

# アキサケ身色計測装置の製品化技術の開発

上 島 和 史 [北海道電子機器株式会社／取締役技術部長]

穴 田 秀 樹 [北海道電子機器株式会社／技術部次長]

松 本 誠 司 [北海道電機株式会社／光技術営業グループ長]

佐 藤 弘 康 [北海道電機株式会社／光営業グループ主任]

宮 崎 俊 之 [北海道立総合研究機構工業試験場／研究主任]

吉 川 毅 [北海道立総合研究機構工業試験場／研究主幹]

堀 武 司 [北海道立総合研究機構工業試験場／研究主任]

## 背景・目的

アキサケ輸出時に一次加工時を行う水産加工工場では、熟練者が経験と勘に基づき3段階(レッド、ピンク、ホワイト)の身色等級判別を行っているが、個人差・地域差等による判断ばらつきが大きく、品質安定化の課題となっている。このため客観的評価が可能な身色計測装置の製品化・普及が求められている。我々はこれまでに計測原理開発および試作機による装置有効性の確認を行ってきたが、装置製品化および普及にあたっては低価格化や、高信頼性、高いメンテナンス性や操作性の実現が課題として残っていた。本事業では、これを解決する技術開発、および製品版試作機の開発を目指した。

## 内容・方法

本事業では、下記3項目の開発を行った。

### (1) 低価格・長寿命な計測仕様の開発

低コスト化や高寿命化、低消費電力化を目指して新たに採用した光学系に対応するため、工業試験場(HRO)において実サンプルを用いたデータ収集・解析を行い、新たな身色計測アルゴリズムを開発した。

### (2) 等級判別処理部のマイコン化

製品化に必要な装置の低コスト化・信頼性向上を主目的に、北海道電子機器(HDK)が判別処理部のマイコン化の開発・実装を行った。また装置発展性、ユーザカスタマイズ性向上のため、外部メモリによるアルゴリズム変更機能を実装した。

### (3) 専用光ファイバプローブの開発

サケ体内に挿入する光ファイバプローブはコスト面、メンテナンス性から専用化が強く求められた。北海道電機(HKE)では、光ファイバを外側金属管に挿入し、先端部を最適角度に精密研磨することで、光学性能と突き刺し性能、低コストを全て両立したファイバプローブを開発した。

上記(1)～(3)の開発成果に基づき、低コスト化・軽量化を考慮した試作機1号機、2号機を開発、水産加工工場において性能評価、操作性評価試験を実施し、高い評価を得た。

## 結果・成果

### (1) 新計測アルゴリズム

計測精度向上を最優先目標とした従来機では、高性能な(但し、高コスト、低寿命、高消費電力など、製品機搭載に不向きな)光学デバイスや光学プローブを使用し、製品化への最大の課題となっていた。本研究では低消費電力(=低発熱量)、低コストな光学デバイスとして組込型フラッシュ光源と組込型分光器を採用し、またサケ体内に突き刺し内部情報をスキャンする光ファイバプローブも、後述の様に専用のものを開発した。これらの採用によって、身色解析に使用する分光器出力信号 SN が大幅に低下する事となり(図1)、従来アルゴリズムの適用は不能となった。

このため、北海道ぎょれんの協力を得て北海道内各地の、様々な水揚げ時期・肌目のサンプルを準備、新光学系を用いたデータ取得試験を行い、別途、色差計(色計測の標準機)によって得られた値との相関解析を行うことで、従来機と同等の計測精度が得られる身色判別アルゴリズムを開発した(図2、図3)。

### (2) 試作1号機、2号機

(1)のアルゴリズム開発により低価格光学デバイスの使用に目処が立ったため、このアルゴリズムを搭載

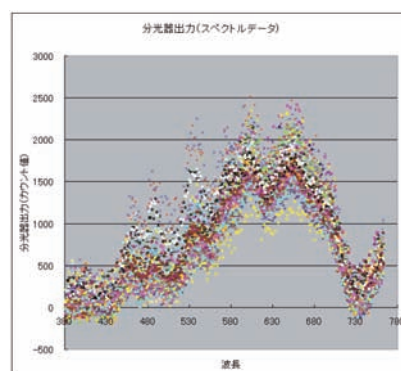


図1. 分光器信号

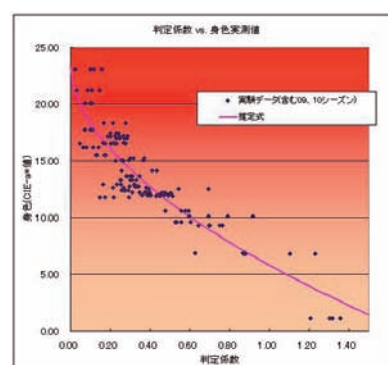


図2. 身色推定精度

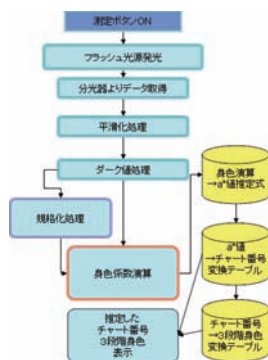


図3. 計測アルゴリズム

し、各所を製品機仕様とした試作機を製作した。開発にあたっては、上記アルゴリズム開発のためのデータ取得試験を行うため1号機(図4)を先行して開発し、実使用によって見いだされた改良点を2号機(図5)へフィードバックする形を取った。データ処理部(アルゴリズムの実装部)および光学デバイス、ユーザインターフェース部の制御・処理部として組込マイコンを使用し、低消費電力化、起動時間の短縮と共に、大幅なコスト低減、信頼性向上を達成することが出来た。また電源にもPC用リチウムポリマを採用、従来機よりも大幅に重量が軽減されたにも係わらず、3時間以上の長時間駆動を達成できた。



図4. 試作1号機



図5. 試作2号機

搭載する光ファイバプローブも、従来使用していた液体吸光度測定用ファイバは高価であり、光学系に無駄が多く、またメンテナンス性も悪いことから、ユーザによる交換が容易な専用プローブを開発した(図6)。コア径0.9mmの大口径ファイバを金属チューブに挿入、先端部を金属部ごと斜めに研磨することで、従来問題となっていた肉詰まりを解消し、洗浄・清掃を容

易にした。先端部角度については、突き刺し性と光学性能は相反するため、実計測により最適値を見いだした。

開発した試作機は水産加工工場にて評価試験を実施、計測精度、ユーザインターフェース、大きさ・重さ等について、現場で使用するための要求仕様を満たしていることを確認した。



図6. 専用光ファイバプローブ

### (3) 製品化、および将来に向けた技術開発

本事業では製品化時、および将来的に想定される問題についても開発を行った。

#### ・石英ファイバプローブ

耐久性、安全性を考慮し、大口径石英ファイバプローブを試作、評価し、従来のプラスチック型光ファイバプローブと同程度の計測精度が得られることを確認した。

#### ・校正治具

安価な組込型分光器の使用により、個体毎の特性バラツキが想定される。またプローブ等の経年変化による特性変動も予想される。製品化にあたっては、これらを校正する必要があるため、白色校正治具を製作し、これを用いた校正方法について検討を行った。

#### ・分光器を使用しない光学系の検討

将来的に予想される、より安価な機器や脂肪等の他成分同時計測の要望に備え、分光器を使用しない光学系について、測定ベンチを用いた計測可能性検討を行った(図7)。



図7. フィルタ+フォトダイオードによる身色計測検討

## 今後の展望

本事業の成果により、ハンディ型身色計測装置として製品化する上での技術的課題をおおよそ解決する事ができた。本装置は水産加工工場における品質チェック(検品)に使用すること可能であり、ブランド化を進める漁協等においての使用が予想される。一方、本事業において現場の意見を確認することで、①コストに対する要求が非常に強いこと、②1尾ごとの計測(全数計測)に対しての需要が高いこと、③水揚現場における値付けのための使用可能性など、より具体的な要求が見いだされてきた。これらの要求をどの様に反映するのかを検討すると共に、製品機仕様や販売方法等について、ユーザ団体である北海道ぎょれんと協力しながら進めていく予定である。