

画像処理による牛枝肉品質自動計測装置の開発

堀 武司, 波 通隆, 本間 稔規, 口田 圭吾*,
宝寄山裕直**, 酒井 稔史**, 小高 仁重***

Development of an Automatic Measuring System for Beef Carcass Quality by Image Processing

Takeshi HORI, Michitaka NAMI, Toshinori HONMA, Keigo KUCHIDA*
Hironao HOKIYAMA**, Toshifumi SAKAI**, Hitoshige KOTAKA***

抄 録

肉牛の育種改良を効率的に行うためには、牛枝肉の高精度な品質評価が非常に重要である。現在の枝肉の格付作業は、(社)日本食肉格付協会の格付員が枝肉横断面の目視検査に基づいて行っているが、肉牛の育種改良の従事者からはより客観的な肉質評価手法が求められている。

そこで本研究では、枝肉横断面の画像解析手法を用いた客観的な枝肉品質評価システムの開発を行った。品質評価に必要な高精細な枝肉横断面画像を取得するために、2種類の新しい撮影装置を開発した。また、これらの装置で得られる高精細画像から様々な種類の肉質評価を行うための解析手法を検討し、統合されたソフトウェアシステムとして実装した。黒毛和種去勢牛240頭を用いた試験により、本システムがBMS(牛脂肪交雑基準)やBCS(牛肉色基準)の値を格付員とほぼ同等の能力で推定出来る事が確認された。

キーワード：枝肉調査，画像解析，撮影装置

Abstract

For efficient breeding of beef cattle, it is important to evaluate quality of beef carcasses accurately. At present, grading of a beef carcass is executed by a grader belonging to Japan Meat Grading Association (JMGA) by visual inspection of the cross section of the carcass. However, more objective methods of quality evaluation are needed by those who engaged in breeding beef cattle.

In this study, we developed an objective beef carcass evaluation system by using image analysis of the cross section of the beef carcass. To obtain the high-definition image of the cross section needed for quality evaluation, we developed two types of new photographing equipments. We examined image analysis methods to evaluate various sorts of beef quality using the high-definition images and implemented them as an integrated software system. It was confirmed that our system had almost the same capability of estimating BMS (Beef Marbling Standard) and BCS (Beef Color Standard) number as a grader, by the test using 240 Japanese Black steers.

KEY-WORDS : investigation of beef carcass, image analysis, photographing equipment

* 帯広畜産大学

* Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

** 北海道立畜産試験場

** Hokkaido Animal Research Center

*** 早坂理工株式会社

*** Hayasaka RiKoh Co., Ltd.

事業名：重点領域特別研究

課題名：画像処理による牛枝肉品質自動計測装置の開発

1. はじめに

北海道は、全国の肉用牛飼育頭数全体の約15% (45万頭) を占める全国一の牛肉生産地である。しかし、本道の畜産業界は、1991年以降の牛肉輸入自由化による輸入牛肉との競争に加え、最近のBSE問題、牛肉産地偽装事件などの影響により、非常に厳しい状況にある。

こうした状況を打破し、北海道が輸入牛肉や本州の有力な肉牛産地との競争に打ち勝っていくためには、道産牛肉の品質を向上し、そのブランドイメージを確立しなければならない。そのためには、地域で生産される牛肉の品質情報を正確に把握し、そのデータを畜産農家における子牛の繁殖や肥育の現場にフィードバックすることで、より優秀な形質の肉牛を得るための育種改良を推進していく必要がある。

現在の子牛の生産は、種雄牛の凍結精液を用いた人工授精が主流であり、育種改良は種雄牛の改良を中心に行われている。優秀な種雄牛の選抜は、そこから得られた子牛の肥育成績を評価する(間接検定)事により行われるため、育種改良を効率的に進めるには、肥育牛の枝肉の正確な品質評価が非常に重要である。

我が国では、(社)日本食肉格付協会が全国共通基準である「枝肉取引規格」に従って枝肉の格付けを実施しており、現状ではこの格付成績などが育種改良のための基礎データとして利用されている。

枝肉の格付等級は、枝肉から取れる肉の量を評価する歩留等級と、肉の品質を評価する肉質等級からなり、それぞれ表1に示す項目によって評価される。特に、和牛においてはその特徴となる脂肪交雑(霜降り)の度合いが重要な評価項目となっており、市場における価格決定に大きく影響する。

表1 枝肉の格付等級と評価項目

等級	表記	評価項目
歩留まり等級	A-C	ロース芯面積 ばら厚さ 皮下脂肪厚さ 他
肉質等級	5-1	脂肪交雑 (BMS No. 12段階) 肉の色沢 (BCS No. 7段階) 肉のしまり・きめ 脂肪の色沢と質 (BFS No. 7段階)

実際の格付の判定は、枝肉左半丸の第6-7肋骨間を切開し、その横断面を格付員が目視により検査する事で行われる。しかし、格付員の主観に基づく検査であるため、格付員の判断基準の違いなどが格付成績に変動として含まれる可能性がある¹⁾。また、現行の格付項目には含まれていないが育種改良の上で重要とされる、ロース芯の輪郭形状のいびつさや、脂肪交雑粒子の粗さなどの形質については、格付成績にはデータが残らないため、育種改良の際に反映させる事ができない。そのため、育種改良に従事する畜産研究機関などの現場では、

より客観的かつ詳細な枝肉品質の評価を行うための技術開発が望まれている。

本研究では、枝肉品質の客観的評価技術の一つとして、枝肉横断面の画像解析による品質評価手法に着目し、その実用化のための各種技術開発に取り組んだ。

2. 従来技術とその課題

検定牛等の枝肉調査の際に、その枝肉横断面の状態をカメラで撮影する事は従来から行われてきた。しかし、通常のカメラ、デジタルカメラ等を用いた枝肉横断面の撮影には、次のような問題がある。

- ・撮影面積全体に渡って均一な照明強度が得られず、照明ムラが生じる。また、多数の枝肉を同一の照明条件で撮影する事が困難である。
- ・カメラと枝肉横断面の間を常に一定の距離と角度に保って撮影する事が難しい。

そのため、これらの画像を利用して定量的な肉質評価を行う事は困難であった。

帯広畜産大学の口田らは、画像計測用ドーム型照明装置とデジタルカメラを組み合わせた専用の撮影装置(図1)を開発し、食肉処理場の現場において一定の撮影条件が保たれた枝肉横断面画像を撮影する事を可能とした²⁾。口田らは、この装置で得られた画像を利用し、脂肪交雑や肉色などの肉質項目の評価を行う画像解析手法の開発を行った^{2,3,5)}。

この撮影装置により肉質評価が可能となったが、より実用的な肉質評価を実現するためには、次のような課題があり、更なる改善が望まれていた。

- (1) 撮影装置で使用しているデジタルカメラの解像度が約200万画素であり、和牛の特徴である微細な脂肪交雑を高精度に評価するには解像度が十分ではない。
- (2) 撮影可能面積が約300mm x 200mmと狭く、枝肉横断面の主要部分を全て撮影するには複数回に分けて撮影する必要がある。
- (3) 装置の全高が約30cmとやや大きいため、横断面の切開幅が狭い枝肉を撮影する事が出来ない



図1 従来型撮影装置による枝肉横断面作業

本研究では、これらの点を改善した新しい枝肉横断面撮影装置の開発を行った。また、枝肉画像に対する一連の解析処理を自動的に処理するための枝肉画像解析ソフトウェアを開発し、実用的な肉質評価装置としてのシステム構築を行った。

3. 新しい高精細枝肉横断面撮影装置の開発

本研究では、超高精細画像計測用の単眼式撮影装置、切開幅の狭い枝肉撮影用の薄型撮影装置、の二種類の装置を開発した。

3.1 超高精細単眼式撮影装置の開発と改良

単眼式撮影装置は、本研究で最初に開発した撮影装置であり、前述した従来型装置の3つの課題のうち、画像解像度と撮影面積の二項目の改善を重点的に行ったものである。本装置は、畜産研究機関における調査牛の計測など、特に高精細な画像が要求される用途での利用を想定している。

本装置の開発の詳細については、2004年度の北海道立工業試験場報告⁴⁾で既に報告済みであるので、ここではその概略のみを説明する。

本装置は、従来型装置と同じく照明装置付きの筐体の上部に撮像用のカメラを下向きに取り付け、枝肉横断面を直接撮影する構造である。装置の全高は従来型撮影装置とほぼ同程度の330mmであるが、高解像度の一眼レフ型デジタルカメラの採用により、従来比約2倍の撮影面積(384mm×318mm)、約5倍の解像度(約1,350万画素)の超高精細画像を取得可能であり、枝肉横断面の主要部分を一回の撮影で取得する事が可能である。

装置の全高を従来型装置と同程度に抑えたまま広い撮影面積を得るために、カメラのレンズ系として画角114度の超広



図2 単眼タイプ撮影装置 (改良型)



角レンズを使用した。

照明に関しては、枝肉表面への照明光の映り込みなどを抑止し均一な照明を得るため、2基のライン型白色LED照明装置を左右に配置し、かつ枝肉表面を直接照明せず筐体内壁に設置した拡散反射版を介して間接的に照明する構造とした。

本装置は平成15年度に試作1号機が完成し、道内企業から製品化された。また、平成16年度には、装置重量を従来の7.4kgから6.0kg以下に軽量化し、現場での使い易さを大幅に向上させた改良型製品(図2)を開発した。

3.2 薄型撮影装置の開発

畜産研究機関等が実施する枝肉調査の場合は、肉質評価を正確に行う事が優先されるため、目視検査や横断面撮影を容易に実施出来るように枝肉横断面は広く切開される。

しかし、市場に上場される一般の枝肉の場合は、枝肉調査の場合とは異なり、横断面の切開幅をあまり広く取らない場合が多い。これは、切開部にかかる負荷によって当該部位の肉が損傷し、枝肉の商品価値が低下するのを避けるためである。横断面の切開幅の広さは、食肉処理施設や作業担当者によっても異なるが、切開部の最大幅が20cm以下となる場合も多い(図3-a)。また、切開時に胸椎の切断(肩落とし)を行わず、横方向に数cmほど開いた狭い隙間から横断面を観察する場合もある(図3-b)。

装置の全高が30cmを超える従来型装置や単眼式装置では、このような枝肉の撮影を行うのは困難である。



(a) 胸椎を切断したもの (b) 胸椎切断なし

図3 切開幅の狭い枝肉の例

そこで、切開幅の狭い枝肉の計測を行うため、筐体の全高を低く抑えた新しいタイプの撮影装置の開発に取り組んだ。ただし、図3-bの様な枝肉に対応するのは極めて困難であるため、薄型化の目標は「胸椎が切断された枝肉(図3-a)を全て撮影できる事」とした。

広い撮影範囲を保ったまま装置形状を薄型化するため、以下のような方法を検討した。

- (1) 複数の小型カメラを用い、撮影領域を分割して撮影する。
- (2) ライン型の画像センサを用い、スキャナと同じ原理で枝肉表面を走査しながら撮影する。
- (3) ミラーを用いてカメラの光路を折り曲げる事で、装置全体の高さを抑える。

これらの手法のうち、(1)に関しては複数カメラのキャリブレーションが必要であり画像処理が複雑になる事、(2)に関しては機械的な可動部があり頑健性に欠ける事などが問題となったため、(3)のミラーを用いる方式により試作機の開発を行った。



図4 薄型撮影装置の外観

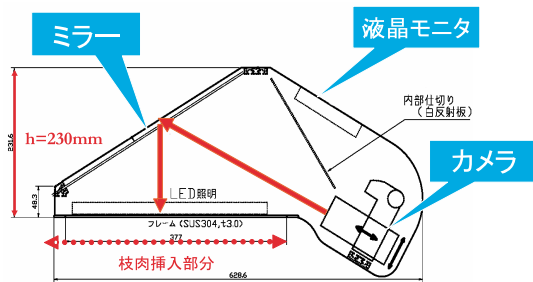


図5 薄型撮影装置の内部構造

開発した薄型撮影装置の外観を図4に、構造の概略を図5に示す。枝肉の切開部へ挿入される部分はくさび型の形状とし、その内側上面にアクリル樹脂製のミラーを設置した。撮影用のカメラは筐体手前側の下部に斜め上方を向く形で取り付けられており、ミラーに反射した枝肉表面の像を間接的に撮影する。

従来型および単眼式撮影装置では、撮影面上側にカメラが取り付けられているため、[カメラと撮像面の距離]+[カメラ自身の筐体サイズ]より装置全高を低くする事が出来なかった。本装置の構造では、ミラーを用いる事でカメラの取り付け位置を筐体側方へ移動したため、無理のない形で薄型化が実現出来た。

装置の全高は約23cm(ただし枝肉挿入部のみ)であるが、くさび型の先端部から枝肉切開部へ挿入する構造であるため、切開部の最大幅が20cmを下回るような枝肉の場合でも、枝肉に対して負荷をかけずに撮影可能である(図6)。



図6 薄型撮影装置による作業風景

本装置はカメラのレンズ前面から撮影面までの距離が長い為、単眼式装置のような特殊な超広角レンズは不要であり、搭載するカメラを比較的自由に選択できる。試作一号機では、カメラの使い勝手(電子的なプレビューが可能である事など)や装置全体の価格などを考慮し、800万画素クラスの非一眼レフ型デジタルカメラを採用した。しかし、より高精細画像が必要な用途向けに単眼式装置と同一のカメラを搭載したモデルについても現在開発をすすめている。

照明系は、単眼式装置で使用したものと同一ライン型白色LED照明を筐体の左右に二基搭載し、筐体内部の拡散反射板を介して枝肉表面を間接的に照明する構造とした(図7)。ただし、筐体の構造上、上面にはミラーがあり、前方はくさび型の先端でスペースがないため、拡散反射板は左右と手前側の三カ所しか設置できない。そのため、従来式装置や単眼式装置と比較すると照明の均一さに関してはやや劣っているが、実際の枝肉横断面の撮影結果では実用上十分な照明品質が得られる事が確認されている(図8)。

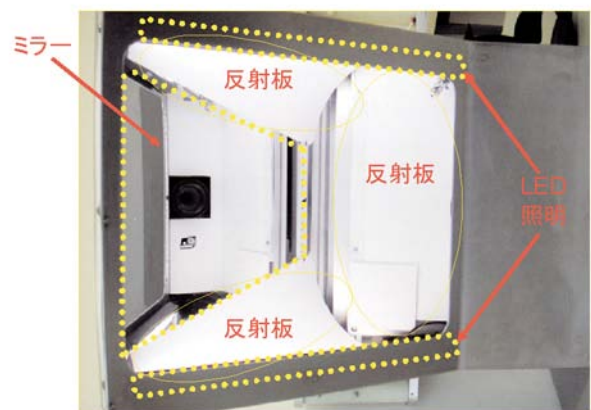


図7 薄型撮影装置の照明系



図8 薄型撮影装置による枝肉横断面画像

3.3 撮影面の傾き検出機構

枝肉横断面上の距離や面積を正しく計測するためには、横断面を装置の正しい撮影面に一致させる必要がある。

従来型装置では、底面のステンレス枠を枝肉表面の手前側、奥側の二カ所で接触させ、安定した姿勢で撮影する事が出来た。一方、撮影面積の広い単眼式装置や薄型装置の場合は、奥側の一カ所以外は枝肉表面に触れない構造であるため、前後及び左右方向の傾きが生じる。試作した装置を用いて実地試験を行ったところ、作業員自身が装置の傾きを認識し、正しく修正する事が困難であることが判明した。そのため、レーザー光を用いた撮影面の傾き検出機構を開発し、両タイプの撮影装置へ搭載した。

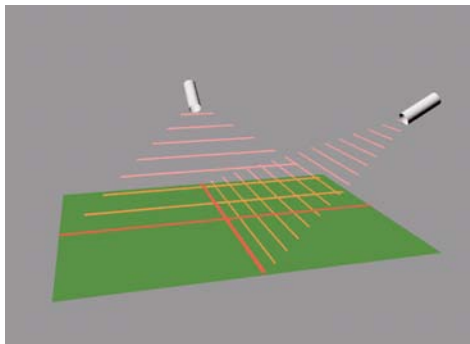
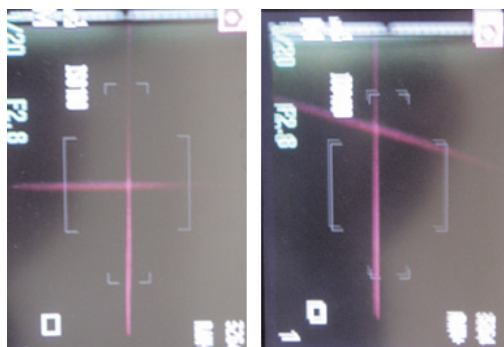


図9 傾き検出機構の模式図



(a) 正位置 (b) 右へ傾いた場合
図10 傾き検出機構の動作例

開発した傾き検出機構の模式図を図9に示す。筐体内に配置した2基のライン状レーザ光源により、撮影面に対して斜めから輝線を投影する。その際、レーザの輝線は撮影面の位置でちょうど十字型を成すように調整されている(図10-a)。撮影面からずれた場合、レーザ輝線の位置と傾きが正規の位置から変動する(図10-b)ため、作業員はモニタ画面に映るレーザ輝線の位置を見る事によって装置の傾きを直感的に把握出来る。傾き検出の精度はレーザの取り付け角度によって調整可能であるが、撮影面の1cm程度のずれも鋭敏に検出する事が可能である。

本機構の導入により、これまで撮影者および装置の傾きを確認する補助作業員の二名で行っていた撮影作業を撮影者1名のみで行える様になり、現場での撮影作業が大幅に省力化された。

4. 画像解析による枝肉品質の評価

新しい撮影装置の開発によって、非常に高精細な画像データが得られるようになった。

そこで、口田らがこれまでに開発した手法^{1,2)}をベースとして、高精細画像の利用により高精度な肉質評価を実現する新しい画像解析アルゴリズムに関する検討を行った。また、これらの手法を用いて実際の肉質評価を行うために、一連の画像解析処理を統合し、自動的に肉質評価値を算出する画像解析ソフトウェアを開発し、撮影装置と合わせて枝肉品質評価システムを構築した。

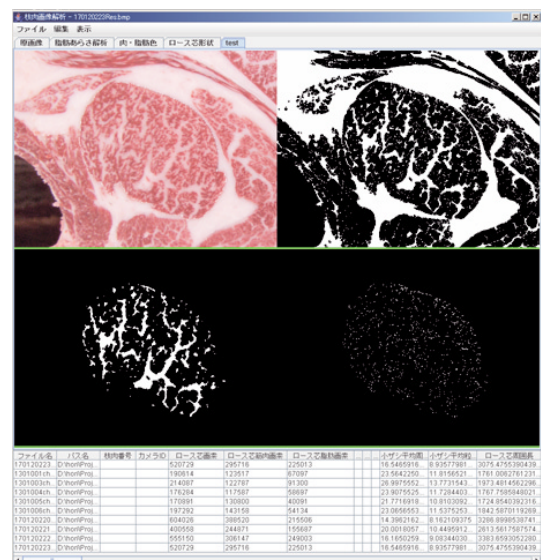


図11 枝肉画像解析ソフトウェアの実行画面例

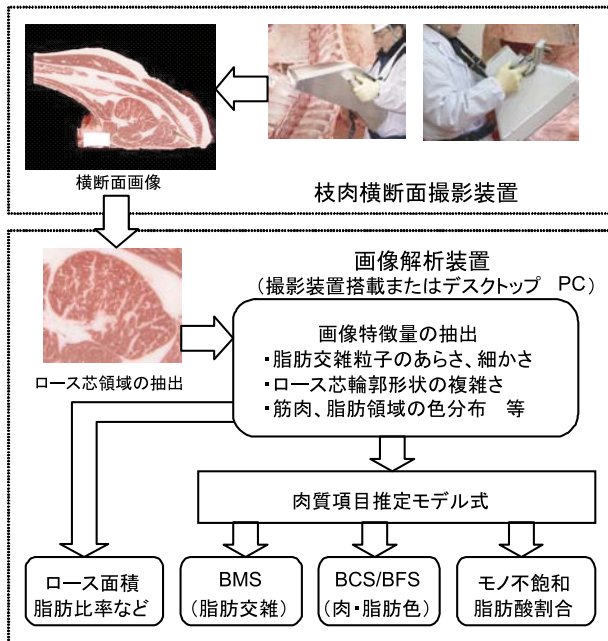


図12 肉質評価処理のフロー

現時点での評価システムの運用形態としては、撮影装置単体で枝肉横断面の撮影を行った後に画像データを画像解析用コンピュータに転送し、オフラインで処理する形を想定している。しかし、将来的には撮影装置自体に小型コンピュータを搭載し、枝肉横断面の撮影と肉質評価を同時に行う事も検討している。図11にオフラインで解析を行うタイプの枝肉解析ソフトウェアの実行画面例を示す。

画像解析処理フローの概略を図12に示す。入力画像に対する最初の処理として、ロース芯領域の抽出処理が行われる。これは、ほとんどの肉質評価項目がロース芯部位を評価対象としているためである。次に、抽出されたロース芯内の画像データから、肉質評価に使用される様々な画像特徴量の計算を行う。最後に、求められた特徴量の値から、肉質評価値を算出する。

肉質評価項目のうち、ロース芯の面積やバラの厚さなどに関しては、画像上での距離や面積の値から直接的に求める事が出来る。一方、脂肪交雑や肉・脂肪色などについては、現在の格付規格では格付員の目視による主観的な判断が行われており、画像特徴量の値と格付値の関係が自明ではない。そのため、これらの項目に関しては、格付員による判定結果と画像特徴量から重回帰分析によって得られた推定モデル式を用いて評価値を算出する。

以下、それぞれの処理の詳細について説明する。

4.1 ロース芯領域の抽出

ロース芯を含む矩形領域を大まかに切り出した後、二値化処理によって画像中の脂肪領域を抽出する。二値化で得られた脂肪領域に対してラベリングと輪郭追跡処理を行い、その

中からロース芯外周を構成する輪郭のみを抽出する。

脂肪交雑の少なく筋間脂肪がはっきりした枝肉ではロース芯の輪郭は簡単に求められるが、脂肪交雑を多く含む場合や大きな脂肪粒子によってロース芯領域が分断されている場合などは、正しい輪郭を自動的に発見出来ない場合がある。その時は、大まかな輪郭位置を作業者がマウス等によって指示して補正する。

4.2 画像特徴量の抽出

ロース芯領域が抽出された枝肉横断面画像から、各種画像特徴量の算出を行う。求められた特徴量は、様々な肉質評価のための指標として、また脂肪交雑などの格付の推定値を計算する重回帰式のパラメータとして用いられる。

以下、主な特徴量の算出処理について説明する。

4.2.1 脂肪交雑に関する特徴量

ロース芯領域内部の画素を対象として二値化とラベリング処理を行い、脂肪交雑粒子を一つひとつ個別に抽出する。ロース芯に含まれる脂肪交雑粒子の総数、総面積のほか、個別の粒子の形状に関する情報(面積、周囲長、形状複雑度など)を特徴量として算出する。

また、脂肪交雑粒子のあらさや、大きな脂肪粒子を評価するための指標として、次式によって定義される「あらさ指数」を求める。

$$\begin{aligned}
 &(\text{最大粒子のあらさ}(n)) = \\
 &\quad (\text{細線化処理}(n)\text{回後の最大粒子の面積}) \\
 &\quad \quad \quad / (\text{脂肪交雑の総画素数}) \\
 &(\text{全体の粒子のあらさ}(n)) = \\
 &\quad (\text{細線化処理}(n)\text{回後の平均粒子面積}) \\
 &\quad \quad \quad / (\text{脂肪交雑の総画素数}) \\
 &n = 5, 10, 15, 20\dots
 \end{aligned}$$

4.2.2 色彩に関する特徴量

ロース芯領域内部の画像を、筋肉のみ、脂肪のみに分離する(図13)。それぞれの分離画像およびロース芯全体の画像について、各色成分(赤、青、緑、および明るさ)の画素値の分布に関するパラメータ(画素値の平均、標準偏差、最大値、最小値、最頻値、上位10%、上位20%、下位10%、下位20%の画素値)を計算する。その結果、3 (対象画像の種類) × 4 (色成分の数) × 9 (画素値分布のパラメータ) = 108種類の特徴量が求められる。これらの値は、後述するBCSナンバ推定のパラメータとして用いられる。

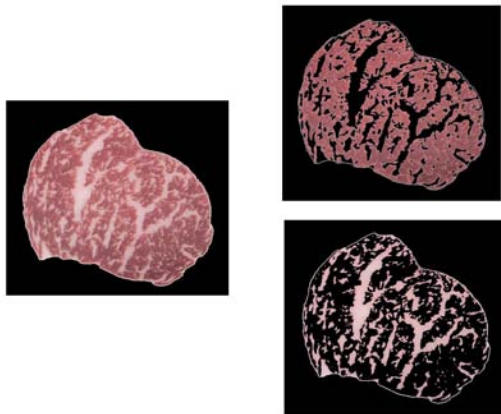


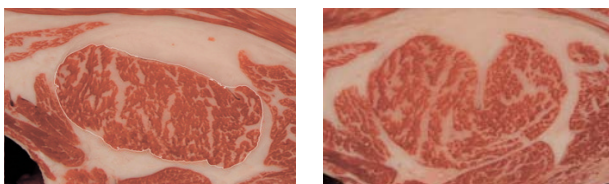
図13 ロース芯領域の筋肉・脂肪の分離

4.2.3 ロース芯形状に関する特徴量

前段の処理で抽出されたロース芯形状に対して、以下の項目を評価する。

- ・ロース芯の長径，短径の長さ
- ・長軸の角度(枝肉左右半丸の切断面を基準とする)
- ・ロース芯周囲長
- ・ロース芯輪郭の凸包(ロース芯を包含する最小の凸多角形)の面積と周囲長

ロース芯形状に関しては、ロース芯が極端に細長いもの(図14- a)や、ハート芯と呼ばれるロース芯上部に窪みがあるもの(図14- b)などは好ましくない形質とされているが、現在の格付には対応する評価項目が存在しない。そこで、長径短径比や(周囲長 / 包絡周囲長)などの値を、ロース芯形状の良好さの指標として採用した。



(a) 極端に細長い (b) ハート芯

図14 好ましくないロース芯形状の例

4.3 脂肪交雑と肉色の推定モデル

枝肉の脂肪交雑の度合いはBMS(Beef Marbling Standard)ナンバと呼ばれる12段階の基準として定義されており、実際の格付作業ではシリコン樹脂製のBMS標準模型(図15)などを基準として格付員がロース芯領内部の脂肪交雑を目視で判定している。

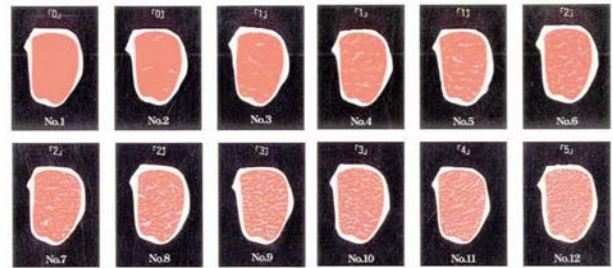


図15 BMS標準模型

格付員の評価は、脂肪の量だけではなく脂肪粒子の粗密や形状，分布のバランスなどといった様々な要因が総合的に反映されているが、明確な評価基準は存在せず格付員の主観で判断されているため、格付員の個人差によって評価にばらつきが生じることが指摘されている¹⁾。そこで、複数の画像特徴量からBMSナンバの評価を行う推定モデルを構築した。

黒毛和種去勢若齢肥育牛240頭の枝肉横断面を新型撮影装置(単眼式)で撮影した画像と、日本食肉格付協会の格付員による格付成績のBMSナンバを使用し、横断面画像から得られる画像特徴量11種を説明変数候補、格付員によるBMSナンバ判定値を従属変数として重回帰分析を行い、次に示す4変数の重回帰式を得た。

$$\begin{aligned}
 (\text{推定BMSナンバ}) = & 7.16232 \\
 & + 0.00254 \times (\text{脂肪面積割合の自乗}) \\
 & - 0.07676 \times (\text{最大粒子のあらさ指数}) \\
 & + 0.0001465 \times (\text{全体粒子のあらさ指数}) \\
 & - 6.41838 \times (\text{凸包周囲長} / \text{ロース周囲長})
 \end{aligned}$$

このモデルによって推定されたBMSナンバと格付員によるBMSナンバの差を表2に示す。全サンプルの98%以上が誤差±1の範囲内にあり、ほぼ格付員の判断と同等の評価を実現できた。

従来型撮影装置の画像を用いたBMSナンバ推定結果⁵⁾と比べ、新型撮影装置による推定精度は大幅に向上している。これは、高解像度画像を用いた事により、微細な脂肪交雑の面積の評価精度が向上したためと思われる。

表2 BMSナンバの推定精度

格付BMSナンバとの差	新型撮影装置	従来型撮影装置(長谷川ら ⁵⁾)
0	74.2%	51.4%
±1	98.3%	91.4%

脂肪交雑と同じく検査員の主観的判断が含まれる肉色の評価に関しても、同様の手法で推定モデルの構築を行った。

肉色は、格付規格では7段階のBCS(Beef Color

Standard)ナンパで定義され、シリコン樹脂製のBCS標準模型を基準として目視で判定されている。

BMSナンパの推定と同じ黒毛和種240頭を使用し、格付員によるBCS判定値と色に関する画像特徴量108種を用いて重回帰分析を行い、5変数からなる推定モデル式を得た。

求められた推定モデルによるBCSナンパと格付員によるBCSとの差を、表3に示す。全てのサンプルに関して格付員の判断との差が±1以内におさまっており、BMSの場合と同様に格付員の目視判断とほぼ同等の評価が実現できた。

表3 BCSナンパの推定精度

格付BCSナンパとの差	新型撮影装置	従来型撮影装置(口田ら ²⁾)
0	81.7%	76.8%
±1	100.0%	100.0%

5. まとめ

肉用牛の効率的な育種改良のために必要となる枝肉品質の客観的評価を実現するため、高精細な枝肉横断面の画像解析によって各種肉質項目の評価を行うシステムを開発し、以下の成果を得た。

- (1) 枝肉横断面の広視野・高精細画像撮影装置(2タイプ)を開発し、従来型装置と比較して約2倍の撮像範囲、約4~5倍の解像度の高精細画像による撮影を実現した。
- (2) ミラーを用いた機構による薄型筐体タイプの撮影装置を開発し、一般市場で多く見られる切開幅の狭い枝肉に關しても横断面画像の撮影が可能となった。
- (3) 枝肉横断面画像の解析により、現行の枝肉格付で用いられているBMSナンパ、BCSナンパなどの値を、格付員とほぼ同等の精度で求める事が出来た。また、ロース芯形状や脂肪交雑のあらさなど、現在の格付項目よりも詳細な肉質評価を実現した。
- (4) 横断面画像の解析と各種肉質項目の評価を自動的に実行する解析システムを開発した。

本研究で開発した枝肉横断面撮影装置(単眼式装置、薄型装置)は、共同研究企業から既に製品化されている。また、枝肉画像解析ソフトウェアに關しても製品化に向けて準備中である。

道内外のいくつかの食肉処理施設では、本システムを用いた枝肉横断面画像の撮影が既に行われている。特に、ホクレン十勝枝肉市場においては、帯広畜産大学が中心となって市

場に出場される黒毛和種および交雑種(年間約4,500頭)の全頭に關して継続的な計測作業を実施しており、大規模な枝肉画像データベースの構築が進められている。今後は、これらのデータを繁殖・肥育農家や育種改良に携わる畜産研究機関へ還元し有効に活用するための体制づくりを推進すると共に、蓄積データの詳細な解析によってさらに高度な肉質評価技術の開発を進めていく予定である。

引用文献

- 1) 口田圭吾・高橋健一郎・長谷川未央・酒井稔史・森田善尚・堀 武司：牛脂肪交雑基準の評価に対する判定者間の偏差に關する検討，日本畜産学会報，Vol.75，No.4，pp.573-579 (2004)
- 2) 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三：枝肉横断面撮影の開発と得られた画像を利用したBMSナンバーの推定，日本畜産学会報，Vol.72 No.8，pp.224-230 (2001)
- 3) 口田圭吾・長谷川未央・丸山仁子・鈴木三義・三好俊三：枝肉横断面撮影装置の開発とその牛枝肉格付への応用，第98回日本畜産学会大会 一般講演 (2001)
- 4) 波 通隆・堀 武司・本間稔規・口田圭吾・山本祐介・宝寄山裕直・小高仁重：牛枝肉横断面の高精細画像撮影装置の開発，北海道立工業試験場報告，No.303，pp.23-29 (2004)
- 5) 長谷川未央・口田圭吾・佃 秀雄・加藤浩二・鈴木三義・三好俊三：脂肪交雑粒子のあらさおよび胸最長筋の形状に關する画像解析値を用いたBMSナンバーの推定，日本畜産学会報，Vol.75，No.4，pp.53-60 (2004)