

牛枝肉横断面の高精細画像撮影装置の開発

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***

Development of High-Definition Image System for Cross Section of Beef Carcass

Michitaka NAMI, Takeshi Hori, Toshinori HONMA
Keigo KUCHIDA*, Yusuke YAMAMOTO**
Hironao HOKIYAMA**, Hitoshige KOTAKA***

抄 録

道産牛の品質向上を図るためには、牛枝肉の品質データを正確に把握し、生産現場へ還元することによる効率的な育種改良の実現が重要となっている。この品質データの把握は、枝肉の格付として（社）日本食肉格付協会の格付員により行われているが、常に客観性のあるデータを得ることが難しいことから、牛枝肉横断面のカメラ撮影画像を利用した解析評価に関する研究が行われており、その有効性が明らかになっている。しかし、牛枝肉横断面画像を得るための現有の撮影装置では、品質評価に必要な十分に高精細な画像を得ることが難しく、また評価対象となる範囲をワンショットで撮影することができない。そこで、これらの問題を解決した新しい撮影装置を開発し、クローン牛、間接検定材料牛などの枝肉調査において実証試験を行い、解析評価用の画像データを安定的に正確に取得できることを確認したので報告する。

キーワード：枝肉調査、高精細画像、画像撮影装置

Abstract

It is very important to have an accurate grasp of beef carcass quality data and realize efficient genetic improvement by feedback the data to breeding field for improving the quality of beef cattle from Hokkaido. The accurate grasp of the quality data is executed by a grader belonging to Japan Meat Grading Association(JMGA). But it is difficult to get the data with objectivity. So the evaluation system of beef carcass by using camera image of cross section of beef carcass has been studied. It has become obvious that the evaluation is available. But the present camera system for taking a digital picture of cross section of beef carcass can stand further improvement. Because it is difficult to get a clear image for the evaluation and impossible to take the picture with a needed image size by one shot. So we developed the new camera system for resolving these problems and tested the system for showing by means of evidence that the system was effective in investigation of beef carcass of cloned cattle, progeny tested steer and so on. As a result we confirmed that we could obtain the image data for the evaluation accurately and securely by the camera system.

KEY-WORDS : investigation of beef carcass, high-definition image, image system

* 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)

*** Hayasaka RiKoh Co., Ltd

事業名：重点領域特別研究

課題名：画像処理を用いた牛枝肉品質自動計測装置の開発

1. はじめに

北海道は、国内でも有数の肉用牛生産基地である。しかし、輸入牛肉の増加、狂牛病や産地偽装問題などの影響により、肉質レベルの低い肥育牛は価格が低迷し、道内畜産農家は大きなダメージを受けている。このような状況を好転させるには、道産牛の品質向上を図り、そのブランドイメージを確立する必要がある。このためには、牛肉の品質データを正確に把握し、生産現場（繁殖農家、肥育農家）、特に繁殖農家にそのデータを還元し、効率的な育種改良を行うことが不可欠となっている。この品質データの把握は、牛枝肉（以下枝肉）の格付けとして（社）日本食肉格付協会の格付員により行われているが、個人差や同一判定者であってもその調査日によって評価基準が微妙に変動し、客観性のあるデータを常に得ることが難しい現状にある。そこで、育種改良の現場からは詳細な情報を効率良く、定量的に計測することが求められている。

また、枝肉の格付は、食肉中央卸売市場、地方卸売市場、食肉センター（図1）における枝肉の評価指標であり、全国共通の基準に沿って行うランク付けである。したがって、これは枝肉の適正価格の取引を行うための基準であり、セリが行われていない食肉処理場においては、この格付結果が価格を大きく左右することから、公正で、より客観的な肉質評価が望まれている。



(a) 枝肉群風景 (b) 枝肉切開側風景

図1 処理施設内風景

このような背景から、これらの肉質の計測及び評価を客観性を持って安定的に行うために、画像に基づく解析により実現する研究が帯広畜産大学を中心に進められている。しかし、枝肉画像を得るための現在の画像撮影装置（以下従来型装置）では、高精細画像のワンショット撮影ができない。本研究では、これを解決した牛枝肉横断面（以下枝肉横断面）の画像撮影装置を開発し、クローン牛などの枝肉調査において使用し、実用性を確認した。

2. 枝肉画像撮影の現状

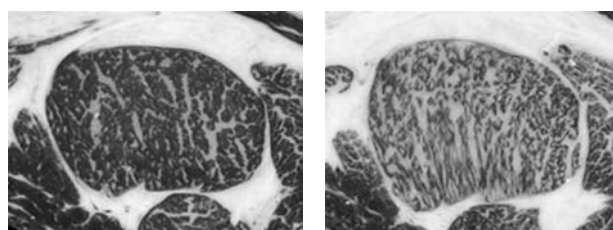
2.1 画像による品質評価

枝肉の格付においては、霜降りの度合い、肉生地のきめ細

かさ、脂の質などの総合評価による肉質等級と枝肉を部分肉にした際の赤身の割合による評価である歩留等級による分離評価方式が採用されている。このうち肉質等級が枝肉横断面を観ての評価になる。この評価方法には、人間の目視による従来の評価法のほかに、化学的な粗脂肪含量や脂肪酸組成などの定量化、枝肉横断面の画像による評価など、いくつかの方法が考えられている。この中で画像による評価では、枝肉横断面の明瞭な撮影画像が客観性のあるデータとして重要である。

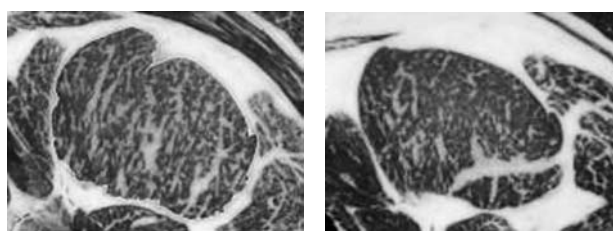
現在までのところ、従来型装置により得られた枝肉横断面画像から、肉質等級の評価に必要な牛脂肪交雑基準（BMS）、牛肉色基準（BCS）、牛脂肪色基準（BFS）の判定、及びロース芯面積、皮下脂肪厚、筋間脂肪厚の測定を行うことが可能とする成果が示されている¹⁻³⁾。図2 (a), (b) に霜降りの度合いであるBMSについての評価対象画像の例を示す（帯広畜産大学家畜育種学研究室提供）。図2で、中央の円状の部分がロース芯であり、脂肪交雑の等級区分であるBMSナンバー（No.1～12）が大きな(b)の枝肉が、BMSナンバーの小さな(a)の枝肉より霜降りの度合いが高いことを示す。また、今後BMSの判定との関わりについて解明が待たれる枝肉のハート芯（ロース芯上部において窪んだ形状を呈する）、かみあぶら（ロース芯に接した大きな脂肪交雑）の評価が画像により可能であることが見いだされている⁴⁾。図3 (a), (b) にそれぞれハート芯、かみあぶらの評価対象画像の例を示す⁴⁾。

これらの研究成果から、格付に代わるような、または格付を補完するかたちでの画像の利用が期待されている。図4に格付員による格付風景と従来型装置による画像の撮影風景²⁾を示す。



(a) BMS No. 5 (b) BMS No. 12

図2 牛脂肪交雑画像



(a) ハート芯 (b) かみあぶら

図3 ハート芯とかみあぶら画像

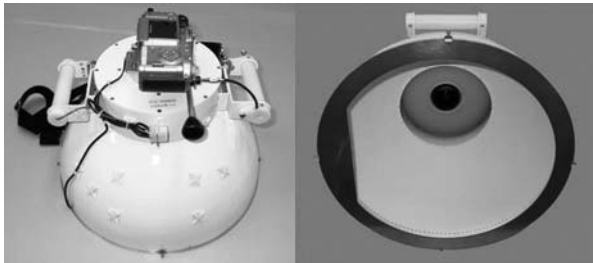


(a) 格付員による格付風景 (b) 画像撮影風景

図4 格付と従来型装置による画像撮影の風景

2.2 従来型装置

枝肉横断面画像の撮影に用いられている従来型装置外観を図5に示す^{2,5)}。この従来型装置による撮影画像の解像度は200万画素、撮像範囲は297mm×200mm、装置サイズは380mmφ×330mmで、撮影フード形状は円形である。



(a) 斜めサイド外観 (b) フードサイド外観

図5 従来型装置

2.3 従来型装置の改善点

枝肉横断面が現れる切開面の種類は、概ね図6のように3通りに分類される。図6の(a)、(b)は、胸椎切開がなされており、(c)は胸椎切開されていない枝肉である。従来型装置では、本体サイズの関係から図6(b)、(c)のやや狭い及び狭い切開面を持つ枝肉には対応していない。また、従来型装置の撮像範囲は、図7(a)のように狭いため、撮影カ所を変えて複数枚を撮影し、それらの画像を合成することによって、評価に必要な範囲を持つ画像を得ている(図7(b))。

したがって、従来型装置により得られた枝肉横断面画像を肉質評価に用いるに際し、改善すべき事項として、①より明瞭な撮影画像の獲得、②一度の撮影による評価対象範囲の画像の取得、③胸椎切開のない市場等で利用可能であることが挙げられる。すなわち、高精細な画像をワンショットで撮影可能な小型な装置が切望されている。

また、本研究メンバーが中心となり実施した「画像処理を用いた牛枝肉自動計測装置の開発」プロジェクト事前アンケート調査における撮影範囲と解像度に係る質問項目についての回答では、より広範囲で、より解像度の高い画像の要望が半数を超える結果であった。

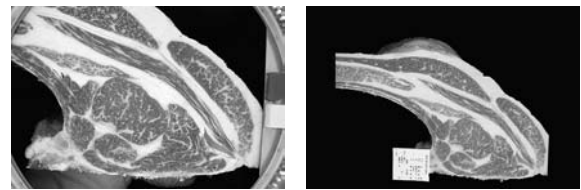
これらに基づき、本研究では、対象枝肉を図6(a)のような広い切開面のものとした上で、評価対象範囲については

「枝肉市場における枝肉横断面の大きさの調査」(帯広畜産大学)の結果から、400mm×300mm程度とし、この範囲をワンショットで高精細に撮影可能な装置の開発を優先させて行った。



(a) 広い (b) やや狭い (c) 狭い

図6 切開面の種類



(a) 従来型装置撮像範囲 (b) 合成画像

図7 従来型装置による画像

3. 新しい撮影装置

3.1 撮影装置の試作

新しく開発する装置の撮影方式としては、単眼方式、複眼方式、スキャナー式などが考えられるが、対象枝肉切開面が広いタイプで、小型化を優先しないことから、構造がシンプルでメンテナンスが容易な単眼方式による開発を目指すこととした。開発に際しては、①サイズ高さを従来型装置と同程度、②カメラレンズ焦点距離は民生用で正像化が可能なレンズの中で最小の14mmとした上で、撮像素子が35mm版とAPS版のそれぞれについて、必要な撮像範囲を確保できるか検討した。その結果、図8のように、35mm版では400mm×300mmの範囲をとらえることができるが、APS版では範囲が不足していることが分かった。そこで、カメラとレンズについては、図9に示すような解像度13.7百万画素の35mmデジタルカメラと焦点距離14mmで、画角114°の超広角レンズを選定した。また、照明については、リングライト等による牛肉面からの反射の影響などを試験をした結果、高輝度LEDが密に並んで装着されている一次元CCDカメラ用のライン方式照明を採用した。

これらに基づき、外観形状を模擬したモデルを製作し、このモデルを用いて、実際の枝肉切開面への挿入状況や撮影範囲について検証を行った(図10)。検証に基づくモデル形状の変更を行った後に、詳細設計を行い(図11)、撮影装置を試作した(図12)。図12(a)は装置斜め上方から見た外観で、右はバッテリーである。図12(b)はフード内側を見ており、2本のライン方式照明が間接照明として配置されてい

る。

この状態で、撮影した枝肉横断面画像を図13(a)に示す。中央やや下に、光の差し込みが見られる。このように光がレンズに回り込む影響を解消するため、図13(b)のようにレンズフードを視野に入らない適当な形状で装着した。

なお、選定したカメラでは、撮影時に被写体を確認することができるカメラのプレビュー機能が働かないことから、図14(a)に示すように小型カメラをレンズ横に取り付け、2.5インチモニター(図14(b))を見ながらシャッターを押し撮影する機構を付加した。図15に撮影時のモニターの視野(150mm×120mm)を点線にて示す。また、カメラのモニター出力と小型カメラの出力の切り替えスイッチを有しているので、撮影した画像を小型カメラからのモニター画像と比較し、正しく撮影されたかどうかを確認することができる。

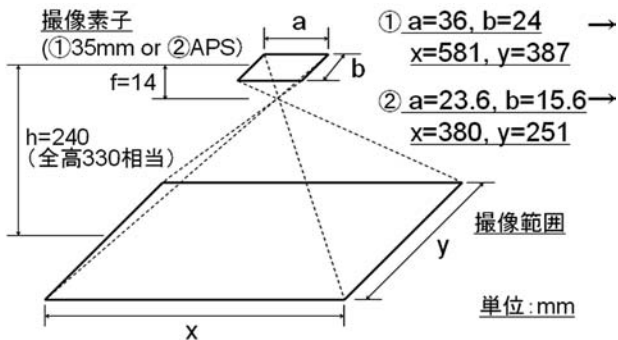


図8 撮影装置の光学系(単眼方式)



(a)高解像度デジタルカメラ (b)超広角レンズ
図9 採用したカメラとレンズ



(a) 切開面挿入試験 (b) 撮像範囲
図10 モデルによる試験

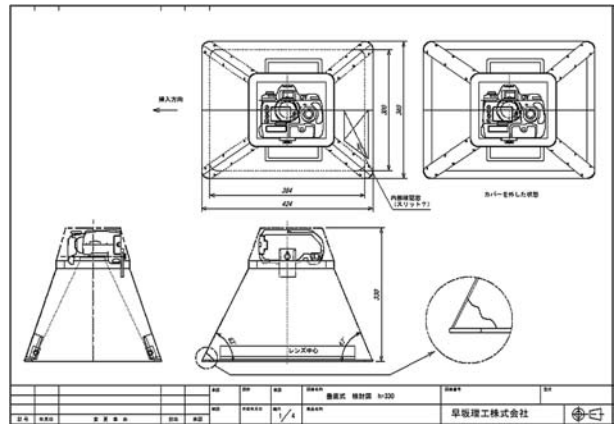


図11 試作装置の設計図面



(a) 斜めサイド外観 (b) フードサイド外観
図12 試作した撮影装置の外観



(a) 回り込みの光 (b) レンズフード
図13 回り込みによる光とフード



(a) 小型カメラ (b) モニター
図14 小型カメラとモニター