

# 6面同時撮像による長楕円体状青果物全面検査選別システムにおける 搬送性能評価および鏡面反射抑制方法の検討

人工知能研究室 武田 大希

## 1. はじめに

現在、選別機による青果物の選別は重量により行うものがほとんどであるため、外観品質選別作業は目視により行われる。そのため、長時間に渡る選別作業は作業員の負担となり、また選別基準の個人差による商品価値の低下が問題となっている。そこで、本研究では、長楕円体状青果物を対象として、選別作業の自動化および選別基準の均一化を目的とした全面検査選別システムの開発<sup>(1)</sup>を行っている。本論文では、本システムの構成を述べるとともに、ピーマンを用いて JA 芸西村集出荷場および実験室における搬送性能の評価、また、撮像画像の鏡面反射抑制方法の検討を行う。

## 2. 長楕円体状青果物全面検査選別システム

長楕円体状青果物全面検査選別システムの外観を図 1、筐体各部の詳細を図 2 に示す。本システムは、搬送部、撮像部、識別部により構成されている。搬送部では、対象の全面検査を実現させるため、投入位置に置かれた対象を V 字型に組んだ複数台のベルトコンベアおよびテグスからなるセンサ駆動の独立駆動系を用い、対象を 1 個に分離かつ長手方向にそろえた後、撮像位置まで搬送を行う。撮像部では、6 面同時撮像により対象の全面撮像を行う。その際、対象の鏡面反射を抑制するため、拡散フィルタを取り付けた拡散板付き LED 光源を用いる。識別部では、画像処理により大きさ、形状、キズの有無を識別する。

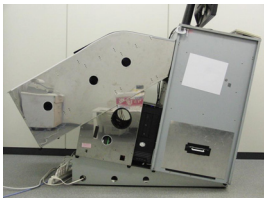


図1 実験筐体の外観

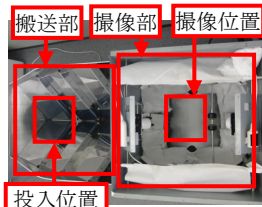


図2 筐体各部の詳細

## 3. フィールドにおける搬送性能評価実験

本実験では、JA 芸西村集出荷場において、JA 芸西ピーマン選別作業従事者の目視により 5 段階にグレード分けしたピーマンを対象とし、本システムの搬送性能評価（以下、フィールドテスト）を行う。はじめに、条件 A として、グレードごとに 1 度に 11 個のピーマンの同時搬送を 4 回繰り返し行うことにより計 220 個のピーマンに対する評価を行う。次に、条件 B として、グレードごとに分けたピーマンすべて（それぞれ 21 個から 49 個）の同時搬送を 4 回繰り返し行うことにより、計 1487 個のピーマンに対する評価を行う。これらの実験の評価基準は、撮像部までに対象が 1 個に分離された場合を分離成功とし、分離成功かつ対象が撮像位置まで搬送された場合を分離搬送成功とする。条件 A での実験結果、分離成功は 46.6%、分離搬送成功率は 32.5%であった。また、ベルトコンベア上で選別対象が滑り次段に搬送されないスリップが 1.9%発生した。次に、条件 B での実験結果、分離成功率は 40.4%、分離搬送成功率は 26.6%であった。これにより多量のピーマンの同時搬送時には分離成功率が低下することがわかった。また、撮像部内においてテグスの外れが 2 回発生した。

以上の分離成功率低下の要因の一つは、高温高湿度（気温 29.2 度、湿度 76.5%）の実験環境にあると考えられる。

## 4. 実験室における搬送性能比較検証実験

本実験では温度および湿度を一定にした環境下（気温 23 度、湿度 24.2%）で搬送を行うことにより、3.のフィールドテストとの比較検証を実施する。その際、1 度に 10 個のピーマンの同時搬送を 170 回繰り返し行うことにより計 1700 個のピーマンに対する評価を行う。同時に、3.で発生したテグスの外れに対応するため搬送機構の改良を行う。また、実験の評価基準は 3.と同一とする。実験の結果、表 1 に示す通り、分離成功率の 9.3%の向上および分離搬送成功率の 15.1%の向上を確認した。また、テグスの外れが発生しないことも確認した。以上により、温度および湿度の変化に対して安定した搬送機構の構築を検討する必要があることが明らかとなった。

表 1 各搬送性能評価実験の比較 単位 (%)

	条件 A	条件 B	実験室
分離成功率	46.6%	40.4%	55.9%
分離搬送成功率	32.5%	26.6%	47.6%

## 5. 鏡面反射抑制手法の検討

本実験では、キズの検出率の低下の原因の一つとなる鏡面反射を現撮像環境より抑制するため、円偏光フィルタを複数個組み合わせる手法について検討する。2 台の Web カメラおよび 2 台の光源すべてに円偏光フィルタを用いる手法について検討した結果、鏡面反射が抑制可能となるフィルタの設置面の組み合わせおよび設置角度を明らかにした。ここで、拡散フィルタのみを用いた改良前の撮像画像を図 3 に、円偏光フィルタを追加した改良後の撮像画像を図 4 に示す。さらに、本手法が 6 台の Web カメラを用いた 6 面同時撮像環境に適用可能であることを確認した。

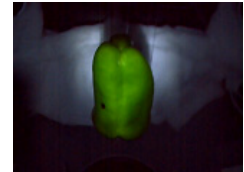


図3 改良前（拡散フィルタのみ） 図4 改良後（円偏光フィルタ）

## 6. まとめ

本論文では、長楕円体状青果物を対象として、選別作業の自動化および選別基準の均一化を目的とした 6 面同時撮像による全面検査選別システムのフィールドテストおよび実験室における搬送性能比較実験を行った。その結果、フィールドテストにおける分離成功率低下の要因の一つは、高温高湿度の実験環境にあることがわかった。次に、撮像画像の鏡面反射抑制方法の検討を行った結果、鏡面反射が抑制可能となるフィルタの設置面の組み合わせおよび設置角度を明らかにし、本手法が 6 台の Web カメラ用いた 6 面同時撮像環境に適用可能であることを確認した。

## 参考文献

- (1) 武田大希, 竹田史章 “6 面同時撮像による長楕円体状青果物全面検査選別システムの開発と評価”, システム制御情報学会 研究発表講演会講演論文集, p.25-p26, 2010