

青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立 ～徳島県の事例を中心に～

徳島県立農林水産総合技術支援センター農産園芸研究課
統括研究員

むらい 村井
こうじ 恒治

1 はじめに

徳島県のサツマイモは、令和3年農林水産省「作物統計」によると作付面積1,090ha、収穫量27,100tの全国第5位であり、「なると金時」として全国に知られ、徳島県の重要なブランド品目である。「なると金時」は、徳島県の吉野川下流域・県北東部の海岸沿いに位置する鳴門市、松茂町、徳島市および北島町の砂地畑で栽培され、優れた外観品質により、京阪神市場を中心に高値で取引されている。近年、高齢化による生産農家戸数の減少や人手不足から農地集積が進み、若い担い手の耕作面積が増加傾向にある。この傾向は、全国で、今後も進むと予測され、更なる省力化と軽労化が求められている。

徳島県のサツマイモ栽培は、他の露地野菜に比べ、作業の機械化が進んでいる。畦立て成型、マルチ被覆および土壤消毒が一度にできる作業機や、つる処理機、マルチ回収機、収穫機、ひげ根焼き機およびイモ洗浄機など、栽培から調整まで、機械が導入されている。その一方で、移植、育苗に関する作業は、省力、軽労化が進んでいない。移植、育苗の作業時間は、それぞれ、総作業時間の6～7%程度だが（徳島県調べ）、腰を曲げた姿勢での作業で労働強度が高く、規模拡大の制限要因となっている。

そこで、平成30年度から令和4年度までの5年間、移植の機械化と育苗の軽労化を目的に、農林水産省戦略プロジェクト研究推進事業、現場ニーズ対応型「青果用かんしょの省力機械移植栽培体系の確立」において、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、井関農機株式会社、鹿児島県大隅地域振興局曾於畑地かんがい農業推進センター、（株）吉川農園および徳島県立農林水産総合技術支援センターが共同で研究開発を行ってきた。本稿では、その中でも徳島県に関連の深い船底・斜植対応かんしょ移植機と高設養液育苗システムの開発について紹介する。

2 かんしょ移植機の開発・改良

（1）かんしょ移植機開発の背景と目的

現行のかんしょ移植機は、平成30年までに全国で約600台普及しているが、稼働率は2割と低い（井関農機（株）調べ）。その原因は、移植機に適する苗形状の許容範囲が狭く、移植成功率が低くて不安定であること、圃場に合わせた機械の調整が難しいことであった。そこで、本プロジェクトの目的は、様々な形状の苗でも安定した機械移植成功率を実現すること、圃場に合わせた機械調整が簡便にできる構造にすることとした。そして目標は、移植成功率95%

以上、移植にかかる作業時間を手植えに比べて3割削減することとした。

(2) 苗形状と機械移植成功率

現行移植機（PVH100-70PBLG）（図1）を用いて、苗形状が機械移植成功率に及ぼす影響について調査した。その結果、節数、葉柄が多い多節苗の移植成功率は、46%と非常に低くなった（図2、3）。一方、主茎の曲がり小さい「曲がり小苗」と曲がりの大きい「曲がり大苗」は、移植成功率に大きな差はなかった（図2、3）。以上のことより、移植精度は、主茎の曲がりよりも、葉柄や葉の数に影響されやすいと考えられた。徳島県の苗は、主茎に対して垂直の一方に、長く、太い葉柄を持つ形状（葉柄一方向苗）が一般的である。この葉柄が邪魔になり、機械移植精度を低下させている可能性が高いため、基部から2本目までの葉柄を除去し、移植精度を調査した。

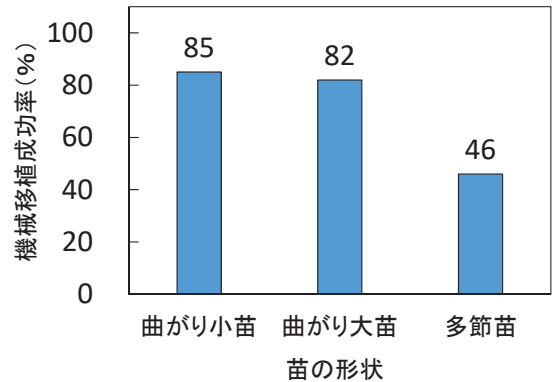


図3 苗の形状と機械移植成功率

その結果、葉柄を除去した苗では、移植成功率が95%以上となった（表1）。これらの結果と機械移植時の観察から、徳島県で使われる葉柄一方向苗の移植ミスは、次の要因により発生することがわかった（図4）。

①ブラシ式苗挟持部に苗を挟む際、長いあるいは多い葉柄が邪魔で正しく苗を機械に固定できない、②苗が固定できても、連



図1 試験に用いた移植機

表1 葉柄切除の有無による機械移植精度

	移植成功率(%) ^z	苗つかみ損ね率(%)
無摘葉苗	86.7 a	13.3
2本摘葉苗	95.0 b	0
4本摘葉苗	96.7 b	3.3

注) 試験区の摘葉本数は、苗基部から成長点方向へ数えた節数までの葉柄と葉を切除した。

^z 機械移植20回の3反復で実施。異なる英文字間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す。

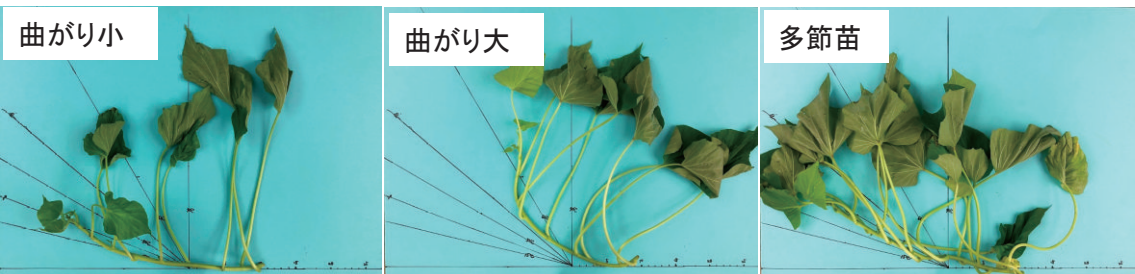


図2 機械移植精度試験に用いた苗の種類



図4 移植成功率が低くなる原因と発生行程

続ベルト式苗供給部が回転し、機体下部に苗が送られる間に、苗の姿勢が変わる、③苗基部が適正位置からずれ、植付爪で掴めず、移植ミスとなる。

この回避には、機械の苗を挟持する力をあげ、苗の姿勢変化を防止することが有効と考えられた。

(3) 改良機の特徴

機械移植成功率を向上させるために、ブラシ式苗挟持部の挟持力向上に取り組んだ。従来の柔らかい苗挟持ブラシ（黒色）から硬いブラシ（白色）に変更すると（図5）、植付爪の苗掴み損ないが減少した（図6）。そして、葉柄の多い苗、葉柄が太い苗および主茎が大きく湾曲した苗でも高い移植成功率を達成できた（データ省略）。これは、機械の苗挟持力が向上し、苗の姿勢変化が少なくなったためと考えられた。

次に、苗挟持ブラシを硬い素材に変えたため、主茎に対し垂直かつ長い葉柄を持つ苗は、植付爪で苗をブラシから引き抜く際

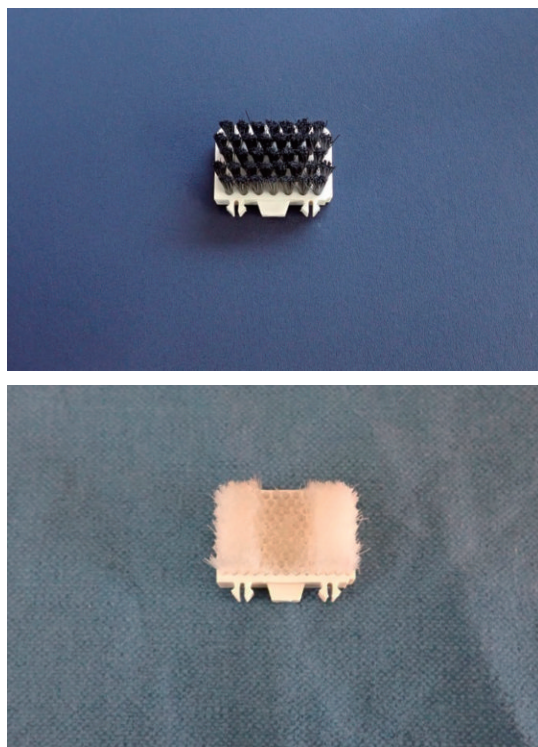


図5 従来の柔らかいブラシ（上）、改良した硬いブラシ（下）

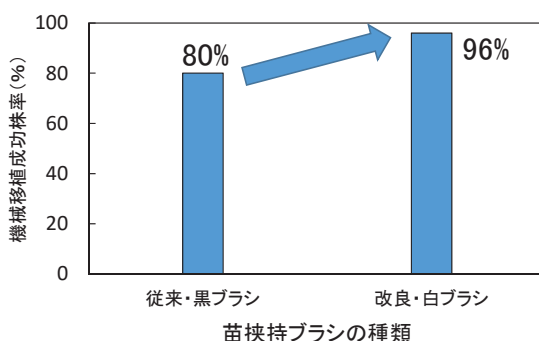


図6 苗挟持ブラシの違いと機械移植成功率

に、葉と葉柄がブラシに挟まり、苗を引き抜けない現象が発生し、移植精度が低下した（図7）。これは、苗挟持ブラシと土面の距離（図7のa）が、葉柄長に対して短いために発生する移植ミスだと考えられた。そこで、苗挟持部高さ調整レバーを操作し、図7に示すaの距離を通常の2～3 cmから広めの5～6 cmに設定すること

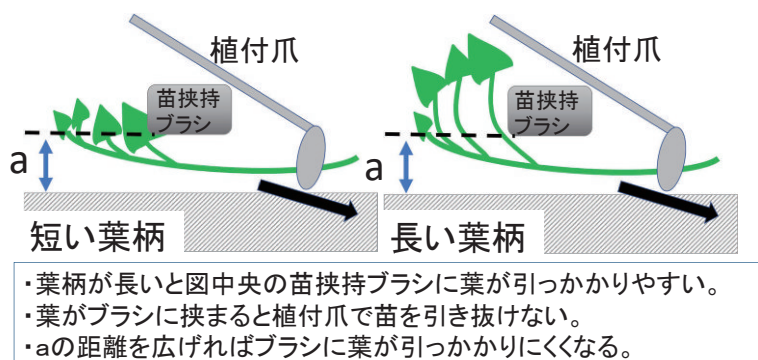


図7 改良後の移植機における長い葉柄の苗でミスが起こる原因

により、移植ミスをなくすることが可能となった（データ省略）。

更に、苗挟持ブラシの形状の改良、苗連れ出し防止具の追加などにより、幅広い苗形状に対応できる移植機に改良でき、移植精度が向上した。

機械調整に関係する改良は、畦ガイドローラー、灌水機構、前後輪同時上下機能、車体高さ調整等などであり、様々な圃場条件に適応しやすくなっている。

（4）改良機の導入効果

改良機が普及するには、安定した移植精度、生育および収量が慣行と同等、作業性の向上効果が高いことが重要である。まず、現場実証から、改良機はいずれも98%以上の移植成功率が実現できた（図8）。次に、手植えと機械植えの初期発根量、収量および品質に大きな差はなかった（図9）。更に、徳島県における慣行の手植えと改良機による作業時間を比較した結果、移植作業全体の作業時間を32%削減できた（図10）。

以上より、改良機は高い普及性を有すると考えられた。

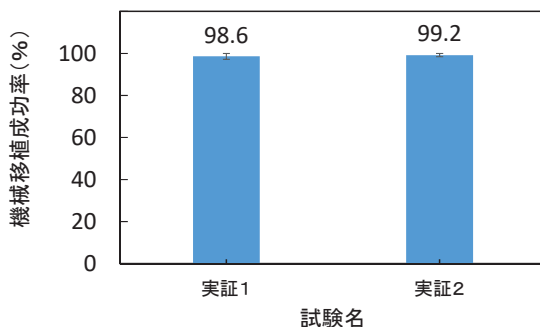


図8 現地実証の様子と機械移植成功割合

注）図中の誤差線は標準誤差。n=3、実証1は23本挿苗の3反復、実証2は83本挿苗の3反復。

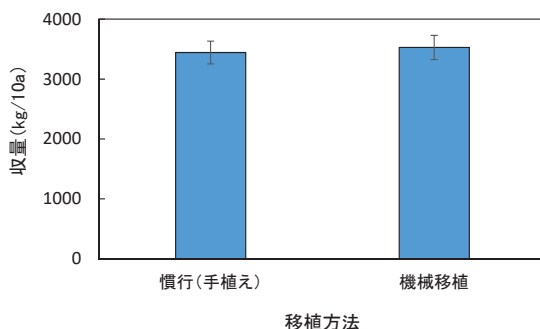


図9 手植えと機械移植による収量

注）2021年4月20日採苗、6日間苗取り置き後4月26日に挿苗。8月26日に収穫。
図中の誤差線は標準誤差、N=3（10株の3群調査）

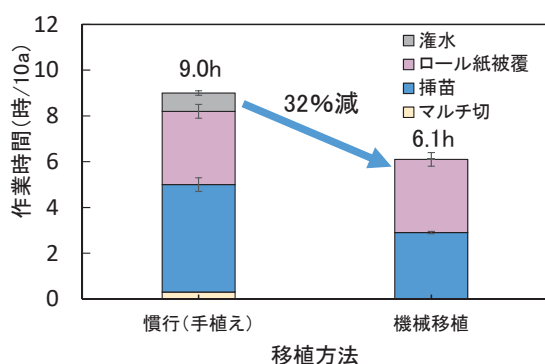


図10 慣行手植えと機械移植の挿苗作業時間

3 高設養液育苗システムの開発

(1) 開発の背景と目的

採苗は、地面にしゃがみ込み、蔓を解きながら長時間行う労働強度の高い作業である。これまで作業姿勢の改善を目指し、硬質プラスチック枠による高設育苗や湛液水耕に近い幅広ベッド育苗などが考案されてきた。しかし、設備が特殊で高価、ベッド幅が広く背中に負荷がかかるため、徳島県では数件しか導入されていない。そこで、一般的な材料による安価な設備で姿勢改善効果が大きい高設養液育苗システムの開発に取り組んだ。

(2) 高設養液育苗システムの特徴

育苗ベッドとその内部構造を図11に示した。採苗時の蔓の解き易さと作業性を考慮し、イチゴ高設栽培と同様にベッド幅を狭くし、蔓を垂らす方式とした。最適な栽植密度は、株当たりの採苗本数から、株間30cmの2条、ベッド間90cmであった。

次に、育苗試験の結果、培地の種類が蔓の生育に最も影響することが判明した。ヤシガラやピートモス単体の湿り易い培地だと葉に黄化症状が現れ、生育が悪く、採苗本数が低下した。パーライトを多く混合し

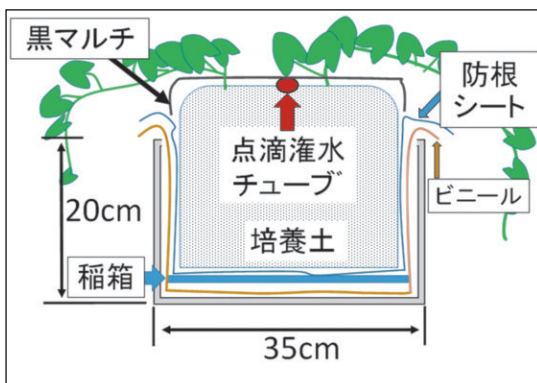


図11 育苗ベッドでの栽培の様子とベッドの内部構造

た乾き易い培地も生育が劣り、採苗本数が低下した。以上のことより、体積比でヤシガラ：バーミキュライト＝1：1（図12）、

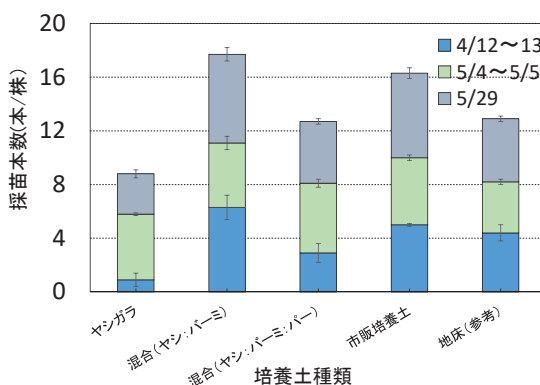


図12 育苗培養土の種類による採苗本数

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、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体積比1：1：1で混合した。

もしくは、ピートモス：バーミキュライト＝1：1の混合培地が適することがわかった（データ省略）。

肥培管理は、定植前に培地へ固形肥料を混ぜ、定植後、養液土耕3号（OATアグリオ（株））EC約1 ds/mの養液を1日3～4回を点滴給液することが適していた。

（3）高設養液育苗システムの効果

土耕育苗と高設養液育苗システムの作業時間と作業姿勢を比較した。その結果、作業時間は約12%削減でき、改善が必要な作業姿勢であるAC2～AC4をゼロにできた（図13）。以上のことより、高設養液育苗システムは作業時間削減と姿勢改善に役立つことが明らかになった。

次に、現地実証において144m²の育苗ハウス（間口6 m、奥行き24mのビニルハウス）へ育苗システムを設置し、育苗したところ、4月上旬～6月上旬までに本圃60a分に当たる約18,000本を採苗することができた。また、本システムを144m²の育苗ハウスへ導入すると、材料費は60万円、培地や肥料等の消耗品は1作当たり約10万円とすることがわかった。

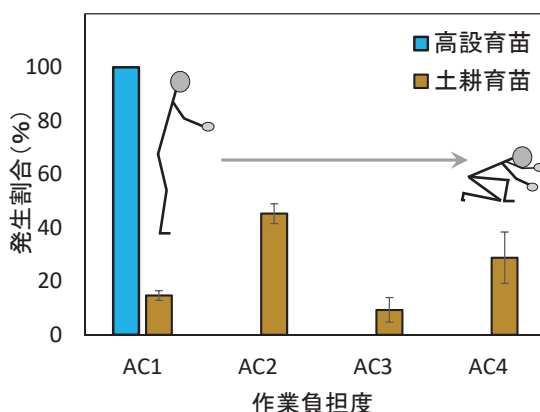


図13 育苗方式の違いにより発生する採苗時の作業姿勢

注) 図中の誤差線は標準誤差、N=3、作業姿勢はOWAS法でAC判定し、評価した。瞬間観察法により10秒毎の作業者の姿勢をAC判定した。

4 おわりに

本プロジェクトにおいて安定した機械移植精度を持つ移植機が開発でき、井関農機株式会社は、令和5年5月から「かんしょ移植機PVH103-70PBXLD」の販売を開始している。今後は、徳島県における移植作業の省力化を目指し、普及に取り組む。また、高設養液育苗システムについても、更なる実用性の向上と現場普及を進めていく予定である。