

# 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（102306006）

## Development of Portable Evaluation System of Oleic Acid for improving the added-value of Hide beef

### 研究代表者

棚橋 英樹 岐阜県情報技術研究所

Hideki Tanahashi Gifu Prefectural Research Institute of Information Technology

### 研究分担者

田中 等幸<sup>†</sup> 山田 俊郎<sup>†</sup> 大野 尚則<sup>†</sup> 丸山 新<sup>††</sup> 江崎 雅康<sup>†††</sup>

Tomoyuki Tanaka<sup>†</sup> Toshio Yamada<sup>†</sup> Naonori Oono<sup>†</sup> Shin Maruyama<sup>††</sup> Masayasu Esaki<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>岐阜県情報技術研究所 <sup>††</sup>岐阜県畜産研究所 <sup>†††</sup>(株)イーエスピー企画

<sup>†</sup>Gifu Prefectural Research Institute of Information Technology

<sup>††</sup>Gifu Prefectural Livestock Research Institute <sup>†††</sup>ESP-Planning Co.Ltd

研究期間 平成 22 年度～平成 23 年度

### 概要

畜産業界では、牛肉の脂肪の質は質感と香りに関連していることが知られている。しかし、枝肉市場で、直接脂肪質を精度よく迅速に評価する方法がない。我々は、近赤外イメージング技術を用いて、ロース芯の脂肪質を評価する装置を開発した。本装置は 3 つの近赤外波長の LED と近赤外線カメラで構成されている。本装置を枝肉市場で用いて精度評価を行った。また、得られた画像と生産履歴情報と統合しデータベース化することで、育種改良等畜産業における効果的な利用の促進を図った。

### Abstract

In the stock-raising industry, it is known that beef fat quality is related to texture and scent. However, in meat markets, there is currently no method of directly evaluating fat quality online. Using near-infrared imaging, we have developed new equipment for evaluating the fat quality in beef rib eye. It consists of three selected, spectral wavelength LEDs and a near-infrared camera. In order to test the accuracy of this equipment, a series of prediction tests were carried out using 33 independent samples in the meat market. In addition, by integrating image information and production history, we built a Multi-media Database. Using these systems, promotion of effective use in the livestock industry is expected.

### 1. まえがき

近年、消費者の価値観の変化から、牛肉の安全、健康、おいしさについて関心が高まってきている。和牛肉のおいしさの要因の一つに脂質が関与している。脂質は飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸に分類され、オレイン酸など融点が高い不飽和脂肪酸は口どけの良さや風味に影響を及ぼすことが知られており、霜降り等の従来の肉質評価に加えて、オレイン酸を評価することで地域ブランド牛肉の付加価値化に向けた取組が各地で行われている。

しかしながら、オレイン酸を測定し、評価するためには、ガスクロマトグラフ等の理化学的測定が必要である。まず、スプーンで枝肉表面全体の脂を削り取り、次に採取した脂を理化学的測定装置にかけることによって成分値を得る。このような方法は破壊試験と呼ばれ、分析精度が高い反面、サンプリング時に枝肉の商品価値を損失し、分析には手間と時間を必要とする。

そこで我々は、近赤外分光法の技術カメラによる画像計測に応用し、非破壊、迅速にスライス牛肉断面の脂質を評価する可視化技術を開発し、その情報と牛肉の生産、品質及び流通の情報、生産履歴情報と統合したデータベースを構築した。

### 2. 研究内容及び成果

#### 2. 1 近赤外カメラを用いた脂質評価撮影装置

枝肉市場において上場された枝肉の定量的評価を実施するためには、①安定した撮影環境であること、②小型・

軽量であること、③簡単操作であること、④衛生的な構造であることが求められる。以下ではこれら条件を満たす脂質評価撮影装置について述べる。

脂質を評価するためには、異なる複数の近赤外波長域の反射画像が必要である。本研究では、試料に複数の任意波長の単一光源をシーケンシャルに切り替えて画像を取得する方法を採用した。本方式は、光源を切り替えることで波長の異なる画像を得るため、撮影に要する時間を要するが、カメラ等の部品数が少なくなり、小型・軽量化、メンテナンス性の向上および実用化時の価格設定が有利となる。また、可視画像は高解像度の画像が要求されるため、可視画像撮影カメラと近赤外画像撮影カメラを分けて配置し、視野範囲の確保と画像の歪みを押さえるため、ミラーを用いて装置全体の小型化を図った。また、枝肉は胸椎が切断されて吊り下げられており、その開口部は、高さ 200～400mm と低いため、くさび型形状のアルミ筐体設計し、筐体内にカメラ、照明等構成部品を配置した。この結果、外乱光の影響を受けない安定した画像が取得でき、装置サイズは幅 230mm×奥行き 435mm、高さ 185mm、総重量は約 4kg（バッテリーを除く）となった。衛生上の対策として、装置底面に着脱可能なステンレス製の接触バーを取り付けた。これにより、試料との接触部分を小さくし、撮影実験時には個体ごとにアルコール消毒を行い、また撮影終了後は、接触バーを丸洗い洗浄または煮沸消毒できるようにした。図 1 に開発した脂質評価装置の外観と本装置を用いた枝肉市場での撮影の様子を示す。



図1 脂質評価装置外観と市場での撮影の様子

## 2. 2 脂質分布画像の作成

図2は、近赤外マルチバンド画像と可視画像から、脂肪領域のオレイン酸割合の分布を疑似カラーによって可視化するまでのフローである。あらかじめ、標準反射板（BN-R98-SQ12, Gigahertz-Optik 社製）の近赤外マルチバンド画像を撮影しておく。標準反射板は、広帯域（250～2500nm）の波長光に対して同一の反射強度を返す特性をもっている。この特性を利用し、波長間におけるカメラ感度や、レンズの透過特性の違いを一定とするために使用する。また、画像の照明ムラを均一化するためのフラット補正としても使用する。枝肉の反射画像（図2(a)）と標準反射板の反射画像（図2(b)）を入力とし、同一波長の画像ごとに、対応する座標値間で除算し、標準反射板の反射画像に対する枝肉の反射画像つまり、比反射率画像（図2(c)）を作成する。次に、比反射率画像から式に示す推定モデルによってオレイン酸割合推定画像（図2(d)）を作成し、脂質割合のスケール範囲に応じて疑似カラーをマッピングする。

## 2. 3 検証実験

枝肉市場において、撮影実験（枝肉33個体）を実施した。オレイン酸割合推定モデルの作成は、予め可視画像における脂肪領域の座標を取得しておき、その座標に一致する近赤外比反射率画像の平均値を近赤外マルチバンド画像ごとに求めた。次に、求めた平均値を式(1)に適用し、重回帰分析によってオレイン酸割合推定モデルを作成した。なお、実測値は、高速液体クロマトグラフ（LC-10 Avp, 島津製作所社製）によって測定し、総脂肪酸に占めるオレイン酸の割合をオレイン酸割合とした。

$$C(x, y) = k_0 + k_1 R_{760nm}(x, y) + k_2 R_{810nm}(x, y) + k_3 R_{940nm}(x, y) \quad \text{式(1)}$$

33個体のデータのうち、22個をトレーニングセット、残りの11個をテストセットとして検証する。データセットの組み合わせにより、評価の数値が変動することが予想されるため、全サンプルを3セットに分割し、各セットで算出された精度の平均を推定モデルの精度とする交差検定を行った。なお、検定には統計解析ソフトウェア（XLSTAT, Addinsoft 社製）を用いた。トレーニングセットによる推定モデル作成時の標準誤差（SEC）は1.93%、

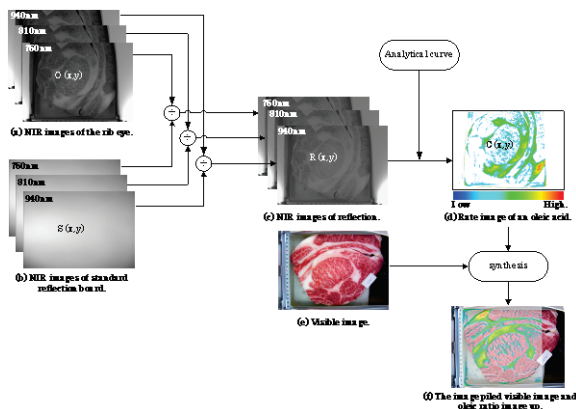


図2 撮影画像から脂質分布画像作成までのフロー

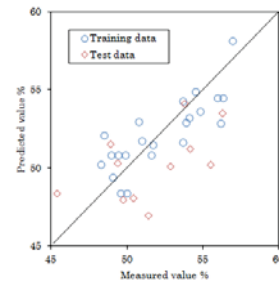


図3 測定値と推定値との散布図の一例

テストセットによる推定モデルの標準誤差（SEP）は2.34%であった。図3に測定値と推定値との散布図の一例を示す。

## 2. 4 枝肉情報管理データベース

流通関係者及び生産者の利便性を図ることをデータベース設計の目的とし、散在する情報（生産履歴情報、枝肉形質、枝肉画像及び流通の情報）を一元的に管理する枝肉情報管理データベース（MDB）を構築した。育種改良に必要なデータ項目の検討や検索機能や分析機能の追加など利用者の用途に適合する機能を実装した。

これまでの枝肉形質情報は、数値のみの記述であったが、数値だけだと善し悪しがわかりにくい。そのため、枝肉画像と平成22年度の飛騨牛の平均を100として、その形質を相対的に表示するようにした。これにより生産者や市場関係者は、直感的に枝肉形質の状態が得られるようになり、大変好評である。

## 3. むすび

本研究では、枝肉市場において、非破壊、迅速にスライス牛肉断面の脂質を評価する脂質評価撮影装置とその情報と牛肉の生産、品質及び流通の情報、生産履歴情報と統合したデータベースを構築した。脂質評価撮影装置は、市場で注目されている脂質に含まれるオレイン酸割合を画像として可視化できる。また、枝肉情報管理データベースは、画像と枝肉にかかる生産情報、品質情報が一覧できる。

本データベースを育種改良等へ活用することで、岐阜県の県産ブランド牛肉である飛騨牛のブランド価値向上と畜産業におけるICT利活用を図ることが期待される。

## 【誌上発表リスト】

- [1] 田中等幸、山田俊郎、大野尚則、江崎雅康、丸山新、棚橋英樹、“近赤外カメラを用いた牛ロース芯脂質評価撮影装置”、計測自動制御学会論文集 SI 特集号（投稿中：平成25年1月掲載予定）
- [2] 丸山新、“肉用牛生産における枝肉情報データベースの開発”、第49回肉用牛研究会「山形大会」一般発表要旨集 pp.41-44（平成23年11月16日）
- [3] 田中等幸、丸山新、山田俊郎、大野尚則、棚橋英樹、“フラクタル解析を用いた牛ロース芯内脂肪交雑の定量的評価法”、情報処理/次世代産業システム合同研究会論文集（平成24年3月30日）

## 【報道発表リスト】

- [1] “牛肉おいしさ瞬時測定～県情報研など 可搬式端末を開発～”、中日新聞、平成24年7月24日
- [2] “撮影するだけで「おいしさ」測定”、読売新聞、平成24年8月17日

## 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

[http://www.gifu-irtc.go.jp/research\\_ushi.php](http://www.gifu-irtc.go.jp/research_ushi.php)