

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*

箱崎 義英**、長谷川 辰雄**、高橋 強**、佐々木 宏朋***、佐々木 崇人***

岩手県では、農業振興策として玉ねぎの育苗技術開発・大規模化・高収益化への取り組みが進められている。特に収益性向上のためには、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。現在、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。さらに、裸種子に比べ高価な丸粒状に成形したコート種子や専用のセルトレイを使用する必要がある。そこで本研究では、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た。

キーワード：ロボット技術、播種、育苗、タマネギ

Seeding Machine Using Robot Technology for Non-coat Onion Seeds

HAKOZAKI Yoshihide, HASEGAWA Tatuso, TAKAHASHI Kyo,
SASAKI Hiroto and SASAKI Takato

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

1 緒言

岩手県のみならず全国的に少子高齢化、生産年齢人口の減少など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)による生産性の向上や省力化、効率化を進めている¹⁾。

財務相の諮問機関である財政制度等審議会では農業の生産性向上策として、米から収益性の高い野菜に生産を転換するよう提言している。そのなかで、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物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²⁾。また、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。

玉ねぎ生産における収益性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、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。現在、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2 ha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。

本研究では、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、播種機では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。そこで本センターでは、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目標とした。以下に構成機構等について述べる。

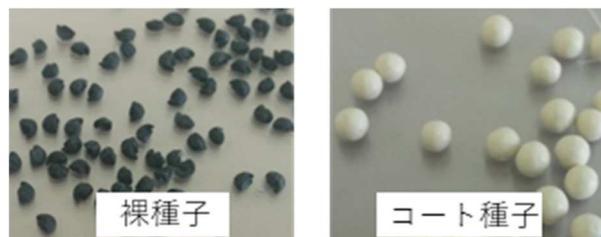


図1 種子(タマネギ)のタイプ

* 平成30年度ものづくり革新推進業務

** 電子情報技術部(現 電子情報システム部)

*** 株式会社小林精機

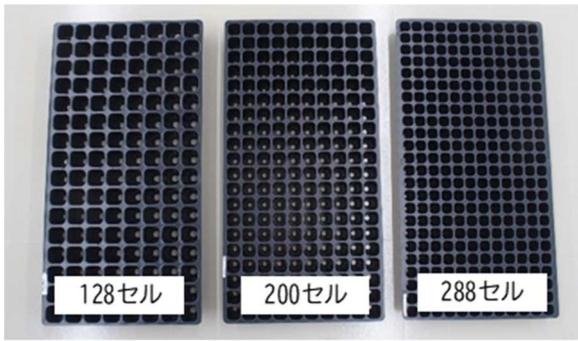


図2 農林水産省規格のセルトレイ

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A-B方向にスライドしながら種子をピックアップする。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すことが可能となっている。

農林水産省規格のセルトレイが128セル、200セル、288セルであるのに対し、図5にそれぞれ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示す。播種スライド板とシューターが対となり3種類のセルトレイに対応可能となっている。

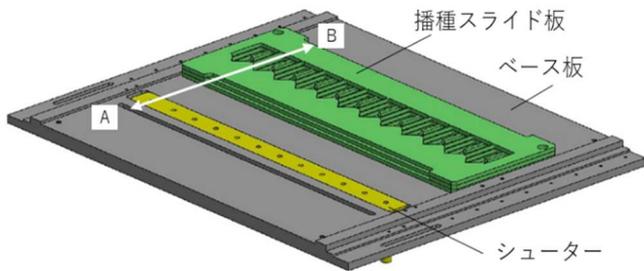


図3 播種機構

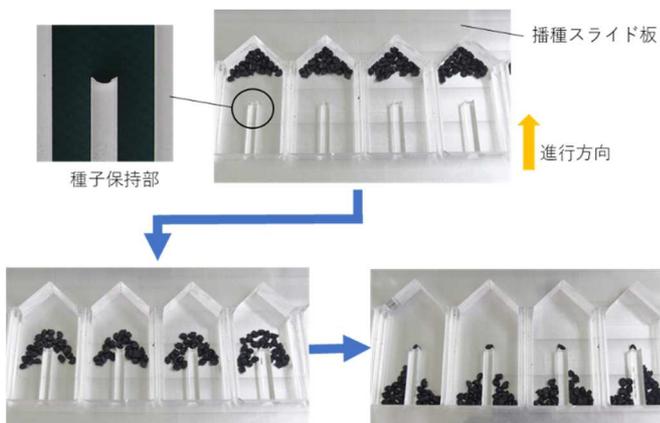


図4 裸種子のピックアップ原理



図5 播種スライド板とシューター

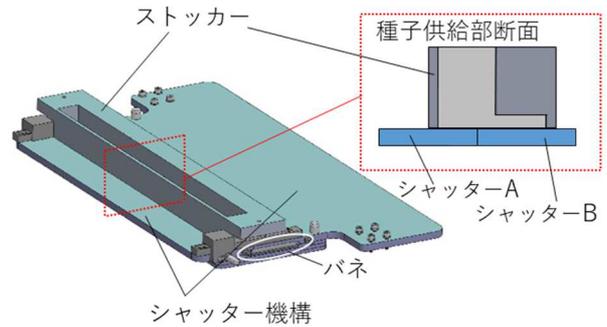


図6 種子供給部

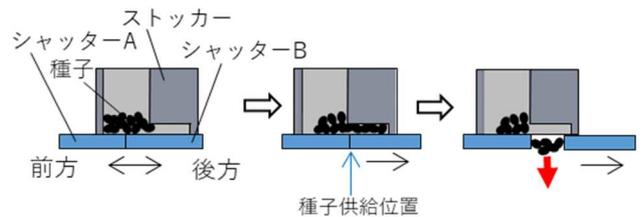


図7 種子の供給方法

2-2 種子供給部

図6に種子供給部を示す。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。

2-3 セルトレイ搬送部

セルトレイの搬送部を図8に示す。ベルトコンベアにみられる蛇行やスリップ対策としてシャフトとリニアブッシュ及び搬送用テーブルを活用した。既存の自動播種機は、コンベア上のセルトレイを停止させることなく連

続的に播種作業を行っているが、本装置ではセルトレイをセルピッチ単位で間欠動作させ播種作業を行う。テーブルの移動量を変更することで3種類のセルトレイに対応することができる。

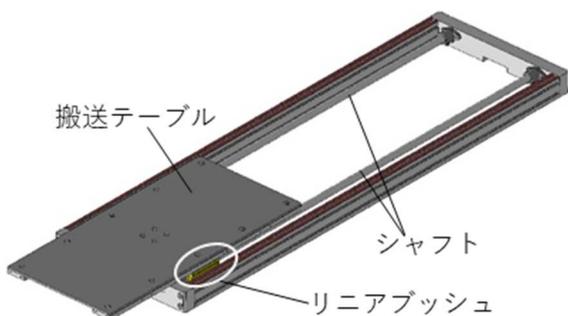


図8 セルトレイ搬送部

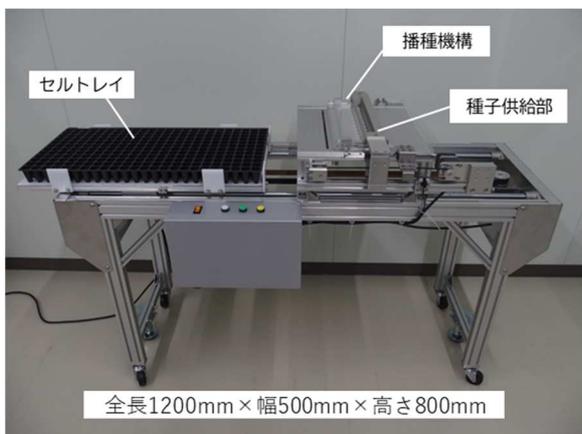


図9 裸種子対応播種機

2-4 試作した播種機

図9に試作した播種機を示す。装置は全長1200mm×幅500mm×高さ800mmであり、一人で操作可能なサイズとなっている。また、裸種子や農林水産省規格の128セル・200セル・288セルのセルトレイが利用可能である。

2-5 動作検証及び考察

播種スライド板種子保持部の一区画に種子を50粒程度供給し、288セルトレイに対して1粒播種の検証を行った。セルトレイ1ピッチの播種作業時間を1.1秒、1.3秒としてセルトレイ10枚について実験を行った結果を表1に示す。1粒播種は1.1秒では75.4%、1.3秒では92.5%であった。スライドの移動速度を速くした場合、セルトレイに種子が供給されない割合が大きくなる。これは、種子がシューター穴から落下せず通り過ぎる現象が発生することが原因であることが分かった。

今回、播種スライドの往復運動は速度一定で動作を行っている。そのため、シューター部分でスライドは急停止する状況となり、種子は弾き出される状態となるためである。作業時間を短縮するためにはスライド動作を高

速にしなければならないが、そのためには、加減速を加えた速度制御が必要となると考えられる。また、シューターの形状を楕円形状にすることや、シューターへのガイド用の溝を付加するなど考えられる。

また種子供給機構について動作検証を行ったところ、図10に示すように、2枚のシャッター板の間に種子の挟み込みが発生した。このことについては、シャッターが閉じると同時に種子の落下が発生することが原因であると考えられる。また閉じる際に種子が余計に供給されることになるため、播種スライド板の一区画における種子数にもバラツキが大きくなることが分かった。これら種子の挟み込みや1セルあたりの播種数のバラツキについては、今後の課題としたい。

表1 1セルにおける播種数の割合

種子数(個)	播種作業時間/回(秒)	
	1.1	1.3
1	75.4 %	92.5 %
0	19 %	1.4 %
2	5 %	5.6 %
3以上	0.6 %	0.5 %

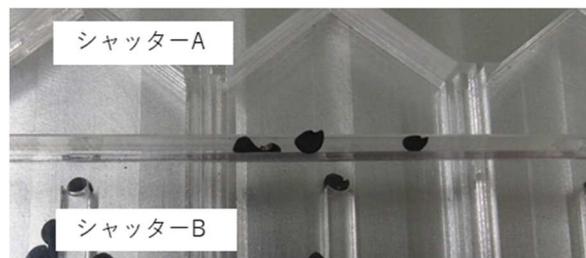


図10 種子の挟み込み

3 1粒播種の向上の検討

播種スライド板の移動速度を調整することで90%以上の確率で1粒播種が可能であることが分かった。一方、種子の抜けや2粒播種等の播種エラーも発生した。そこで、カメラを活用し画像処理によるセンシングを行うこと播種エラーの低減が可能かを検討した。

3-1 画像処理による種子の認識

一般的なWebカメラの視野角は60°程度である。セルトレイの短辺(300mm)を1画面で取得するには、カメラを播種スライド板から約260mm以上の高さに設置する必要がある。実際に装置に組み込むことを考慮すると、カメラを高位置に設置することは装置全体のサイズが大きくなることから、1個のカメラでセルトレイの短辺の1/2の領域について認識を行う。

図11に画像処理による種子の認識結果を示す。種子の有無は、取得した画像を二値化し黒画素数をカウントすることにより判別する。シューターの穴の部分やピックアップ以外の種子も黒画素となるが、領域を指定することで対象となる種子を限定する。

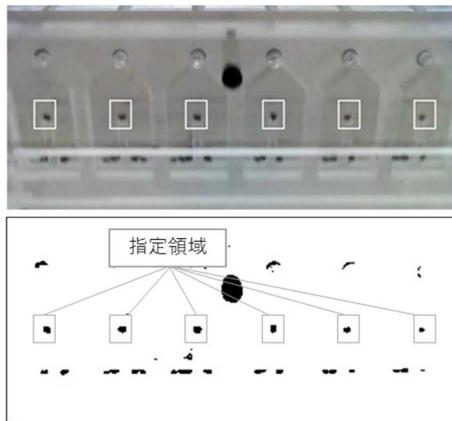


図11 種子の認識 (取得画像と二値化画像)

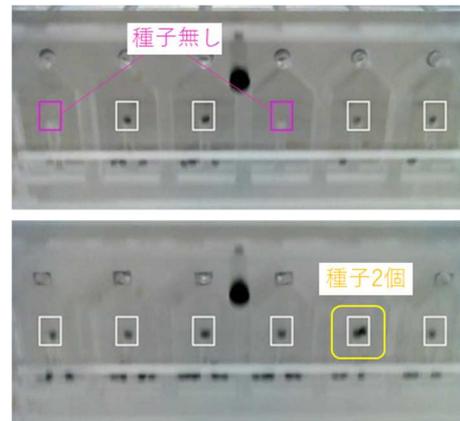


図13 種子の認識結果

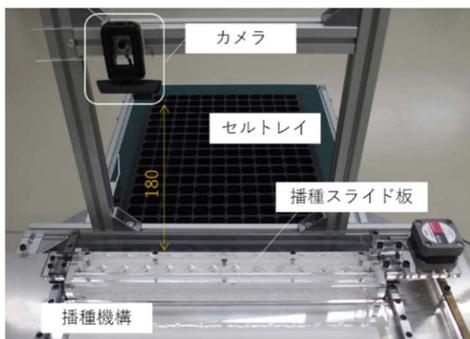


図12 実験装置

3-2 播種作業時での認識及び考察

種子の有無を判別する実験を播種スライド板が動作する工程で行った。播種機構は平成28及び29年度技術シーズ創生研究事業(プロジェクトステージ)で試作した装置を用い、カメラを図12に示すようにスライド板から180mmの位置に設置した。画像処理はシングルボードコンピュータのRaspberry Piを使用し、播種装置の制御はワンボードマイコンのArduinoで行った。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15mm移動したタイミングでシングルボードコンピュータに指令を出し、画像処理を開始させる。

図13に播種スライド板の動作時の判別結果を示す。白枠が種子あり、ピンク枠が種子無しとなっている。スライド板が動作する播種工程においても種子の有無の判別は可能であるが、指定領域における黒画素数により有無の判別を行っているため、複数の種子がある場合でもセルトレイへの播種は可能と判断されることが分かった。また、本実験の構成では画像を取得してから種子の有無の判別まで50msの処理時間となるため、スライド板の移動速度が速い場合、判別前に種子をトレイへ播種する場合も生じることが分かった。今回使用した一般的なwebカメラを使用する場合は、セルトレイ短辺を判別するのに2個のカメラが必要になる。判別にかかる処理時間も長くなることから、装置に組み込む場合には播種工程のスピードや画像処理の処理速度についても

考慮することが必要である。

4 結 言

本研究では、玉ねぎの裸種子を扱うことのできる播種機の試作開発を行った。試作した播種機は、農林水産省規格の汎用セルトレイに対応可能であり、裸種子を1粒取り出す播種機構部、種子供給部、セルトレイ搬送部で構成されている。各機構の単独動作確認を行い、各機構が動作することを確認し、90%以上の確率で1粒播種が可能であることが分かった。また、種子供給部では、種子の挟み込みが発生することが分かった。

1粒播種のエラーの低減を目的としたセンシングでは、種子の認識に安価なWebカメラを活用することが可能であるが、実際の装置に組み込む場合は判別の処理速度や播種工程の作業スピードを考慮する必要がある。また、いわてスマート農業祭トリニティにおいて試作した播種機の出展を行ったところ、以下の様な意見があった。

- 2、3粒播種にも対応できれば長ネギの育苗にも利用できる。長ネギではチェーンポットを利用して
- 花卉類の種子への対応を期待したい。
- 種子の抜けがあっても9割以上の播種ができていれば十分である。

本研究で明らかになった課題や、展示会でいただいた意見を参考に、今後、裸種子対応播種機の実用化を目指して改良していきたい。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の向上が図れることから、農業分野において広く周知を行っていきたい。

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)