

## 牛枝肉横断面の客観的評価値と消費者型官能評価による食味との関連性

山口 悠<sup>1</sup>・口田圭吾<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

(2013. 7. 23 受付, 2013. 9. 2 受理)

**要 約** 一価不飽和脂肪酸割合などの脂肪酸組成や胸最長筋内脂肪含量などの枝肉横断面から客観的に評価可能な形質と食味との関連性を調査し、枝肉格付時に得られる客観的な指標を用いて食味の評価を検討することを目的とした。交雑種雌牛 10 頭の胸最長筋および僧帽筋を用い、脂肪酸組成分析および画像解析、官能評価を行った。全 7 セットについて 10-60 代男女の合計 280 名のパネルにより、2 点嗜好法で嗜好差の採点を含む評価を行った。サンプルの組み合わせは一価不飽和脂肪酸 (MUFA) 割合および脂肪面積割合 (MP)、あらさ指数 (CIM) を対象とし決定した。胸最長筋を用いた MUFA 比較 2 セットでは、香りおよび多汁性について MUFA の低い方が支持された ( $P < 0.05$ )。胸最長筋を用いた MP 比較 2 セットにおいては MP の高い方が有意に柔らかく、多汁性に富む ( $P < 0.05$ ) 結果となった。胸最長筋と同一個体を用いた僧帽筋の MUFA 割合比較および MP 比較では胸最長筋と同様の結果が得られた。

日本畜産学会報 84 (4), 487-491, 2013

今日、オレイン酸などの脂肪酸組成と食味についての研究がなされており、一価不飽和脂肪酸 (MUFA) が高いものが柔らかさおよび風味について有意に優れた (大友ら 2011) との報告や、オレイン酸および不飽和脂肪酸 (USFA) が風味に関連している (Westerling と Hedrick 1979 ; Mandell ら 1998) との報告がある。しかしながら、MUFA 割合は甘い香り以外の官能特性とは関係性がみられなかった (佐久間ら 2012) という報告や、胸最長筋のオレイン酸割合が低い方が香りおよび脂肪の口どけにおいて評価が高かったとの報告 (神田ら 2009) もあり、一貫性がみられない。他方、テクスチャーや多汁性などの官能特性には粗脂肪含量やマーブリングスコア (沖谷 1996 ; 山口 2002 ; Kim と Lee 2003 ; Okumura ら 2007) との関係性が示されており、一般的に粗脂肪含量の増加がテクスチャーや多汁性での支持につながると考えられている。

現在では枝肉横断面からオレイン酸および飽和脂肪酸を測定する近赤外分光分析装置が開発され、格付時にオレイン酸割合の推定が可能となったことから、オレイン酸割合を用いた牛肉ブランド化が進んでいる。また、粗脂肪含量についても画像解析により高度な評価が可能となっている (小西ら 1995)。このような技術を用いて枝肉横断面から食味を評価する指標があれば、食味を加味した枝肉の評価が期待できる。そこで本研究では、枝肉格付時に測定可能な客観的評価値である脂肪酸組成および脂肪交雑に関する画像解析値を用いて枝肉横断面から食味の評価を検討することを目的とした。

### 材料および方法

#### 1. 供試試料

供試肉は株式会社ノベルズ (北海道) で飼養された交雑種雌牛 10 頭分の胸最長筋および僧帽筋を用いた。牛枝肉格付とほぼ同時時間帯に枝肉画像を撮影し、脂肪酸組成分析用のサンプルを胸最長筋および僧帽筋から採取した。その後 10 頭分のリブロースを購入し、枝肉画像撮影面を含む官能評価用サンプルを採取した。なお、官能評価用のサンプルは、採取から 14 日間熟成した後に  $0.5 \times 3 \times 4$  cm にスライスし、真空包装した上で官能評価実施まで  $-20^{\circ}\text{C}$  で凍結保存した。

#### 2. 撮影および画像解析

ミラー型牛枝肉撮影装置 (HK-333 : 早坂理工, 札幌) を用いて、枝肉左半丸の第 6-7 肋骨間横断面における高精細画像を撮影し、胸最長筋ならびに僧帽筋についての画像解析値を得た。本研究で対象とした画像解析形質は脂肪面積割合 (MP)、あらさ指数 1~10 (CIM) の 2 形質である。ここで、MP は胸最長筋内に存在する脂肪交雑粒子の面積割合を示すものである。CIM1-10 は 1 mm 細線化処理後の個々の脂肪交雑粒子の中より、画素数が 1~10 番目に大きい粒子の合計面積を総脂肪交雑面積で除すことで算出され、値が高いほど骨格筋内にあらい脂肪交雑粒子が多く存在することを示す。これらの分析には専用の画像解析ソフト (BeefAnalyzer-II : 早坂理工) を用いて行った。

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

### 3. 脂肪酸組成および官能評価

#### 1) 脂肪酸組成

脂肪酸の分析は前原ら（2008）に従った。本研究で測定した脂肪酸は、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種類である。これらのうち、C14：1、C16：1、C18：1が占める割合を一価不飽和脂肪酸（MUFA）割合として計算した。

#### 2) 官能評価

官能評価は食肉の官能評価ガイドライン（日本食肉消費総合センター 2005）に従い、消費者型官能評価として帯広畜産大学大学説明会に参加した全国の高校生およびその家族を一般消費パネルとして実施した。供試肉はサンプル2枚で1セットとし、脂肪酸組成および画像解析から得られた値を元に、対象とする調査項目の差が大きくなり、かつ他の調査項目にはなるべく差が生じないような以下の全7セットを組み合わせた；胸最長筋の脂肪酸組成（MUFA）比較2セット、脂肪面積割合（MP）比較2セット、あらさ指数（CIM）比較1セット、および僧帽筋のMUFA比較1セット、MP比較1セット。僧帽筋を用いたMUFA比較およびMP比較は胸最長筋のMUFA比較およびMP比較で用いた組み合わせの一方と同一個体の組み合わせで実施した。凍結保存していたサンプルを4℃で24時間かけて解凍した後、4%食塩水に30秒浸し、

表面の水分を除いてから加熱した。加熱にはホットプレート（KZ-HP2000；Panasonic、大阪）を用い、230℃で表面1分半、裏面1分加熱したものを提示試料とした。胸最長筋を用いたセットのパネルは40人、僧帽筋を用いたセットのパネルは20人で評価を行った。評価項目は、香り、柔らかさ、多汁性、好ましさの4項目とし、項目ごとに差の程度を4段階で評価し、嗜好差の採点を含む2点嗜好法を実施した。

#### 4. 統計分析

官能評価の統計分析は佐藤（1985）の方法に従った。すなわち、差の程度を嗜好差評価スコアとして（1：ほとんど差がない、2：やや差がある、3：かなり差がある、4：非常に大きな差がある）、サンプルごとに採点した。統計処理のために、一方のサンプルのスコアを正の値、他方のサンプルを負の値として、食味に差がなければ両スコアの平均値（ $x_0$ ）が0になると仮定し検定した。 $x_0$ と0との差を $x_0$ の標準偏差で割った量が、自由度  $n-1$  の  $t$  分布に従うことを利用し、 $t$  分布のパーセント点表における両側検定で有意水準 5% の検定を行った。

### 結果および考察

本研究に用いたサンプルの月齢および各形質（BMS No., MUFA, MP, CIM）に関する値を表1に示した。セット名は以下とした；セットⅠ（胸最長筋 MUFA 比較：サンプル A・B）、セットⅡ（胸最長筋 MUFA 比較：C・D）、セットⅢ（胸最長筋 MP 比較：E・F）、セットⅣ（胸最長

**Table 1** Slaughter age and analysis value about each traits of every sample

Sample	Slaughter age (mo)	BMS No.	MUFA <sup>1</sup> (%)	MP <sup>2</sup> (%)	CIM1-10 <sup>3</sup> (%)	Comparison traits	
<i>M. longissimus thoracis</i>							
I	A	39.5	2	<b>54.6</b>	29.8	12.7	MUFA
	B	37.5	3	<b>60.9</b>	30.0	12.4	
II	C	36.4	3	<b>53.6</b>	36.7	9.6	MUFA
	D	38.6	4	<b>55.9</b>	37.1	14.4	
III	E	34.6	2	57.8	<b>29.3</b>	11.1	MP
	F	38.1	4	57.4	<b>45.3</b>	17.9	
IV	G	34.4	3	54.7	<b>29.0</b>	18.4	MP
	H	34.7	4	56.7	<b>39.1</b>	23.5	
V	I	38.3	4	56.7	41.3	<b>11.9</b>	CIM
	J	35.7	4	55.9	42.9	<b>21.3</b>	
<i>M. trapezius</i>							
VI	A	39.5	2	<b>57.6</b>	30.2	12.0	MUFA
	B	37.5	3	<b>62.7</b>	32.2	12.9	
VII	E	34.6	2	58.6	<b>23.4</b>	9.3	MP
	F	38.1	4	62.6	<b>37.7</b>	13.7	

<sup>1</sup> MUFA = Monounsaturated fatty acid

<sup>2</sup> MP = Marbling percent

<sup>3</sup> CIM1-10 = Coarseness index of marbling 1~10

Bold values indicate target traits.

筋 MP 比較：G・H），セットⅤ（胸最長筋 CIM 比較：I・J），セットⅥ（僧帽筋 MUFA 比較：A・B），セットⅦ（僧帽筋 MP 比較：E・F）。用いたサンプルの月齢は 34.0～39.5 ヲ月齢であり，セット内での月齢差はⅢおよびⅦで最大 3.5 ヲ月齢であった。また，BMS No. についてもセット内での最大の差はⅢおよびⅦにおいて 2 となった。僧帽筋を用いた MUFA 比較（Ⅵ）において，同一個体のサンプルを使用した胸最長筋の場合（Ⅰ）と比較しても両骨格筋セット内での MUFA 差にほとんど違いはみられなかった。また，僧帽筋を用いた MP 比較（Ⅶ）においても，同一個体のサンプルを使用した胸最長筋の場合（Ⅲ）と同様にサンプル間の MP は高い方が低い方に比べて約 1.5 倍と同程度であった。

官能評価における嗜好差評価スコアを表 2 に示した。胸最長筋における MUFA 比較（ⅠおよびⅡ）では，MUFA の低いサンプルが有意に良い香りである（Ⅰ-A），多汁性に富む（Ⅱ-C）という結果となった。セットⅠと同一の個体については僧帽筋でも MUFA 比較（Ⅵ）を実施したが，胸最長筋と同様に MUFA の低い A の方が有意に良い香りであると評価された。Ⅰ-A の MUFA が 54.6% であるのに対し，Ⅰ-B の MUFA は 60.9% であり，これは佐久間ら（2012）および野儀と岡垣（2007）が示した黒毛和種の胸最長筋 MUFA 割合（ $55.6 \pm 2.6\%$ ， $56.6 \pm 3.1\%$ ）と比べ高い値である。また，Kuwata ら（2012）は，平均 25.6 ヲ月齢の交雑種集団（ $n = 48$ ）の胸最長筋において MUFA =  $54.7 \pm 3.1\%$  と報告しており，月齢の違いはあるもののⅠ-B の MUFA は高い値であった。このことから，MUFA の高いものは香りについて好ましくな

い可能性が示唆された。しかしながら，香氣成分の生成機構は粗脂肪含量や複数の脂肪酸含量などの脂肪に関する形質および赤身肉に由来する含硫化合物などによる（松石 2011）。このため MUFA のみが因子であるとは考えづらく，香氣成分の因子と考えられる複数の形質を組み合わせる必要がある。Ⅱにおいて有意に多汁性に富んでいると評価されたサンプル（C）は低評価サンプル（D）と比較して CIM がやや低かったが，CIM 比較（Ⅴ）において食味に有意な差が見られなかったことから，CIM が原因であるとは考えにくい。本研究における官能評価では，サンプルを噛んだ時に広がる液体の総量と定義していることから，多汁性には脂肪のほか，筋肉の保水性が影響していると考えられる。Ⅱは MUFA 比較であるにも関わらず，MUFA 差が 2.3% とわずかであり，MP や CIM にも大きな差がみられない。このため，多汁性における有意差は脂肪形質の違いによるものではなく，保水力の差によるものである可能性が示唆された。沖谷ら（1992）は保水力と pH との関係性を報告しており，pH はまた枝肉格付時に測定可能な形質であることから，今後 pH 測定を含めた調査を行うべきであろう。

胸最長筋における MP 比較（ⅢおよびⅣ）では，MP の低いサンプルにおいて有意に香りが良く（Ⅲ-E），MP の高いサンプルにおいて有意に柔らかい（Ⅲ-F）および多汁性に富む（Ⅳ-H）結果となった。Ⅲ-E の MP は 45.3% であり，これは今回の供試牛の中で最も高く，平均 28 ヲ月齢の交雑種集団における  $34.05 \pm 7.35\%$ （浜崎ら 2009）と比べ高い値である。このことから，MP の高いものは香りについて好ましくない可能性が示唆された。しかしなが

Table 2 Evaluation score for different of taste in paired comparison test

Traits	I (MUFA <sup>1</sup> )		II (MUFA)		III (MP <sup>2</sup> )		IV (MP)		V (CIM <sup>3</sup> )	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>M. longissimus dorsi</i> (n = 40)										
Flavor	46	* 22	42	33	57	* 21	48	27	40	39
Tenderness	44	48	42	43	27	* 57	45	44	47	56
Juiciness	48	35	61	* 25	32	57	30	* 65	44	49
Overall liking	44	35	50	34	28	49	44	44	41	55
<i>M. trapezius</i> (n = 20)										
	VI (MUFA)				VII (MP)					
Flavor	32	* 10			17	15				
Tenderness	33	14			3	* 38				
Juiciness	24	16			11	* 34				
Overall liking	35	14			16	32				

\* $P < 0.05$

<sup>1</sup>MUFA = Monounsaturated fatty acid

<sup>2</sup>MP = Marbling percent

<sup>3</sup>CIM1-10 = Coarseness index of marbling 1~10

Right sample in all sets are high value for comparison traits.

ら、MUFA と香りの関係についての考察と同様に、香氣成分は脂肪に関する複数の形質や含硫化合物などにより起因していることが考えられることから、MP の高低のみで香りを評価することは難しい。僧帽筋における MP 比較 (VII) においては、柔らかさおよび多汁性で同様に MP の高いサンプル (VII-F) が支持された。粗脂肪含量と剪断力価の間に有意な高い負の相関 ( $r = -0.83$ ,  $P < 0.05$ ; Ueda ら 2007) があると報告されており、Kuchida ら (1998) は MP と粗脂肪含量とのきわめて強い関連性を報告していることから、本研究における柔らかさと MP の有意な関連性はこれらと一致した。さらに、Okumura ら (2007) の報告においては、粗脂肪含量の多いものが少ないものよりも有意に多汁性に富むことが示されており、多汁性と MP についての結果も一致した。MP と柔らかさについては、同一個体の胸最長筋 (Ⅲ) と僧帽筋 (VII) で同様の結果が得られたことから、両骨格筋においても MP と柔らかさの関係に変化はないことが示唆された。

CIM 比較 (V) においてはすべての食味形質で有意差は認められなかったが、柔らかさ、多汁性および好ましさに J のサンプルで若干高い値を示した。このことは、Ⅱにおいて認められた CIM と多汁性についての関係と異なるものとなった。

以上から、MUFA の高すぎるものは香りにおいて好ましくなく、MP は多い方が柔らかくジューシーであることが示された。また、この関係は胸最長筋および僧帽筋の双方で認められたことから、両骨格筋間における MP と食味性についての関係は同様であることが示された。本研究において得られた MP と食味性の関係から、画像解析を用いることで枝肉の段階から加熱後の食肉の柔らかさおよびジューシーさを評価することの可能性が示唆された。しかしながら、交雑種においては粗脂肪含量などの違いにより黒毛和種と比較して筋肉部分の形質が食味に大きく影響する可能性がある。今後の課題として、MUFA および MP だけでなく、香りに差が生じる原因となる可能性のある成分分析を行うことや、枝肉の段階で測定可能な pH などの筋肉部分の形質を分析に加えることが挙げられる。それらに加え、MUFA などの脂肪酸組成や MP の適切な範囲を調査すること、個体数を増やし再現性を向上させることが必要である。

## 謝 辞

本試験に関して官能評価用サンプルを多数ご提供いただいた株式会社ノベルズに感謝申し上げます。

## 文 献

浜崎陽子, 中橋良信, 村澤七月, 口田圭吾. 2009. 画像解析による黒毛和種および黒毛和種×ホルスタイン種における BMS ナンバーの評価に影響を与える要因の調査. 日本畜産学会報 **80**, 333-340.

- 神田 章, 山本 修, 東條博之, 宮川仁志, 中村倫一, 松石昌典. 2009. 近赤外分光分析装置による牛肉のオレイン酸測定とオレイン酸含有率および脂肪交雑が食味に及ぼす影響について. 長野県農政部研究報告, 長野; [cited August 2013], Available from URL : <http://www.pref.nagano.lg.jp/nousei/tikusan/kairyuu/olein/olein.pdf>
- Kim CJ, Lee ES. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo beef. *Meat Science* **63**, 397-405.
- 小西一之, 撫 年浩, 前田正志, 内山美智子. 1995. 画像解析装置による牛ロース芯の粗脂肪含量の推定. 日本畜産学会報 **66**, 548-554.
- Kuchida K, Konishi K, Suzuki M, Miyoshi S. 1998. Prediction of the crude fat contents in rib-eye muscle of beef using the fat area ratio calculated by computer image analysis. *Animal Science Journal* **69**, 585-588.
- Kuwata H, Nakahashi Y, Ogata M, Kato K, Kuchida K. 2012. Relationship between percentage of mono-unsaturated fatty acid and slaughter age by breeds of Japanese beef cattle. *The 15th AAAP Animal Science Congress*, 2958.
- 前原正明, 村澤七月, 中橋良信, 日高 智, 加藤真之, 口田圭吾. 2008. 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. 日本畜産学会報 **79**, 507-513.
- Mandell IB, Buchanan-Smith JG, Campbell CP. 1998. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *Journal of Animal Science* **76**, 2619-2630.
- 松石昌典. 2011. 牛肉の香りに基づくおいしさと諸成分との関係. 畜産草地研究所研究会等会議資料, つくば市; [cited August 2013], Available from URL : [http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/files/mondaibetsu2011-2\\_06.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/files/mondaibetsu2011-2_06.pdf)
- 日本食肉消費総合センター. 2005. 食肉の官能評価ガイドライン. 日本食肉総合センター, 東京.
- 野儀卓也, 岡垣敏生. 2007. 同一個体内における筋肉内脂肪及び蓄積脂肪の脂肪酸組成割合の関係. 鳥取畜産試験場研究報告 **35**, 8-13.
- 沖谷明紘, 松石昌典, 西邑敏英. 1992. 食肉のおいしさと熟成. 調理科学 **25**, 314-326.
- 沖谷明紘. 1996. 肉の科学. p. 64. 朝倉書店, 東京.
- 大友良彦, 小室純也, 須田義人, 鈴木啓一. 2011. 黒毛和種肥育牛の胸最長筋脂肪酸組成と枝肉, 肉質形質及び食味性との関連. 肉用牛研究会報 **90**, 15-21.
- Okumura T, Saito K, Nade T, Misumi S, Masuda Y, Sakuma H, Nakayama S, Fujita K, Kawamura T. 2007. Effects of intramuscular fat on the sensory characteristics of *M. longissimus dorsi* in Japanese black steers as judged by a trained analytical panel. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **20**, 577-581.
- 佐久間弘典, 齋藤 薫, 曾和 拓, 浅野早苗, 小平貴都子, 奥村寿章, 山田信一, 河村 正. 2012. 黒毛和種肥育牛の胸最長筋における官能特性に及ぼす粗脂肪含量と脂肪酸組成の影響について. 日本畜産学会報 **83**, 291-299.
- 佐藤 信. 1985. 統計的官能評価法. pp. 53-55, 330. 日科技連出版社, 東京.
- Ueda Y, Watanabe A, Higuchi M, Shingu H, Kushibiki S, Shinoda M. 2007. Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers.



*Animal Science Journal* **78**, 189-194.  
Westerling DB, Hedrick HB. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory charac-

teristics. *Journal of Animal Science* **48**, 1343-1348.  
山口静子. 2002. 牛肉のおいしさと消費者嗜好. *食肉の科学* **43**, 131-139.

## Relationships between objective evaluation value of beef carcass cross section and eating quality

Haruka YAMAGUCHI<sup>1</sup> and Keigo KUCHIDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

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

The purpose of this study was to investigate the relationships between objective evaluation values and eating quality for beef. Objective evaluation values consisted of three traits (monounsaturated fatty acid : MUFA, marbling percent : MP, coarseness index of marbling : CIM), and eating quality was described by four traits (flavor, tenderness, juiciness, overall liking). High-resolution digital images of 6th-7th ribs of carcasses were taken for crossbred cattle ( $n = 10$ ). Fat tissues were sampled from the *M. longissimus dorsi* (RIB) and *M. trapezius* (TRAP) of each carcass, and the fatty acid composition was analyzed using gas chromatography. Samples of RIB and TRAP from 10 carcasses were supplied to 280 general consumer panels for evaluation of eating quality. Paired comparison tests of preference were carried out using the following 7 sets of meat samples ; two RIB MUFA comparison sets ( I , II ), two RIB MP comparison sets ( III , IV ), one RIB CIM comparison set ( V ), one TRAP MUFA comparison set ( VI : same animal of set I ), TRAP MP comparison set ( VII : same animal of set III ). The panel had to select the better of two samples for each eating quality trait and evaluate the degree of difference between samples into 4 levels (score 1 : very little, 2 : a little, 3 : considerable, 4 : exceedingly). The total score of these evaluation values for each sample from panel was treated as the score of the sample. As a result, there was no relationship between CIM and eating quality traits. Lower MUFA samples were associated with flavor and juiciness, and higher MP samples were characterized by poor flavor, better tenderness and juiciness ( $P < 0.05$ ).

*Nihon Chikusan Gakkaiho* **84** (4), 487-491, 2013

**Key words** : eating quality, image analysis, marbling percent, monounsaturated fatty acid.