

# 豆類振興事業試験研究成果概要

～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（H28～30）～

（公財）日本豆類協会

（公益財団法人）日本豆類協会では、従来から雑豆の品種改良等生産及び加工の技術の開発に関する試験研究に対する支援を実施しております。ここでは、平成28～30年度に実施された当該試験研究の一つ「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」を紹介させていただきます。

本研究は、インゲンマメゾウムシの被害粒を選別除去するため、子実内部を透過光により撮影するための光学系機構、子実内部の虫や空洞等を検出する技術を開発し、被害粒の自動選別装置を開発することを目的としたものです。

## 1. 研究代表者等

菅原 崇（公益財団法人とかち財団）

\*「株式会社安西製作所 北海道支店」が共同研究機関



インゲンマメゾウムシ被害粒



子実から脱出したインゲンマメゾウムシ<sup>1</sup>

## 2. 研究の背景

①インゲンマメゾウムシは、1958年に沖縄で、1990年には北海道で発見された。その後は、気候温暖化や低農薬栽培の推進により、インゲンマメ等への食害が北海道でも増加する傾向にある（1999年に十勝で初の発生報告が農業試験場からあり、その後2010年頃か

<sup>1</sup> 引用：北海道病害虫防除所 <http://www.agri.hro.or.jp/boujoshu/chui/23chui.html>

らは発生報告が増え始め、2011年にホクレン、農業試験場、実需者から開発の要望を受けた。)

- ②インゲンマメゾウムシの被害の大半は、貯蔵施設で発生するものであり、菜豆子実内に侵入した幼虫が引き起こす食害であることから、食害部が豆の内部にあるのが特徴である。成虫が子実から脱出する直前の黒い斑点や脱出後の穴を見つけ手選りすることは可能だが、幼虫や蛹の段階では熟練作業員でも手選りすることはできない。
- ③一方、これまでは、透過撮影で子実内部を検査する装置は殆どなく、今のところインゲンマメゾウムシに限らず成虫の選別には、手選別以外に有効な手段はなく、蛹や幼虫といった発育初期の寄生子実にいたっては打つ手立てがない。

### 3. 研究の目的

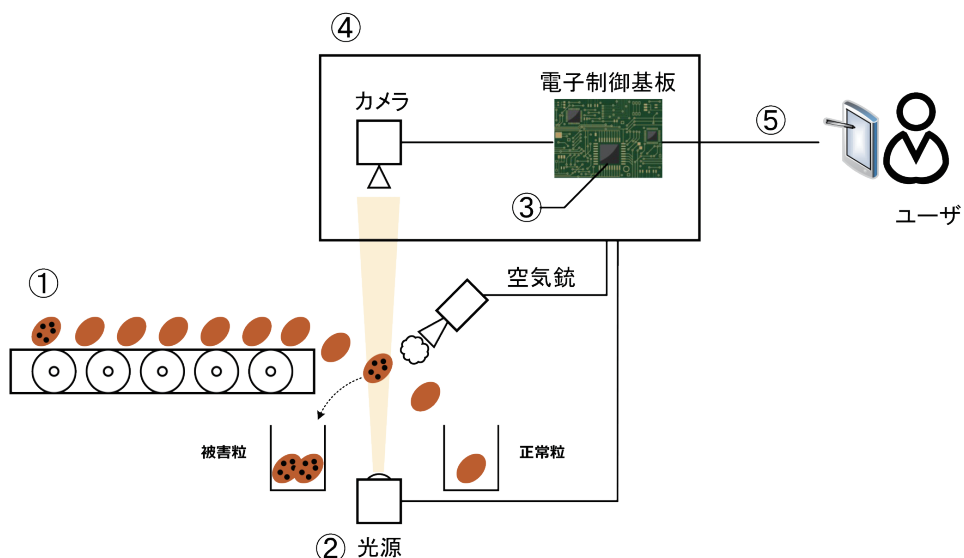
- ①本試験研究での目的は、従来の子実内部の透過撮影では検出が困難であった幼虫、蛹の検出も対象にした光学系機構や形状認識技術等の要素技術を新たに開発し、高い確度で識別除去可能な光学選別装置を実用化することにある。
- ②つまり、今まで時間をかけて熟練作業員が手選で取り除いていた被害粒を自動化することである。近赤外線で豆の内部を透過撮影した上で、画像処理技術を応用して被害粒を瞬時に識別して、さらに空気銃で吹き飛ばすシステムを実用機として完成させ、普及させることを目的とした。
- ③このことにより、生産、流通段階での廃棄ロスを大幅に低減させることが可能となり、以前は度々見られた加工、消費段階でのクレーム等を防ぎ、ひいてはインゲン豆類の生産拡大、消費拡大産地といった効果も期待できるようになる。

### 4. 研究の内容

#### (1) 研究スケジュール

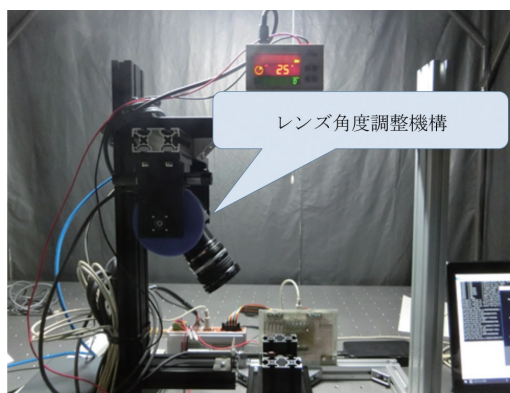
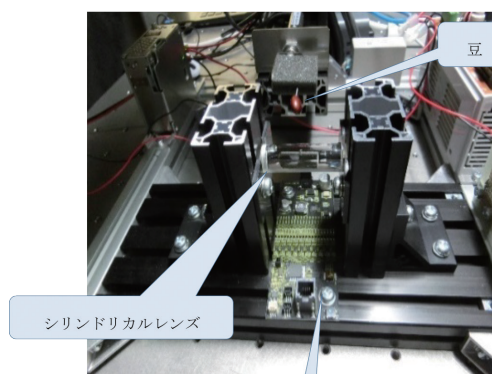
項目番号	開発項目	事業年度		
		平成28	平成29	平成30
1	被害粒サンプルの調査	→		
2	透過撮影用光源の試作評価	→	→	
3	形状(画像)認識アルゴリズムの開発	→	→	
4	高速画像処理(組込み)システムの開発	→	→	→
5	虫害粒選別用光学選別装置の試作開発		→	→

## 光学選別装置のイメージ



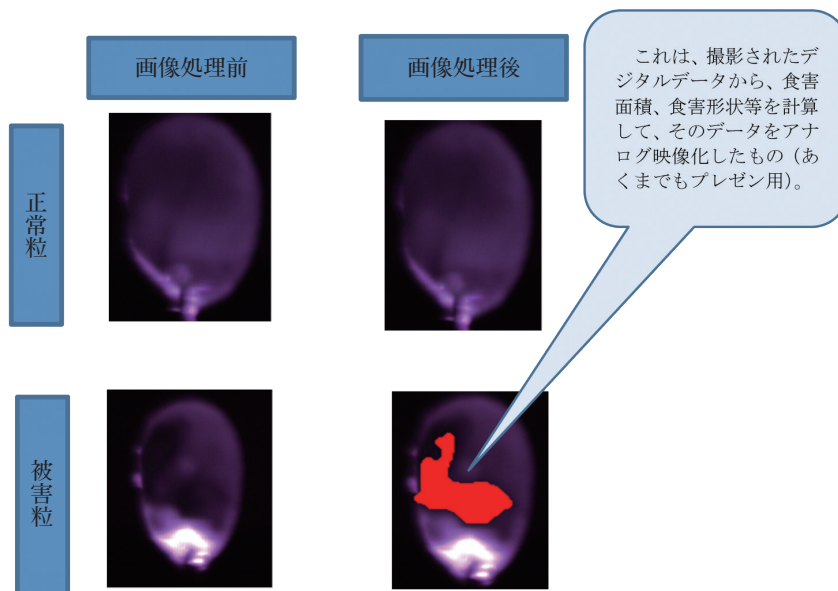
### (2) 透過撮影用光源の試作と評価

- ① 豆に対する近赤外線の分光透過率を測定し、透過光により子実内部の画像を撮影するための最適な光源波長を選定した（波長は非公開）。
- ② また、共同研究者の過去の知見から、拡散した光をシリンジカルレンズ（円柱状のレンズ）で集光することで、効率良く透過させることができることが明らかになったので、当該レンズを光源基板の直上に実装した。さらに、レンズ角度調整機構も搭載した。
- ③ なお、透過光による豆の撮影は、豆が秒速3mでベルトコンベアから空中に投げ出された状態で行われる。（つまり、豆の撮影直後、まだ空中に豆が投げ出された状態で、空気銃による被害粒除去も行われることになる。）



### (3) 画像処理アルゴリズム（識別判定）の開発

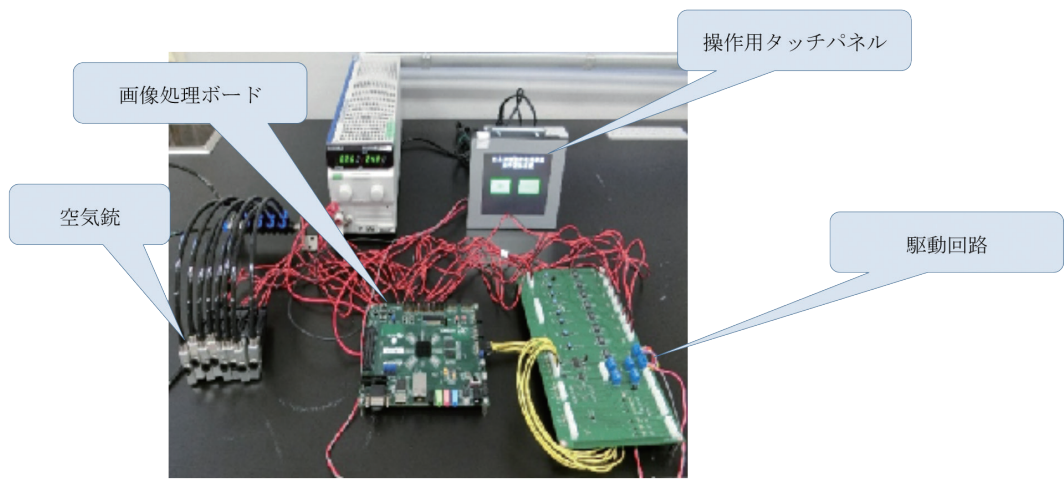
- ①近赤外線で豆の内部を透過撮影した結果のデジタルデータ（1と0の繰り返し）から、（ソフトウェアを利用せずに）食害の有無を直接判断する識別判定（アルゴリズム）を開発した。
- ②ここでいう画像処理による識別判定とは、撮影された豆のデジタルデータから、食害の有無、食害面積、食害部分の形状等を計算して、被害粒か否かを判定するシステムである。
- ③なお、今回の画像処理アルゴリズムについては、光量の変動に左右されずに、食害部位を安定的かつ高精度に検出できるようなものとした。
- ④また、一つ一つのインゲンの有効な画像を得るために、カメラは約1秒間に18,000回撮影しているので、それと連動して識別判定もそのスピードに遅れを取らないように設計したが、このあたりのシステム開発が、本課題で最も困難を伴ったところである。



被害粒撮影映像の画像処理

### (4) 光速画像処理（組込み）システムの開発

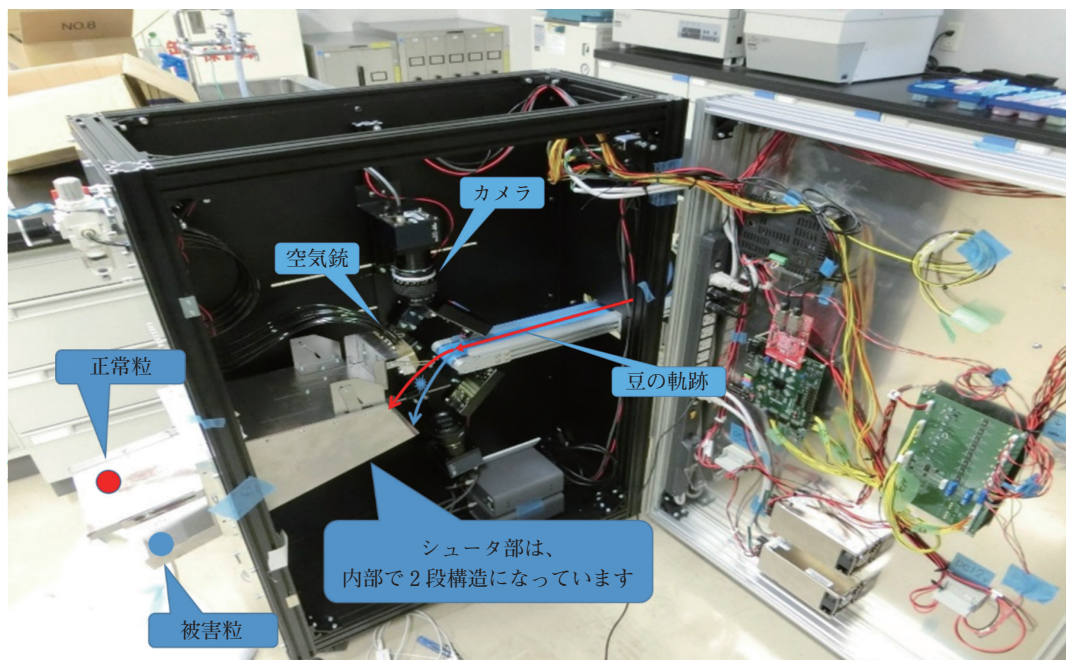
- ①食害部位の検出から空気銃を駆動するまで一連の制御システムを開発し、その処理時間を短縮するために、専用の空気銃駆動ボードを試作した。
- ②原理試作機のインターフェースは、操作が簡単なタッチパネルによる運転に加えて、人手が少ない選果施設を想定し一人の作業員が複数の選別装置を携帯端末で操作／監視できるBluetooth対応アプリを開発した。



光速画像処理システム

#### (5) 虫害選別用光学選別装置の開発

- ①原理試作機を組み立て、高速運搬時の被害粒検出性能を確認した。
- ②最終的には、毎時1トンの処理能力を想定しているが、これを実現するためには、現状の光量では不足なので、産業用ハイパワーLEDを搭載し、集光レンズの焦点距離を調整した。



原理試作機 組立風景

## 5. 今後の商品化の展望

- ① インゲンマメゾウムシは突発的に発生するため、常続的なニーズは決して高くはないが、被害が確認されれば現場サイドからのニーズが急速に高まることとなる。
- ② 従って、本研究は、被害が発生した際に光学選別装置をいち早く市場に導入するための前準備と位置づけられている。
- ③ 研究終了後は、時期を見て共同研究者の安西製作所が実用機を素早く作成して市場に投入することとなる。