

# 裸種子対応播種機の小型化に関する研究\*

箱崎 義英\*\*、堀田 昌宏\*\*、佐々木 崇人\*\*\*

玉ねぎの増産に向け、農林水産省規格の汎用セルトレイや裸種子を利用可能とする玉ねぎ用播種機の開発を行ってきた。試作した播種機は播種機構以外にセルトレイを搬送する搬送機構が必要となるため装置全体のサイズや重量が大きくなる。そこで、セルトレイを跨ぎながら移動し、播種する門型の自走式播種機とすることでセルトレイ搬送機構を省き、小型・軽量化を実現した。

キーワード：ロボット技術、播種、育苗、タマネギ

## Miniaturization of Seeding Machine for Non-coat Seeds

HAKOZAKI Yoshihide, HOTTA Masahiro, SASAKI Takato

Key words : Robot technology, Seeding, Non-coat Seeds, Onion

### 1 緒言

少子高齢化、生産年齢人口の減少による一次産業衰退の課題をかかえ、その解決のため、国・県はスマート農業を提唱し、ロボット技術や ICT (Information and Communication Technology) による生産性向上に向けた省力化、効率化を進めている<sup>1)</sup>。

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構では、春まき栽培技術の確立を目指して、「東北・北陸地域における新型開発によるタマネギの端境期生産体系の確立」の研究を行い、収益増加に向けた新たな経営品目の導入を推進している<sup>2)</sup>。また、岩手県では農業振興策として玉ねぎの田畑転換を推奨しており、育苗技術開発・大規模化・高収益化への取り組みが進められている<sup>3)</sup>。

玉ねぎの生産における収益向上のためには丈夫で均一な品質の苗を育てることが重要であり、セルトレイを用いた専用ハウスでの育苗が行われている。セルトレイへの玉ねぎの播種作業は、専用自動播種機を使用している。しかし、既存の自動播種機は、耕地面積が 5 ha 以上の大規模経営体向けの大型装置であり、作業能率は 300 枚/時と高いが、複数名の作業人員を要し、かつ高価である。岩手県は中山間地が多く農家の 7 割は耕地面積が 2 ha 以下となっている。中小規模農家では、播種作業能率が高いことより単独で装置を利用できることが重要であると考えられる。そこで、岩手の現状に合う単独で作業ができる中山間地域向け播種機の開発が望まれている。

上記ニーズを踏まえ株式会社小林精機と共同でロボット技術を活用し、裸種子に対応した玉ねぎ用播種機を開発を行ってきた<sup>4)5)</sup>。試作した播種機を「いわてスマート農業祭」へ出展したところ、小型化のニーズがあること

を確認した。

本研究では、持ち運びが容易となる卓上サイズであり、商用電源がないハウス内でも利用できるバッテリー駆動の自走式播種機を開発を行った。

### 2 播種機の概要

既存の自動播種機では、扱いやすさから、図 1 に示すような不定形な裸種子を珪藻土等の造粒素材で丸粒状に成形した高価なコート種子を用いている。また、そのため播種機専用のトレイを利用しなければならず、生産コストの低減に課題がある。そこで筆者らは、図 2 に示す農林水産省規格の汎用セルトレイと裸種子が利用できる播種機を開発を行ってきた。セルトレイは 3 タイプあり、野菜の種類により使い分けている。



図1 種子(タマネギ)のタイプ

\* 令和2年度 いわてものづくりイノベーション推進事業

\*\* 電子情報システム部

\*\*\* 株式会社小林精機

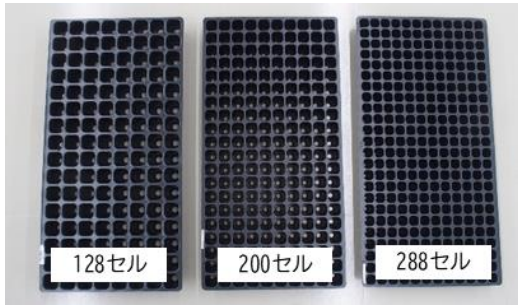


図2 農林水産省規格のセルトレイ



図5 播種スライド板とシューター

## 2-1 播種機構

図3に播種機構、図4に播種スライド板の種子保持部及び種子のピックアップの原理を示す。

播種スライド板は、ベース板上を同図A-B方向にスライドしながら種子をピックアップするものであり、ピックアップされた種子は、シューターから落下し、セルトレイに播種される。

播種スライド板の種子保持部は、図4に示す様に窪みを設けた特徴ある形状をしている。種子保持部前方に集められた種子群を通過しながら1粒を保持し、トレイ短辺のポット個数分のみ取り出せるようになっている。

図2に示す農林水産省規格のセルトレイには、128セル、200セル、288セルの3種類がある。筆者らは、これらの短辺のポット数である8、10、12に対応する播種スライド板とシューターを開発した。これを図5に示す。播種スライド板とシューターが対になって3種類のセルトレイに対応できるようになっている。

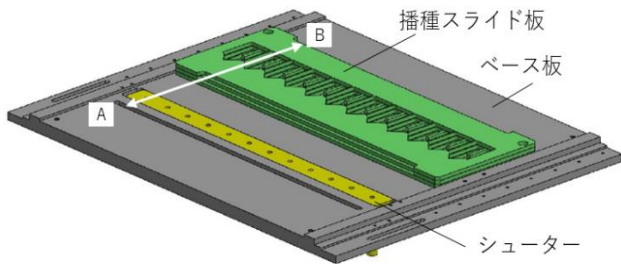


図3 播種機構

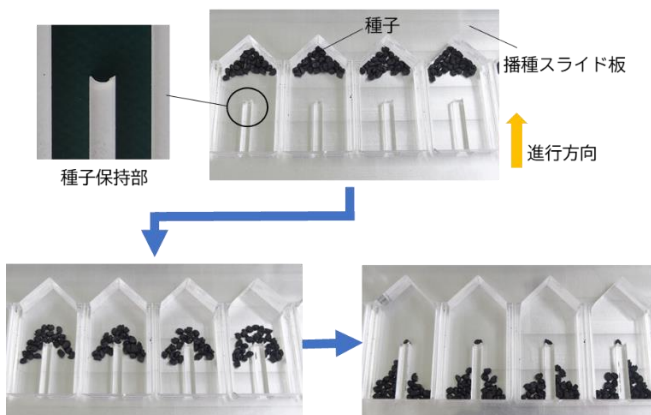


図4 裸種子のピックアップ原理

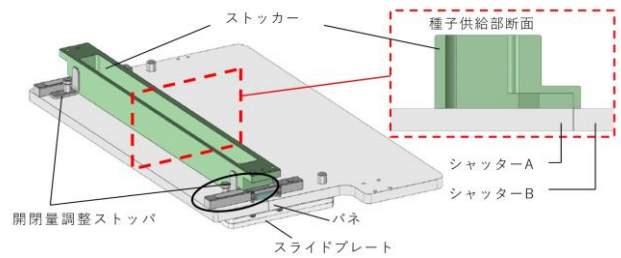


図6 種子供給機構

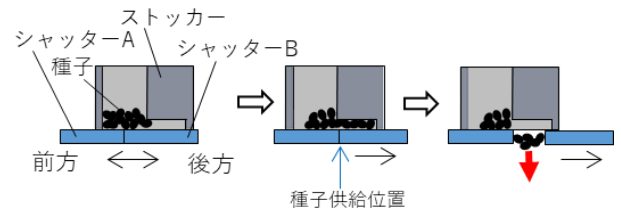


図7 種子の供給方法

## 2-2 種子供給機構

図6に種子供給機構を示す。種子供給部は播種スライド板へ種子を供給するものであり、シャッター機構及びストックカーで構成されている。またシャッター機構はシャッターAとシャッターBの二枚の板により構成され、バネによりシャッターは閉じた状態を維持しながらスライド動作が可能となっている。

図7に種子の供給方法を示す。ストックカー断面はL字型形状であり、シャッター機構の往復動作によりストックカー後方部へ種子を集める構造となっている。種子供給位置でシャッターAは動作が固定され、シャッターBがさらに後方に動作することでシャッターが開き、種子が落下して播種スライド板へ供給される。シャッターAを固定する位置を変更することによりシャッター開閉量を変え、種子の供給量を調整することができる。

## 3 播種機の小型化

従来の播種機は、サイズがW1,200 mm×D500 mm×H1,000 mm (脚部除きH300 mm) で商用電源により動作させているため、商用電源がないハウス内での使用は不可能であった。そこで、商用電源がない場所でも利用できるようにバッテリー駆動とし、充電することなく半日程の作業時間となる4時間の稼働を目標とする。また、試



作する播種機は、卓上での利用も考え、1人でも持ち上げることが可能となるように従来のサイズの1/3以下、重量は10 kg以下を目標とする。

### 3-1 自走式播種機

前回の試作播種機ではセルトレイ搬送をテーブルによる送りを採用していた。セルトレイのサイズ(約600 mm×300 mm)により搬送ストロークが必然的に確定するため小型化への限界があった。そこで、本研究では、作業台の卓上または床面上に載置してあるセルトレイを跨ぎながら移動し、播種する門型の自走式とすることで、セルトレイ搬送機構を省き播種機の小型化を行う。

本試作では、軽量化や構造の単純化のため2個のDCモータを利用し左右それぞれの車輪を独立で駆動させることにした。それぞれのDCモータの回転数を合わせることで前進、後進を行うことが可能である。

前回の試作では、搬送テーブルの駆動にステッピングモータを用い、事前に移動量を設定し播種時のピッチ送りを実現していた。しかし、自走式にした場合、走行面の状態によっては車輪のスリップが発生し、セルピッチ間の車輪の回転量も一定でないため、光電センサにてセルトレイのセルポットを検出し播種機を停止させることにした。従来は、セルピッチ間がそれぞれ異なる3種類のセルトレイに切り替えスイッチにより対応していたが、光電センサを利用することで常にポット位置で播種機を停止させることが可能となるため切り替えが必要ないことになる。図8に装置に組み込んだ光電センサおよびセルトレイを示す。

図9に試作した自走式播種機を示す。サイズはW366 mm×D448.5 mm×H160.5 mmとなり、総重量は6.2 kgとなった。自走式播種機のプロトタイプとして筐体のベースにアルミプレートや市販のアルミフレームを用いたほか、部品の半数以上がアルミ材を用いて試作したが、さらに持ち運びを容易にするため、樹脂系材料に変更することなどを行い、さらなる軽量化は可能であると考えている。

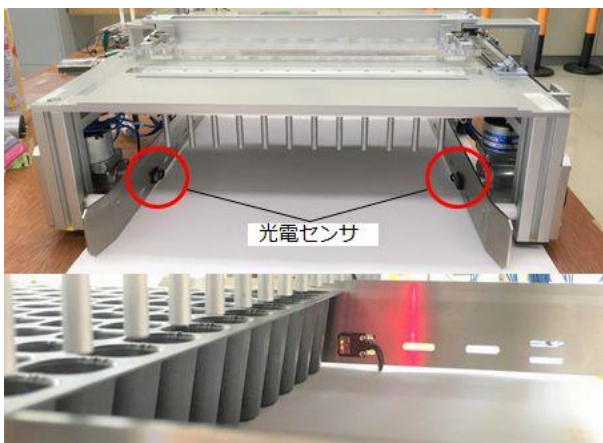


図8 ポット検出センサ

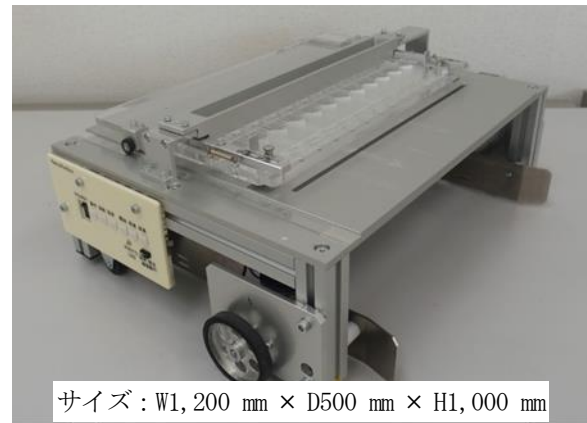


図9 自走式播種機

### 3-2 制御モジュール

本試作では、電源としてバッテリーを用いること、また、自走式となるため小型化して装置の空きスペースに組み込むことが必要となる。そこで、ラジコン等に使用されるリチウムポリマーバッテリー(11.1 V, 1800 mAh、ROBOTIS製)、ワンチップ・マイコンのPIC (Peripheral Interface Controller)、デュアルDCモータドライバのTB6612FNGを用いて専用の制御回路を試作した。試作した制御モジュールを図10に示す。制御モジュールはバッテリーも含め200 mm×150 mm×40 mmのボックスに組み込むことができた。

制御モジュールでは、①走行のみ、②スライド板往復のみ、③播種作業(走行からスライド板往復による播種)の3種類の動作処理を行うことになる。1個のマイコンで3種類の処理を行うにはプログラムが複雑になるため、2個のマイコンを利用し、走行とスライド板往復動作に関する処理を分けることでプログラムの単純化を行った。必要に応じてそれぞれのマイコンで信号をやり取りし、一連の播種作業の動作が実行できるようになっている。走行に関する処理および播種に関する処理のフローを図11に示す。

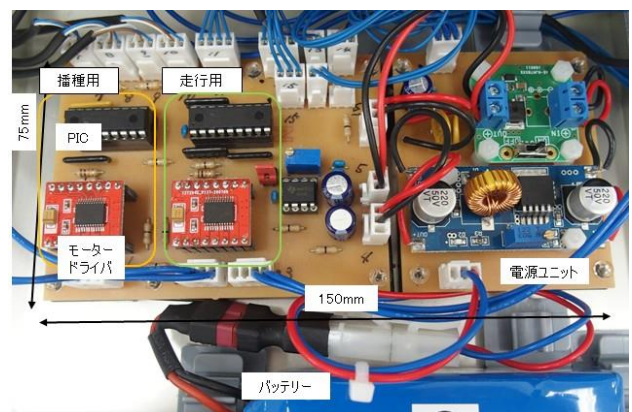


図10 制御モジュール

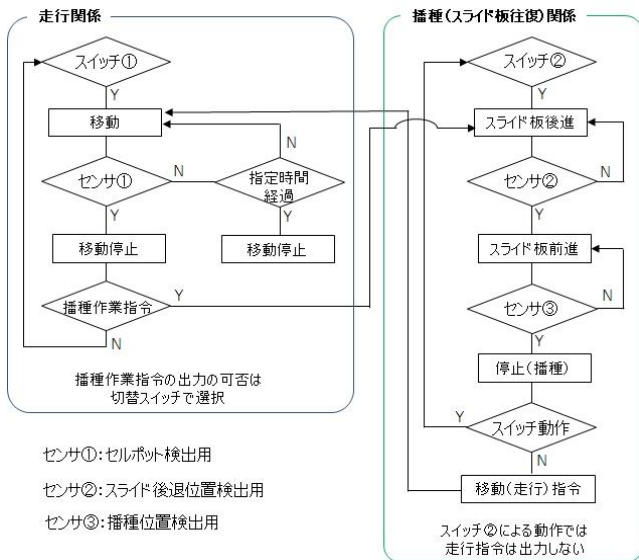


図 11 走行・播種の処理フロー

### 3-3 走行動作の検証

試作した自走式播種機では、走行用として 2 個の DC モータを利用している。モータに印加する電圧により左右の車輪の回転数が同じになるように調整を行い、走行動作を検証したところ、緩やかなカーブを描くことが分かった。1 m 程度の前後進の往復走行でズレが約 30 mm であった。モータは、播種機に左右対称に組み付けることになるため前進走行において一方は正転、もう一方は逆転の回転方向で動作することになる。そのため、同じ仕様のモータを利用したが、応答や回転数に若干のズレが生じることが原因と考えられる。

次に、1 kg 程度の培土が詰められたものとしてセルトレイに荷重を加えセルトレイを播種機の走行ガイドとして走行動作を検証したところ、播種機は大きなカーブを描くことなく走行することが確認できた。

光電センサを用いたポット検出によるピッチ動作について検証を行った。図 12 に播種機の走行速度を 0.07 m/s、0.085 m/s、0.1 m/s とし、288 セルトレイにおいて播種作業時のピッチ動作における走行距離を示す。288 セルトレイのピッチ 24.3 mm に対して、24.4 mm から 24.7 mm の範囲で走行可能であることが分かった。0.5 mm 程度のズレが生じて、セルの上部寸法が 21.5 mm×21.5 mm であるためほぼ中央に播種が可能であることが確認できた。

玉ねぎの育苗で使用する 288 セルトレイ 1 枚当たりの処理時間を計測したところ約 53 秒となった。従来機の約 64 秒に対して 10 秒程度の短縮となった。また、稼働時間について検証したところ、容量が 1,800 mAh のバッテリーでは約 5 時間の稼働が可能であることが分かった。セルトレイ 1 枚当たり約 1 分程度となるので、1 回の充

電においてセルトレイ 300 枚分の作業が可能である。

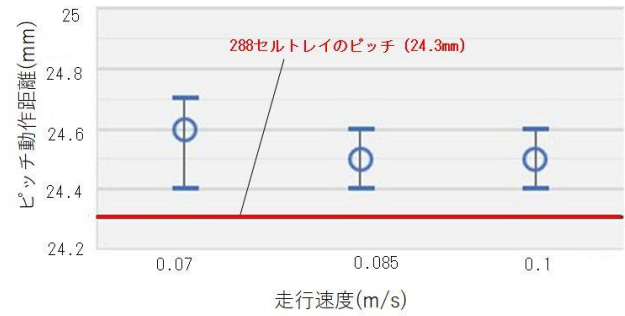


図 12 ピッチ動作精度

## 4 結 言

本研究では、卓上で使用できる小型の裸種子対応播種機の試作開発を行った。試作した播種機は門型の自走式であり、卓上に載置したセルトレイを跨ぎながら移動し播種するものである。試作した自走式播種機のサイズは、W366 mm×D448.5 mm×H160.5 mm となり、従来機に比べ容積は 1/3 以下にすることができた。また、総重量は 6.2 kg となった。バッテリー駆動となるため商用電源がないハウス内でも利用でき、1,800 mAh のバッテリーで、約 5 時間の稼働が可能となった。

今後、実用化に向け、実際の現場で利用できるように駆動部や制御ボックス等の防塵対策や耐久性について検討していくと同時に、本研究で明らかになった走行の直進安定性について改良を進めていく。

本研究の成果は、農業振興の上でセル育苗の作業標準化や、省力化・自動化による生産性向上につながると期待される。今後、農業分野において広く周知を図ってきたい。

## 文 献

- 1) 農林水産省：スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について、(2016)
- 2) 農研機構：東北・北陸地域におけるタマネギの春まき栽培技術 技術解説編、(2016)
- 3) 岩手県農業研究センター：春まきタマネギ栽培マニュアル、(2020)
- 4) 箱崎義英、長谷川辰雄、高橋強、佐々木宏朋、佐々木崇人、ロボット技術を活用した玉ねぎ裸種子対応播種機の開発、岩手県工業技術センター研究報告 第 22 号、(2020)
- 5) 箱崎義英、堀田昌宏、佐々木崇人、玉ねぎ裸種子対応播種機の性能向上、岩手県工業技術センター研究報告 第 23 号、(2021)