

北海道産黒毛和種ロース芯における脂肪酸組成と 画像解析形質との関連性

前原正明¹・村澤七月¹・中橋良信¹・日高 智¹・加藤貴之²・口田圭吾¹

¹ 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

² 十勝農業協同組合連合会, 帯広市 080-0013

(2008. 3. 12 受付, 2008. 7. 3 受理)

要 約 黒毛和種 572 頭のロース芯から得た脂肪交雑の脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーにより分析した。ロース芯を画像解析した値と、各脂肪酸との関連性を調査した。モノ不飽和脂肪酸 (MUFA) 割合の平均値は 57.0% (去勢: 56.4%, メス: 58.3%), ロース芯脂肪割合の平均値は 44.4% (去勢: 45.6%, メス: 41.6%) であった。MUFA% は出荷月齢および BFS ナンバーと正の相関を示した (それぞれ 0.27, 0.25: $P < 0.01$)。BMS ナンバーと有意な相関を示した脂肪酸はステアリン酸 (-0.11 : $P < 0.01$) のみであった。MUFA% はあらし指数 (0.16) および最大あらし指数 (0.11) と正の、細かさ指数 (-0.17) と負の相関係数を示した ($P < 0.01$) が、ロース脂肪割合 (0.04) とはほぼ無関係であった。脂肪交雑の平均階調値は MUFA% と負 (-0.38) の、パルミチン酸と正 (0.43) の相関係数を示した ($P < 0.01$)。

日本畜産学会報 79 (4), 507-513, 2008

食肉のおいしさは「やわらかさ」、「多汁性」、「風味 (香り, 口溶け, 旨味)」など、様々な要因によって影響されている。一方、市場では一般的に「サシ」と呼ばれる脂肪交雑が肉質等級、さらには枝肉価格を決定する上で重要視されている。脂肪の主成分はトリアシルグリセロールであり、構成脂肪酸によって物性が変化し、舌触りなどのテクスチャーに影響を与えている (日本食肉消費総合センター 2005)。一方、近年では、理化学的手法によって脂肪酸組成から食肉のおいしさの評価をする研究が行われており、中でも、モノ不飽和脂肪酸 (MUFA) が注目されている。Westerling と Hedrick (1979) は不飽和脂肪酸割合と風味の間には正の相関があることを示した。MUFA は飽和脂肪酸に比べて融点が高いため、MUFA% が高い方が口溶けが良いと考えられている。

近年、消費者が食肉を購入するときの視点が価格だけではなく、味、安心、健康などの質の面を総合して選ぶ傾向になってきた。こうした志向に伴い、高い生産技術によって生産された、特に質の良い食肉を銘柄牛として差別化する取り組みが全国的に行われている。北海道でも黒毛和種振興意識の高まりにより、黒毛和種の改良、飼育技術の向上を目指しての各種取り組みが行われており、銘柄牛として生産差別化を図っている。

そこで本研究では北海道内で生産された黒毛和種の脂肪酸組成を理化学的手法により調査し、各脂肪酸および

MUFA% と枝肉格付形質や画像解析形質などとの関連性について調査することを目的とした。

材料および方法

本研究では、供試牛として 2006 年 12 月から 2007 年 9 月までに北海道内で肥育され、枝肉市場に上場された北海道産黒毛和種 572 頭 (去勢 402 頭, メス 170 頭) を用いた。これらの供試牛は銘柄牛として登録されており、小売の段階においてもその銘柄を表示して販売されている (以下、北海道産銘柄牛)。枝肉左半丸の第 6-7 肋骨間を、枝肉格付のために切開してから約 2 時間後、枝肉格付とほぼ同時刻に切開面をミラー型撮影装置 (HK-333; 早坂理工, 札幌) で撮影し、ロース芯を中心とした高精細枝肉横断面画像を得た。なお、枝肉はと畜から 2 日間、0°C に設定された枝肉用冷蔵庫で冷蔵され、枝肉セリが開催されるまで保管された。ミラー型撮影装置にはデジタルカメラ (Kodak DCS Pro 14n; コダック株式会社, 東京) が取り付けられており、1 cm 当たり約 100 画素の枝肉横断面画像が撮影可能である。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、また常に一定距離からの撮影が可能である。ミラー型撮影装置により撮影された枝肉横断面画像からロース芯画像を Beef Analyzer II (早坂理工, 札幌) を用いて抽出し、ロース芯内を筋肉と脂肪に 2 値化した後、画像解析形質 8 形

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

質（ロース脂肪割合、あらさ指数、最大あらさ指数、細かさ指数、ロース芯長径短径比、ロース芯複雑度、筋肉平均階調値、脂肪交雑平均階調値）を算出した。

ロース脂肪割合は、ロース芯内にある脂肪交雑粒子の面積割合を示し、あらさ指数および最大あらさ指数は口田ら（2002）の方法における10回細線化処理の“あらさ指数2（10）”および“あらさ指数4（10）”に相当するものである。あらさ指数は、ロース芯内の脂肪交雑粒子の全体的なあらさを示す指標であり、値が高いほど筋肉内にあらい粒子が多く存在する。最大あらさ指数は、極端に大きな脂肪交雑粒子の存在を示す指標であり、値が高いほど大きな脂肪交雑粒子が存在することを示す。

細かさ指数は、口田ら（2006）の方法にしたがって、ロース芯内に含まれる脂肪交雑のうち、面積が0.01～0.5 cm²の範囲内にあるものを小ザシとし、小ザシの個数をロース芯面積で除して計算した。すなわち、値が大きいほど単位面積当たりの細かい脂肪交雑粒子の数が多ことを示す。ロース芯長径短径比は、ロース芯の慣性主軸の第1あるいは第2主軸のうちの短軸長および長軸長を用い、短軸長を長軸長で除して算出した。値が1に近づくほどロース芯の形状は円に近く、値が小さいほどロース芯形状が扁平状となる。ロース芯複雑度は、ロース芯の周囲長を凸包周囲長で除して算出し（口田ら2006）、値が大きいほどロース芯の形状が複雑であることを示す。筋肉平均階調値、脂肪交雑平均階調値はロース芯を筋肉部分と脂肪交雑部分に分けたときのそれぞれの色の強さを表し、数値の範囲は0～255である。数値が255に近づくほど視覚的には明るく見え、0に近づくほど暗く見える。

脂肪酸分析は以下の手順を用いて行った。長さ6 cm、幅2.5 cmのポリエステル板を用いて、ロース芯全体からまんべんなく10 mg程度の脂肪サンプルを削りとり、5%の塩酸を含むメチルアルコール3 mLが入った試験管に入れ、100℃で3時間加熱しメチル化した。その後ヘキサンを3 mL加え、1分間振とうし、分離した上層をバイアル瓶に移してガスクロマトグラフィー（GC2010；島津製作所、京都）で分析した。分析にはキャリアガスとしてヘリウムを用い、流量は毎分1.4 mLとした。キャピラリーカラム（ULBON HR-SS-10, 0.25 mm×25 m；信和化工社、京都）を用い、分析開始時温度は140℃、昇温は210℃まで毎分5℃とし、その後10分の保持時間を設けた。インジェクター、検出器の温度は250℃とした。各脂肪酸の同定には標準試料のメチルエステルキット（GLサイエンス社、東京）を分析し、脂肪酸のピーク面積を数値化することで脂肪酸割合を算出した。同定した脂肪酸はミリスチン酸（C14：0）、ミリストレイン酸（C14：1）、パルミチン酸（C16：0）、パルミトレイン酸（C16：1）、ステアリン酸（C18：0）、オレイン酸（C18：1）およびリノール酸（C18：2）の7種類であり、そのうち

ミリストレイン酸、パルミトレイン酸およびオレイン酸が、同定した7種類の脂肪酸に占める割合をMUFA%として計算した。なお、同定した脂肪酸以外の脂肪酸も少量認められたが、ここでは同定した脂肪酸濃度の合計を100%として各脂肪酸の濃度を算出した。

統計処理にはSAS（SAS 1985）を使用し、CORRプロシジャを用いてMUFA%や各脂肪酸と格付形質および画像解析質間の相関係数を算出した。

結果および考察

北海道内の枝肉市場に上場された北海道産銘柄牛の脂肪酸組成と格付形質の基礎統計量を表1に示した。去勢牛における枝肉重量、ロース芯面積およびBMSナンバーの平均値はそれぞれ465.2 kg、57.7 cm²および5.8であり、黒毛和種去勢牛に関して本研究と同地域において調査したOsawaら（2008）の値（それぞれ445.0 kg、56.8 cm²、5.5）や日本食肉格付協会（2007）が集計した黒毛和種去勢牛の2006年4月～2007年3月までの全国平均（それぞれ457.2 kg、53.9 cm²、5.4）に比べて同程度から高い値であった。枝肉重量、BMSナンバー、単価においてメスより去勢の方が有意に高かった（ $P < 0.01$ ）。また、メスは去勢に比べて出荷月齢が長くなる傾向があった（去勢：28.7 ヶ月、メス：30.1 ヶ月）。

MUFA%の平均は57.0%（去勢：56.4%，メス：58.3%）であり、黒毛和種のロース芯内脂肪におけるMUFA%の性別間比較をしたZembayashiら（去勢：57.8%，23.5 ヶ月齢、メス：63.1%，25.3 ヶ月齢、1995）の報告よりやや低い値であったが、黒毛和種去勢牛のロース芯内のMUFA%を調査したOkaら（51.73%，20.7 ヶ月齢、2002）に比べて高い値であった。Zembayashiら（1995）およびOkaら（2002）はそれぞれ12種および8種の脂肪酸を分析対象としてMUFA%を調査したが、これを本研究で用いた7種の脂肪酸を用いた場合に換算するとMUFA%はそれぞれ去勢：57.8%，メス：63.3%（Zembayashiら1995）および51.75%（Okaら2002）となり、分析対象とする脂肪酸の種類による大きな違いは認められなかった。ロース芯脂肪を構成する主要な不飽和脂肪酸であるオレイン酸の平均値は去勢で51.5%，メスで52.9%であり、黒毛和種去勢牛の脂肪酸組成について調査したOkaら（2002）の報告（47.43%）や50%もしくは75%黒毛和種の交雑牛の脂肪酸組成に関して調査したKazalaら（1999）の報告（去勢：41.83%，メス：43.65%，16.7～18.4 ヶ月齢）より高い値であった。また、本研究で調査した脂肪酸割合およびMUFA%において、ミリスチン酸、ミリストレイン酸およびリノール酸を除くすべての脂肪酸で性別間に有意な差が認められた（ $P < 0.05$ ）。MUFA%、パルミトレイン酸およびオレイン酸において去勢よりメスの方が有意に高く（ $P < 0.01$ ）、パルミチン酸およびステアリン酸においてはメスより去勢の方が有意に高かった

Table 1 Summary of statistics of carcass traits and fatty acid compositions of the rib eye muscle at the 6-7th cross section

	All (n = 572)		Steer (n = 402)		Heifer (n = 170)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Carcass weight (kg)	451.8 ± 55.5		465.2 ± 52.8**		420.2 ± 48.8	
Slaughter age (mo)	29.1 ± 2.3		28.7 ± 1.8**		30.1 ± 3.0	
Rib-eye area (cm ²)	57.4 ± 8.1		57.7 ± 8.0		56.7 ± 8.3	
Rib thickness (cm)	7.8 ± 0.9		7.8 ± 0.9*		7.7 ± 0.9	
SFT (cm)	2.4 ± 0.7		2.2 ± 0.6**		2.6 ± 0.7	
BMS. No	5.5 ± 2.2		5.8 ± 2.2**		5.1 ± 2.1	
BCS. No	3.7 ± 0.5		3.7 ± 0.6**		3.9 ± 0.5	
BFS. No	2.9 ± 0.3		2.9 ± 0.3**		3.0 ± 0.3	
Unit price (yen)	1,907 ± 284		1,948 ± 261**		1,810 ± 313	
MUFA (%)	57.0 ± 3.1		56.4 ± 2.7**		58.3 ± 3.3	
C14 : 0 (%)	2.8 ± 0.6		2.8 ± 0.6		2.8 ± 0.6	
C14 : 1 (%)	1.0 ± 0.3		0.9 ± 0.3		1.0 ± 0.3	
C16 : 0 (%)	27.1 ± 2.1		27.4 ± 1.9**		26.2 ± 2.3	
C16 : 1 (%)	4.1 ± 0.8		4.0 ± 0.7**		4.4 ± 0.8	
C18 : 0 (%)	11.0 ± 1.9		11.3 ± 2.0**		10.4 ± 1.7	
C18 : 1 (%)	51.9 ± 2.9		51.5 ± 2.6**		52.9 ± 3.3	
C18 : 2 (%)	2.4 ± 0.5		2.4 ± 0.5		2.5 ± 0.4	

** and * = significant difference between steers and heifers at $P < 0.01$ and $P < 0.05$, respectively. SFT = subcutaneous fat thickness.

MUFA (%) = (C14 : 1 + C16 : 1 + C18 : 1) / (C14 : 0 + C14 : 1 + C16 : 0 + C16 : 1 + C18 : 0 + C18 : 1 + C18 : 2)

($P < 0.01$). Zembayashi ら (1995) は、ロース芯脂肪交雑において飽和脂肪酸であるミリスチン酸、パルミチン酸が去勢に比べメスで有意に低く、MUFA%, ミリストレイン酸、パルミトレイン酸およびオレイン酸が去勢に比べメスで有意に高いことを報告し、本研究の結果とほぼ一致した。しかし、本研究で用いたデータは、メスは去勢に比べて平均月齢が長いこと、月齢の効果が影響している可能性がある。そこで、分散分析により月齢の効果を除外して性の影響を調査したところ、それでもなおミリスチン酸、ミリストレイン酸、リノール酸を除くすべての脂肪酸で性別間に有意差が認められた ($P < 0.01$)。以上の結果から、北海道産銘柄牛に関して言えば、メスは去勢に比べて肥育期間が長いにも関わらず枝肉重量が小さく、枝肉単価が安い、不飽和脂肪酸割合が高い傾向があることが示された。

画像解析形質の基礎統計量を表 2 に示した。本研究で用いた供試牛の画像解析形質の平均値は、ロース脂肪割合、あらさ指数、最大あらさ指数、細かさ指数でそれぞれ $44.4 \pm 0.08\%$, 3.76 ± 2.36 , 1.09 ± 0.03 , 3.40 ± 0.54 であった。この結果は、黒毛和種に関して調査した Osawa ら (2008) および岡本ら (2007) と比較して、ロース脂肪割合では高く (Osawa ら : 39.3% , 岡本ら : 40.2%),

最大あらさ指数では低い (Osawa ら : 4.8 , 岡本ら : 5.3) 値であった。去勢牛の最大あらさ指数を除く全画像解析形質はメスより有意に高く ($P < 0.05$)、最大あらさ指数ではメスの方が去勢より有意に高かった ($P < 0.05$)。この結果から、メスは去勢に比べて脂肪が入りにくく、単独のあらい脂肪交雑が出現しやすいことが示された。また、筋肉平均階調値および脂肪交雑平均階調値の値は去勢がメスに比べて有意に高かった ($P < 0.01$) ことから、去勢牛の筋肉ならびに脂肪交雑の色はメスのそれに比べて明るくなる傾向にあることが示された。

各脂肪酸および MUFA% と枝肉格付形質間の相関係数を表 3 に示した。MUFA% は出荷月齢および BFS ナンバーと低いながらも正の有意な相関係数を示した (それぞれ 0.27 , 0.25 : $P < 0.01$)。ロース芯内脂肪交雑を構成する主要な MUFA であるオレイン酸についても出荷月齢および BFS ナンバーと低い正の相関係数を示した (それぞれ 0.23 および 0.21 : $P < 0.01$)。また、他の MUFA であるミリストレイン酸およびパルミトレイン酸も出荷月齢と正 (0.03 および 0.20) の相関係数を示した。一方、飽和脂肪酸であるパルミチン酸は出荷月齢および BFS ナンバーと低い負の相関係数を示した (それぞれ -0.23 および -0.23 : $P < 0.01$)。同様に、ミリスチン酸および

Table 2 Summary of statistics for image analysis traits of the rib eye muscle at the 6-7th cross section

	All (n = 572)		Steer (n = 402)		Heifer (n = 170)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
FAR (%)	44.4 ± 8.0		45.6 ± 7.7**		41.6 ± 8.1	
O-COARSE	15.09 ± 4.55		15.15 ± 4.35**		14.96 ± 4.99	
M-COARSE	3.76 ± 2.36		3.61 ± 2.09*		4.09 ± 2.87	
SFI	3.40 ± 0.54		3.43 ± 0.52*		3.33 ± 0.57	
M-M RATIO	0.72 ± 0.08		0.72 ± 0.08*		0.71 ± 0.07	
COMP-RIBEYE	1.0935 ± 0.028		1.0936 ± 0.028		1.0933 ± 0.027	
ALM	96.4 ± 8.1		98.1 ± 7.6**		92.3 ± 7.8	
ALMB	144.2 ± 8.0		146.3 ± 7.1**		139.1 ± 7.7	

** and * = significant difference between steers and heifers at $P < 0.01$ and $P < 0.05$, respectively.

FAR = fat area ratio, O-COARSE = overall coarseness index, M-COARSE = maximum particle index for coarseness, SFI = small flecks index, M-M RATIO = minor-major ratio, COMP-RIBEYE = complexity of ribeye shape, ALM = average luminance of muscle, ALMB = average luminance of marbling.

Table 3 Correlation coefficients between carcass traits and each fatty acids% of the rib eye muscle at the 6-7th cross section

	Carcass weight	Slaughter age	Rib-eye area	Rib thickness	SFT	BMS No	BCS No	BFS No	Carcass unit price
MUFA%	-0.08*	0.27**	0.13**	0.11**	0.16**	0.08	0.09*	0.25**	0.00
C14:0	0.01	-0.11**	-0.09*	-0.01	-0.01	-0.04	-0.02	-0.10*	0.02
C14:1	0.03	0.03	0.02	0.07	0.07	0.02	0.01	0.07	0.05
C16:0	0.10*	-0.23**	-0.06	-0.07	-0.11**	-0.02	-0.09*	-0.23**	0.05
C16:1	-0.06	0.20**	0.08	0.10*	0.17**	0.04	0.05	0.15**	0.03
C18:0	0.04	-0.12**	-0.19**	-0.12**	-0.14**	-0.11**	0.01	-0.18**	-0.03
C18:1	-0.08	0.23**	0.11**	0.08*	0.11**	0.07	0.08	0.21**	-0.02
C18:2	0.05	0.00	0.11**	0.08	-0.01	0.00	0.02	0.08	-0.02

** : $P < 0.01$ * : $P < 0.05$

SFT = subcutaneous fat thickness,

MUFA% = (C14:1 + C16:1 + C18:1) / (C14:0 + C14:1 + C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 + C18:2)

ステアリン酸も出荷月齢と負 (-0.11 および -0.12) の相関係数を示した。これらの結果から肥育期間が長い方が MUFA% が高くなることが示されたが、これは Zem-bayashi ら (1995) の MUFA% は屠畜日齢と正の相関をもつという報告と一致した。

枝肉単価と有意な相関係数を示す脂肪酸は存在しなかった。また、BMS ナンバーと有意な相関係数を示す脂肪酸はステアリン酸のみであった。この結果は、MUFA% や各脂肪酸割合は BMS ナンバーや枝肉単価には影響を与えないことを示している。Kazala ら (1999) はステアリン酸およびリノール酸とマーブリングスコアとの間に有意な相関係数を示したものの、他の脂肪酸とは有意

な相関係数を示さなかったと報告した。さらに、アンガス牛について調査した Waldman ら (1968) は筋肉内のパルミチン酸やオレイン酸とマーブリングスコア間には有意な相関はないと報告しており、今回の結果と一致した。一方、黒毛和種の脂肪酸組成について調査した Oka ら (2002) は MUFA% と BMS ナンバーとの間に有意な相関 (0.18) を報告しているものの、低い正の値であり、本研究の相関係数 (0.08) と大きな差はないと判断した。

各脂肪酸および MUFA% と画像解析形質間の相関係数を表 4 に示した。MUFA% は、あらさ指数、最大あらさ指数と低い正の相関 (それぞれ 0.16, 0.11 : $P < 0.01$) を示し、細かさ指数と低い負の相関 (-0.17 : $P < 0.01$)

Table 4 Correlation coefficients between image analysis traits and fatty acid compositions of the rib eye muscle at the 6-7th cross section

	FAR	O-COARSE	M-COARSE	SFI	M-M RATIO	COMP-RIBEYE	ALM	ALMB
MUFA%	0.04	0.16**	0.11**	-0.17**	0.05	-0.03	-0.16**	-0.38**
C14:0	-0.02	-0.02	0.03	0.04	0.02	0.16**	0.04	0.16**
C14:1	0.04	0.13**	0.13**	-0.09*	0.07	0.10*	0.00	0.00
C16:0	0.00	-0.16**	-0.13**	0.20**	0.00	0.03	0.23**	0.43**
C16:1	-0.01	0.08	0.12**	-0.07	0.04	0.10*	-0.11*	-0.19**
C18:0	-0.07	-0.14**	-0.09*	0.09*	-0.15**	-0.09*	-0.02	0.09*
C18:1	0.04	0.14**	0.07	-0.15**	0.03	-0.07	-0.14**	-0.35**
C18:2	-0.06	0.07	0.09*	-0.16**	0.06	0.02	-0.04	-0.12**

** : $P < 0.01$ * : $P < 0.05$

FAR = fat area ratio, O-COARSE = overall coarseness index, M-COARSE = maximum particle index for coarseness, SFI = small flecks index, M-M RATIO = minor-major ratio, COMP-RIBEYE = complexity of ribeye shape, ALM = average luminance of muscle, ALMB = average luminance of marbling,

MUFA% = (C14:1 + C16:1 + C18:1) / (C14:0 + C14:1 + C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1 + C18:2)

を示した。すなわち、脂肪交雑粒子があまりと MUFA% が高くなることが示唆された。Yang ら (2006) はロース芯内脂肪交雑の脂肪細胞面積を、顕微鏡写真の画像解析によって調査し、粒子面積が大きいほど脂肪細胞面積も大きいこと、また、He ら (1997) は、大きな脂肪細胞ほど不飽和化が進むことをそれぞれ報告した。これらのことより大きな脂肪交雑ほど脂肪細胞が大きく、また不飽和度も高いことが推察され本研究の結果と一致した。

MUFA% は脂肪交雑平均階調値と中程度の負の相関を示した (-0.38 : $P < 0.01$)。各脂肪酸と画像解析形質間では、脂肪交雑平均階調値とオレイン酸は中程度の負の相関 (-0.35) を、パルミチン酸とは中程度の正の相関 (0.43 : $P < 0.01$) を示した。脂肪交雑平均階調値は、対象となる局所領域の枝肉横断面の表面だけでなく、その周囲の組織、特に表面組織の下層の組織による影響を受けていると考えられることから、脂肪交雑が透明であると下層の筋肉組織の色が反映される。よって、脂肪交雑が透明である場合、脂肪交雑平均階調値は低くなる（暗くなる）と考えられる。すなわち、脂肪交雑平均階調値が高い（明るい）とオレイン酸割合が低く、パルミチン酸割合が高くなることが示された。相関係数の絶対値はパルミチン酸の方がオレイン酸より高く、脂肪の階調値とより関連性があることがわかった。

ロース脂肪割合と有意な相関係数を示す脂肪酸は存在しなかった。本研究では画像解析によりロース脂肪割合を算出したが、Kuchida ら (2000) はロース脂肪割合は理化学的に定量した粗脂肪割合と非常に強い関連性 ($r^2 = 0.96$) をもつと報告しており、本研究のロース脂肪割合と粗脂肪含量を同様のものとしてとらえ、以下の比較を行った。ヘレフォードと和牛を含む 7 種の交雑牛（去勢：23 カ月齢，メス：16 カ月齢）に関して調査した Pitch-

ford ら (2002) は筋肉内脂肪含量と MUFA との間に低い表型相関 (0.08) を報告しており、本研究の結果と一致した。

本研究の結果から北海道産銘柄牛の一般的な特徴と脂肪酸組成が示された。MUFA% はあらさ指数と正の相関を、細かさ指数と負の相関を示したことから、ロース芯にあまり粒子をもつ枝肉に MUFA が多く含まれていることが示唆された。しかし、近年では脂肪交雑の細かい、いわゆる霜降り肉に目が向けられており、これは、あまり脂肪交雑のものの方が MUFA% が高い、すなわち口溶けがよくおいしい肉であるという今回の結果と相反している。したがって MUFA% が肉のおいしさにどれほどの影響を与えるのかを調査していく必要があるかもしれない。また、MUFA% は、特に脂肪交雑の明るさと関連性があることが示された。Irie (1999) は光ファイバーで豚の脂肪の透過度を推定する試みを実施し、1,095 nm で MUFA と透過度の間に正の相関 (0.68) を報告した。これは、脂肪交雑が透明な方が MUFA% が高いという本研究の結果と一致した。ミラー型撮影装置による枝肉横断面の画像解析により、脂肪交雑の明るさやその形状を客観的かつ安定的にとらえることが可能であることから、それらの情報を利用することで、MUFA% 等を推定することができるようになるかもしれない。今後、各機関の協力により迅速な理化学分析を行うことができれば、MUFA% などのおいしさの指標を流通ヘフィードバックすることが可能になり、銘柄牛の価値を高めることが期待できる。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、撮影にご協力いただいた北海道畜産公社道東事業所十勝工場の関係各位、データ

提供にご協力いただいた社団法人日本食肉格付協会帯広事業所、ホクレンの関係各位に深謝する。

本研究の一部は、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：No. 1674 代表研究者：入江正和」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

- He ML, Roh SG, Oka H, Hidaka S, Matsunaga N, Hidari H. 1997. The relationship between fatty acid composition and the size of adipocytes from subcutaneous adipose tissue of Holstein steers during the fattening period. *Animal Science and Technology* **68**, 838-842.
- Irie M. 1999. Evaluation of porcine fat fiber-optic spectroscopy. *Journal of Animal Science* **77**, 2680-2683.
- Kazala EC, Lozeman FJ, Mir PS, Laroche A, Bailey DRC, Weselake RJ. 1999. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred wagyu cattle. *Journal of Animal Science* **77**, 1717-1725.
- Kuchida K, Kono S, Konishi K, Van Vleck 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 : composition of regression equations for prediction using different input devices at different stations. *Journal of Animal Science* **78**, 799-803.
- 口田圭吾, 大澤剛史, 堀 武司, 小高仁重, 丸山 新. 2006. 画像解析による牛枝肉横断面の評価とその遺伝. *動物遺伝育種研究* **34**, 45-52.
- 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2002. 画像解析による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.
- 日本食肉格付協会. 2007. 去勢牛の出荷県別格付結果 (平成 18 年 4 月～平成 19 年 3 月). 日本食肉格付協会. 東京. 2008 年 3 月 1 日アクセス. URL : http://kakuduke.lin.go.jp/06_4-07_3/kenbetu.htm
- 家畜改良センター (編). 2005. 食肉の官能評価ガイドライン. pp. 123-129. 第 1 版. 日本食肉消費総合センター, 東京.
- Oka A, Iwaki F, Dohgo T, Ohtagaki S, Noda M, Shiozaki T, Endoh O, Ozaki M. 2002. Genetic effects of fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers. *Journal of Animal Science* **80**, 1005-1011.
- 岡本圭介, 大澤剛史, 浜崎陽子, 丸山 新, 加藤貴之, 口田圭吾. 2007. 枝肉形質が牛枝肉価格に与える影響の市場間比較. *北海道畜産学会報* **49**, 35-41.
- Osawa T, Kuchida K, Hidaka S, Kato T. 2008. Genetic parameters for image analysis traits on M.longissimus thoracis and M.trapezius of carcass cross section in Japanese Black steers. *Journal of Animal Science* **86**, 40-46.
- Pitchford WS, Deland MPB, Siebert BD, Malau-Aduli AEO, Bottema CDK. 2002. Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. *Journal of Animal Science* **80**, 2825-2832.
- SAS institute Inc. 1985. SAS User's guide : Statistic. Ver 5 edn. pp. 433-506, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Waldman RC, Suess GG, Brungardt VH. 1968. Fatty of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *Journal of Animal Science* **27**, 632-635.
- Westerling DB, Hedrick HB. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *Journal of Animal Science* **48**, 1343-1348.
- Yang XJ, Albrecht E, Ender K, Zhao RQ, Wegner J. 2006. Computer image analysis of intramuscular adipocytes and marbling in the longissimus muscle of cattle. *Journal of Animal Science* **84**, 3251-3258.
- Zembayashi M, Nishimura K, Lunt DK, Smith SB. 1995. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *Journal of Animal Science* **73**, 3325-3332.

Relationships between fatty acid compositions and image analysis traits of the rib eye in Japanese Black cattle fattened in Hokkaido

Masaaki MAEHARA¹, Nazuki MURASAWA¹, Yoshinobu NAKAHASHI¹, Satoshi HIDAKA¹,
Takayuki KATO² and Keigo KUCHIDA¹

¹ Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

² Tokachi Federation of Agricultural Cooperative, Obihiro 080-0013, Japan

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

The aims of this study were to investigate the features of fatty acid compositions of Japanese Black cattle and to examine the relationships between those compositions and dimensional characteristics of marbling in the rib eye. The fatty acid composition of the rib eye muscle of 572 Japanese Black cattle, fattened in Hokkaido, was analyzed using gas chromatography. High-definition digital images of the 6-7th rib of the carcass were taken using the mirror type photographic equipment. Image analysis traits (ex ; marbling area percentage to rib eye area, coarseness index of marbling, shape of rib eye) were calculated with computer image analysis software (BeefAnalyzer II). The relationships between image analysis traits for the rib eye area and each of the fatty acid components (C14 : 0 myristic acid, C14 : 1 myristoleic acid, C16 : 0 palmitic acid, C16 : 1 palmitoleic acid, C18 : 0 stearic acid, C18 : 1 oleic acid and C18 : 2 linoleic acid) were analyzed. The percentage of mono unsaturated fatty acids (MUFA) to the total fatty acids came to be a sum total of C 14 : 1, C16 : 1 and C18 : 1 percentages. Averages of chemically measured MUFA% and marbling area ratios to rib eye area measured with computer image analysis were 57.0% (steers : 56.4%, heifers : 58.3%, $P < 0.01$) and 44.4% (steers : 45.6%, heifers : 41.6%, $P < 0.01$), respectively. The MUFA% showed a positive correlation with the slaughter age and BFS number (0.27 and 0.25 respectively : $P < 0.01$). There were no fatty acids showing significant correlations with the unit price of the carcass. Only stearic acids showed a significant correlation with BMS No ($-0.11 : P < 0.01$). Significant correlation coefficients of MUFA% with the overall coarseness of the marbling ($r = 0.16$), coarseness of the maximum marbling particle ($r = 0.11$) and the fineness of marbling particles ($r = -0.17$) were detected ($P < 0.01$). Correlation coefficients of the average luminance of marbling were moderately positive with MUFA% ($r = -0.38 : P < 0.01$) and negative with palmitic acid ($r = 0.43 : P < 0.01$).

Nihon Chikusan Gakkaiho 79 (4), 507-513, 2008

Key words : fatty acid composition, image analysis, Japanese Black, marbling.