

接ぎ木苗を安定かつ大量に生産可能な全自動接ぎ木装置の開発に成功 ～苗の規格化と選別により接ぎ木工程の全自動化を実現～ (産学共同実用化開発事業 (N e x T E P) の成果)

ポイント

- 野菜のうち果菜類の生産において、広く行われている苗の接ぎ木作業は熟練を要する上、高齢化に伴う離農などによる人手不足が進んでいる状況から、接ぎ木を簡便に生産できる装置が望まれていた。
- 本開発では、育苗の段階から生産工程の管理まで、現在手作業で行われている接ぎ木作業を全自動化するシステムを開発した。
- 本開発によって、簡便かつ安定的に大量の苗の接ぎ木処理が可能となった。

JST (理事長 濱口 道成) は、産学共同実用化開発事業 (N e x T E P) の開発課題「自動選別型ナス科接ぎ木苗の工場的生産システム」の開発結果を成功と認定しました。この開発課題は、大阪府立大学 大学院生命環境科学研究科の西浦 芳史 准教授、株式会社三国アグリテクノの安栗 嘉雄 取締役社長らの研究成果をもとに、平成26年7月から令和元年6月にかけて日下部機械株式会社 (代表取締役社長 簗原 寛秀、本社住所大阪府豊中市寺内1丁目2番2号、資本金9,500万円) に委託し、事業化開発を進めていたものです。

現在、果菜類の野菜の多くでは、病虫害の回避や収量・品質の向上を目的として、発芽後に苗の接ぎ木が行われています。しかしながら、細い苗の接ぎ木作業には作業者の熟練を要し、加えて高齢化による離農などで人手の確保が近年ますます難しくなっている中、接ぎ木を単純な操作で生産できる装置の導入が急務となっています。

本開発では、接ぎ木苗の生産工程で行われる「台木 (接ぎ木苗の根側) と穂木 (接ぎ木苗の葉側) の供給、苗の切断、切断した苗同士の接合、クリップでの固定、完成した接ぎ木苗の取り出し」の一連の作業を、ロボットが自動で行う接ぎ木装置を開発しました。これまで全自動化の大きな障害となっていた苗のサイズや形態の個体差を抑えるため、苗の育成条件を検討し、茎の太さや長さ、曲がり、子葉の付き方といった苗の規格化を行い、次に、装置で処理できる苗と処理できない苗を選別化することで、一連の作業の全自動化を実現しました。本開発では、さらに、「苗の切断、苗同士の接合、クリップでの固定」のみに機能を限定した半自動装置を製作しました。苗の搬送工程を人の手で行うことにより、厳密な規格化が不要となるため、全自動装置の規格に合わない苗も、半自動装置では接ぎ木処理が可能となりました。

現在、接ぎ木苗の利用が盛んな地域は主にヨーロッパや日本ですが、アメリカや中国ではさらに接ぎ木苗の需要が伸びていくと予想されることから、今後、グローバルな事業展開が期待されます。

<背景>

現在、トマトやナスといった果菜類の多くは苗の状態です。農家に供給されています。これらの苗は、病害虫の回避や収量・品質の向上などを目的とした、発芽後の接ぎ木による生産が主流となっています。

接ぎ木苗の需要が拡大する中で種苗生産の専門化が進み、播種、育苗、養生（活着^{注1}・順化^{注2}）という苗生産のプロセスも機械化が進んでいます。その中で、今もなお人手による作業が主流の接ぎ木工程においても、自動化を進めたいという市場要求が高まってきました。しかしながら、苗は形や太さなどに個体差があり、力を加えるとたやすく変形するため、ロボットで苗を掴み自動搬送することが難しく、接ぎ木作業の完全な自動化には多くの課題が残っていました。また、穂木と台木を鋭利な刃物で切断し、切り口を合わせて固定するという接ぎ木作業は、熟練者でも作業時の体調や集中力といったコンディションに生産性が左右されることがあります。高齢化による離農などで人手の確保が難しくなっていることを背景に、安定して苗を提供できる接ぎ木装置の開発が急務となっていました。

<開発内容>

本開発では、野菜の中でもトマトやナスをはじめとする果菜類の接ぎ木苗に対する需要拡大を受けて、自然条件（天候、季節など）や人手（熟練度、集中力など）といった不安定要素の多い「接ぎ木苗生産」技術を全自動化することで、生産の安定と生産性の向上を図りました。

全自動で接ぎ木を確度高く成功させるためには、まず苗の個体差を克服する必要があります。そのために、発芽から苗の成長までの生育条件をコントロールすることで台木と穂木の苗のサイズを規格化し、形状を揃えた接ぎ木用の苗を育成しました。さらに、苗同士の接合方法を工夫することで、機械でも安定した接ぎ木作業が可能な全自動接ぎ木装置を開発しました（図1）。

■全自動接ぎ木装置の開発と苗の規格化

本新技術では、「台木と穂木の供給、苗の切断、切断した苗同士の接合、クリップでの固定、完成した接ぎ木苗の取り出し」を一連の作業としてロボットが全自動で行う接ぎ木装置を開発しました（図2）。これまでロボットによる苗のハンドリングにおいて、作業の障害となっていた接ぎ木苗の個体差を解消するため、本開発では茎の太さや長さ、曲がり、子葉の付き方といった苗の規格を定めました。次に、全自動接ぎ木装置で処理できる苗と処理できない苗を選別することで、苗の供給から完成品の取り出しまで、一連の作業の自動化を実現しました。全自動装置では一時間当たり約800本の接ぎ木苗を安定的に生産することが可能です。

また、人手での接ぎ木では苗を斜めにカットした後、断面同士を揃えるなどの微調整を目視で行ってから苗をクリップで固定し接合します。しかし、機械ではこの微妙な調整作業を行うことは難しいため、本新技術では特徴的な「y」字カットを採用しました（図3、図4）。これによって、自動作業でも穂木と台木の切断面を揃えやすくなり、接合・固定の工程を安定かつ正確に行うことが可能となりました。さらに、茎の太さに応じて最適に接合する苗同士を組み合わせて、機械処理した接ぎ木苗の活着^{注1}率を大幅に改善しました。

■半自動接ぎ木装置の開発

全自動機による苗の搬送を安定させるためには、接ぎ木作業前に苗の選別が必要になり

ます。そこで、全自動での処理が難しいサイズの苗も、手作業で接ぎ木したり廃棄したりするのではなく、機械での接ぎ木処理ができるように、「苗の切断、接合、クリップでの固定」のみに機能を限定した半自動装置を開発しました。半自動装置では特に熟練を要するこれら3つの工程を機械が行い、苗の選別と接ぎ木装置へのセット、接ぎ木苗の回収といった単純作業は人の手で行います。ロボットが苦手とする苗の搬送部分を人の手で行うことにより、厳密な苗の規格化が不要となり、全自動装置の規格に合わない苗も単純操作で接ぎ木処理が可能となりました。半自動装置では、一時間当たり約300本の接ぎ木苗生産を可能としています。

<期待される効果>

果菜類の接ぎ木苗は、国内流通で年間約5億本、さらに流通している以外の農家等による自作苗も加えると7～10億本程度の需要があるとされています。

苗生産は他の農作物生産に比べて栽培期間が短く集約して行われるため、植物工場の対象として適しています。システム化した工場生産による作業の単純化が進めば、生産コストの大幅な削減に加え、病害虫に強い接ぎ木苗の普及により、環境に優しい低農薬、高品質な農産物の安定供給に寄与できると考えられます。これらによりSDGsの推進にも貢献できます。

また、全自動接ぎ木装置と、一部機能に限定した半自動装置を使い分けることができるため、システム化した大規模な工場生産を望む生産業者だけでなく、手作業で接ぎ木を行っている苗業者も潜在的な顧客となり、広範な普及が期待されます。

<参考図>



図1：全自動接ぎ木装置

「台木と穂木の供給、苗の切断、切断した苗同士の接合、クリップでの固定、完成した接ぎ木苗の取り出し」を一連の作業として行う。

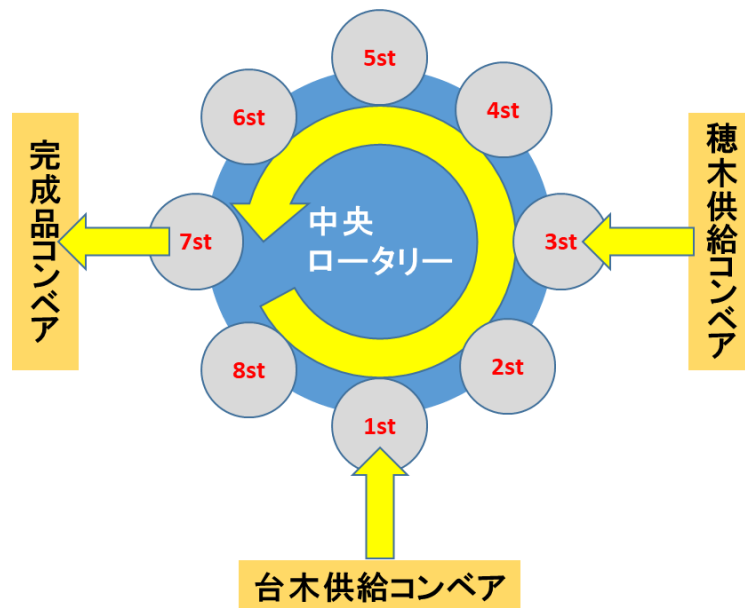


図2：全自動接ぎ木装置概略と各ステーション（st）の役割

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1st（台木供給ステーション）： | 供給コンベアから台木苗を受け取る |
| 2st（台木切断ステーション）： | 台木をy字にカットする |
| 3st（穂木供給ステーション）： | 供給コンベアから穂木を受け取る |
| 4st（穂木切断ステーション）： | 穂木をv字にカットする |
| 5st（接合ステーション）： | 穂木と台木の切断面を接合する |
| 6st（ウィズ装着ステーション）： | 接合部をクリップで固定する |
| 7st（完成品取り出しステーション）： | 完成した接ぎ木苗を取り出す |
| 8st（洗浄ステーション）： | 装置をクリーニングする |

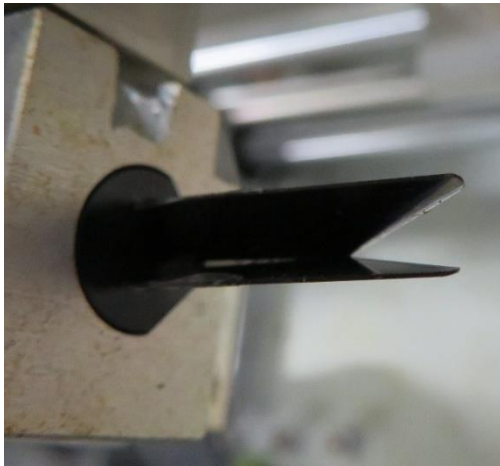


図3：y字切断刃（左）およびy字切断後の台木と穂木（右）

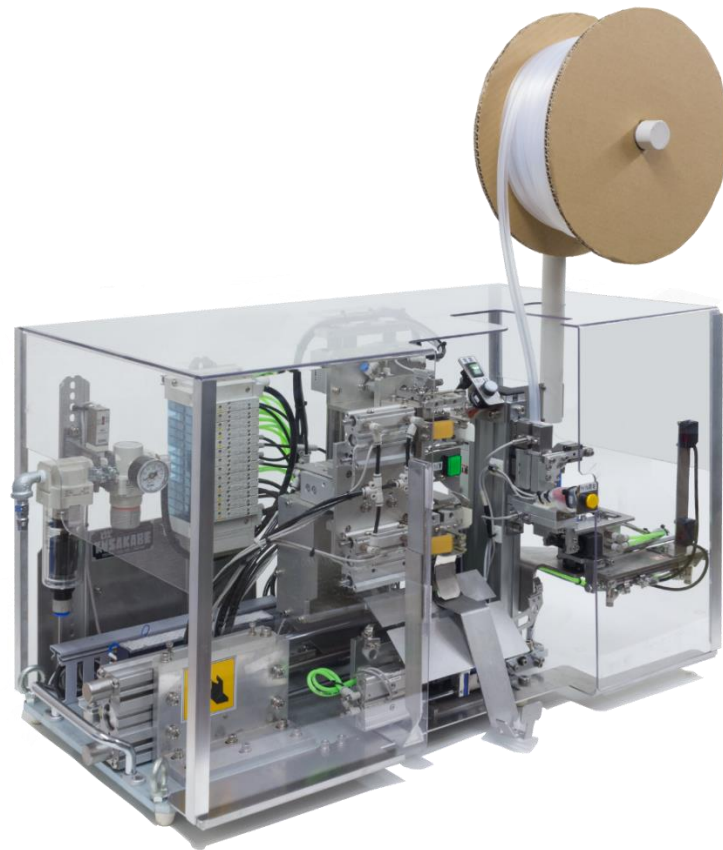


図5：半自動接ぎ木装置

「苗の切断、接合、クリップでの固定」機能のみを装置で行う。装置への苗の投入と完成した接ぎ木苗の回収は人の手で行う。

<用語解説>

注1) 活着

移植や挿し木、接ぎ木、挿し芽をした植物が、根づいて生長すること。生理学的には、機能が正常に働くようになることで、接ぎ木では、切断接合部での組織癒合が進み、導管や師管などの通導組織（養水分の通り道）が回復すること。実際の接ぎ木作業においては、茎、枝、葉がしっかりしているかどうかで判断する。

注2) 順化

環境に馴染むこと。ここでは、接ぎ木後の機能回復のための特殊な環境から普通の栽培環境に馴染ませることを指す。

<本成果が貢献しうる持続可能な開発目標（SDGs）>



<お問い合わせ先>

<開発内容に関すること>

日下部機械株式会社 総務部

〒561-0872 大阪府豊中市寺内1丁目2番2号

Tel : 06-6866-1955

E-mail : n-suzuki@kusakabe-kikai.co.jp

<JSTの事業に関すること>

沖代 美保（オキシロ ミホ）

科学技術振興機構 産学共同開発部

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's五番町

Tel : 03-5214-8995 Fax : 03-5214-0017

E-mail : jitsuyoka@jst.go.jp