

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	ANISUR RAHMAN
論文題目	PREDICTION OF FISH FRESHNESS USING UV-VISIBLE SPECTROSCOPY OF EYE FLUID (眼液の紫外・可視分光を用いた魚の鮮度予測)		
(論文内容の要旨)			
<p>水産物の品質に関しては現在までに多くの研究報告があり、中でも魚の鮮度は最も重要であるため、これまでにいくつかの装置が開発されている。その代表的なものには、物理学的方法、化学的方法、細菌学的方法、組織学的方法があり、それらの多くは腐敗を目安にしている。中でもK値による判定は有名で、それは魚類の筋肉中のアデノシン三リン酸 (ATP) の分解過程を数値化したものである。しかし、その方法は実際に魚肉を採取することが必要であり、かつ作業に時間を要するため、実際の現場で全数検査することは困難である。そこで、非破壊で短時間計測可能な方法が望まれているが、まだ実用的に使用可能な計測装置は開発されていない。本論文は、古くから鮮度との関係が深いと言われる魚の眼球の中の眼液に着目し、迅速で非破壊検査の可能性があるスペクトル特性を紫外から可視領域において調べ、K値と比較した結果をまとめている。</p> <p>本論文は6章から構成され、第1章で本研究の背景、研究目的を述べた後、第2章では本研究で用いた淡水魚のウグイ、計測装置である分光光度計、K値計測装置、計測データの処理方法および解析方法について述べている。</p> <p>第3章では、魚の新鮮さの程度を数値化するための試みを行っている。まず168尾のウグイを死後、気温20℃、湿度90%の環境下で保存しておき、3時間おきに36時間まで4尾の両目から眼液を抽出して波長250~600nmの領域で吸光度を計測した。同時に、K値の計測をすることをそれぞれ3回繰り返してデータを収集したところ、K値が経過時間と共に上昇するに従い、波長410nmならびに280nm付近の吸光度が急激に高くなる傾向が見られた。このデータをSVM (Support Vector Machine)、LDA (Linear Discrimination Analysis)、SIMCA (Soft Independent Modeling of Class Analogy) で鮮度を2段階にクラスタリングしたところ、いずれの方法でもよく分類できたが、SVMを用いたときには100%の成功率であることを示した。</p> <p>第4章では、240尾のウグイを対象にして、紫外・可視スペクトル情報に基づき、PLS (Partial Least Squares) 回帰を行い、K値の予測モデル構築を試みている。その結果、移動平均平滑化、MSC (Multiple Scatter Correction) 等をスペクトルの前処理に用いて行ったところ、決定係数 (R^2) が0.87、予測値の平均二乗誤差 (RMSEP) は7.87%という精度を得た。</p> <p>第5章では、予測精度を向上させるため、4章で得られたデータに基づき、区間部分最小二乗 (iPLS) 回帰によりK値の予測結果を示している。その結果、決定係数 (R^2) が0.96、予測値の平均二乗誤差 (RMSEP) は5.12%となった。さらに、PLS回帰において用いられた700の変数をiPLS回帰では260まで減らすことができ、良好な予測モデルが構築できたとしている。</p> <p>第6章では、これらの結果より、紫外・可視分光法と適当な多変量解析を組み合わせることで、魚の鮮度の正確な予測ができる可能性があることより、今後、貯蔵環境</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400~1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500~2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

温度を変化させた時の調査，他の大量流通している魚への適応，さらには非破壊検査のためのマシンビジョンシステムの構築が望まれると総括している。

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、紫外・可視領域の分光法と多変量解析を組み合わせることで、魚の鮮度予測を行う可能性を示したものである。これまでK値を始めとして、物理学的方法、化学的方法、細菌学的方法、組織学的方法を用いた研究があるものの、非破壊かつ簡便な方法でリアルタイムに鮮度が予測可能な研究は報告されていない。本論文は、紫外から可視領域の中心波長410 nm付近のスペクトルデータを十分に生かして淡水魚であるウグイの鮮度を高い精度で予測したものであり、評価できる点は以下の通りである。

1. ウグイを死後36時間の間、眼液を抽出し、波長250～600 nmの領域で吸光度を計測した。その結果、K値が経過時間と共に上昇するに従い、波長410 nmならびに280 nm付近の吸光度が急激に高くなる傾向が見られた。このデータをSVM (Support Vector Machine), LDA (Linear Discrimination Analysis), SIMCA (Soft Independent Modeling of Class Analogy) でクラスタリングしたところ、いずれの方法でもよく分類できたが、SVMを用いたときには100%の成功率であることを示した。
2. 紫外・可視スペクトル情報に基づいて、PLS (Partial Least Squares) 回帰を行い、K値の予測モデルの構築を行ったところ、決定係数 (R^2) が0.87, 予測値の平均二乗誤差 (RMSEP) は7.87 %という精度を得た。さらに、区間部分最小二乗 (iPLS) 回帰により予測したところ、決定係数が0.96, 予測値の平均二乗誤差は5.12 %を得たことより、眼液から鮮度を予測できる可能性を示せた。

以上のように、本論文は可視領域の分光法と多変量解析を組み合わせることで、魚の死後36時間におけるスペクトルデータから、高いK値の予測可能性を示しているため、さらなる研究の継続により、今後の魚の流通、加工等の生産過程および小売店や家庭における鮮度確認に関して、大きな貢献が期待できる。このことから、生物センシング工学、農業システム工学、フィールドロボティクスの発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成27年10月21日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)