

## 平成30年度終了 豆類振興事業助成金（試験研究）の成果概要

- 1 インゲンマメゾウムシ寄生子実選別用光学選別装置の開発
- 2 研究実施者

研究代表者 公益財団法人 とちか財団

共同研究者 (株)安西製作所 北海道支店

- 3 実施期間 平成28年度～30年度（3年間）

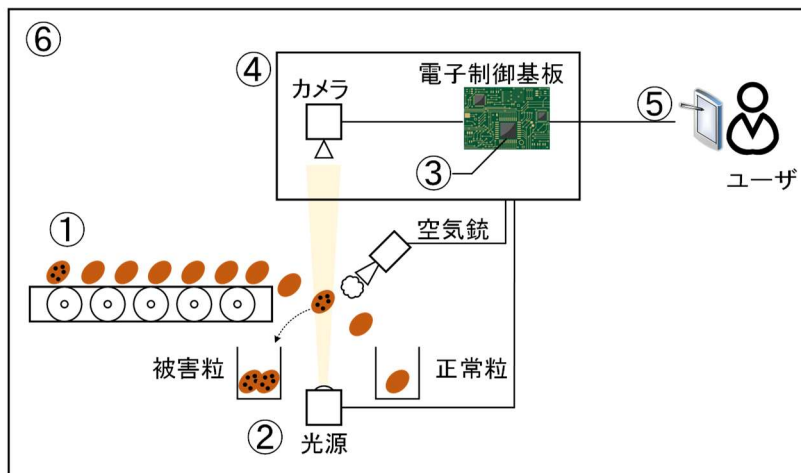
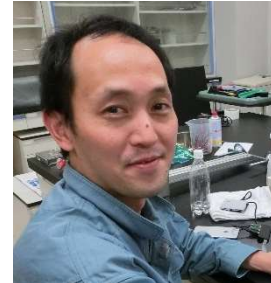
- 4 試験研究の成果概要

- (1) 試験研究の目的

近年の気候温暖化や低農薬栽培の推進によりインゲンマメゾウムシ等の寄生によるインゲンマメ等の食害が北海道でも増加傾向にある。この課題に対応すべく本試験研究では従来の子実内部の透過撮影では検出が困難であった幼虫、蛹の検出も対象にした光学系機構や形状認識技術等の要素技術を新たに開発し、高い確度で識別除去可能な光学選別装置を実用化することが目的である。

- (2) 実施計画、手法

図1に本試験研究が目指す光学選別装置の概略図を記す。装置の基本動作は、ベルトから投げ出されたインゲンマメに透過光源を照射し、子実内部で拡散する光の様相をカメラで撮像することで被害粒を識別し、食害のある子実は空気銃でイジェクトする。3カ年の試験研究では、①～⑥の要素技術毎に製品化に向けた研究開発を進めてきた。



- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| ① 被害粒のサンプル調査(H28)           | ⑤ ユーザインタフェースの開発(H29-H30) |
| ② 透過撮影用光源の試作評価(H28-H29)     | ⑥ 原理試作機の開発(H29-H30)      |
| ③ 画像処理アルゴリズムの開発(H28-H29)    |                          |
| ④ 高速画像処理フレームワークの開発(H28-H30) |                          |

図1 インゲンマメゾウムシ寄生子実選別用光学選別装置 概略図

### (3) 成果の概要

#### ●インゲンマメゾウムシが寄生した子実の形状的特徴に関する調査の実施

- ・被害粒のサンプル調査 (図 1—①)

インゲンマメゾウムシの寄生子実は、一般的に入手が困難であるため専門機関の協力を得て、人為的にインゲンマメゾウムシを寄生させ失活処理した被害粒を作成し、X線CT装置で子実内部の食害状況を分析した。幼虫・蛹・成虫などの多様な生育段階のサンプルを抽出し、選別除去対象物の特徴を明確にした。

- ・透過用撮影光源の試作評価 (図 1—②)

透過光により子実内部の画像を撮影するための最適な波長を選定するために分光透過率測定治具を作成し、分光特性の測定を完了した。得られた測定結果から透過撮影に最適な波長を選択し、透過用撮影光源の試作を行った。透過用撮影光源は、ハイパワーLEDを採用し、シリンドリカルレンズで集光能力を高めることで子実内部を安定して透過させることに成功した。(図 3 参照)

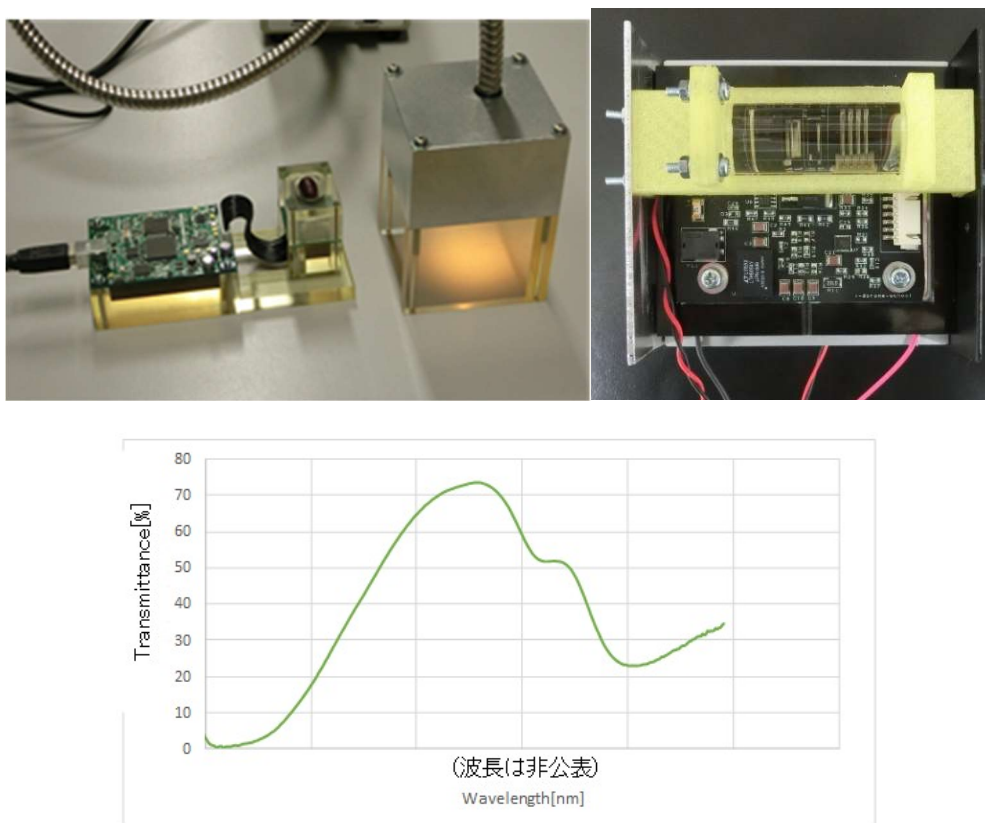


図 2 分光透過率測定治具 (上段 写真左)、透過用撮影光源 (2次試作) (上段 写真右)  
金時の透過特性 (下段)

## ●被害粒の特徴量の解析、および形状（画像）認識アルゴリズムの開発

- ・高速画像処理フレームワークの開発、(図 1—④)

画像処理のリアルタイム性を高めるために、カメラ通信プロトコル(GigE Vision)をハードウェア上に実装したフレームワークの開発を完了した。

- ・画像処理アルゴリズムの開発 (図 1—③)

成虫はある程度の大きさになると胚乳の肉が薄くなり種皮が黒く斑点状に見えるため手選りでも選別することができるが、蛹や幼虫に関しては視認することが不可能であるため生産現場で果たす意義は極めて大きい。そのため本研究では、成虫のみならず幼虫や蛹といった生育初期段階を検出できるが大きな焦点であった。今回開発した透過撮影用光源を使用することで、これまで撮像することが不可能であった蛹（又は幼虫）を撮像することが可能となった。(表 1 参照)

成虫被害粒と蛹（又は幼虫）被害粒では透過光の様相が大きく異なる。これは幼虫から蛹、そして成虫に成長する過程でインゲンマメゾウムシの個体の性質が変化し、変態過程において光の透過率が変化することを示唆している。(図 3 参照) このような状況化でも安定して食害部位を検出できるような画像処理アルゴリズム開発している。

## ●透過光で撮影する光学系機構と形状認識機能を搭載した光学選別装置の開発・実用化

- ・制御系の開発(図 1—④)

食害部位の検出から空気銃を駆動するまでの時間を短縮するために、専用の空気銃駆動ボードを試作し、空圧回路の性能を検証した。(図 4 写真左参照)

- ・ユーザインタフェースの開発(図 1—⑤)

ユーザインタフェースは、操作が簡単なタッチパネルによる運転に加えて、人手が少ない選果施設を想定し一人の作業が複数の選別装置を携帯端末で操作/監視できるBluetooth 対応アプリを開発した。(図 4 写真右参照)

表 1 画像処理アルゴリズムによる食害部位判定（赤色部）

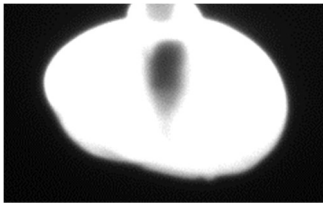
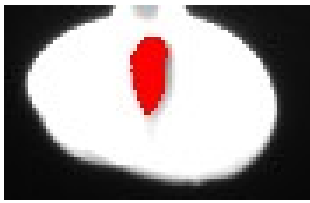
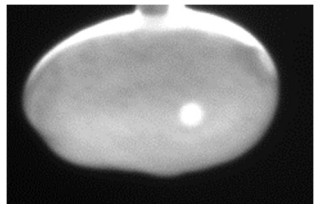
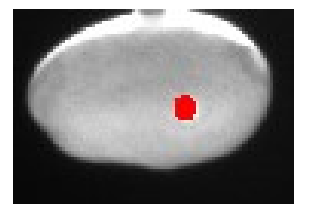
	画像処理前	画像処理後
成虫		
蛹 (又は幼虫)		



図 3 失活処理した被害粒の破壊検査（左：蛹、右：成虫）



図 4 空圧回路の評価（写真左） Bluetooth の通信評価（写真右）



・原理試作機の開発(図 1—⑥)

図 1①～⑤の要素技術を応用し、光学選別装置の原理試作機を製作した(図 5 参照)。画像処理システムの処理速度やタイミング等の主要性能を評価すると共に、量産に向けた課題を洗い出した。



図 5 光学選別装置 原理試作

(4) 今後の課題

様々な生育過程に対応するアルゴリズムのハードウェアへの実装には更なる開発期間を要する。原理試作機については、豆の飛行軌道が安定しない点や空圧回路の圧力損失の改善、そして筐体内の排熱処理等の量産に向けた課題もあり、事業終了後も共同研究者にご協力いただきながら製品化に向けた活動を展開する。

(5) 成果の波及効果

本試験研究では、十勝で生産量が多い金時に焦点を絞って研究開発を進めてきた。透過光の波長と光量を適切に調整すれば、高級菜豆である虎豆類や花豆類の透過撮影も可能であり、多種多様な雑豆に対応することは豆類振興に資すると考えている。

(6) 論文、特許等

論文発表や特許申請については共同研究者と協議の上、実施する予定である。