

ミラー型牛枝肉横断面撮影装置を用いた肉用品種における 脂肪交雑形状特性の比較

高橋健一郎・口田圭吾・堀 武司¹・波 通隆¹・小高仁重²

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

¹北海道立工業試験場, 札幌市北区 060-0819

²早坂理工株式会社, 札幌市東区 060-0906

(2006. 6. 2 受付, 2006. 6. 28 受理)

要 約 切開面が狭い牛枝肉において広範囲かつ鮮明な横断面画像を得ることが可能なミラー型撮影装置を用い, 新たな脂肪交雑粒子のあらさの指標を提案し, 一般市場に出荷される肉用品種の肉質の特性を比較した. 用いたミラー型撮影装置は, デジタルカメラ, フィルムタイプミラー, 白色LEDライン型照明2燈を組み合わせ, 切開幅が約25cmの枝肉に挿入可能であるくさび形の撮影装置である. 黒毛和種(JB)58頭, 黒毛和種と褐毛和種の交雑種(BBR)43頭, 褐毛和種(JBR)42頭, 黒毛和種とホルスタイン種の交雑種(JBH)60頭およびホルスタイン種(HOL)48頭の5品種251頭について第6-7肋骨間のロース芯画像を解析した. 得られた画像からロース芯面積, 脂肪面積割合, 全体のあらさなどの12形質を算出した. 新たな脂肪交雑のあらさの指標として個々の脂肪交雑を面積の大きい順番に並べ替え, もっとも大きい脂肪交雑粒子から5個までを加算し, 脂肪交雑総面積で除した指数(上位1~5のあらさ)が有効であった. 脂肪面積割合の平均はJB 43.02%, BBR 36.62%, JBR 29.72%, JBH 31.76%, HOL 19.34%となり, JBRとJBHを除いたすべての品種間について有意差が認められた($P < 0.05$). 上位1~5のあらさはJBH(19.88)およびHOL(20.14)において有意に高い値となった($P < 0.05$).

日本畜産学会報, 77(4): 501-507, 2006

牛枝肉の格付は, 社団法人日本食肉格付協会の格付員によって, 肉眼で行われ, 肉牛の育種改良は主にその格付結果を基に行われている. しかし, 育種改良を効率的かつ正確に行うためには, より客観的で詳細な牛枝肉の情報を得ることが重要である. 口田ら(2001)は, 安定的な枝肉横断面画像を得るためにドーム型牛枝肉横断面撮影装置(以下, ドーム型撮影装置)を開発した. ドーム型撮影装置は, 枝肉横断面に密着させて撮影を行うため, 外部からの光の影響を受けず, 垂直かつ常に一定距離からの撮影が可能であったが, 解像度の低いデジタルカメラを用いていたため, 微細な脂肪交雑を評価することが困難であった. そこで, 口田ら(2005)は, 箱形牛枝肉横断面撮影装置(以下, 箱型撮影装置)を開発した. この箱型撮影装置は解像度が1,350万画素のデジタルカメラを用いており, また, 撮像範囲がドーム型撮影装置の約2倍であることから, 非常に鮮明な画像を広い範囲で得ることが可能であった. しかし, 箱型撮影装置は大型のため, 牛枝肉の切開幅が狭い一般市場では牛枝肉の撮影が困難であるという問題があった. それらの問題を解決するために, 堀ら(2005)により切開幅が狭い枝肉

でも対応可能な薄型の枝肉撮影装置(以下, ミラー型撮影装置)が開発された. この装置は, くさび形の形状をしており, ミラーに映った枝肉横断面を筐体下部に取り付けたデジタルカメラで撮影する構造であるため, 狭い切開幅の枝肉にも対応可能である.

現在, 国産牛肉として市場に流通している様々な肉用品種の肉質が理化学的分析(小堤ら1985)や官能評価(Monsonら2005)などを基にして評価されてきた. しかし, 経済的に非常に重要な要素の一つである脂肪交雑の形状的特徴の品種間比較を行った研究は, ほとんど存在しない. 各肉用品種の詳細な脂肪交雑に関する特徴を知ることで, 育種改良や肥育方法の改善の一助となると考えられる.

本研究は, 一般枝肉市場に出荷される切開幅の狭い枝肉の鮮明な画像を撮影可能なミラー型撮影装置を紹介し, その装置を用いて撮影された日本で飼養されている数種類の肉用品種における脂肪交雑形状特性の比較を目的とした.

連絡者: 口田圭吾 (fax: 0155-49-5462, e-mail: kuchida@obihiro.ac.jp)

材料および方法

1. ミラー型撮影装置、ドーム型撮影装置および箱型撮影装置の比較

本研究に用いたミラー型撮影装置の外観および仕組みを図1に示した。ミラー型撮影装置は、くさび形筐体の上面内部にフィルムタイプミラー（日本リフェックス社、東京）が取り付けられており、筐体手前下側にミラーに向けたデジタルカメラによって、ミラーに映った枝肉横断面を撮影する。枝肉挿入部分の最大高が23cmと低いことが、ミラー型撮影装置の最大の特徴である。撮像面積はおよそ1,150 cm² (30.5 cm×37.7 cm)である。ミラー型撮影装置のデジタルカメラには800万画素の解像度を有するDIMAGE A2（コニカミノルタ社、東京）および1,350万画素の解像度を有するKodak DCS Pro 14n（コダック社、東京）を取り付けることが可能である。2機種種のデジタルカメラは開発の過程上混在したが、現在はより質の高い画像を得ることができるKodak DCS Pro 14nを利用して画像を採取している。ミラー型撮影装置、ドーム型撮影装置および箱型撮影装置を用いて撮影

された画像の比較検討を行った。なお、画像の比較を行う際に、ミラー型撮影装置のデジタルカメラにはKodak DCS Pro 14nを用いた。

画像の比較に用いたドーム型撮影装置はドーム部とデジタルカメラ部から構成され、ドーム内部には、白色発光ダイオードを配置し、デジタルカメラの解像度は200万画素である。また、撮像範囲はおよそ600 cm² (30.0 cm×20.0 cm)である。箱型撮影装置は光源部とデジタルカメラ部から構成され、光源部はLEDライン照明（LND-300H-SW-DF；CCS社、京都）が配置され、デジタルカメラの解像度は1,350万画素であり、撮像範囲はおよそ1,100 cm² (38.0 cm×31.0 cm)である。すべての撮影装置において、枝肉横断面を密着させて撮影を行うため外部からの光の影響を受けず、垂直かつ常に一定距離からの撮影が可能である。また、低発熱であるため枝肉に対し、温度によるダメージを与えることがない。

ミラー型撮影装置の一般枝肉市場における実用性を検討した。すなわち、ミラー型撮影装置については、平成17年1月から10月までに上場された2,320頭、ドーム型撮影装置については、平成16年1月から10月までに

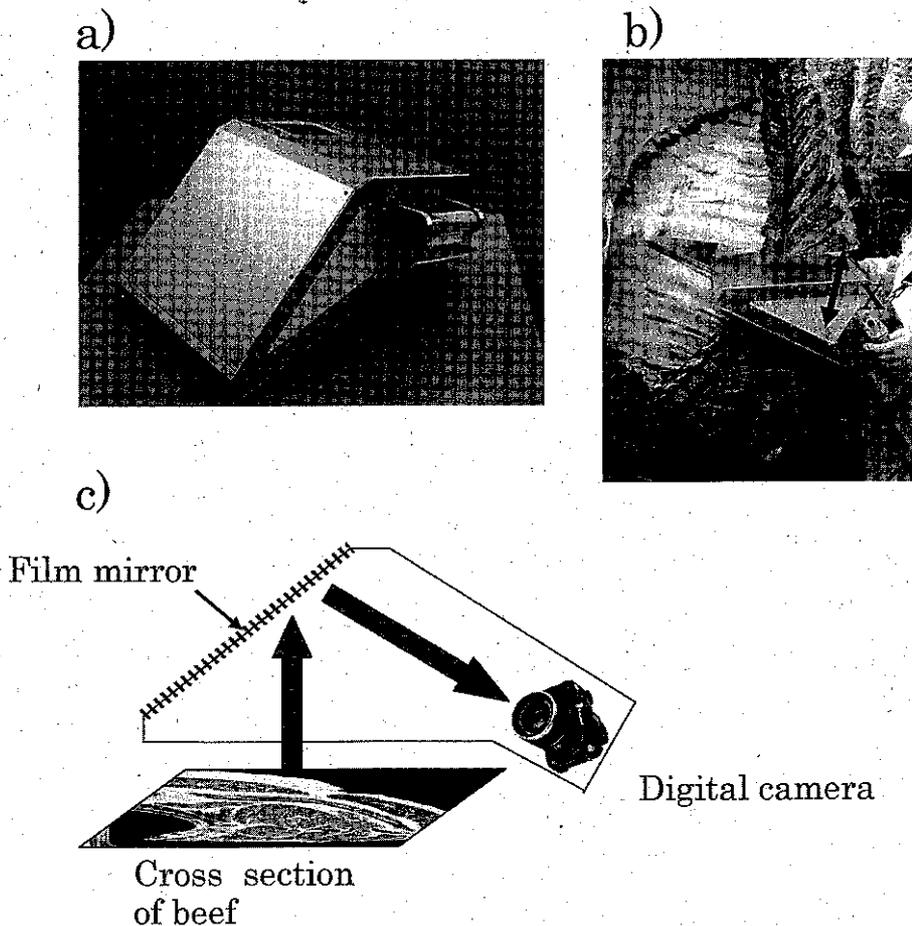


Fig. 1. a) Mirror type photography equipment used for carcass cross section of beef, b) equipment in use at a meat plant and c) explanatory model of the equipment.

上場された牛枝肉 2,430 頭について、枝肉横断面の撮影の可否を調査した。撮影可否の判断は、枝肉横断面においてロース芯全体がすべて撮影されることを基準とした(箱形撮影装置は一般市場で用いていない)。

2. 枝肉横断面撮影および画像処理

平成 17 年 2 月現在、日本では黒毛和種 (JB : 58.7%)、褐毛和種 (JBR : 1.3%)、黒毛和種×ホルスタイン種の交雑種 (JBH : 21.1%) およびホルスタイン種 (HOL : 17.1%) の 4 品種が、主に食肉用の品種として飼養されている(農林水産省大臣官房統計部 2005)。これらの品種に加え、黒毛和種×褐毛和種 (BBR) を用いて各肉用品種の脂肪交雑形状特性の比較を行った。

材料として、平成 17 年 1 月から 6 月にかけて屠畜された JB 58 頭、BBR 43 頭、JBR 42 頭、JBH 60 頭、HOL 48 頭、計 251 頭の第 6-7 肋骨間を横切断し、さらに胸椎を完全に切開した枝肉について、ミラー型撮影装置による画像の採取を実施した。なお、ミラー型撮影装置のデジタルカメラには DiMAGE A2 を用いた。

撮影された枝肉画像を口田ら (1997) によって開発された専用のソフトウェアを用い、自動的にロース芯の輪郭線を描画し、誤認識された部分は手動による補正を行い、ロース芯の抽出を実施し、ロース芯面積を算出した。

ロース芯を抽出した画像を筋肉と脂肪に 2 値化し、その値から脂肪面積割合を算出した。脂肪面積割合は、ロース芯の面積に対する脂肪交雑の面積の割合を表すものである。さらに個々の脂肪交雑粒子に対し、5 回および 10 回の細線化処理を施した。細線化処理とは、幅を持った図形に対して近傍に背景を持つ点について、端点を保持した状態で、その図形の連結性を損なわない点を削除し、線幅を細める処理である(高木と下田 1991)。さらにそれらの処理を施した画像から線幅 1 の細線を除去した画像を作成した。

ロース芯の脂肪交雑粒子の特徴を表すために 5 回および 10 回細線化処理をし、口田ら (2002) により提案された全体的な脂肪交雑粒子のあらさ (以下、全体のあらさ)、ロース芯の中で最大の面積を占める脂肪交雑粒子のあらさ (以下、最大のあらさ) を求めた。しかしながら、全体のあらさは脂肪面積割合に影響されており、視覚的に脂肪交雑のあらさに即していない場合があるため、脂肪交雑粒子のあらさの新たな指標を検討した。すなわち、新たな脂肪交雑粒子のあらさを示す指標として、上記の画像を用い、個々の脂肪交雑を面積の大きい順番に並べ替えて、もっとも大きい脂肪交雑粒子からそれぞれ 5 番目、10 番目までの粒子面積を加算したときの脂肪交雑のあらさ (以下、それぞれ、上位 1~5 のあらさおよび上位 1~10 のあらさ) を算出した。脂肪面積割合、全体のあらさ、最大のあらさ、上位 1~5 のあらさ、上位 1~10 のあらさは以下の式で算出した。

$$\text{脂肪面積割合} = (\text{Marbling_Pixel} / \text{Rib_Pixel}) \times 100$$

$$\text{全体のあらさ} = \text{Coarse}(X) / \text{Marbling_Pixel} \times 100$$

$$\text{最大のあらさ} = \text{Max_Coarse}(X) / \text{Marbling_Pixel} \times 100$$

$$\text{上位}(1 \sim n)\text{のあらさ} = \sum (1 \sim n) \text{Particle}(X) / \text{Marbling_Pixel} \times 100$$

ここで Marbling_Pixel は 2 値化直後のすべての脂肪交雑粒子の画素数、Rib_Pixel はロース芯内部のすべての画素数、Coarse (X) は脂肪交雑粒子を X 回細線化処理し、線幅 1 の細線を除去した画素数、Max_Coarse (X) は脂肪交雑粒子を X 回細線化処理し、線幅 1 の細線を除去した脂肪交雑粒子の中で最大であるものの画素数、 $\sum (1 \sim n) \text{Particle}(X)$ は X 回細線化処理し、線幅 1 の細線を除去した画像において、個々の脂肪交雑を面積の大きい順番に並べ替えて、もっとも大きい脂肪交雑粒子から n 番目までの粒子を加算したときの脂肪交雑粒子の画素数である。

ロース芯を中心とした画像から、口田ら (2003) の方法に従いロース芯形状を数値化した。すなわち、ロース芯輪郭線の凹凸を滑らかにするために 1 画素の線幅で描画したロース芯輪郭線に対して、膨張処理を 5 回施し、その後、細線化処理を行って得られた輪郭線を外周囲長とした。さらに凸包を求め、凸多角形長を自動的に算出した。ここで凸包とは、平面上に多数の点を与えられたときにこれらの点を包含する最小の多角形であり、凸多角形長とは得られた多角形の周囲の長さである(高木と下田 1991)。

ロース芯形状について説明する画像解析形質として短径・長径比およびロース芯形状の複雑さを算出した。短径・長径比はロース芯形状の横長の程度を示すもので、値が小さいほどロース芯が横長な形状を呈していることを示す。ロース芯形状の複雑さはロース芯の輪郭線の複雑さを示すもので、ロース芯の外周囲長を凸多角形長で除したものである。この値が大きいほどロース芯の形状が複雑になることを示す。ロース芯の短径・長径比とロース芯形状の複雑さは以下の式で算出した。

$$\text{ロース芯の短径} \cdot \text{長径比} = \text{ロース芯の短径} / \text{ロース芯の長径}$$

$$\text{ロース芯形状の複雑さ} = \text{ロース芯の外周囲長} / \text{ロース芯の凸多角形長}$$

これらの画像解析形質および主要な格付形質を用い、要因を肉用品種および枝肉重量とした共分散分析を行い、各品種の肉質の特性を検討した。統計処理は SAS の GLM プロシジャを用いて行った (SAS 1985)。

結果および考察

1. ミラー型撮影装置、ドーム型撮影装置および箱形撮影装置の比較

ミラー型撮影装置、ドーム型撮影装置および箱形撮影装置によって撮影された枝肉画像およびその拡大図を

図2に示した。ミラー型撮影装置および箱形撮影装置の画像はドーム型撮影装置と比較し、脂肪の輪郭がくっきりとしており、細かい脂肪まで捕らえられることが確認された。これは、デジタルカメラの解像度が向上したためと考えられる。また、箱形撮影装置およびミラー型撮影装置の撮像範囲は、左半丸重量250kg程度の枝肉であっても、ロース芯、僧帽筋に加えて皮下脂肪が完全に、また、腹鋸筋も部分的に撮影できた。

撮影装置の実用性に関して、撮影の阻害となっている原因は、枝肉切開面の狭さであった。ミラー型撮影装置は、図1中のXで示す切開幅が25cm程度であれば、撮影可能となるが、それぞれの調査期間中に撮影が可能であった枝肉の割合は、ドーム型撮影装置で50.45% (2,430頭中1,226頭)であったのに対し、ミラー型撮影装置では99.87% (2,320頭中2,317頭)と飛躍的に撮影可能な枝肉が増加した。この結果は、あくまで北海道内の1枝肉市場での結果ではあるが、胸椎を切開している枝肉市場であれば、ほとんどの枝肉横断面を撮影可能であると考えられる。

2. 脂肪交雑粒子のあらさを示す指標の検討と脂肪交雑形状特性の品種間比較

脂肪交雑粒子のあらさを示す指標として、5回細線化ならびに10回細線化処理をしたときの全体のあらさ、最大のあらさ、上位1~5のあらさおよび上位1~10のあらさについて検討した。脂肪交雑の程度に大きな差がある品種間比較を行うような場合、脂肪交雑のあらさの指標は、脂肪面積割合に影響されず、かつ肉眼による印象と一致した指標が望ましいと考えられる。そこで脂肪

交雑のあらさを比較するために、a) BBR, b) JBH および c) HOLの横断面画像を図3に例示した。5回細線化処理の全体のあらさについて、a) および b) は37.90という同様の値、c) は29.06という値を示した。肉眼的に判断するとa)の脂肪交雑がb)と同様あるいはa)よりあらいという評価にはならない。5回細線化処理の全体のあらさと脂肪面積割合の間に0.49という比較の高い相関係数が存在したが、脂肪交雑の程度が大きく異なる品種間比較を行う場合、全体のあらさを用いることは適当ではないと考えられる。

また、図3に示したc)のような場合、あらい脂肪交雑粒子が非常に少なく、10回細線化処理を行った際に10個以上の脂肪交雑粒子が残っていなかった。よって、脂肪交雑の程度に大きな差がある品種間比較を行う際には、5回あるいは10回の細線化処理で得られる上位1~5のあらさを用いることが適切であると考えた。

各品種の月齢、格付形質および画像解析形質の最小2乗平均値を表1に示した。平均出荷月齢がもっとも短い品種はHOLで約20.83ヵ月齢、もっとも長い品種はJBで30.14ヵ月齢であった。枝肉重量に関して、JBR (453.69kg)がJB (431.28kg) およびBBR (428.70kg)と比較して有意に重かった ($P < 0.05$)。JB (431.28kg)、JBH (436.80kg) およびHOL (435.15kg)に関して、2003年の肉用去勢牛の格付結果 (それぞれ437.6、459.9 および435.1kg)と比較し、JBHにおいて若干の重い傾向が認められた (日本食肉格付協会2003)が、他はほぼ同様であった。ばらの厚さに関して、JB (7.57cm)、BBR (7.90cm) およびJBR (7.76cm)が、JBH (7.14cm) およびHOL (5.86cm)

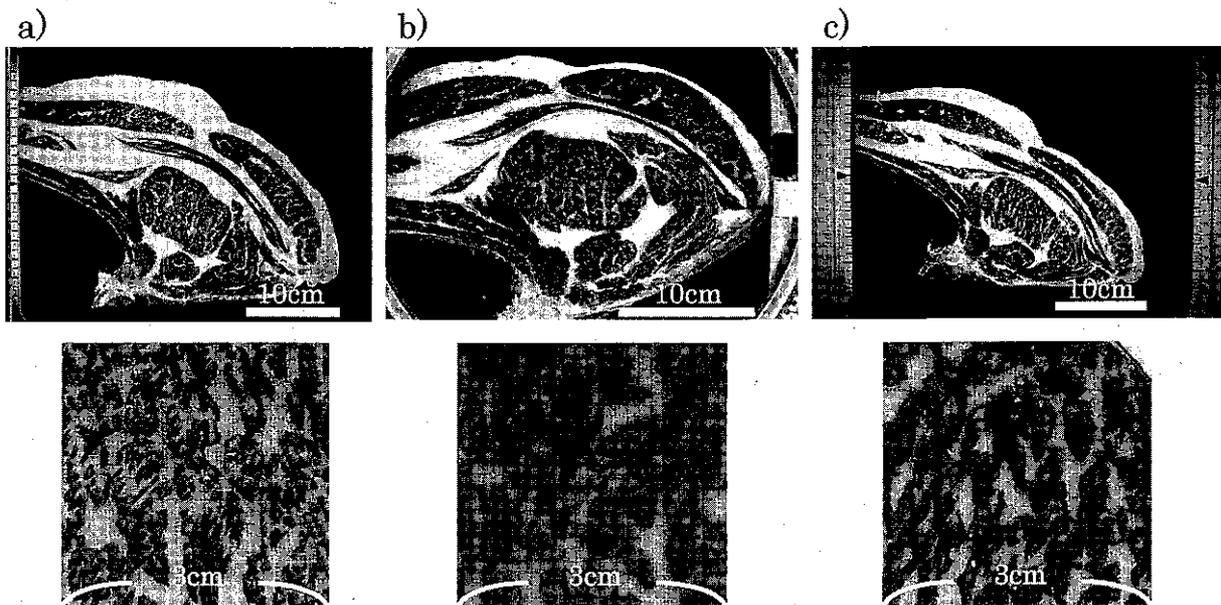


Fig. 2. The original carcass images and corresponding close-up images of the rib eye photographed by a) mirror-type, b) dome-type and c) cube-type photographic equipment.

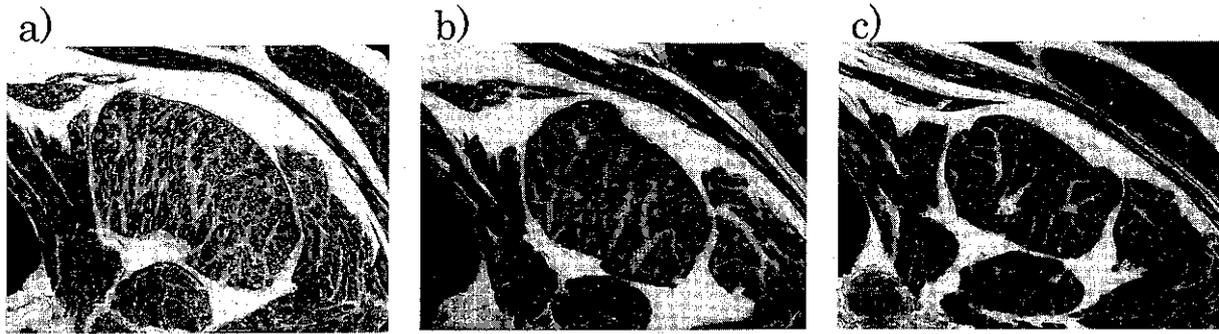


Fig. 3. Sample images showing marbling coarseness for meat of a) Japanese Black×Japanese Brown, b) Japanese Black×Holstein and c) Holstein.

Table 1. Least square mean of grading and image analysis traits for each breed

	Japanese Black (n=58)	Japanese Black × Japanese Brown (n=43)	Japanese Brown (n=42)	Japanese Black × Holstein (n=60)	Holstein (n=48)
Grading traits					
Age (month)	30.12±0.31 ^a	28.20±0.36 ^b	27.66±0.36 ^b	28.00±0.31 ^b	20.83±0.34 ^c
Carcass weight (kg)	431.28±7.00 ^a	428.70±8.13 ^a	453.69±8.22 ^b	436.80±6.88 ^{ab}	435.15±7.69 ^{ab}
Rib thickness (cm)	7.57±0.08 ^a	7.90±0.09 ^b	7.76±0.09 ^{ab}	7.14±0.08 ^c	5.86±0.09 ^d
Subcutaneous fat thickness (cm)	2.32±0.10 ^a	2.87±0.12 ^{bc}	3.11±0.12 ^b	2.78±0.10 ^c	1.99±0.11 ^d
Image analysis traits					
Rib eye area (cm ²)	58.04±0.83 ^a	59.08±0.96 ^a	53.30±0.98 ^b	52.12±0.81 ^b	43.02±0.91 ^c
Marbling area ratio (%)	43.02±0.88 ^a	36.62±1.02 ^b	29.72±1.02 ^c	31.76±0.87 ^c	19.34±0.97 ^d
Minor-major axis ratio	0.700±0.009 ^{ab}	0.682±0.011 ^{bc}	0.714±0.011 ^b	0.690±0.009 ^{ab}	0.661±0.010 ^c
Complexity of rib eye shape	1.0323±0.0018 ^{ab}	1.0304±0.0020 ^{ab}	1.0353±0.0021 ^{ab}	1.0356±0.0017 ^a	1.0301±0.0019 ^b
5 rounds thinning process					
Overall coarseness	33.32±0.71 ^a	32.49±0.82 ^a	26.93±0.84 ^b	33.60±0.70 ^a	29.55±0.78 ^c
Coarseness of maximum particle	6.97±0.50 ^a	6.50±0.58 ^a	5.90±0.59 ^a	8.36±0.49 ^b	8.90±0.55 ^b
Coarseness of 1-5 particles	17.28±0.68 ^a	17.43±0.79 ^a	15.02±0.80 ^b	19.88±0.67 ^c	20.14±0.74 ^c
Coarseness of 1-10 particles	22.03±0.68 ^a	22.28±0.79 ^a	18.77±0.81 ^b	25.02±0.67 ^c	24.43±0.75 ^c
10 rounds thinning process					
Overall coarseness	11.93±0.52 ^a	11.59±0.61 ^{ab}	8.64±0.62 ^c	12.93±0.51 ^a	10.39±0.57 ^b
Coarseness of maximum particle	2.87±0.32 ^a	2.65±0.37 ^a	2.76±0.38 ^a	4.40±0.31 ^b	4.65±0.35 ^b
Coarseness of 1-5 particles	6.96±0.45 ^a	7.13±0.53 ^a	6.33±0.54 ^a	9.12±0.45 ^b	8.81±0.50 ^b
Coarseness of 1-10 particles	8.87±0.47 ^{ab}	9.07±0.55 ^a	7.51±0.56 ^b	11.01±0.47 ^c	9.70±0.54 ^{bc}

Values within a column with different superscripts were significantly different ($P < 0.05$).

と比較して有意に高い値となった ($P < 0.05$).

ロース芯面積に関して、JB (58.04 cm²) および BBR (59.08 cm²) は他の品種の値より有意に大きく ($P < 0.05$), HOL (43.02 cm²) は有意に小さかった ($P < 0.05$). これは、2003年の肉用去勢牛の格付結果である JB 52.8 cm², JBH 48.9 cm², HOL 41.8 cm² と比較して大きい値である。脂肪面積割合において JB (43.02%) は他の4品種より有意に高くなり ($P < 0.05$), HOL (19.34%) は他の4品種より有意に小さくなった。Kuchidaら (2000) による

脂肪面積割合を粗脂肪含量に変換する式を用いて JB および HOL の脂肪面積割合から粗脂肪含量を推定したとき、JB ならびに HOL の粗脂肪含量はそれぞれ 31.07%, 12.30% となる。これらの値は理化学的分析を行った小堤ら (1985) の粗脂肪含量、JB 20.1%, HOL 9.5% の値より大きかったものの、その比率は JB が HOL の2倍強であり共通していた。肉用品種の短径長径比は JBR (0.71) において有意に値が大きく、HOL (0.66) で有意に値が小さくなった ($P < 0.05$). このことから、JBR はロース芯

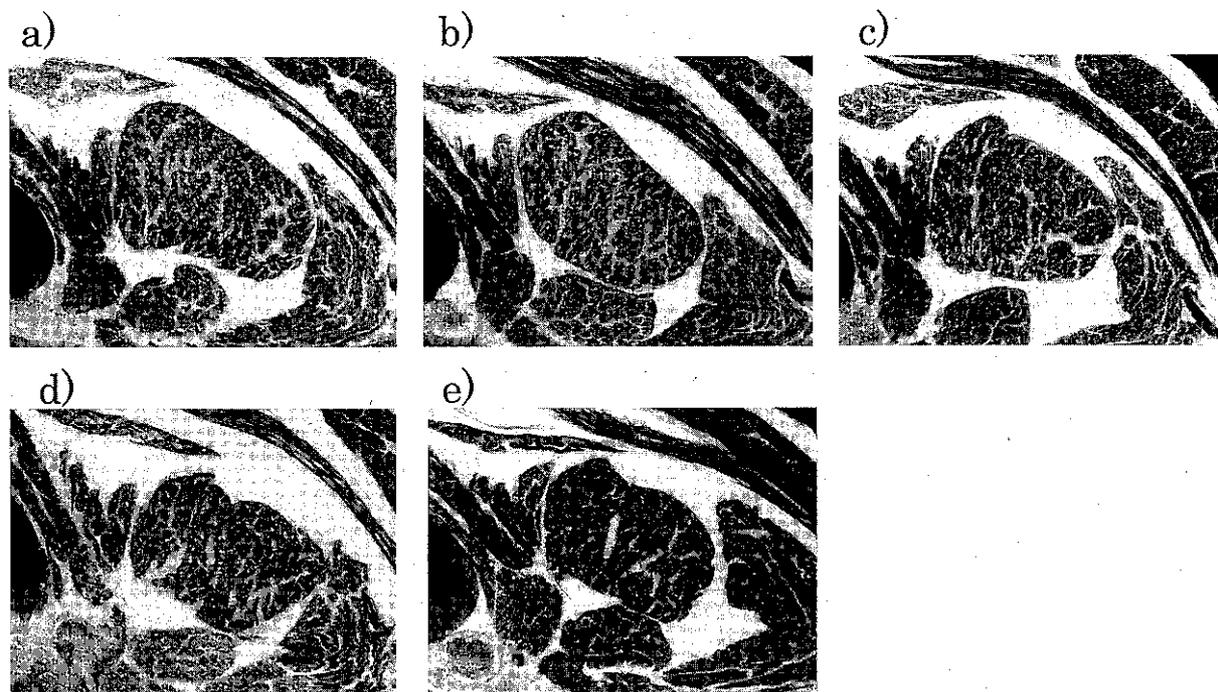


Fig. 4. Typical images of meat of Japanese Black (a), Japanese Brown (b), Japanese Black×Japanese Brown (c), Japanese Black×Holstein (d) and Holstein (e). The images were selected for each breed based on the residual sum of square for 7 image analysis traits.

の形状が丸く、HOLで横長という傾向が示唆された。最大のあらさに関して、5回ならびに10回細線化処理で同様の傾向を示し、5回細線化処理のJB(6.97), BBR(6.50)およびJBR(5.90)が、JBH(8.36)およびHOL(8.90)に比較し有意に低い値となった($P<0.05$)。すなわち、JBHおよびHOLは脂肪面積に対する最大粒子の面積割合が他の品種より大きいことが確認できた。

5回細線化処理による上位1~5のあらさはJB(17.28), BBR(17.43)およびJBR(15.02)が、JBH(19.88)およびHOL(20.14)より有意に低かった。JBHおよびHOLでは、ロース芯内の脂肪交雑が大きな脂肪交雑粒子で占められ、JB, BBR, JBRと比較して細かい脂肪交雑粒子が少ないことに起因していると考えられる。またJBRは、他の品種より脂肪交雑が細かい傾向が見られた。残差平方和を基準として各品種の画像解析形質平均値にもっとも近似している画像を図4に示した。図4の各品種の画像から、JBHおよびHOLにおいて細かい脂肪交雑粒子が少ないことが確認できる。JBおよびJBRの系統は、個々の脂肪交雑粒子の大きさを細かくする影響があると考えられる。

本研究の結果、ミラー型撮影装置を用いることで、一般枝肉市場の切開幅が狭い枝肉においても、詳細かつ鮮明な枝肉横断面画像を得ることが可能であった。また、肉用品種の比較には、上位1~5のあらさを用いること

により、品種間の脂肪交雑特性を捉えることが可能となった。各肉用品種の脂肪交雑形状特性の情報より、それらの品種における肉質の基準を得ることができる。それらの基準を基に、育種改良および肥育方法の改善を行い、結果として枝肉の経済価値の向上につながると考えられる。

謝 辞

本研究は、文部科学省「21世紀COEプログラム」補助金(A-1)、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業委託事業「光学的手法による和牛肉品質の評価技術とその応用」、北海道重点領域特別研究「画像処理を用いた牛枝肉自動計測装置の開発」における研究費を使用して行われたものであり、ここに感謝の意を表す。

文 献

- 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. 2005. 画像処理による牛枝肉品質自動計測装置の開発. 北海道立工業試験場報告, 304: 1-8.
- 口田圭吾・菊池 彩・加藤貴之・鈴木三義・三好俊三. 2003. 画像解析による黒毛和種の牛胸最長筋形状評価法と種雄牛の影響. 日本畜産学会報, 74: 23-29.
- Kuchida K, Kono S, Konishi K, VanVleck LD, Suzuki M, Miyoshi S. 2000. Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ratio of fat area calculated from computer image analysis: comparison of regression equations

- for prediction using different input devices at different stations. *Journal of Animal Science*, 78 : 799-803.
- 田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 1997. 画像解析によるロース芯断面内脂肪割合の正確な算出法の開発. 日本畜産学会報, 68 : 853-859.
- 田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 2001. 枝肉横断面撮影装置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, 72 : 224-231.
- 田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 2002. 画像解析による牛胸最長筋内脂肪交雑粒子のあらさに関する評価法の検討. 日本畜産学会報, 73 : 9-17.
- 田圭吾・高橋健一郎・長谷川未央・堀 武司・本間稔規・波通隆・小高仁重. 2005. 高解像度デジタルカメラを利用した新しい牛枝肉横断面撮影装置の開発. 肉用牛研究会報, 80 : 56-62.
- Monson F, Sanudo C, Sierra I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 73 : 471-479.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2005. 農林水産統計. 平成 17 年 5 月 10 日公表. 15-16. 農林水産省. 東京.
- (社)日本食肉格付協会. 2003. 格付結果の概要. 4-29. 日本食肉格付協会. 東京.
- 小堤恭平・安藤四郎・池田敏雄・中井博康・千国幸一. 1985. 市場牛肉の格付等級と理化学的特性について. 日本畜産学会報, 56 : 1-6.
- SAS Institute Inc. 1985. *SAS Institute Inc. SAS User's guide : Statistics*. Ver.5 ed. 433-506. Cary, NC.
- 高木幹雄・下田陽久. 1991. 画像解析ハンドブック. 第1版. 475-593. 東京大学出版会. 東京.

Comparison of Marbling Feature among Beef Breeds using Mirror Type Photography Equipment

Kenichiro TAKAHASHI, Keigo KUCHIDA, Takeshi HORI¹, Michitaka NAMI¹ and Hitoshige KOTAKA²

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555, Japan

¹Hokkaido Industrial Research Institute, Kita-ku, Sapporo-shi 060-0819, Japan

²Hayasaka Science and Engineering Corporation, Higashi-ku, Sapporo-shi 060-6090, Japan

Corresponding : Keigo KUCHIDA (fax : +81 (0) 155-49-5462, e-mail : kuchida@obihiro.ac.jp)

We developed a mirror-type photography equipment to produce extensive and clear cross-sectional images of carcass at the 6th and 7th rib. We also proposed a new indicator for marbling coarseness and compared the marbling features among popular Japanese beef breeds. The mirror-type photography equipment consisted of a digital camera, a film mirror and two white LED line lightings. The geometry of the equipment was wedge-shaped, so that the digital image of the carcass cross section could be obtained in the narrow dissection space. Rib eye images of 58 Japanese Black (JB), 42 Japanese Brown (JBR), 48 Holstein (HOL), 43 JB×JBR (BBR) and 60 JB×HOL (JBH) were analyzed. Twelve meat quality traits (rib-eye area, marbling area percentage and overall coarseness, etc.) were calculated by image analysis. The area of each marbling particle was ranked in descending order. The sum of the top five particle areas divided by the total area of marbling was used as a good indicator of marbling coarseness (Coarseness of 1-5 particles). Least square means of the marbling area percentages of JB, BBR, JBR, JBH, HOL were 43.02%, 36.62%, 29.72%, 31.76% and 19.34%, respectively. These values differ significantly, except for those corresponding to JBR and JBH. Coarseness of 1-5 particles of JBH (19.88) and HOL (20.14) were significantly higher than those of other breeds ($P < 0.05$).

Nihon Chikusan Gakkaiho, 77 (4) : 501-507, 2006

Key words : Image analysis, Beef cattle, Marbling, Rib eye