

農林水産省
みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業
(JP18065031)
「青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立」

かんしょの省力機械移植 栽培体系マニュアル

令和5年3月

みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業
青果用かんしょ省力コンソーシアム

農研機構 九州沖縄農業研究センター
鹿児島県農業開発総合センター
徳島県立農林水産総合技術支援センター
井関農機株式会社

本紙は、青果用かんしょを対象とした育苗・本圃植付け作業の機械化による省力・軽労化栽培マニュアルです。

青果用かんしょ栽培は、収穫などの基幹作業の機械化が進む中で、育苗や採苗、移植に係る作業はほぼ人力で行われており、高齢化による人手不足が深刻化する生産現場からは軽労化と労働時間の削減ができる技術の開発が強く望まれています。移植機についてはこれまでに数機種が開発されてきたものの、移植機の調整不足や機械移植に適した苗形状の認識不足、機械移植に適した苗の生産技術が未確立であったことなどから普及定着に至っておりません。

そこで、移植機の開発・改良とともに機械移植に適した苗の育苗技術や調整方法など機械開発と栽培技術の両面から研究を進め、高い移植精度を持つ省力機械移植技術を開発しました。

開発された移植機は、従来の移植機に比べ苗の形状等に対する適応性が向上し、高い移植精度を実現しました。条件により異なりますが作業能率も 2.3～2.9h/10a と人手による挿苗時間(6.8h/10a)と比べて効率化するとともに、屈んだ姿勢での作業が大幅に削減され軽労化が図れます。また、移植機を用いた栽培は、手植えと同等の収量、品質を確保できます。育苗に関しても機械移植に適した苗を生産するために、作業時間を30%削減する種芋縦伏せ込みによる一斉採苗技術や作業姿勢改善効果の高い高設育苗技術を開発しました。これらの技術を組み合わせることで慣行栽培と比較して労働時間が30%以上削減され、規模拡大による生産費低減が期待できます。今後、生産規模の拡大が予測されており、有効な技術です。

なお、本栽培マニュアルの作成に関しては、農林水産省みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進(委託プロジェクト研究)「青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立」(JP18065031)(2018年度～2022年度)の成果に基づくものであり、これらのプロジェクトに参画した関係各位や現地試験に協力していただいた生産者に深くお礼を申し上げます。

2023年3月

青果用かんしょ省力化コンソーシアム
代表 小林 透

執筆者

〈 鹿児島県農業開発総合センター 〉

黒木 栄一

田中 明男

園中 光範

溜池 雄志

〈 徳島県立農林水産総合技術センター 〉

村井 恒治

〈 井関農機株式会社 〉

村並 昌実

〈 農研機構 九州沖縄農業研究センター 〉

小林透

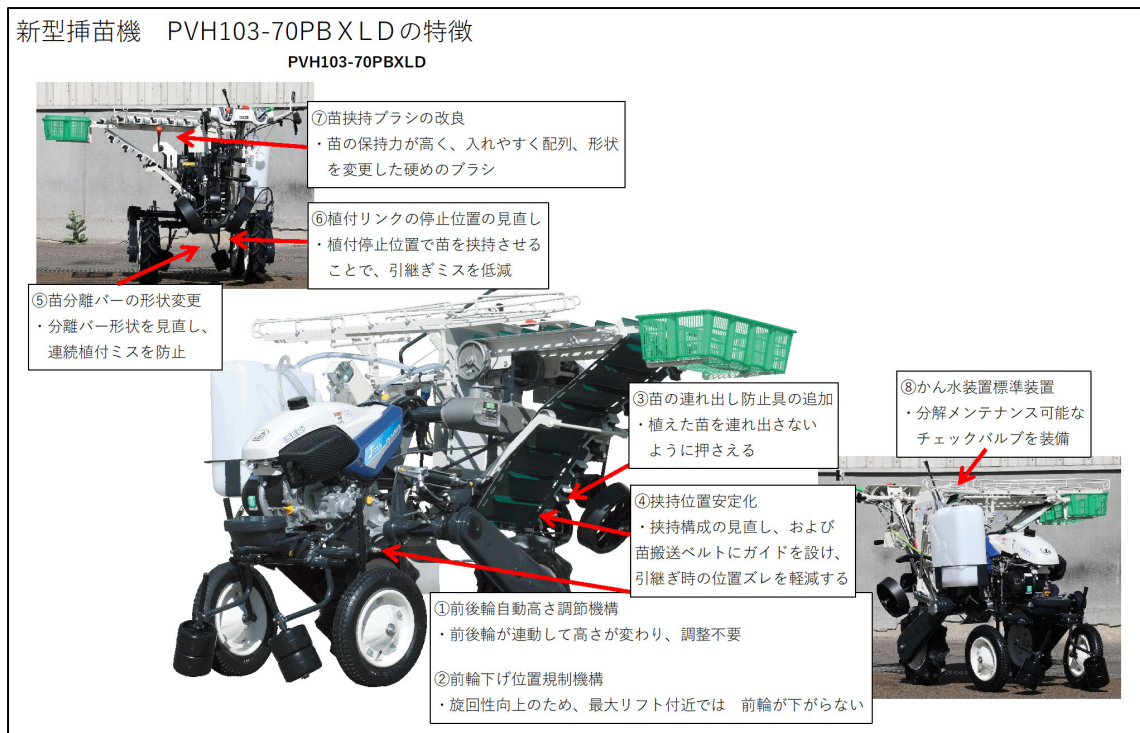
目次

1. 新しい移植機の特徴	1
2. 鹿児島県の「ベにはるか」での作業の流れ	6
2-1. 地床における種いもからの育苗方法	8
1) 縦伏せ込み一斉採苗のための苗床造成	
2) 種いもの伏せ込み	
3) 採苗	
4) 採苗と苗調整	
5) 育苗に関わる作業時間	
6) フラワーネット誘引の効果	
2-2. 地床における挿し苗育苗方法	15
1) 育苗床と挿し穂の準備	
2) フラワーネットの設置と植付け作業	
3) 育苗管理	
4) 採苗	
5) 新しい育苗の効果	
2-3. 地床育苗苗を用いた移植機の調整方法	19
1) 移植機の植付け精度と作業時間短縮のための畑準備	
2) 移植機の準備	
3) 植付け開始	
3. 徳島県の「なると金時」での作業の流れ	22
3-1. 高設育苗による挿し苗育苗方法	25
1) 育苗ベッドの構造と作業性	
2) 育苗管理	
3) 高設育苗の苗形状と経費試算	
3-2. 高設育苗苗を用いた移植機の調整方法	32
1) 苗形状と機械への苗の供給方法	
2) 移植時の苗挟持ブラシへの引っかかりを回避する調整方法	

1. 新しい移植機の特徴

青果用かんしょは収穫などの基幹作業の機械化が進む中、育苗や移植に関わる作業はほぼ人力で行われており、軽労化と労働時間削減が求められていました。

今回の新型かんしょ移植機の作業能率は 1,800 株/h と手植えに比べ高速です。さらに従来機に比べ苗の形状などに対する適応性向上、圃場条件に合わせた機械調整の簡易化、移植同時かん水による植付時の活着促進を図った移植機となっています。

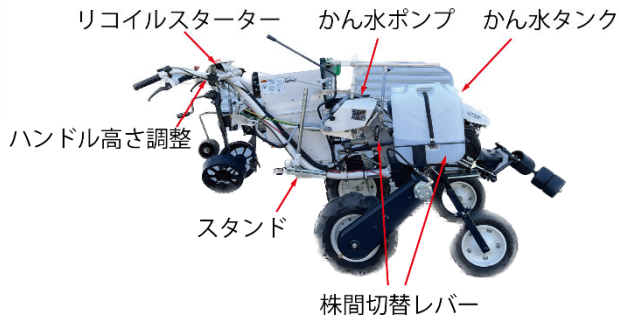
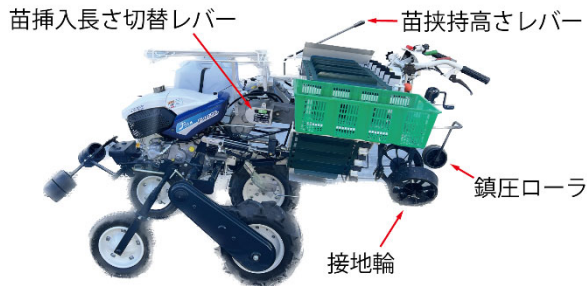
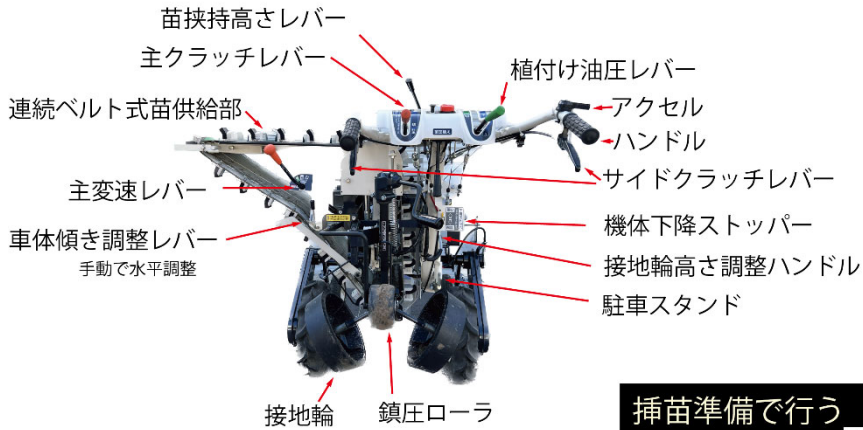


(2023 年 5 月発売予定、1,244,100 円)

本機の特徴は

- ・前後輪同時上下機構により前輪調整が不要となり、移植精度が向上するとともに 旋回作業が容易となりました。
- ・爪が戻る際に苗の持ち帰りを防ぐ苗の連れ出し防止具の追加、苗挟持ブラシの改良などさまざまな改良で苗移植精度が向上しました。
- ・かん水装置を標準装備することで、植付け後の苗の活着が安定するだけでなく、植付爪の洗浄も行え、植付け精度が安定します。

挿苗機各部名称



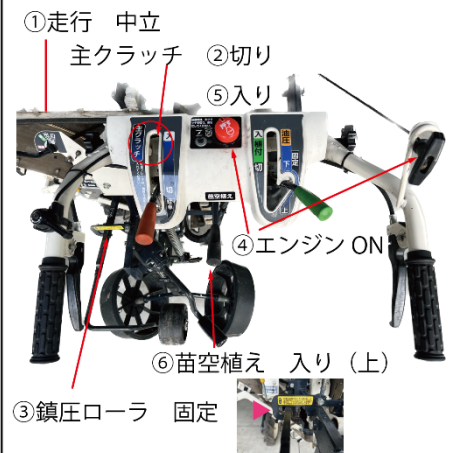
挿苗準備で行う 空苗植え

作業開始前に苗を全テーブルにセットするために空苗植えを使います。

■手順

見えているブラシに、苗を挟んでおく

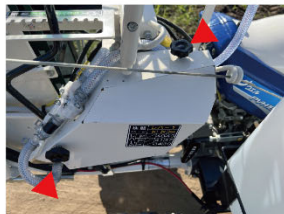
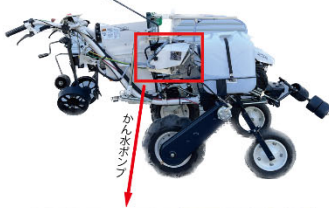
- ①走行中立、
- ②主クラッチ切、
- ③鎮圧ローラ固定、
- ④エンジン始動、
- ⑤主クラッチ入
- ⑥空苗クラッチを上上げて ON
1秒ぐらいでテーブル動き出し苗挿入
空いたテーブルに苗セット
全てセット後、空苗クラッチ切る



使い方を間違えると壊れるポイント

かん水の停止方法

かん水しない時は、必ずポンプを止める。タンクを空にして水が出ないようにするとポンプが空運転になり過熱して壊れます。



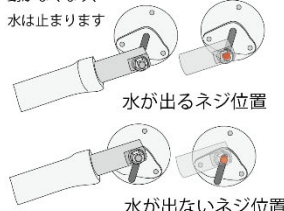
2本のネジを外してカバーを開ける



中には、注射器構造のポンプ



水を止めるには円盤に付いているピストンのネジを緩めて中央で締めるとポンプが動かなくなり、水は止まります

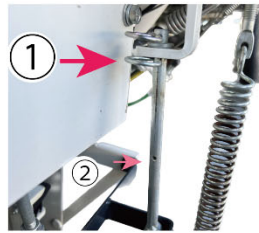


水が出るネジ位置

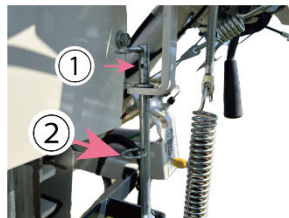
水が出ないネジ位置

上下稼働ピン位置

植付け部の上下動は、移動時には動かないようにしないと振動で壊れます。植付け時には、上下に動き安定した挿苗が可能となります。



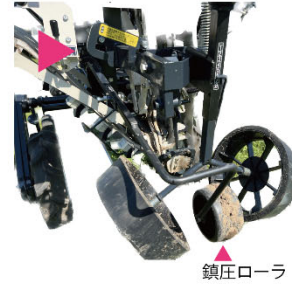
移動時には、①のピン位置



植付け時は、②のピン位置

鎮圧ローラ

植付けで使用時以外は、必ず固定用フックにかけます。空で動かすと振動が大きいため壊れます。



鎮圧ローラ



鎮圧ローラ固定用フック

ギアの入替え

エンジンをかけ空苗植えしながら、レバー動かす事で、ギアの破損を防止します。



株間調整



苗挿入長さ切替

下降防止ストッパー

下降防止ストッパーは、休憩時間などに使用する機能です。長期保管時にはスタンドを使用してください



下降防止ストッパー



機体前後スタンド

新しい移植機の利点



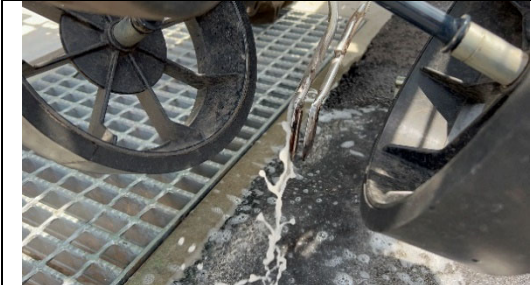
歩行・自走式半自動型船底植え仕様の移植機です。作業者が苗を1本ずつ苗ホルダに供給すると搬送ベルトが苗を持ち回り、畝上面で挟持式植付け爪が苗基部を挟み畝内へ挿入、間欠式鎮圧輪でマルチ上面から鎮圧を行う機構です。植付け姿勢は「船底植え」で挿苗長さ15もしくは20cm、植付け角度30度となります。



従来型

新型

新型機の改良点

	<p>① 移植機の調整容易化</p> <ul style="list-style-type: none">・前輪昇降により溝などの乗り越え、旋回時の操作性が改善しました。
	<p>② 苗の植付け精度対策</p> <ul style="list-style-type: none">・ブラシ強化、苗連れ出し防止装置の付加、ベルト部の挟持安定化・苗分離バーの形状変更・植付けリンク停止位置の見直しより安定した苗の植付ができます。
	<p>③ 付加価値向上</p> <ul style="list-style-type: none">・かん水装置による活着促進が期待できます。

新しい移植機で使える苗の規格

新しい移植機での苗の植付作業を行うとき、苗の形状は植え付け精度に大きな影響を与えます。つまり、機械に合わせた苗の栽培が必要です。



左の写真のように根元から茎の先端まで、真直ぐに生育した苗を使うことで、移植機の性能を最大限に発揮することができます。



曲がった苗であっても根元の曲がり角が少ない苗(写真の左2本:曲り角度40度未満)は機械での植付が可能です。

一方、育苗中に倒伏して根元の部分が曲がってしまった苗(写真の右2本:曲がり角度40度以上)は機械移植に不向きな苗です。

このように、機械に合わせた苗を育苗することで、移植機の性能をフルに発揮することができます。

2. 鹿児島県の「ベにはるか」栽培の作業の流れ

新しい作業機を導入することで育苗、挿苗作業が大きく変わります。
ここでは鹿児島県での「ベにはるか」栽培の作業の流れを紹介します。



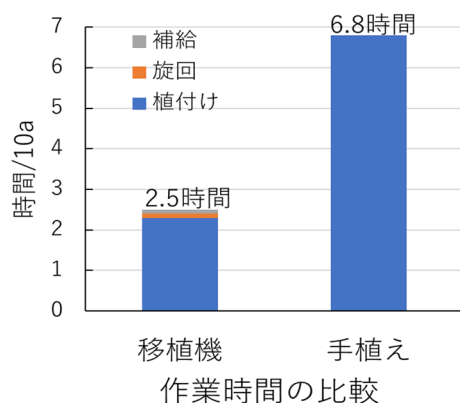
採苗方式	一斉採苗	選択採苗 (慣行)
採苗	1.2	
調整	3.3	
計	4.5	9.3

※本圃10a分の3,500本苗調整で換算

① 採苗作業の作業能率

新技術の縦芋伏せ込み一斉採苗 (P.13 参照)は苗を鎌等で一斉に採取後、作業室等に苗を移動し選別・調整することにより 10a 分の採苗作業が 4.5 時間と慣行の 48%に短縮できます。

一斉採苗は、曲がりの少ない苗が確保でき、ハウス内作業時間が短く日陰の倉庫内での調整が可能のため作業者への負担も軽減します。



② 植付け作業時間

移植機の植付け作業時間は、2～2.5 時間/10a です。移植機を用いることで手植えの 6.8 時間/10a に比べて 1/3 程度に短縮されます。

植付け作業時間は畝幅や株間で変動し、植付け本数が多いと作業時間は長くなります。



③植付け作業精度

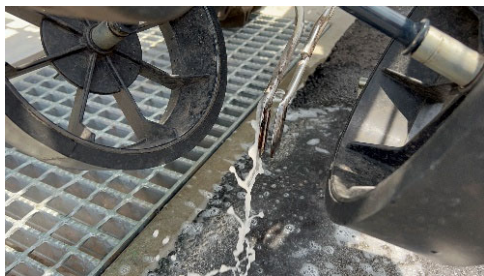
曲がりの少ない苗の確保により、96～88%の正常植え付け精度が達成できます。



④植付け後の姿勢

植付け茎長17～18cm、深さ12～15cm、角度31～36度の船底植えで節数5～6節が植えられます。

挿苗後に鎮圧ローラにより押さえて土と密着させます。



⑤植付け時のかん水量

1株当たりのかん水量は、約20mlで活着率向上が図れます。



慣行手植え(左)

移植機植付け(右)

⑥機械移植の収量・品質

移植機の改良により、収量、品質ともに移植機植付けは、慣行手植えと遜色はありません。

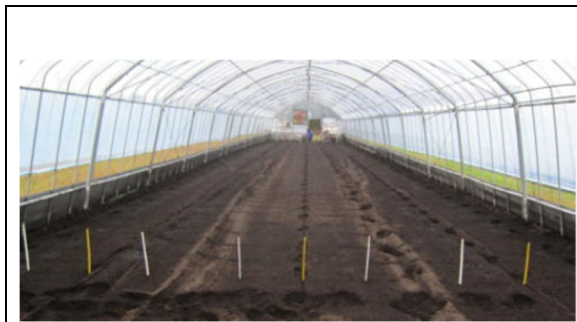
2-1. 地床における種いもからの育苗方法

1) 縦伏せ込み一斉採苗のための苗床造成



① 苗床造成機と必要資材

使用資材は畦波(幅 30cm、厚さ 0.5mm、長さ 20m)、畦波押さえ杭(長さ 50cm)を用い、苗床 20m あたり畦波 20m 巻き2巻き、畦波押さえ杭 50 本が必要です。苗床長が 20m を超える場合は、畦波を 50cm 程度重ねて継ぎ足します。



② 苗床造成前の準備

通路幅を揃えて苗床を造成するために、張り綱等を用いて中心線を引くことが有効です。

肥料は事前に散布・混和あるいは、苗床造成と同時に混和します。



③ 端面処理

苗床造成の始端はハウス妻面に近づけて開始します。

- ・土が寄ったところで、鍬で端面処理を行います。
- ・左右の畦波を引き出し 50cm 程度重ねます。





④ 苗床造成作業に必要な人数

苗床造成作業は、オペレータ1名と左右の補助者2名の3人組作業が効率的です。

補助作業者は、畦波が広がらないよう1mおきに畦波押さえ杭を打ち込みながら、畦波の裾を踏み固めます。



⑤ 苗床造成完成

苗床は、床幅 100cm、床高 20cm です。6m間口のハウスだと3床の造成が可能です。



⑥ 苗床造成の注意点

苗床造成作業はハウス内の後ろ向き作業なので、ハウス妻面での挟まれ事故に注意が必要です。

作業機の幅が広いので、ハウスの出入りは慎重に行いましょう。



2) 種いもの伏せ込み

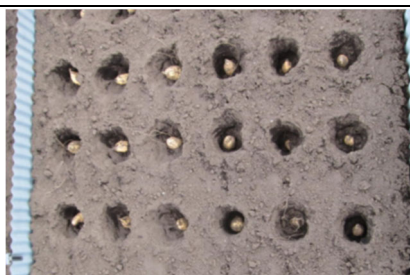


①種いもの伏せ込み穴作成

伏せ込み前に穴開け機で伏せ込み穴を掘削します。

穴開け機は穴深ゲージ兼次穴マーカを装備しており、ゲージの上下で掘削深を調節します。

株間は 23cm で最大掘削深は 25cm です。



②種いもの伏せ込み

種いものなり口を上にし、縦に伏せ込みます。覆土深は 5cm 程度となるようにします。

種いものが短い場合は穴の底に土を入れ深さを調節し、種いものが長い場合は穴の中に強く押し込み覆土深を確保します。


覆土は穴といもの間に隙間ができないようにします。レーキ等を用いると容易です。

覆土終了後、苗床が十分湿るようにかん水を行います。




③黒マルチ被覆

かん水後、苗床表面を黒マルチで覆うと、乾燥防止、雑草抑制の効果があります。

	<p>④黒マルチ除去 種いもが萌芽し始めたら、日焼けを起こすので、黒マルチを除去します。 トンネル被覆をしているので、萌芽始期(1～2割が萌芽した時期)に行います。</p>
---	--

3)育苗

	<p>①刈り揃え 萌芽揃い後、苗がある程度成長した後、5cm(約2節残し)の高さで刈り揃えを行います。 刈り揃えを行うことで、再生してくる苗の生育が揃うため、必要な採苗本数の確保ができます。</p>
--	---

	<p>②誘引ネットの設置 機械移植に適する曲りの少ない苗を生産するためにフラワーネット(15cm×15cm)で誘引を行います。 刈り揃え後、イボ竹を苗床の両端に差し込み、地表付近にフラワーネットを張ります。イボ竹の間隔は1.5m程度とします。 イボ竹の間隔が広すぎると、ネットが弛みやすくなり、苗の曲りが大きくなるので気を付けます。 新芽が展開する前に必ず設置します。</p>
---	--



長い棒の差し込み



両側からの引き上げ



フラワーネットの固定



イボ竹への固定部分

③ネットの引き上げ

苗の草丈が30cm程度になる頃にフラワーネットを地表付近から20cm引き上げます。

ネットを支えるイボ竹の間に長い棒を横から水平に差し込み、両側からフラワーネットを引き上げると効率よく作業できます。

フラワーネットを引き上げた後、イボ竹にやじりバンドを使ってフラワーネットを固定します。

4)採苗と苗調整



①採苗

苗の採苗は一斉採苗で行います。一斉採苗は地際部を 5cm(2節)程度残して採苗します。採苗は、鋏や鎌で1株ごと刈り取ります。刈り取り時に株元を切り揃えることで次苗の伸長が揃います。

採苗後は再びネットを下ろし、育苗します。生育に伴いネットを引き上げることで、曲りの少ない苗が再度得られます。



②苗調整

一斉採苗で得られた苗は、鋏等で茎長を 25cm に調整します。

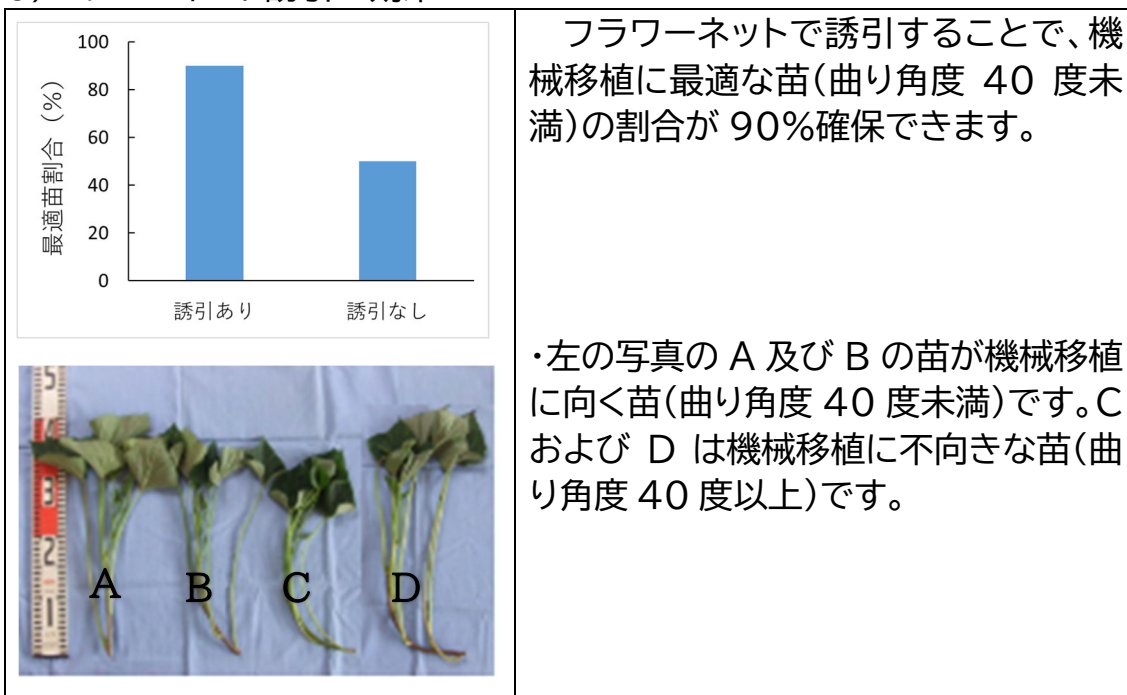
一斉採苗では、ハウス内での作業時間が短く、苗調整は日陰の倉庫内で可能であるため作業者への負担軽減となります。

5)育苗に係る作業時間

		慣行体系	一斉採苗 大隅支場
採苗回数	回		3
本ほ10a苗床	m ²	7.5	6
苗床準備	h	1.34	1.07
造成・伏込	h	1.92	0.82
管理	h	0.15	2.34
採苗	h		1.20
調苗	h	9.30	3.30
計	h	12.71	8.73

苗床の造成から採苗までの本圃10a分(3,500本/10a)の苗の育苗に係る作業時間は、慣行体系の12.71時間に対し、一斉採苗では8.73時間となり、約31%の削減となります。

6) フラワーネット誘引の効果



フラワーネットで誘引することで、機械移植に最適な苗(曲り角度 40 度未満)の割合が 90%確保できます。

・左の写真の A 及び B の苗が機械移植に向く苗(曲り角度 40 度未満)です。C および D は機械移植に不向きな苗(曲り角度 40 度以上)です。

このように縦伏せ込み、フラワーネットでの誘引を行うことでまっすぐな苗の割合を大幅に増やすことができます。

また、一斉採苗を行うことでハウス内での作業時間が短く、日陰の倉庫内で調整が可能であるため作業者への負担軽減にもなります。

2-2. 地床における挿し苗育苗方法

鹿児島県の「安納いも」は、ウィルスフリー優良系統(バイオ苗)を使うことで、収量やA品率は大幅に向上し、内部品質(肉色や糖度)も安定することから、挿し苗育苗法(地床育苗)が確立しています。

ここでは、「安納いも」における新しい挿し苗機に対応可能な曲がりが少ない苗の育苗法を紹介します。

安納いもは、4～6月植付け、8～12月収穫の作型で生産が行われています。ハウス育苗は秋から、トンネル育苗は2月に育苗床に植付けることで、4月からの採苗が可能になります。

1)育苗床と挿し穂の準備



①育苗床の消毒

基腐苗等の病気の蔓延防止のために育苗床を作る1ヶ月前に、土壌消毒(ピクリン、バスアミド等)を行います。

施肥量は、成分量で窒素 10g/m²、リン酸5g/m²、加里7g/m²とします。



挿し苗前の状況

②育苗床の造成

育苗床は床幅 100cm でマルチを張ります。栽植密度は条間15cm×株間15cm の6条植えとします。苗の植付は6穴に6本とします。

床面積:1m×20mでは、1,600本(80本/m²×20m)の苗が必要となります。

植付時にはマルチに穴あけ機などを用いて穴をあけます。

この時、慣行のマルチ穴開け器に対し、回転式カッターを用いることで作業時間を短縮することができます。



マルチ穴開け器

回転式カッター



插し穂

③挿し穂の準備

購入したバイオ苗や増殖苗を5～7節に調整します。使うハサミはガスバーナーで焼いて消毒します。

調整した苗は、ベンレート水和剤500～1,000倍液で、苗全体を消毒します(30分間)。

植付け作業は曇りの日が良いが、晴天日は午後から行うなど、天気を見ながら実施します。

2) フラワーネットの設置と植付け作業



挿し穂後の様子

① フラワーネット設置

植付け作業前にフラワーネット(15cm×15cm目)を設置します。苗が倒れて曲がり苗にならないようにするためです。

イボ竹を苗床の両端に差し込み、フラワーネットを張ります。イボ竹の間隔は1.5m程度とします。

イボ竹の間隔が広すぎると、ネットが緩みやすくなり、苗の曲がりが大きくなるので気を付けます。



1穴2本挿し

② 植付け作業

苗の植付け本数は1穴に2本ずつ植えます。

苗は苗床に垂直に挿し、低温期は活着に時間がかかるので深めに挿すようにします。

3)育苗管理



① トンネルの設置

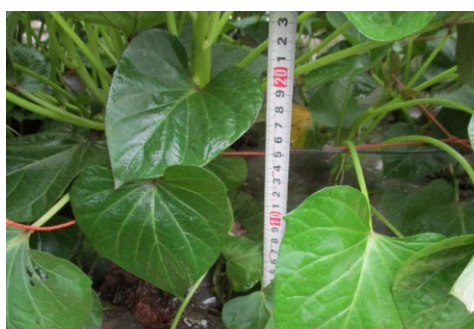
植付け時期は、最低気温が低く活着に影響があるため、ポリフィルム被覆により保温に努めます。

育苗時期の気温や天候をみて、ハウスやトンネルの開閉が必要です。

トンネル内の温度管理は、昼間30℃、夜間20℃を目安に管理します。

朝日が当たりやすい箇所は、早めに開け、苗の焼け傷みを防止します。

夕方陰になる箇所は、早めに閉めることで温度の低下を防ぎます。



茎長 15cm 時のネット引き上げ

② フラワーネットの引き上げ

苗の伸長に伴い、上げていきます。引き上げの回数は1回、もしくは2回とし、約15～20cmの高さまで上げます。

③ 追肥

採苗後に窒素を成分量で3～6g/m²施用し、施用後は必ず散水します。



茎長 20cm 時のネット引き上げ

④ 病害虫防除

防虫ネットや不織布ネットでハウス内への害虫侵入を予防します。

アブラムシ等ウイルス媒介虫は予防的防除(月に1～2回定期的防除)を行います。

⑤ 馴化

採苗時期には十分に換気を行い、外気に慣らします。

4)採苗



採苗後の状況

① 採苗

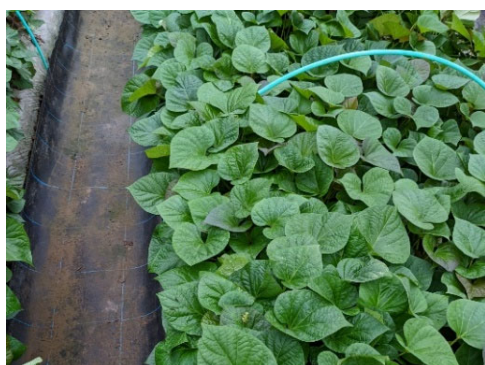
地際部から 5cm程度(2節)残して採苗します。

1回の採苗目標数は約 1,000～1,500 本/20 m²です。3回採苗を行うことで、6×20mのハウスの苗床(育苗面積 54 m²)では、ほ場 30～40a分の苗を確保できます。

②調整

苗は7～8節に調整し、消毒後、ポリフィルムにくるんで保湿します。

5)新しい育苗の効果



フラワーネット誘引による苗の生育

このように挿し苗本数を増やし、トンネルを設置し、フラワーネットで誘引することで、機械挿苗に適した曲がりの少ない苗が得られます。

2-3. 移植機の調整方法

新しい移植機は、調整をしっかりと行うことで植付け精度が上がります。
以下に作業のポイントを示します。

1) 移植機の植付け精度と作業時間短縮のための畑準備



① 移植機が作業しやすいように通路を整地します

畝立てマルチ展開後に、畝間や旋回部分を移植機が安定して走るように走行面をならします。



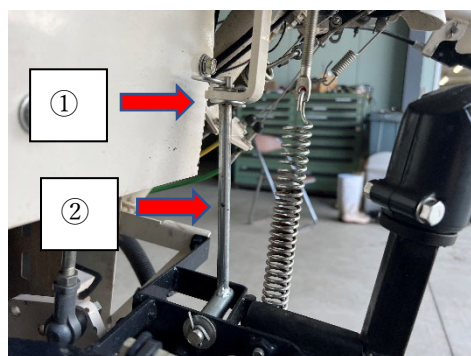
先に排水溝を切ると旋回時に危険です

② 排水路は、植付け後に切りましょう

基腐病対策の排水溝の作成は、移植機の旋回が容易なように植付け作業後に行います。

また、枕畝がなければ、旋回作業も行きやすく、雨水をせき止めないので排水対策にもなります。

2) 移植機の準備



① 移動 機械移動時固定ピン位置

車での搬送時や自走移動時は、ピンを搬送位置①にして植付け部が上下動しないように固定します。

植付け部が、振動により上下にバタバタすると機械が損傷する可能性が高くなります。

植付け前に、固定ピンを下の位置②にし植付け部が上下動するか確認します。



②かん水(植付け同時かん水)

かん水時には、タンクに水を入れて、挿入部から植付け時に20ml程度のかん水を行います。かん水しないときは、ポンプの焼き付き防止のため、ピストンのネジを円の中央に締め直してポンプを停止させます。タンクの水を抜いてポンプを動かし続けると過熱してポンプが故障することがあります。



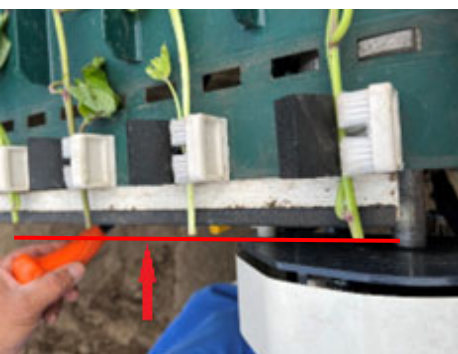
レバー1(右)とレバー2(左)



③植付け株間調整

レバー1 とレバー2 の組み合わせで植付け株間調整します

レバーが引っかかって動かないときには、エンジンをかけ主クラッチをオンにしてレバーを動かし引っかかりを取ります。



④苗を挟む位置

適正な長さで挟みましょう。

苗を挟む位置は、黒い保護位置(図中の赤線)を目安にします。保護位置よりも長く挟むと、植付け時に茎先が曲がり植付け時の抵抗が大きくなるだけで、利点はありません。



⑤苗のセットの方法

苗がセットされていないと、植付けできないので、畝のはじまりから苗を植えるため、苗空植え(P.2参照)を使用して苗すべてのホルダに挟みます。

クラッチ位置は、走行中立、植付けクラッチオフ、空苗植えオン、主クラッチオンで機械は動かず、植付け部と送りベルトのみが動き苗をホルダにセットすることができます。



⑥機械挿苗高さ位置調整

苗挟持ブラシ位置はマルチからの高さを指1本から2本とります。



⑦走行安定

ゲージ輪でしっかりマルチ部分の畝をつかむように、幅と高さを調整します。

土にゲージ輪が接触するので、高さの調整は大切です。

3) 植付け開始



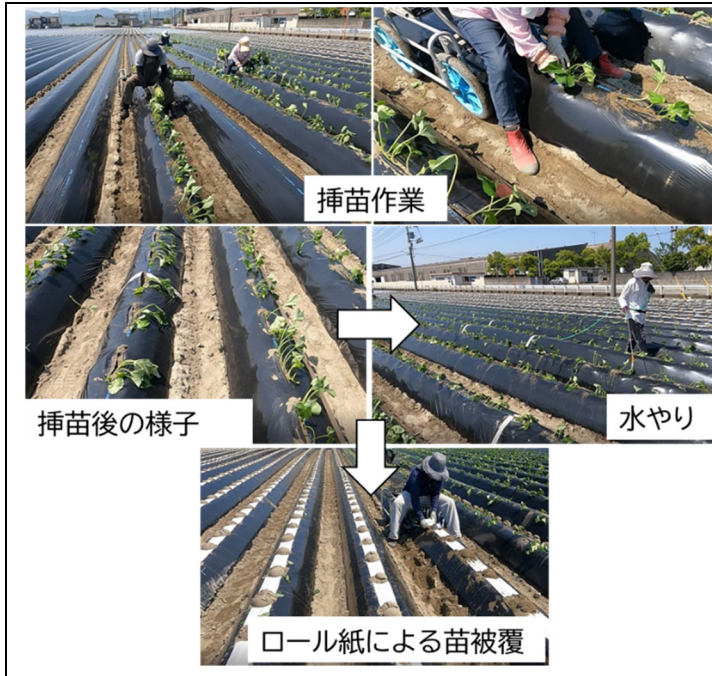
①植付け

植付け速度の調整は、アクセルで行います。

畝中心に苗を植えるため植付け作業中に水平レバーにより機体の水平調整を行います。

3. 徳島県の「なると金時」での作業の流れ

ここでは徳島県での「なると金時」栽培の作業の流れを紹介します。



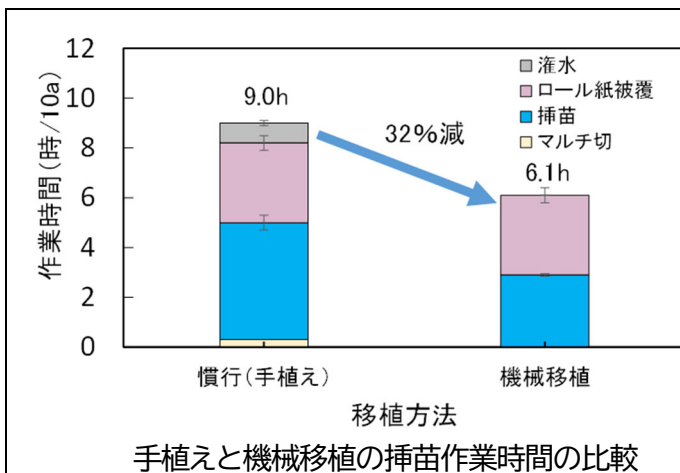
① 慣行作業

徳島県のサツマイモ栽培は畝幅75～80cm、株間42～50cmで挿苗します。挿苗作業は、まず、挿苗前に専用マルチカッターで植穴部分のマルチに切れ目を入れます。次に車輪のついた作業椅子に座り、手作業で挿苗します。挿苗後はかん水し、風よけと日よけを兼ねたロール紙等で植えた苗を覆います。



② 移植機での作業

移植機は、一人で作業ができます。また、移植機は植付爪がマルチを破り挿苗すること、かん水機能がついていることから、慣行手植え作業におけるマルチ切り、かん水作業が省略できます。



③ 作業時間の比較

移植機による作業時間は、人手による挿苗時間と比べて38%少なくなります。挿苗関連の総作業時間は、マルチ切り作業やかん水作業が削減できるため、慣行作業時間よりも32%減ります。



上:鹿児島県で使われる苗

下:徳島県で使われる苗



A

A:苗供給ベルトに苗をセットする様子。



B

B:苗がセットされた苗供給ブラシ(写真の黄色丸はブラシ式苗挟持部)。



C

C:移植爪に苗が把持された様子

④作業精度

徳島県で用いる苗の形状は、鹿児島県等とは異なり、葉柄が一方方向に伸びた強い苗です。今まで徳島県で移植機が普及しなかったのは、機械移植時に一方方向に向いた葉柄や葉が邪魔になり、移植精度が低下することが原因でした。

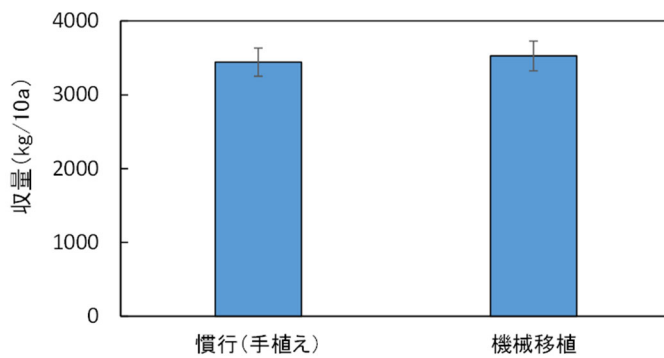
しかし、新しい移植機は植付機構や苗挟持ブラシ等の改良により、葉柄が一方方向に伸びた強い苗でも98%以上の機械移植精度が達成できます



手植えのいもの様子



機械植えのイモの様子



手植えと機械移植による収量

手植えと機械移植による着いもといもの形状

	1株当たりの 着生イモ重(g)	1株当たりの 着生イモ数(個)	1株当たりの 平均イモ重(g)	いもの 縦横比 ^Z
慣行 (手植え)	1102±84	5.1±0.2	227±20	3.0±0.1
機械移植	1129±64	5.8±0.4	214±22	2.8±0.1

Z:縦横比=いもの長さ/いもの直系(長径)

⑤機械移植の生育と収量

機械移植と手植えの初期発根は変わらず、塊根(いも)の重量、個数及び形状も大きな差はありません。

このことより、移植機を用いた栽培は手植えと同等の収量、品質が確保できます。

3-1. 高設育苗による挿し苗育苗方法

徳島県の育苗は、ウイルスフリー苗を2月～3月にビニールハウス内の苗床に定植します。そして、約 40cm 以上に育った蔓を選択して定期的に採苗します。その後、蔓長 30cm～35cm に調節して定植用の苗とします。慣行の地床採苗は膝を曲げてしゃがみ、絡まる蔓を解きながら採苗するため、足腰に負担が大きくなります。そこで採苗時の作業姿勢の改善を目指し、高設棚、培地耕による養液育苗法を考案しました。

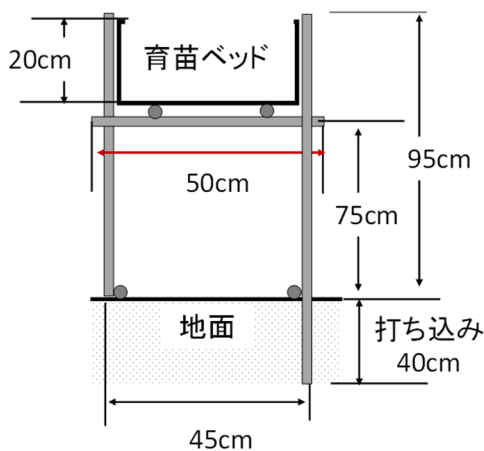
1) 育苗ベッドの構造と作業性



地床育苗の採苗



高設棚育苗による採苗適期



高設棚の断面図

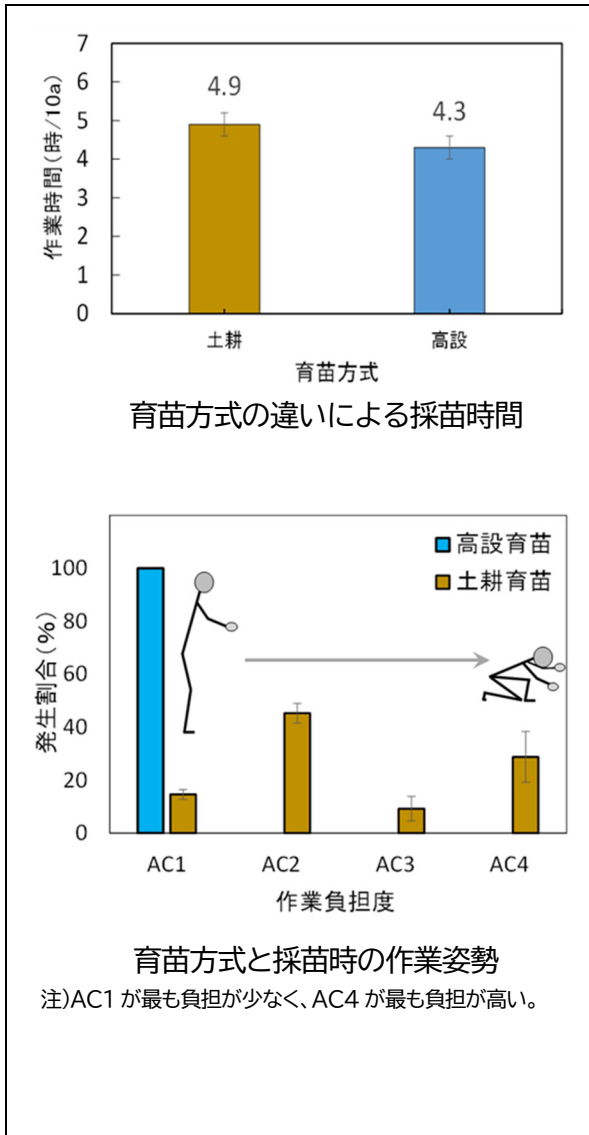
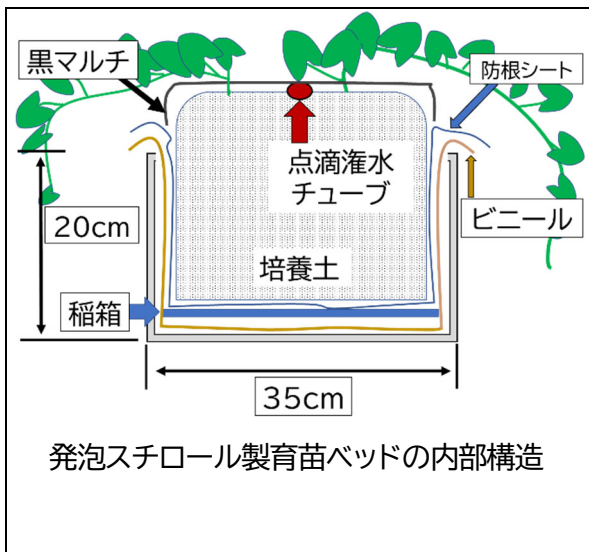
図中の灰色はスチール(φ19mm)の支柱

① 育苗ベッドの構造

採苗作業時の姿勢、蔓の絡まりを解き易さを考慮し、育苗ベッド幅を狭くしベッド間に蔓を垂らす方式です。

作業性を考慮すると、ベッドの高さはベッド上面が作業者の肘よりも下が適しています。作業者に合わせて調節してください。

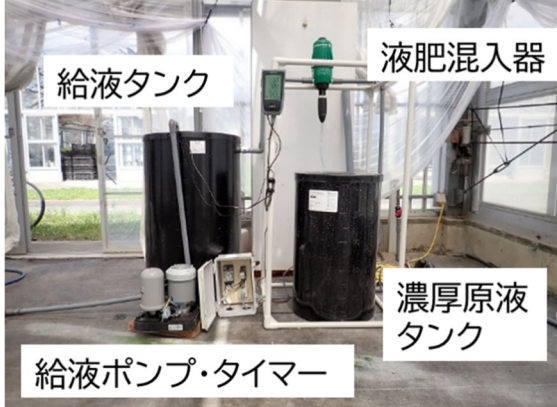
ベッド内部の構造は、イチゴ等の養液栽培とほぼ同じです。サツマイモの育苗で重要なのは十分な排水性を確保することですので、十分な排水路を確保してください。排水路は、稲の育苗箱(1300 穴)や排水用コルゲート管を用います。サツマイモの蔓はベッド両側から垂れますが、ベッド上面にも繁茂します。ベッド幅 35cm 程度なら、ベッド上に繁茂した蔓を解く時も背中に無理な姿勢を強いることなく、楽な作業ができます。



② 作業時間と作業姿勢
 高設棚による採苗時間は、地床に比べてそれほど減りません。
 しかし、作業姿勢を OWAS 法で評価すると、高設棚による育苗では有害な作業姿勢は無く、地床育苗に比べ高設棚による育苗は作業姿勢改善に有効です。

OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) 法
 姿勢分類と評価基準によって作業姿勢を 4 段階の categories で評価して、リスクを評価する手法。評価は AC1~AC4 で示される。
 AC1: 筋骨格系に負担は無く改善は不要。
 AC2: 筋骨格系に有害であり近いうちに改善すべき。
 AC3: 筋骨格系に有害であり、できるだけ早期に改善すべき。
 AC4: 筋骨格系に非常に有害であり直ちに改善すべき。

2)育苗管理




給液タンク

液肥混入器

濃厚原液タンク

給液ポンプ・タイマー

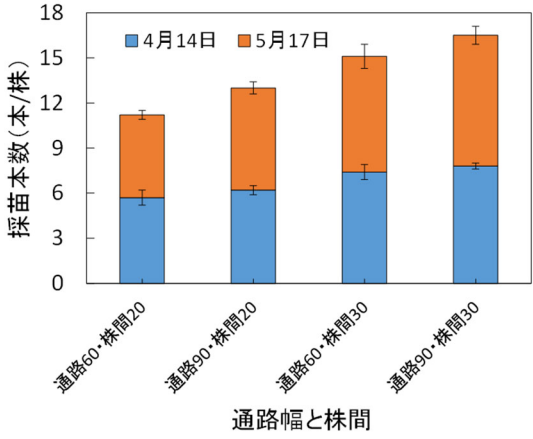
給液システム



給液チューブの敷設

③ 培養液管理

与える培養液は、養液土耕3号(窒素:水溶性りん酸:水溶性加里=15:15:15(%))、OAT アグリオ株式会社の1000倍液、EC約1ds/mを1回あたり7~10分間、1日当たり3~4回程度とします。液肥の量は1株あたり1回に約220ml~260mlです。この事例は、不足なく十分に与えた場合ですので、生育や天候に合わせて調節してください。



採苗本数(本/株)

■ 4月14日 ■ 5月17日

通路幅と株間

栽培密度と1株当たりの採苗本数

栽培密度の違いと面積当たり採苗本数の比較

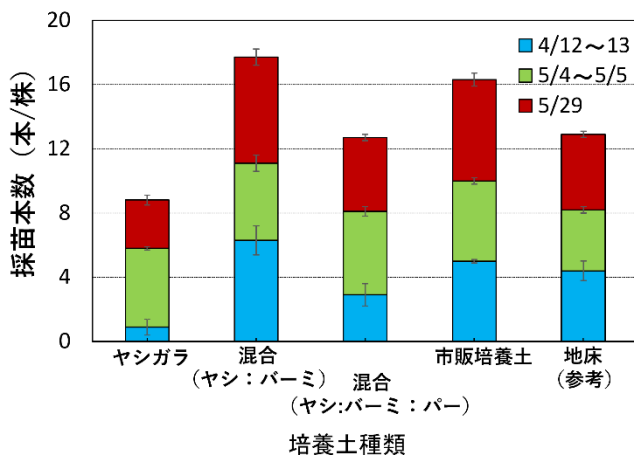
	採苗本数(本/株)	栽培密度(株/m ²)	採苗本数(本/m ²)
通路60・株間20	11.2	7.5	84
通路90・株間20	13.0	6.0	78
通路60・株間30	15.1	5.0	76
通路90・株間30	16.5	3.9	64
(参考)地床育苗	約13	3~6	39~78

④ 栽植密度と採苗本数

高設棚における育苗ベッド間の通路幅60cm、90cm、株間20cm、30cmを組み合わせ採苗本数を比較すると、栽植密度が低い(疎植ほど)、一株当たりの採苗本数が増え、面積あたりの採苗本数は栽植密度が高いほど増えます。苗質は栽植密度で大きな差はありません。

ただし、株間20cmでは絡まった蔓を解きづらく、通路幅60cmでは、蔓が繁茂すると通路が通れなくなります。

以上のことより、作業性と株当たりの生育からは通路幅90cm、株間30cmが適切ですが、採苗本数と作業性を勘案して栽植密度を決定してください。



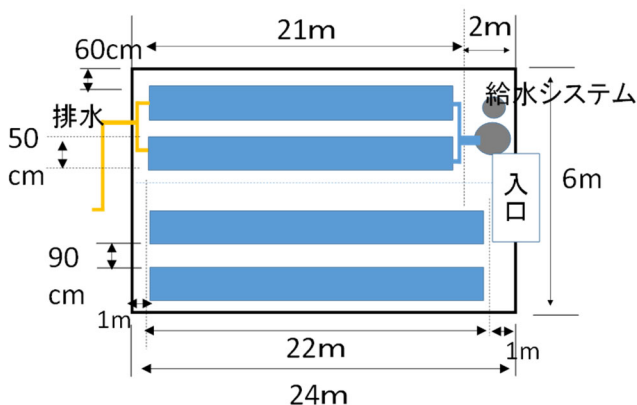
培養土の種類による採苗本数

注)ヤシ:パーミはヤシガラ、パーミキュライト GL をそれぞれ体積比 1:1 で混合した。
ヤシ:パーミ:パーはヤシガラ:パーミキュライト:パーライトをそれぞれ 1:1:1 で混合した。

⑤ 育苗培養土

サツマイモの培地耕養液育苗では、培養土の選択が生育に大きな影響を及ぼします。

ヤシガラ単体(湿りやすく排水性が悪い)、パーライトを多く混ぜた培養土(乾き易い)では、生育抑制や葉の黄化などが起こります。市販培養土でもパーライトを多く含んだ乾き易い培養土やピートモス主体の排水性の悪い培養土で生育抑制が認められています。サツマイモの育苗には、ヤシガラ:パーミキュライト = 1:1(体積比)の培養土など保水性と排水性のバランスの良い培養土が適しています。



通路幅 90cm の育苗ベッドの配置

農家実証における高設育苗の採苗本数

採苗本数(本/株)	
4/11	2.2
4/18	3.2
4/24	2.8
5/2	1.9
5/7	2.2
5/13	3.4
5/19	3.4
5/29	5.2
6/9	4.9
合計	29.1

⑥ 農家での実証(採苗本数)

サツマイモ農家に設置した高設棚養液育苗施設で、4月~6月前半にかけて約1週間ごとに採苗したところ、29.1本/株が採苗できました。左図の育苗ハウス(144m²)で17,878本の苗が採れ、本圃60a分の苗が採れると試算されました(本圃10aあたり2975本定植(畝幅80cm×株間42cm)で計算))。

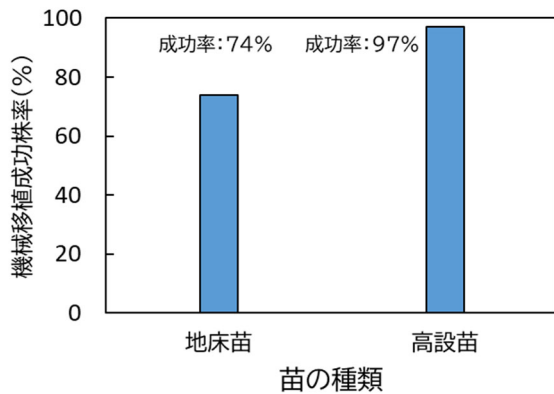
3)高設棚養液育苗の苗形状と経費試算



育苗ベッドから垂れ下がった蔓

地床育苗と高設育苗の苗形状

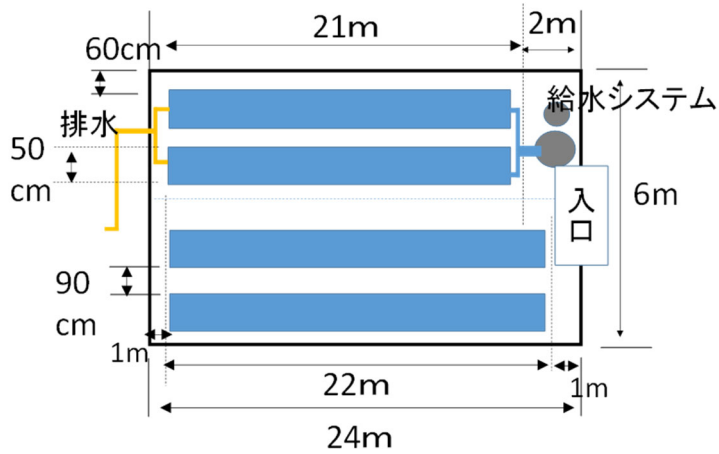
	最長葉柄長 (cm)	苗曲がり度 (°)
地床苗	20.7 ± 0.6	38 ± 4
高設棚苗	14.4 ± 0.5	59 ± 2



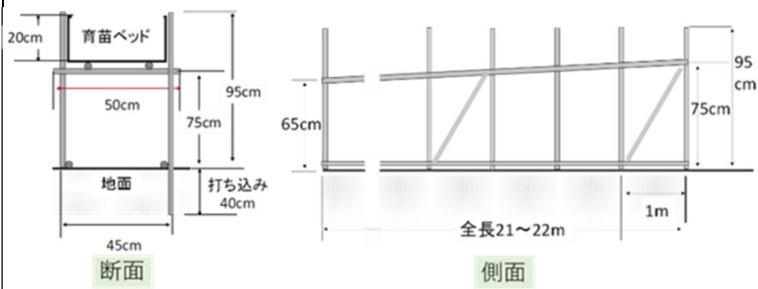
地床育苗と高設苗の機械移植精度

①高設棚育苗の苗形状と機械移植

高設棚の苗は、地床苗に比べて主茎が湾曲した苗が多くなります。育苗ベッド上面に繁茂した蔓は曲がりませんが、育苗ベッド側面から垂れた蔓は湾曲します。しかし、この湾曲した苗を使用しても、移植機による移植精度は低下しません。



経費試算に用いた施設



育苗棚の構造

②経費試算

経費試算に用いたハウス内の設備配置と構造は図のとおりです。

面積 144m² のハウスにかかる設備費は、総額約60万円となります。また、栽培にかかる経費は培養土 7 万円、液肥 3 万円で 1 作約 10 万円かかります。

高設溶液育苗にかかる設備費

	個数	単価	計	備考
育苗ベッド支柱	104	1,177	122,408	直管パイプ1本5.5mm φ19スチール
支柱接続部材	400	66	26,400	φ19 (パイプクロス、バネ等)
スチロール製育苗ベッド	86	800	68,800	長さ1m (商品名: とこはる II 型、得能種苗 (株))
排水用育苗箱	140	199	27,860	1300穴
養液栽培用止水シート	1	10,109	10,109	黒 0.15*90*100m
防根透水シート	1	17,776	17,776	商品名: ラブシート (ユニチカ) BKD20507 1050m×100m
灌水チューブ ユニラム	1	41,600	20,800	RC17 (ネタフィルム) 20cmピッチ 200巻き
ユニラムコネクタ関係	1	1,100	1,100	スタート、エンドのコネクタ4個づつ
養液タンク	1	20,196	20,196	200L 黒 丸形
濃縮液肥タンク	1	14,003	14,003	100L 黒 丸形
給水用部材及びボールタップ等	1	10,000	10,000	
フィルター、逆止弁等	1	15,000	15,000	
液肥混入器	1	95,700	95,700	商品名: ドサトロDR6-GL (サンホープアクア) 50mL/m
給液ポンプ	1	85,000	85,000	商品名: カワエース (川本ポンプ) NR206S
給液タイマー等	1	20,000	20,000	
排水配管	1	10,000	10,000	
給液タンク用養液測定機	1	32,780	32,780	EC、pH、水温、商品名: ハイドロマスター
設備費総計			597,932	

注) 2021年時点での価格

高設溶液育苗にかかる消耗費材費

培養土				
	個数	単価	計	備考
ヤシガラ、パーミキュライト混合の場合				
ヤシガラ	10	2,255	22,550	200L入り
パーミキュライト	36	1,260	45,360	60L入り GL
混合培養土 計			67,910	

液肥				
	個数	単価	計	備考
養液土耕3号 (OATアグリオ)	6	4,742	28,452	10kg入り 15:15:15

注) 2021年時点での価格

3-2. 高設育苗苗を用いた場合の植え付け機の調整方法

徳島県で移植機の移植精度が低下する原因は、次の二つでした。その一つは、苗供給ベルトに苗を固定して搬送する際、長い葉柄や葉が邪魔になり苗の姿勢が安定せず、位置ズレを起こし植付爪で苗を挟持できないことです。もう一つは、植付爪が苗をつかんだ後土中に苗を挿入する際、長い葉柄と葉が苗挟持ブラシに引っかかり苗を機械から取り出せないことでした。新しい移植機でも一部の苗形状や機械への正しくない苗供給方法は、移植精度低下を助長しますので注意点を以下に示します。

1) 苗形状と機械への苗供給方法

	<p>上:基部曲がり苗</p>	<p>①基部曲がり苗 主茎の切除部分(基部)がL字などに曲がった苗は、移植機の植付爪が苗基部を上手く掴めず、「苗つかみ損ね」を招き移植精度が低下する主要原因になります。 基部曲がり苗は、苗調整時に基部を切除してください。そうすれば、「苗つかみ損ね」が発生しません。</p>
	<p>基部曲がり苗は植付爪で苗がつかめない(赤丸部:曲がり)。</p>	
	<p>基部が曲がっていない苗は植付爪で正しく苗をつかむことができる</p>	

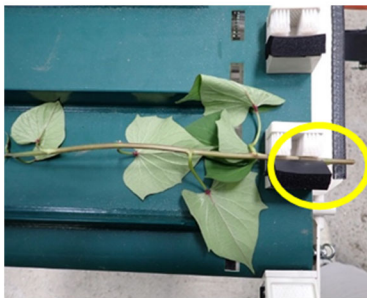
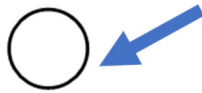


左:湾曲した苗



右:曲がりの無い苗

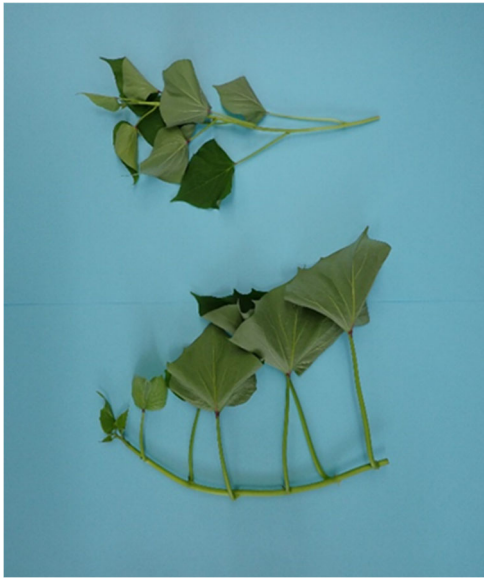
湾曲した苗の植え付け機への設置方法



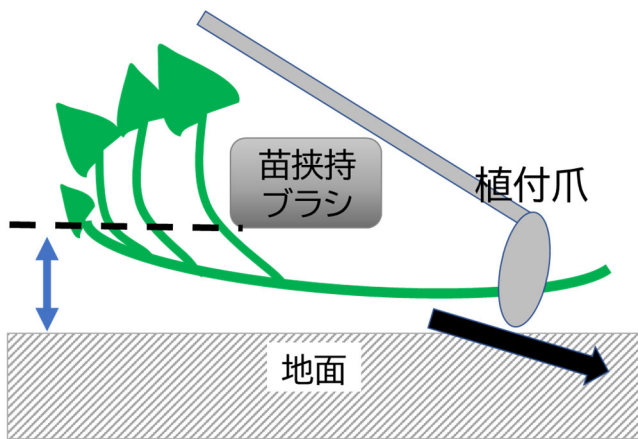
左のように上から見てまっすぐに苗を押し込む。
右のように横向きにすると苗基部が正しい位置にならない。

②湾曲苗

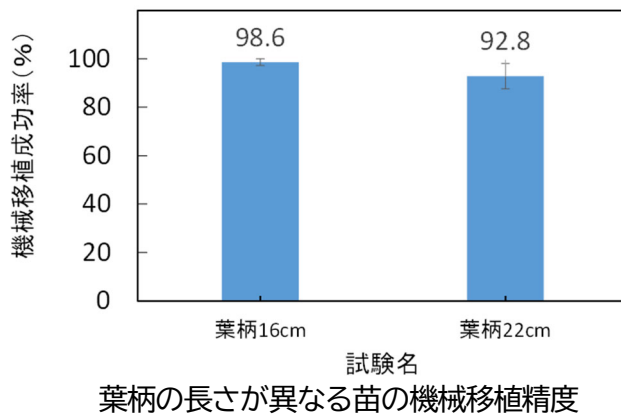
主茎基部の部分的な屈曲と異なり、苗全体が弓型に湾曲した苗です。新しい移植機は、湾曲苗も精度よく移植できます。ただし、供給テーブルへ苗を設置する際、上からみて真っすぐになるよう苗を供給テーブルに押し付けて挟持ブラシに挟んでください。苗を横向きに設置すると、苗基部が正しい位置にこないため植付爪が苗を掴めない「苗つかみ損ね」が発生します。



下:徳島県で用いられる葉柄一方向苗



植付時に葉と葉柄が苗挟持ブラシに引かかる場合



③葉柄一方向苗

葉柄が主茎に対してほぼ垂直の一方に伸びている苗で、徳島県の主要な苗形状です。

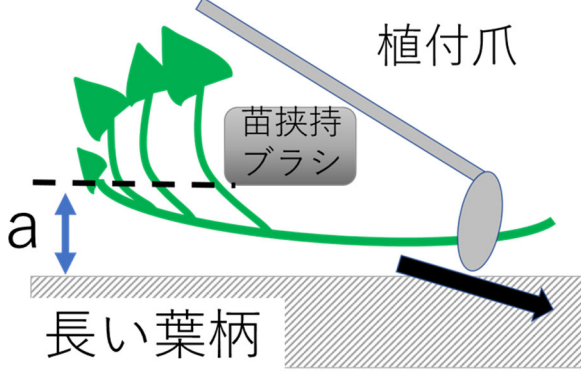
従来の移植機は、葉柄や葉が邪魔になり機械の稼働で苗の姿勢が変化し、「苗つかみ損ね」が多発していました。新しい移植機は苗挟持ブラシ等の改良により苗姿勢保持力が高まり、葉柄一方向苗の移植精度が向上しました。

ただし、葉柄が長すぎると挿苗の際に葉柄や葉が苗挟持ブラシに引っかかり、苗を挟持ブラシから引き抜けず移植精度が低下します。葉柄の向きや硬さや葉の大きさにもよりますが、最大葉柄長が20cm(主茎から葉の付け根までの葉柄の長さ)を超える場合は注意が必要です。

この問題の解決に有効な移植機の調整方法については、次頁の「2)植え付け機の調整方法」の項で説明します。

2)挿苗時の苗挟持ブラシへの引っかかりを回避する調整方法

徳島県の主な苗は、葉柄が主茎に対してほぼ垂直に伸びた葉柄一方向苗です。前頁の「葉柄一方向苗」で示したように葉柄が長すぎると、挿苗の際に葉柄や葉が苗挟持ブラシに引っかかり、苗を挟持ブラシから引き抜けず、移植精度が低下します。



長い葉柄

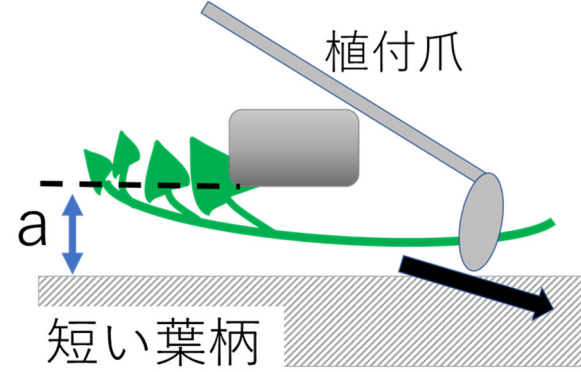
長い葉柄の苗でミスが起こる原因

- ・葉柄が長いと図中央のブラシに葉が引っかかりやすい。
- ・aの距離が短いとブラシに葉が引っかかりやすい。
- ・葉がブラシに挟まると植付爪で苗を引き抜けない。

葉柄が長すぎ、挿苗の際に葉柄や葉が苗挟持ブラシに引っかかり苗を挟持ブラシから引き抜けない場合には、挟持ブラシと土面との距離aを広く取る必要があります(左上図)。

通常苗を挿苗する際のaの距離は、2～3cmが標準です(左下図)。葉柄が長く主茎に対し垂直で生育の強い苗を用いた場合、もしくは、挟持ブラシに葉柄が引っかかる現象が見られた場合は、aの距離を5～6cm程度と広めに調整してください。


ただし、葉柄が主茎に対し垂直でなく、斜めである場合は、aの距離が標準でも移植精度は低下しません。




短い葉柄

通常苗(葉柄の短い苗)の挿苗時

葉柄
垂直



葉柄
斜め



葉柄垂直苗を葉柄斜め苗

お問い合わせ先

〈 鹿児島県農業開発総合センター 〉

〒899-3401

南さつま市金峰町大野 2200

Tel: 099-245-1081

<https://www.pref.kagoshima.jp/>

〈 徳島県立農林水産総合技術センター 農産園芸課 〉

〒779-3233

徳島県名西郡石井町石井 1660

Tel: 088-674-1940 fax: 088-674-3114

E-mail : nousanengeikenkyuuka@pref.tokushima.jp

<https://www.pref.tokushima.lg.jp/tafftsc/>

〈 井関農機株式会社営業本部 アグリインプル事業部 〉

〒116-8541

東京都荒川区西日暮里 5-3-14

TEL: (03)-5604-7610

<https://products.iseki.co.jp/yasai/isyoku/yasa-02>

〈 農研機構 九州沖縄農業研究センター 研究推進室 〉

〒861-1192

熊本県合志市須屋 2421

Tel: 096-242-7530

E-mail : q_info@ml.affrc.go.jp

<https://www.naro.go.jp/laboratory/karc/index.html>