

# 日本の食を守る選別技術



企業レポート

山崎 祐一\*

Sorting technology for protection of Japanese food

Key Words : optical sorter, food, machine vision

## 1. はじめに

日本では年間約850万tの米を生産、消費しています。米は日本人の主食として最も重要な農産物であり、日本人の米に対する要求品質は世界一厳しいものとなっています。その要求に応えるために様々な技術が開発されてきました。

農産物である米は、気候条件など栽培時の環境によって品質にばらつきが生じますが、収穫後に精選工程を経ることによって我々が普段店頭などで目にするような均質な商品として出荷されます。精選工程では、大きさ、比重などの特性によって米を選別するほか、外観によって病虫害による被害粒の除去を行います(色彩選別機)。

特に色彩選別機は画像処理技術の向上により、精度の向上とともに様々な分野に用途を拡大しています。



写真1 色彩選別機(KG-X)

## 2. 色彩選別機

### (1) 色彩選別機のはたらき

色彩選別機は収穫後、乾燥・調整された米(玄米、白米)の中に混在する夾雑物(被害粒、石、虫、草の実)を外観の違いによって見分けこれを除去する装置です。近年、減農薬と温暖化による害虫発生が増えていることから、写真に示すような被害粒が増加しており、品質確保のためには色彩選別機による



写真2 被害粒

選別が必須となっています。

### (2) 色彩選別機の原理

色彩選別機における選別の原理を図1に示します。選別機のはたらきは、(i)米を流しながら、(ii)1粒ずつ計測し、(iii)不良と判定された粒を排除する、の3段階で構成されています。

#### (i) 米を流す

選別機に供給された米は 投入ホッパに貯留し、



\* Yuichi YAMAZAKI

1961年7月生

京都大学・工学部・電気工学卒(1986年)  
現在、株式会社クボタ 電装機器技術開発部 部長 学士 電気工学

TEL : 072-993-8460

FAX : 072-993-5084

E-mail : y-yamazk@kubota.co.jp

振動フィーダを用いて所定の流量で切り出された後、シュート上を流下します。この際、次工程の計測および不良品の排除を精度良く行うためにシュート上の米は薄く一層に広がり、かつ所定の軌跡上を流す必要があります。また、使用を続けるうちに米糠がシュートに付着したり、表面が摩耗したりすると米の流れが阻害され、選別精度の低下の原因となります。このため、シュートはアルミの引き抜き材を研磨し、表面処理を施すことで強度となめらかさを実現して、さらにヒータで加温することで米糠の付着を防いでいます。

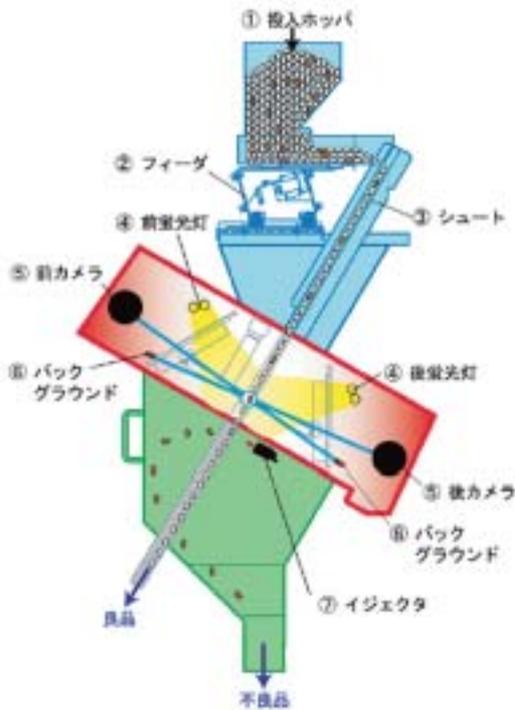


図1 色彩選別機の原理



写真3 シュート

(ii) 米を計測する

シュート上で一層に広がった米に対し、前後の蛍光灯で照明し、前後の CCD カメラで計測します。この際、バックグラウンド（背景板）の色を米に合わせておくことで、不良粒を際立たせ、不良の検出精度を高めることができます。このため、バックグラウンドは自照式となっており、取り込んだ米の画像に基いて明るさを調整しています。

高速で流下する米粒の画像を取り込むために、色彩選別機で使用する CCD カメラは、通常の 2 次元カメラではなく、ラインセンサカメラを使用しています。弊社では選別機に最適なカメラを自社開発することで、装置の小型化・低コスト化を実現しました。



写真4 選別機用 CCD カメラ

カメラで取り込んだ画像は画素と呼ばれる微小領域に分けて 1 点ずつ評価します。このため、穀粒の表面にある微小な変色部分も明瞭にとらえることが可能で、近年発生が増えている虫害を高い精度で検出することができます。画素数（分解能）の高いカメラは、それだけ微小な欠陥も検出可能ですが、一方で画素数は動作速度（時間あたりの繰り返し計測数）や感度とトレードオフの関係にあるため、2000 ~ 5000 画素のカメラを採用し、0.05 ~ 0.15mm / 画素の分解能を実現しています。

色彩選別機で使用するカメラには大きく分けてカラーとモノクロの 2 種類が存在します。対象物が単色である場合は光の利用効率の高いモノクロカメラをうまく使うことで、コストパフォーマンスの高い色彩選別機を構成することができます。また、特殊な用途として近赤外光や紫外光に感度を持つカメラを使用することで、米に混入した無機物（樹脂、ガラス片など）を検出する機能を持たせたものもあります。

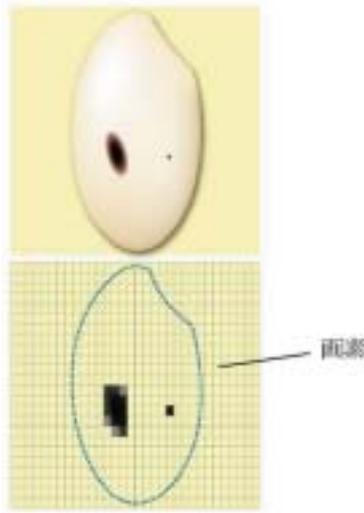


図2 CCDカメラによる画像

(iii) 画像処理

取り込んだ画像を評価し、不良品を検出する画像処理部には精度とともに速度が求められます。

弊社の色彩選別機は能力別に200kg～3.6t/時のラインナップを揃えます。これは米粒に換算すると1秒当たり最大で5万粒を処理することに相当し、この処理能力を実現するための画像処理部の構成を以下に示します。

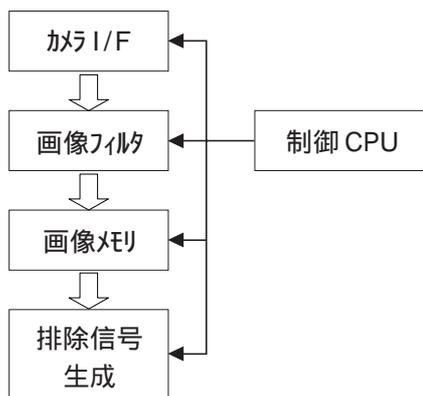


図3 処理回路

画像フィルタ

対象物の特性に応じて画像強調などを行い、以降の処理を容易にします。選別の内容によって数種類のフィルタを使い分けることができます。

画像メモリ

取り込んだ画像を処理し、画像補正などを行うとともにLUTとして画像変換にも使用します。

排除信号生成

良否の判定を行い、検出した不良品を排除するためにイジェクタを駆動する信号を生成します。確実な排除のために検出した不良品の情報(大きさなど)に基づいて信号のタイミングを自動で調整します。

制御CPU

フィルタの設定、良否判定のパラメータの設定などを行うほか、流量やバックグラウンドの制御も行い、選別条件を統合制御します。

(iv) 不良粒を排除する

計測の結果、不良と判定された米粒はイジェクタからの高圧エア噴射により排除します。イジェクタは、米の流れ方向に対して直交して7～60個配置され、(iii)の画像処理の結果、どのイジェクタをどのタイミングでONするかが決定されます。

イジェクタは高速電磁弁とノズル一体型のマニホールドで構成するクボタ独自の構造で、電磁弁から排除対象までのエアの流路を最短とすることで噴射タイミングのバラツキを抑えて安定した排除動作を実現しています。また、電磁弁の駆動方式の改良によって発熱を抑えることで耐久性を高め、不良混入の高い原料(電磁弁の動作回数が多い)にも対応可能としています。

(3) 色彩選別の用途

色彩選別機は米をはじめ様々な穀物、工業原料に用いる例があります。

・米

国内の米の流通は、生産者 JA 米穀卸 小売のルートが主であり、従来はJAあるいは米穀卸の大型精米施設で米の精選が行われていました。これに対し、近年では、米流通の多様化、特に生産者による直売の増加に伴い、生産者自身が精選まで行うケースが増えています。

・小麦

小麦は国内で年間約600万tを消費します。日本では小麦は製粉するため外観品位が問題になることはありませんが、小麦の夾雑物(異種穀物など)を

選別によって除去することで小麦粉の品質を高く保つ目的で選別が行われます。

・ その他の用途

ここであげた食品以外にも工業原料(樹脂ペレット、リサイクル原料)の選別も行われています。

樹脂原料の製造工程では熱により原料が変質して黒点が生じる場合がありますが、このような原料は外観だけでなく物性においても劣るため、選別によって除去することが求められます。

弊社では穀物用と別に樹脂選別向け選別機(PLATON II)をラインナップに加え、このようなニーズにも応えています。

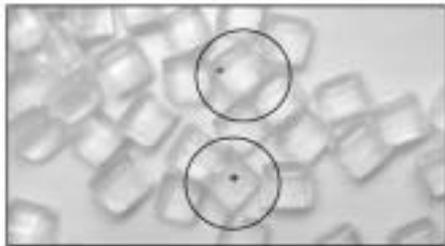


写真5 樹脂ペレットの不良

3. まとめ

農産物において「国産=安全、高品質」の評価は確固たるものがあります。今後、国際競争が避けられない農業の分野において、国産農産物が競争力を高め、輸入農産物に対抗するためには選別技術が果たす役割はますます重要になると考えます。

また、本稿で説明したとおり、選別技術は計測・制御をはじめとするさまざまな技術の組み合わせで成り立っています。日本の生産技術を構成するこれらの技術の発展とともに選別技術のさらなる進化を目指したいと考えています。

