着率は 90%前後以上となった。しかし、1回目のべにはるか節上 1.0 cmは、苗立ち率が低く、生育も小さい結果となった（表 1）。

昨年度の予備試験結果から、多節などの節上が長い挿し苗の苗立ち率が高く、生育も大きかったことから、第 2 回試験では節上の長さを 1.5 cmにしたところべにはるかの苗立ち率が向上した（表 1）。他の 3 品種でも同様であった（データ略）。べにはるかのツル苗 222 本から挿苗 1,449 本を確保することができ、約 6.5 倍になった。

②茨城県におけるカンショの本圃への移植期間は 4 月下旬から 6 月中旬と 2 ヶ月近い期間と気温も異なるため、日数を基準とした育苗ではなく積算気温を利用した育苗日数について検討を行った。1 回目試験は予備試験結果から約 3 週間目の 23 日目に移植し、積算気温は 503℃であった。2 回目、3 回目の試験で 500℃に達したのは 18 日目、15 日目であった（図 3）。第 3 回目試験において、育苗した苗を抜取ったところ、積算気温 350℃以上で、引抜時の培土がほとんど崩れない状況になり移植可能となった（図 4）。一方 500℃を超えると、根の色が白から替わり、590℃で着色が確認できた（図 5）。

2) 半自動野菜移植機によるカンショセル苗移植

①べにはるかでは約 500℃に達した時点の苗種では育苗時期が異なっても草高、開張は大きく変わらない。節上 1.0 cm、節上 1.5 cmでは節上 1.5 cmの方が草高、開張ともやや大きくなり移植機の適応範囲に納まり、茎長の長い方が機械移植に適していた。節上をさらに大きくして光合成を促進するため、第 3 回目試験では節上は葉付き苗と葉柄付き苗（葉は切除）を試したところ、予想通り草高、開張とも大きくなった（図 6）。

②上記のべにはるかのセル苗を半自動野菜移植機で移植したところ、葉付苗を除き 90%以上の植付精度になった。葉付き苗は葉付きが原因で苗の供給カップに葉が引っかかることが原因で苗供給部に詰まり、苗が落ちないことで欠株となっている。葉柄付き苗も同様に葉柄が水平に広がった苗が供給部に詰まった。1 回目の節上 1.0 cmの欠株は、植付穴に入らずに欠株となっているが、3 回目の節上 1.0 cmでは欠株がほぼなかったこと、観察では移植機の後方に落ちていたことから苗の大きさが関係している可能性があった（図 6）。標準の設定で植えたが浅植え（苗の培土が土壌表面より上にある）になり多くは苗が植付穴に入っているだけ（セル苗を抜くと全く抵抗なく引き抜ける）状態であり、設定を深くしてもあまり改善されず、検討が必要であった。また、植付後にマルチシートの破片や破れてたれた部分が苗を覆いヤケが生じる場合があった（図 7）。そこで、鎮圧輪の鎮圧荷重を標準の設定以上に重くし移植したところ、セル苗の密着が良くなり、マルチカットによる問題も見られなかった。

3) 収量

本年度は品種を問わずツル重が 6~8kg/m²と多く（ツルぼけ）、本試験以外でも同様な傾向がみられ過繁であった。特に、べにはるかは、例年に比較し上いも重は軽く、1 株当りの塊根数が少ない結果であり、本試験のセル苗でも同様な傾向であった。第 2 回目移植（6/17 移植）はほとんど塊根が付いておらず、べにはるかではほぼ収量なく、苗種による違いを見る事が出来なかった。

①べにはるか、関東 162 号、ゆきこまち、パープルスweetロードの4品種について 4/23 挿苗し、5/16（23 日後）に移植したセル苗（1回目試験）の収量調査の結果を表 2 に示す。

上イモの全重はセル苗 2 種、ツル苗で差が見られなかった。ゆきこまちのセル苗 40 cmを除くと、セル苗 30 cmが少ない傾向が見られた。株当りの塊根数は、セル苗 30 cmとツル苗に差（有意差 5%）があり、セル苗 40 cmのツル苗に比較して塊根数は少ない傾向がみられた。ツル苗に比較してセル苗は塊根数が少なくなる可能性があった。前述したようにツルぼけの傾向があっ

たことから引く続き次年度でも検証する。今年度は根巻による塊根の奇形は見られなかった。

4. 主要成果の具体的データ

表1 セル苗の生育、植付（1回目、2回目試験）

	品種	節上長 (cm)	苗立率 (%)	草高 (cm)	開張 (cm)	根鉢 (%)	植付率 (%)	活着率 (%)
5/16 移植	べにはるか	1.0	44	2.7	4.1	81	88	95
	関東162号	1.0	87	3.7	5.6	91	96	95
	ゆきこまち	1.0	94	3.8	5.8	98	95	94
	パープル	1.0	68	3.1	4.4	83	88	95
6/17	べにはるか	1.5	98	5.7	7.7	95	99	99

※パープル パープルスweetロード、5/16移植は4/23挿苗、6/17移植は5/29挿苗

苗立率は移植時の調査で、植付可能な苗数から算出

根鉢は根鉢が形成し、培土が崩れなかった割合

植付率は野菜移植機で手直し、欠株にならなかった割合

活着率は3週間後（6/6）調査。手直し、欠株は除く。

株間30cm、畝間1m、1社半自動野菜移植機を利用した結果

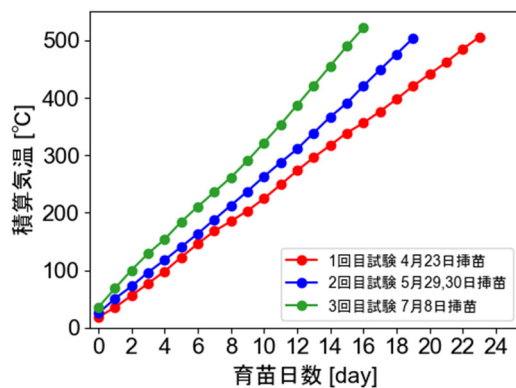
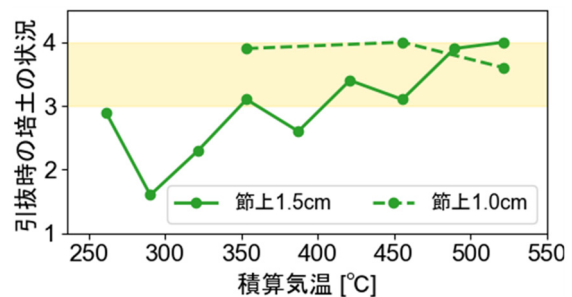


図3 育苗期間の積算温度



1: 培土崩れ 移植困難 2: 培土崩れ半分超 移植困難
3: 培土崩れ半分以下 移植可能 4: 培土崩れ無 移植可能

図4 育苗期間中の引抜時の培土の状況
(べにはるか)



図5 根の着色（積算気温 590℃）

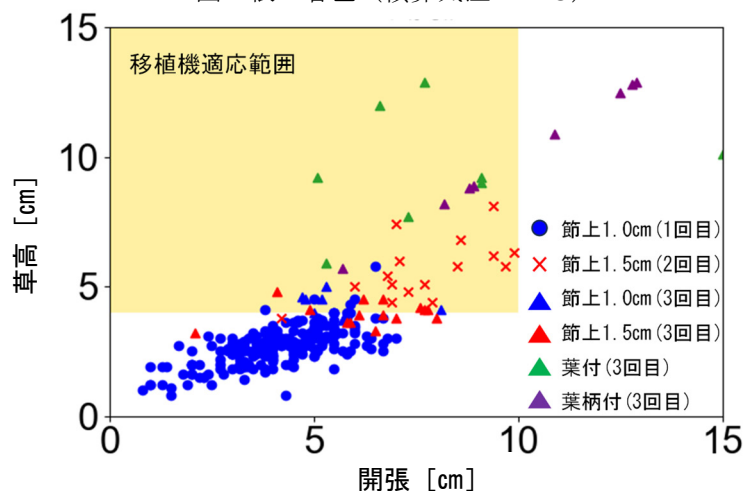


図6 苗種条件毎の草高・開張（積算気温 590℃）（べにはるか）

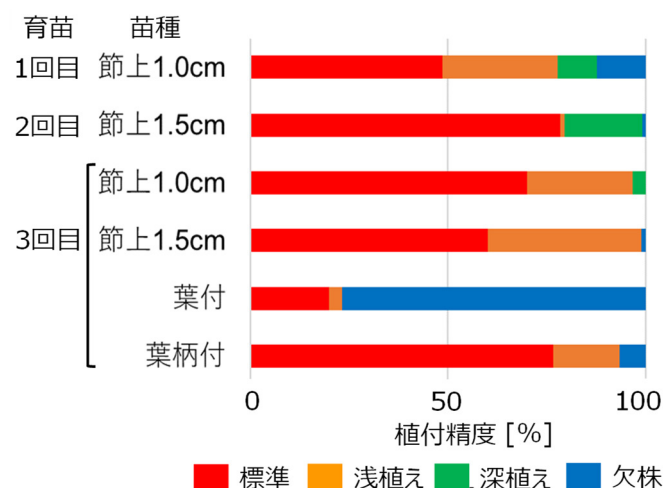


図7 セル苗種による植付精度（べにはるか）

表2 収量結果（1回目移植 4/23 挿苗、5/16 移植）

		株間 (cm)	上イモ			サイズ別収量		
			全重 (kg/a)	塊根数 (個)	塊根 1個重 (g)	S以下 (kg/a)	M+L (kg/a)	2L以上 (kg/a)
べにはるか	セル苗	30	162	2.1	222	63	99	0
		40	337	2.6	433	27	125	186
	つる苗	30	256	3.0	237	63	113	79
関東162号	セル苗	30	223	2.3	285	36	161	27
		40	339	3.2	326	41	257	41
	つる苗	30	349	5.6	176	125	173	51
ゆきこまち	セル苗	30	184	2.4	245	53	131	0
		40	192	2.5	235	44	128	19
	つる苗	30	330	5.2	192	108	222	0
パープル スイート ロード	セル苗	30	253	2.8	248	54	184	15
		40	360	3.4	364	28	218	114
	つる苗	30	304	3.5	268	65	174	65

5. 経営評価

カンショセル苗による移植機とツル苗による移植機による作業時間を比較した。なお、セル苗の苗はツル1本から1節苗を平均5本採取した。ツル苗の苗調製は苗の長さ調整、曲がり苗の選択を行った。

表3 セル苗・ツル苗移植機による移植時間

作業項目		作業数量		作業時間(min・人)	
		セル苗	ツル苗	セル苗	ツル苗
採苗		77本	334本	26	113
苗調製	トレイ培土充填等	3トレイ	—	10	—
	節切出し/葉かき	77本	334本	73	39
	挿苗	3トレイ	—	25	—
移植	苗とり	384本	—	17	—
	機械植付	1a	1a	22	49
採苗・苗調製 合計時間				133	153
全作業時間				157	201
(参考)慣行の全て人手作業による時間				—	140

注)「苗とり」はセルトレイからの苗をあらかじめ外した時間

「機械植付」は移植機の調整、苗供給、苗の手直し・補植等の時間も含む

「慣行の全ての人手作業」は苗床からの採苗、苗調製、植付位置の穴開けや苗置きを含む

セル苗はツル苗と比較して、採苗数が1/4に減少することにより作業時間が76%減少、移植時間が56%減少する。一方、セルトレイへの培土充填、節の切出しなどの苗調製、挿苗などの作業時間が加わる。全作業時間は21%削減された。従来の慣行作業であるすべて人手による作業と比較すると17分(12%)増加した。この理由は、機械植付作業を3人の組作業(オペレータ1名、苗補給2名(補植作業も実施))で行ったこともあり植付時間が増加したと思われる。

6. 利用機械評価

セル苗・ツル苗移植機の移植は、作業速度はセル苗移植で0.25m/s、ツル苗移植で1.3m/sであり倍近く早かったが、作業者が今回初めてツル苗移植機を利用し、苗補給に不慣れであり遅くなった原因と考えられた。セル苗の移植機利用は、キャベツと同一の作業で利用上問題は見られなかったが、草高の長い苗(葉付き苗や葉柄付き苗)の利用する際には、供給カップに引っかかり、植付出来ないことがあったため、今後葉柄付き苗では考慮する必要がある。

試験結果でも触れたが、使用した移植機ではマルチシートの破れ方により、苗がマルチシートに隠れる、破れたマルチシートが苗にのり、葉焼けの発生があった。マルチシートがあるためか、今回の試験では活着等に問題はなかった。しかし、浅植えや鎮圧が不十分である苗が多く見られたため、鎮圧輪の鎮圧荷重を標準の設定以上に重くし移植することでマルチカット、浅植え、鎮圧が改善されたことから、次年度では本方により移植を行う。

7. 成果の普及

なし

8. 考察

本年度はでは主にセル苗作製のため、ツル苗から切出した節についてその長さや節数、使用部位(苗種)などについて、苗の斉一性や根鉢の形成状態、苗の引拔難易や機械移植への適性について検討を行い、1節で節上1.5cmの長さで挿苗すると積算温度350~500℃で根鉢が形成され、根(根鉢)の着色もほとんどみられなかった。また、一節で葉柄を残すことで、切除したものに比較して草高、開張が大きくなり葉柄の長さが4cmでも葉柄の伸びている向きが茎と垂直方向の場合に植付カップに引っかかることがあったことから、セル苗に挿苗する確認を行う必要がある。先行研究で問題となっていた根鉢形成による塊根の奇形は見られなかったことから、積算温度500℃以下、生育期間が3週間以下であれば奇形の発生を回避できると考えられた。今後は、葉柄付きで、機械植付ができる時期について検討が必要と考えられる。これによりセル苗の生育がよく苗立率、活着率が安定させられると考える。

収量はセル苗とツル苗では差が見られなかったが株間により傾向が見られたこと、塊根数はツル苗よりセル苗が少ない傾向であったことから、株間は30cmよりも40cmの方が塊根1個当たりの重量が大きくなるので適していると考えられたが、今年度はツルぼけの傾向であったことから判然としないため、次年度も引き続き確認を行う必要があると考えられた。

以上のことから、セルへの挿苗から移植までの積算温度は350~500℃であれば奇形の発生も見られず、セルへ挿苗する苗種は葉柄付きがその他の苗種に比較し生育が良いと思われた。

9. 問題点と次年度の計画

今年度はツルぼけの傾向があり、判然としない部分も多かった。そのため、反復数を増やすなどの対応を考える必要がある。また、根鉢の形成による奇形についても引き続き検討を行う必要がある。

次年度は半自動野菜移植機では問題なく移植できたが、葉柄付きで植付カップに引っかかり欠株がでる場合があったので、葉柄の長さについて検討を行う。マルチカットの問題については鎮圧輪の荷重を重くすることで対応する。苗種は葉柄付きが活着率もよかったことから移植機に適応できるような葉柄付きを中心に取り組む。また、収量に関しては前述したようにツルぼけの傾向が見られたことから次年度も再度確認を行う。

10. 参考写真



図 10 移植直後の状況 (5/16)



図 11 移植後 29 日の状況 (6/14)



図 12 移植後 90 日の状況 (8/14)

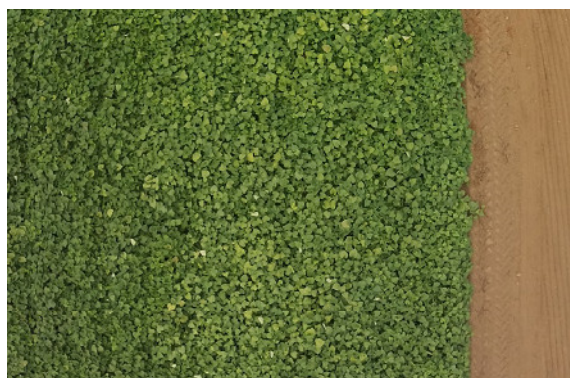


図 13 ベにはるか (セル苗 株間 40 cm)



図 14 関東 162 号 (セル苗 株間 40cm)



図 15 ゆきこまち (セル苗 株間 40 cm)



図 16 パープルスイートロード (セル苗 株間 40 cm)