

県産ブランド牛肉付加価値向上のための 携帯型牛肉おいしさ測定端末の研究開発

田中 等幸 山田 俊郎 丸山 新* 江崎 雅康** 棚橋 英樹

Development of a Portable Evaluation System for Making Value-added of Beef Quality

Tomoyuki TANAKA Toshio YAMADA Shin MARUYAMA*
Masayasu ESAKI** Hideki TANAHASHI

あらまし 牛肉の安心・安全だけでなくおいしさについて関心が高まっており、現行の目視による霜降り等の「格付値」の肉質評価のみではなく、おいしさを客観的かつ定量的に評価することが求められている。そこで、牛肉のおいしさの一つの指標である脂質を市場で簡易に評価する手法を開発し、その情報を育種改良等へ活用することで、岐阜県産ブランド牛肉「飛騨牛」のブランド価値向上を図ることを目的とした。

今年度は、システムの機能的な側面から、①小型マルチバンドカメラの開発、②脂質解析ソフトウェアの開発、③枝肉情報管理データベースの開発の3テーマに分割し、それぞれの機能的評価とシステムとしての基本動作を確認した。

キーワード 牛肉、付加価値化、脂質評価、携帯型測定端末

1. はじめに

我々はこれまでの研究開発において、カメラで撮影するだけで、牛肉を破壊することなく、牛肉に含まれる脂質を定量的に評価する技術を確認した^[1-2]。しかし、これまでに使用してきた実験システムは大がかりな装置構成であり、そのシステムを生産・流通で利用するのは困難である。市場で取引される牛肉の脂質を評価し、おいしさの情報を生産面における育種改良などへの利用や、牛肉を購入する消費者に対して、おいしさなどの品質情報を提供するためには、携帯可能な小型かつ軽量の脂質測定装置が必要である。

そこで本研究開発では、牛枝肉市場において、おいしさの一つの指標である脂質評価情報を効率よく簡易に収集可能な携帯型マルチバンドカメラ端末を開発し、撮影した画像などを逐次データベースに格納することで、畜産業における効果的な利用の促進を目標とする。

今年度は、システムの機能的な側面から小型マルチバンドカメラの開発、脂質解析ソフトウェアの開発および枝肉情報管理の3つにテーマを分割し、それぞれの機能的評価と、小型マルチバンドカメラからデータベースへの

画像格納までの基本動作を確認したので報告する。

2. システムの概要

図1にシステムの概要を示す。牛枝肉市場における作業者は、携帯型マルチバンドカメラ端末によって枝肉断面を撮影する。撮影画像はカメラの情報通信機能によって脂質解析サーバへ送信される。脂質解析サーバは、受信した画像に対して脂質解析処理を行い、見た目での判断が困難な脂質を可視化する脂質分布画像を生成する。また、脂質解析サーバ上には育種改良や飼養管理に必要な

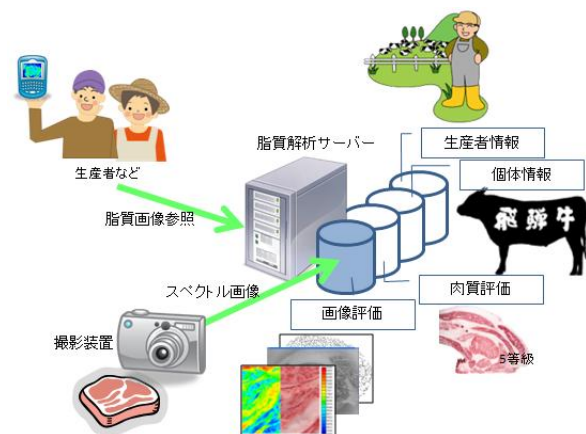


図1 システムの概要

* 岐阜県畜産研究所

** 株式会社イーエスピー企画

データベースが稼働しており、小型マルチバンドカメラによって撮影された画像と生成された脂質分布画像は逐次データベースに格納される。生産者や流通関係者は、携帯型のモバイル端末を使用して、市場で取引された牛肉に関する様々な情報を照会することが可能となる。

本システムが実現することによって、飛騨牛のブランド力向上に向けた研究開発が飛躍的に推進されるとともに、育種改良の指導ツールとしての利用や、流通・消費者に対しても安心・安全情報と品質の情報提供が期待される。

3. システム開発

本システムは機能的側面から、以下に示す3つのテーマに分割した。節ごとにそれぞれの開発内容について記述する。

- ① 小型マルチバンドカメラの開発
- ② 脂質評価ソフトウェアの開発
- ③ 枝肉情報管理データベースの開発

3. 1 小型マルチバンドカメラの開発

複数の分光画像が同時に取得可能なマルチバンドカメラの1次試作機を開発した(図2)。カメラはマルチバンドカメラモジュール、カメラ制御記録基板、マルチバンドLED制御基板から構成される。カメラのレンズ先端にそれぞれ異なる3つのバンドパスフィルタ(中心波長760nm, 810nmおよび930nm, いずれも半値幅10nm)とIRカットフィルタを装着することで、1度のシャッターで3枚の近赤外マルチバンド画像と1枚の可視画像(いずれも640×480pixel)が取得できる。これまでの実験成果を踏まえ^[1-3]、マルチバンドカメラモジュールには、近赤外帯域である750~1050nmに高い感度を持つチップセットを採用した。カメラ制御記録基板はマルチバンドカメラモジュールから出力される画像データをフレームメモリに蓄積し、記録処理することが可能である。また、画像をTCP/IPネットワークを介して外部へ転送する組込みソフトウェアを実装した。マルチバンドLED制御基板は、複数の単波長光をカメラフレームの同期信号に同期させてストロボ発光することができる。

3. 2 脂質解析ソフトウェアの開発

マルチバンド画像から脂質分布画像を生成する脂質解析ソフトウェアの1次試作モデルを開発した。ソフトウェアは標準反射板と牛肉試料のマルチバンド画像から反射率画像を生成し、予めセットされた検量モデルによって脂質分布画像を出力する。図3はグレースケールの脂質分布画像を脂質割合に応じてカラーマッピング表示した例である。生成された脂質分布画像の画素には、脂質割合の推定値が数値化されており、推定値をカラーマッピングすることで、脂質割合の分布を視覚的に確認することができる。

また、小型マルチバンドカメラは4枚の画像が出力され

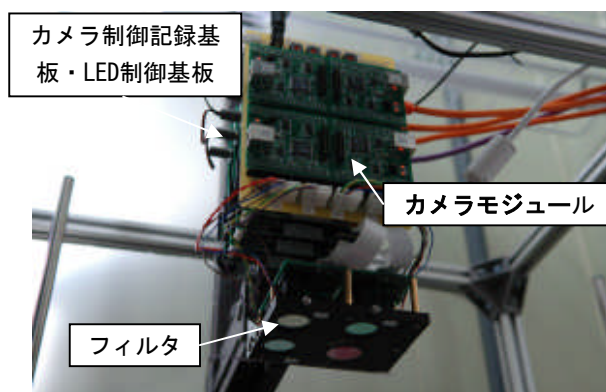


図2 小型マルチバンドカメラ

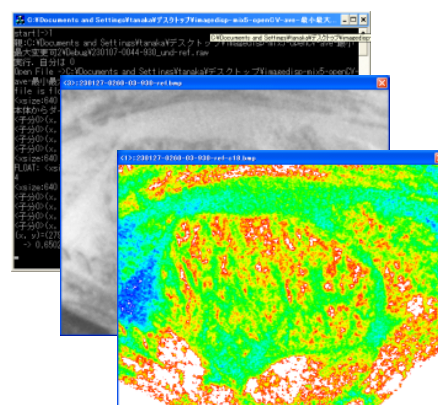


図3 脂質解析ソフトウェア

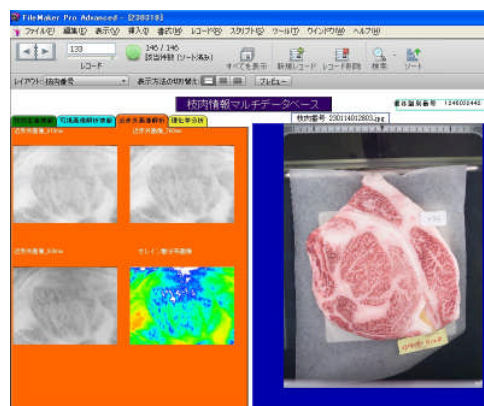


図4 枝肉情報管理データベースの画面例



図5 データベース開発に対する説明会の様子

るが、それぞれの画像は視点が異なるため、画像間で視差が生じる。そのため、同一視点の脂質分布画像を生成するためには画像間で対応する点を見つけだし、それぞれの画像に対して統合処理を行う必要がある。そこで、キャリブレーションパターン（チェスボード）を用いたカメラのキャリブレーションについて検討した。カメラの内部パラメータ、および歪み係数を推定し、画像を補正するアルゴリズムを考案しソフトウェアに実装した。

3. 3 枝肉情報管理データベースの開発

画像とテキスト情報が連携可能なマルチメディアデータベースの1次試作モデルを開発した。図4はデータベースの画面の例である。データベースのインターフェースは、テキスト情報と画像との一覧性を良くするように工夫した。データベースの利用者は、枝肉画像を見ながら格付値や脂質分布を参照することができる。また、従来の国産牛に関するデータベースは、生産履歴情報、生産者情報、枝肉格付け結果など多数のデータベースが散在し、これらの情報が一元的に集約されていない課題があった。そこで本研究開発では、外部データベースから必要なデータを抽出し、枝肉情報管理データベース固有の番号を新たに設定することで、情報の一元的な管理を実現した。データベースの開発に際し説明会等を実施し、市場関係者や生産者の意見を取り入れた（図5）。

4. システム評価

4. 1 小型カメラの脂質推定精度評価

小型マルチバンドカメラの脂質推定精度を評価した。撮影実験は冷暗室内にて行った（図6）。光源にはハロゲン光源を用いた。実験試料は岐阜県の枝肉市場に上場された黒毛和種11頭であり、厚さ10mm程度にスライスしたリブローズを用いた。まず、標準反射板を用いて、マルチバンド画像間の光量を調整した後、標準反射板と牛肉試料の撮影を繰り返した。なお、撮影時の牛肉試料の表面温度は0~4℃であった。脂質解析ソフトウェアに標準反射板の反射画像と牛肉試料の反射画像を入力することによって、標準反射板に対し牛肉試料の反射の程度を示す反射率画像が生成される。2値化処理によって牛肉の脂肪部位を抽出し、脂肪の平均反射率を求めた。ロース芯を4領域に分割裁断し、高速液体クロマトグラフによって領域ごとに理化学的測定を行った。目的変数をオレイン酸割合の理化学的測定値、説明変数を脂肪の平均比反射率とする推定式を求め、理化学的測定値と平均反射率との関係を示す相関係数Rと、平均二乗誤差MSEから、小型マルチバンドカメラの脂質推定精度を評価した。図7は理化学測定値と推定値との散布図である。相関係数R=0.74、平均二乗誤差MSE=4.53%の結果が得られた。これは従来システムによる結果と同程度であったため、一次試作機としては良好であると言える。

図8は牛肉試料の反射率画像と脂質分布の推定画像である。同一試料でも画像間で反射率が異なることが分か

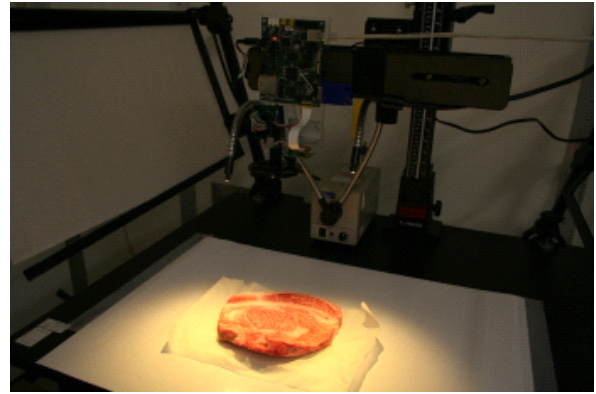


図6 撮影実験の様子

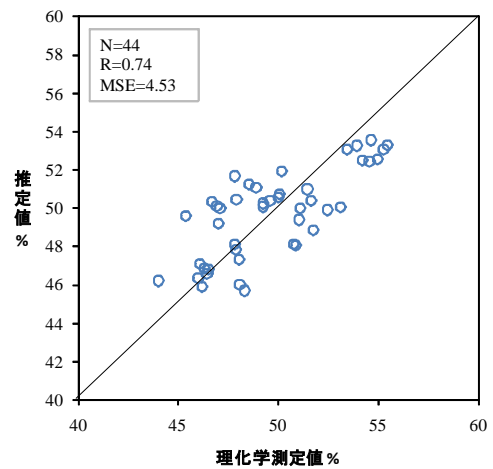


図7 理化学測定値と推定値との散布図

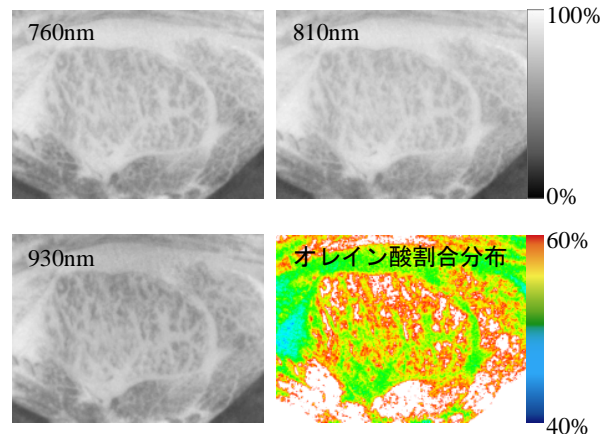


図8 反射率画像と脂質分布画像の一例

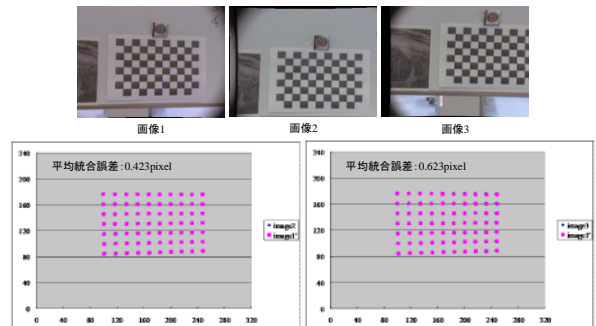


図9 画像統合手法の精度評価

る。反射率画像は反射率0~100%の範囲でグレースケール表示し、オレイン酸分布画像は40~60%の範囲でカラーマッピング表示している。なお、白画素は外れ値を意味している。

4. 2 画像統合手法の精度評価

キャリブレーションパターン（チェスボード）を用いて視差が異なる画像間の画像統合精度を評価した。図9は視点が異なる3つの画像と、画像1と画像2、画像1と画像3との統合関係を示している。コーナー70点の平均統合誤差は目標の1pixel未満を実現し、アルゴリズムの有効性を確認した。しかしながら、本アルゴリズムを小型マルチバンドカメラから取得される画像に適用したところ、画像間の特徴量を対応付けすることができなかった。原因として画質に起因するものと考えられた。今後の課題として、小型マルチバンドカメラから取得される画像の画質について更なる改良があげられる。

4. 3 システムの動作検証

小型マルチバンドカメラによる画像取得から、枝肉情報管理データベースへの格納・画像閲覧までの基本動作を検証した。具体的には、小型マルチバンドカメラで撮影した画像は、TCP/IPネットワークを介して脂質解析サーバに蓄積された。脂質解析ソフトウェアは蓄積されたマルチバンド画像に対して脂質解析処理を行い、脂質分布画像を生成した。モバイル端末を使用して枝肉情報管理データベースをwebブラウジングした結果、脂質分布画像とテキスト情報が連携して閲覧可能であることを確認した（図10）。

5. まとめ

本研究開発では、牛枝肉市場において、おいしさの一つの指標である脂質評価情報を効率よく簡易に収集可能な携帯型マルチバンドカメラ端末を開発し、画像を逐次データベースに格納することで、岐阜県産ブランド牛肉「飛騨牛」のブランド価値向上を図ることを目的とした。

今年度は、①小型マルチバンドカメラの開発、②脂質評価ソフトウェアの開発、③枝肉情報管理データベースの開発の3つに機能モデルを分割し、それぞれ1次試作機の開発と評価を行った。また、カメラによる画像取得から、データベースへの画像格納までのシステムとしての基本動作を確認した。

今後、実用化モデルの開発および、枝肉市場での実証実験を行う予定である。



図10 モバイル端末による動作検証の様子

謝 辞

本研究は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）地域ICT 振興型研究開発「県産ブランド牛肉付加価値向上のための携帯型牛肉おいしさ測定端末の研究開発」で実施した。ここに感謝の意を示す。

文 献

- [1] 田中等幸, 丸山新, 赤塚久修, 松原早苗, 棚橋英樹, “画像を用いた食品評価に関する研究（第3報）”, 岐阜県情報技術研究所報告, 第11号, pp.53-57, 2009.
- [2] 田中等幸, 平湯秀和, 丸山新, “画像を用いた食品評価に関する研究（第2報）”, 岐阜県情報技術研究所報告, 第10号, pp.54-57, 2008.