

## 玉ねぎ裸種子対応播種機の性能向上\*

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。このたび、課題であった種子供給におけるシャッター機構での種子の挟み込み防止と播種スライド板への一定量の種子供給を達成した。また、1セル1粒播種の実現に向け、画像処理による種子の個数を認識させる種子認識モジュールを試作した。

キーワード：ロボット技術、播種、育苗、タマネギ

### Performance improvement of seeding machine for non-coat onion seeds

HAKOZAKI Yoshihide, HOTTA Masahiro and SASAKI Takato

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

#### 1 緒 言

全国的に少子高齢化、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、加工用玉ねぎの7~8月の端境期出荷を可能にする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作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。

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5ha以上の大規模経営体向けの大型装置であり、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2ha以下となっており、岩手の現状に合う中山間地域向けの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の開発を行ってきたが、これまで試作した播種機では、播種スライド板への種子の供給が課題となっていた。

本研究では、一定量の種子を供給するために種子を一時貯蔵するストッカー形状の改良を実施した。また、1セルに1粒を確実に播種するため、画像処理による種子の個数を認識させる種子認識モジュールを試作した。

#### 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の開発を行ってきた。



図1 種子(タマネギ)のタイプ

\* 令和元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

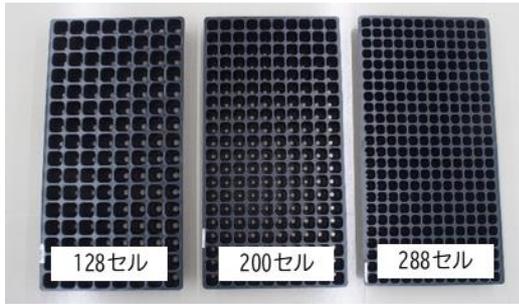


図2 農林水産省規格のセルトレイ



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る。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。

農林水産省規格のセルトレイを図2に示すが、128セル、200セル、288セルの3種ある。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。

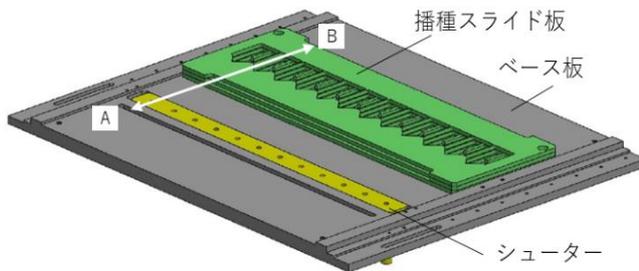


図3 播種機構

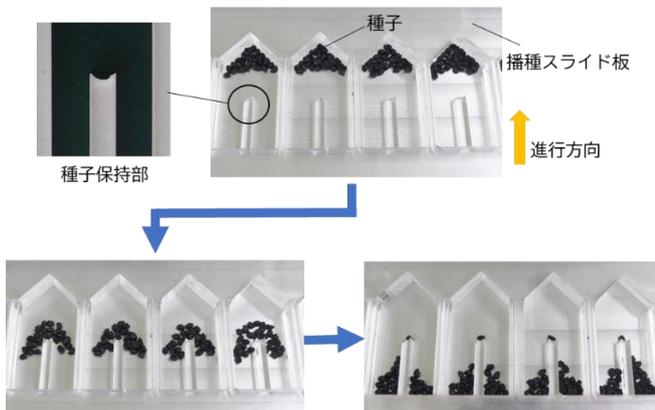


図4 裸種子のピックアップ原理

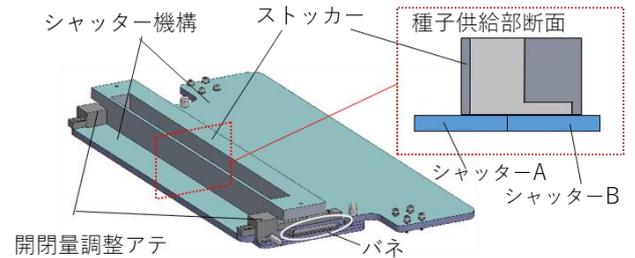


図6 種子供給機構

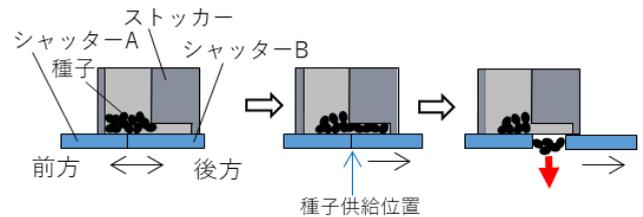


図7 種子の供給方法

## 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 種子供給の改良

### 3-1 従来の課題

昨年度の研究で試作した播種機の動作検証を行ったところ、種子供給機構について、2枚のシャッター板の

間に種子の挟み込みが発生した。図8に示すように、本機構ではシャッター開閉量を調整するアテが左右同時にストッカーに接触し、シャッターを開閉する必要がある。しかし左右のアテの調整不足等により、シャッターが斜め状態で閉じる場合があり、これが原因と考えられる。また、播種スライド板の種子保持部の各区画は 1.1mm の壁を設けて区分けしているため、その壁上部に種子が落下せず留まることも原因の一つと考えられる。

播種スライド板の種子の供給は 1 区画につき 30 粒程度を目標にしていたが、各区画での供給量にバラツキが大きく、50 粒以上が供給される個所もあった。図9に種子を一時貯蔵するストッカーの下部形状を示す。図に示すようにストッカーには各区分けに対する仕切りがないため、バラツキが発生すると同時に、想定した供給量より多く供給されるものと考えられる。

これら、シャッター機構への種子の挟み込み防止と播種スライド板への一定量の種子供給については、ストッカー内への仕切りを設けることで対応することにした。

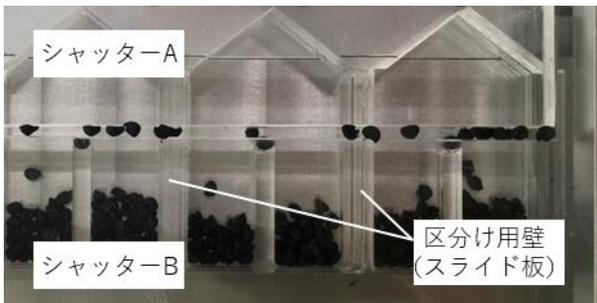


図8 種子の挟み込み



図9 ストッカー (下部形状)

### 3-2 ストッカー形状の改良及び検証

玉ねぎの裸種子の体積を 1 粒当たり  $6\text{mm}^3$  ( $2\text{mm} \times 3\text{mm} \times 1\text{mm}$ )、供給量に必要な体積を  $200\text{mm}^3$  (シャッター開閉量を 4mm) として、ストッカー内に仕切り壁を設けた。図10に改良したストッカー形状を示す。

種子のシャッターへの挟み込みについて検証を行ったところ、ストッカーに仕切り壁を設けることにより、スライド板の壁上部に種子が留まることが無くなり、挟み込みを防止できることを確認した。また、表1にシャッター開閉量に対する種子の供給量を示す。

シャッター開閉量を 4mm として種子供給量の体積を算出したが、ストッカー内部の指定領域に不定形な種子が密な状態に入るのではなく、隙間が存在して流れ込むため、種子供給量が想定した 30 粒とは大きく異なった。しかし、シャッターの開閉量を調整することで指定量の種子を供給できることが分かった。

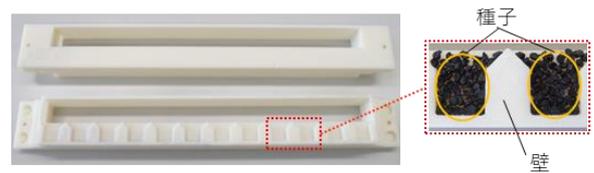


図10 改良したストッカー形状

表1 シャッターの開閉量に対する種子供給量

シャッター開閉量	1 区画への供給量 (平均)
4 mm	12 粒
5 mm	24 粒
6 mm	33 粒
7 mm	41 粒

## 4 種子認識モジュール

### 4-1 画像処理による種子の認識

播種スライド板の移動速度を調整にすることで 90% 以上の確率で 1 粒播種が可能であるが、一方、種子の抜けや 2 粒播種等の播種エラーも発生する。

昨年度の研究において、安価な Web カメラを活用し画像処理センシングにより種子の有無の認識が可能であることを確認した。しかし、玉ねぎのセルトレイ育苗では 1 粒播種が求められているが、2 粒以上となる場合の認識も必要となる。ここでは、取得した画像より種子のピクセルをカウントし個数を判別した。

図11に認識した結果を示す。1 粒以外の種子の認識が可能であり、画像処理によるセンシングで 1 粒播種を実現することができる。

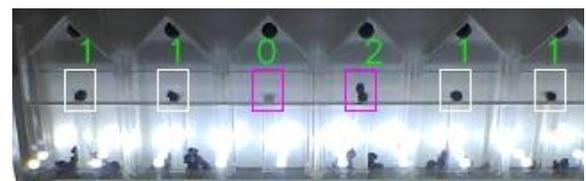


図11 種子の個数の認識結果

### 4-2 種子認識モジュール

種子認識モジュールは、播種作業時に種子をシューターからセルトレイへ落下供給する前に種子の判別を行って、エラー時にはスライドを停止させ、播種作業をリトライさせる機能である。

種子認識の画像処理はシングルボードコンピューターの Raspberry Pi を活用した。播種装置の制御はワンボードマイコンの Arduino で行っており、種子保持部が種子をトレイに供給するシューターの穴位置から 12mm 手前の位置でシングルボードコンピューターに指令して、画像処理を開始する。画像を取得してからスライド板の

種子保持部で保持している種子の個数を判別するまでの処理時間は 65ms である。試作した播種機の播種作業工程において画像処理の指令を出力してからシューター穴位置までスライドが移動する時間は約 120ms である。Raspberry Pi を1台で2つのカメラを利用して認識処理する場合には 130ms の処理時間が必要となる。この場合、種子をシューターからセルトレイへ落下供給する前にスライドを停止させることが不可能となるため、Raspberry Pi を2台活用し、同時に認識処理をさせることにした。図 12 に種子認識モジュールのブロックダイアグラムを示す。

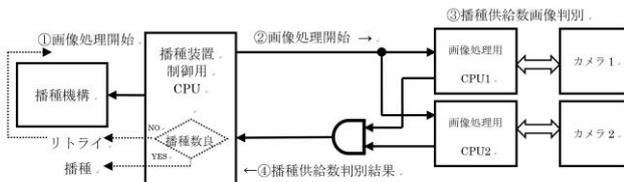


図 12 ブロックダイアグラム

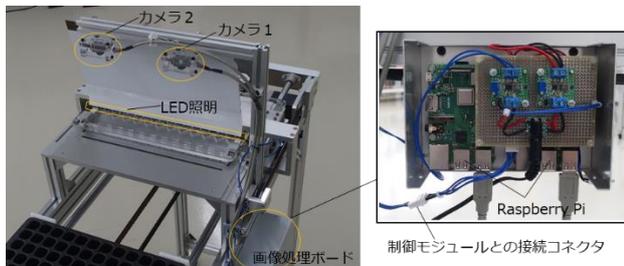


図 13 種子認識モジュール

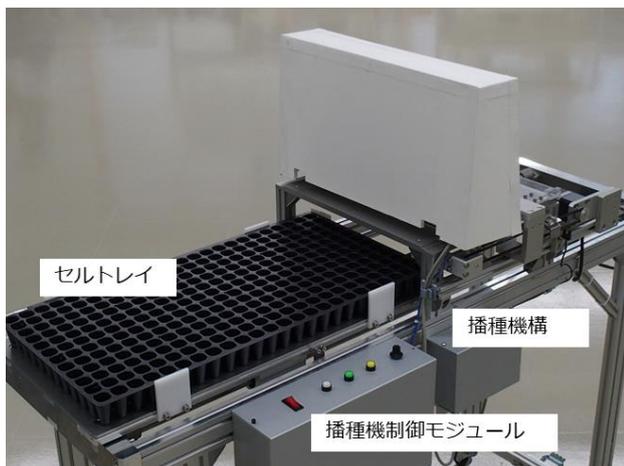


図 14 播種機と種子認識モジュール

図 13 に種子認識モジュールを示す。種子認識モジュールと播種機の制御モジュールはコネクタケーブルで接続されており、容易に種子認識モジュールの取り外しが可能となっている。照明や外光等の外乱により種子認識

の精度が低下するため、種子認識モジュールはカバーで覆い、種子はLEDを用いて間接的に照明して認識を行う。

図 14 に種子認識モジュールを搭載した播種機を示す。播種作業工程における種子認識モジュールの動作検証を行ったところ、シューターからセルトレイへ種子を落下供給する前に確実に停止し、播種作業をリトライさせることができることを確認した。

しかし、播種スライド板は1回のスライドに対して、同時に12か所で種子を保持する構造であるため、1か所でも播種エラーとなる場合には、すべての保持部がリトライとなる。そのため、12か所すべてを1粒播種とするには複数回のリトライが必要となり、1トレイが完了するまでに時間が掛かるものとなった。1トレイ当たりの処理時間を1分以内としていたが、2分以上必要となる場合もあった。

種子保持部がすべて1粒播種となる確率を調査したところ、約35%であった。

種子認識モジュールを活用することで1粒播種は可能である。しかし種子保持部がすべて1粒播種となる確率を向上させるためには、種子保持部の形状の最適化やスライド動作速度の最適化などの検討が必要である。

また播種作業のリトライには種子認識モジュールは利用せず、1粒播種ではないセル位置を提示することへの利用も考えられる。

## 5 結 言

本研究では、玉ねぎの裸種子対応播種機において播種スライド板への一定量の種子の供給や、1粒播種の実現に向け、種子のセンシングについて検討し、改良を行った。

種子を一時貯蔵するストッカーへ仕切りを設けることにより一定量の種子の供給や、シャッター機構への種子の挟み込みを防止することが可能となった。

カメラを用いたセンシングにより種子の個数を判別することを確認し、種子認識モジュールを試作した。種子認識モジュールを活用し、1粒播種の実現が可能であることが分かった。しかし、1粒播種とするには播種作業のリトライが必要となるため、1トレイが完了するまで時間が掛かるものとなった。

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)