

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	MD. HAMIDUL ISLAM
論文題目	Detection of Fertile Egg and Early Prediction of Hatching Time Using Visible Transmission Spectroscopy (可視領域の透過分光法を用いた有精卵の検出と孵化予測)		
(論文内容の要旨)			
<p>鶏肉は世界中で食されている肉の一つであり、530億羽と言われるブロイラー生産によってタンパク質の需要に込えている。その生産を支える養鶏作業において、養鶏家は初生雛(しよせいびな)を自家生産するのではなく、ほとんど人工孵化されたものを購入しているのが現状である。一般に、孵卵場では5%から20%の鶏卵が無精卵であること、孵卵器中の無精卵あるいは死卵は病原菌の原因となりうること等から、孵卵エネルギーの損失、作業コストの増大等の問題を生んでいる。また、初生雛は孵化後初めての餌付けまでに36時間から48時間の余裕があることを利用して輸送されているが、現在24時間から48時間と言われている雛の発生遅れをなるべく小さくすることが望まれている。早期に無精卵の有無、孵卵日時、および卵内雛の健康状態の推定が可能となれば、効率的な孵卵器の利用、初生雛の発生遅れの抑制、さらには品質の高い鶏肉生産が期待できる。それらのことより、本論文は可視領域の透過分光法を用いた有精卵の検出と孵化時期の早期予測の可能性についてデータを蓄積し、研究をまとめている。</p> <p>本論文は、6章で構成され、第1章で本研究の背景、研究目的を述べた後、第2章で過去の文献の紹介、実験に関わるセッティングおよび解析方法について述べている。実験においては、まず履歴情報の明らかな鶏から採卵後、卵の寸法、色等を均一に選別した後、一週間以内の期間、気温13℃から18℃および湿度70%から80%の環境で貯蔵し、実験に供する卵の個数をそろえる。次に、37.8℃に設定された孵卵器に24個用のトレイをセットし、孵化するまで実験を行う。本研究では孵卵器で加温開始後8日目までの間、24時間間隔で可視領域における各卵の透過光のスペクトルを計測すると同時に、その卵の孵化日時を記録した。透過光計測においては、ハロゲンランプと分光器を用いたが、500 nm以下の領域では吸収が大きいため、500 nmから750 nmの領域に注目してデータを収集した。</p> <p>第3章には、有精卵と無精卵の判定方法についての解析結果が記述されている。特に、加温開始後96時間の575 nmから578 nmのスペクトルデータを用いてK-means法、LDA (Linear Discrimination Analysis), SVM (Support Vector Machine) でクラスターリングしたところ、K-means法では97%、LDAおよびSVMでは100%の確度で判定可能という結果を得たことより、可視領域における透過光データの高い推定精度を示すことに成功したと言える。</p> <p>第4章および第5章では、上記のスペクトル情報に基づいて、PLS (Partial Least Squares) 回帰、全帯域を用いたPLS (FS-PLS) 回帰、および区間部分最小二乗 (iPLS) 回帰により孵化時期予測モデルを構築している。100個の卵を対象にそれら解析を行った結果、iPLS回帰において、3.24時間以内の誤差で孵化時刻を推定することができ、十分な精度を得ることができた。</p> <p>これらの解析結果より、第6章で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、加温後96時間におけるスペクトルデータから無精卵の検出および各卵の孵化日時を制御する可能性をまとめ、将来の展望を示すことによって総括している。</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)

(論文審査の結果の要旨)

本研究は、可視領域の分光法と多変量解析を組み合わせることで、早期に無精卵の検出および各卵の孵化日時の予測を行う可能性を示したものである。これまでキャンドリングやハイパースペクトルカメラ等による無精卵の検出を行った研究はあるものの、このように簡便な方法でリアルタイムに、無精卵の検出ならびに孵化日時を予測した研究はほとんど報告されていない。本論文は、可視透過光のスペクトルデータを十分に生かして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. ハロゲンランプと可視領域の分光器を用い、透過スペクトルデータに基づいて、有精卵と無精卵をLDA (Linear Discrimination Analysis), SVM (Support Vector Machine) でクラスタリングしたところ、100%の成功率で判定可能であった。
2. 有精卵、無精卵の判定については、37.8°Cの温度で加温開始後、96時間の時に575 nmから578 nmの透過スペクトルデータに基づけば、非常に高い精度が得られることを示した。
3. 区間部分最小二乗 (iPLS) 回帰により孵化時刻予測モデルを構築したところ、3.24時間以内の誤差で孵化時刻を推定することができた。つまり、ハロゲンランプと分光器という簡便な装置で各卵をリアルタイムで計測することにより、初生雛の発生遅れを減少させられる可能性を示した。

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、加温後96時間におけるスペクトルデータから無精卵の検出および各卵の孵化時刻の予測可能性を示しているため、今後のブロイラー生産において、エネルギーの損失や作業コストの増大を抑えられるだけでなく、品質の高い鶏肉生産が期待できる。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1月9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)