定量的記述分析法 (QDA[®] 法) による 異なる品種の豚肉の評価

飯塚佳子[§], 高崎禎子*, 鈴木亜由美**, 森田香絵, 相島鐵郎

(株)化学・感覚計量学研究所

* 東京都立短大

** (財)東京都農林水産振興財団青梅畜産センター

Comparison of Three Varieties of Pork Using Quantitative Descriptive Analysis (QDA)

Keiko Iizuka[§], Sadako Takasaki*, Ayumi Suzuki**,
Kae Morita and Tetsuo Aishima

Chemometrics and Sensometrics Laboratory, 1-35-12 Minami-Ohizumi, Nerima, Tokyo 178-0064

* Department of Food Science and Human Nutrition, Tokyo Metropolitan College,
3-6-33 Azuma-cho, Akishima, Tokyo 196-8540

** Tokyo Development Foundation for Agriculture, Forestry and Fisheries,
6-7-1 Shin-machi, Ohme, Tokyo 198-0024

The Tokyo X pig was created by breeding Duroc, English Berkshire and Beijing Black pig types. The sensory and physicochemical properties of Tokyo X pork were compared with those of regular pork (LWD) and English Berkshire. Quantitative descriptive analysis (QDA) was applied to depict the sensory properties of three pork samples using nine trained panelists. Preferences in smell, texture and overall quality were evaluated by 69 consumers using a nine-point hedonic scale. For each pork sample, textural properties and types of volatiles present were analyzed by texturometer and dynamic headspace GC-MS, respectively. The QDA panel selected eight attributes: roasted, fishy, sweet, animal aroma, umami, fattiness, hardness and juiciness. LWD pork was found to be significantly ($p \leq 0.05$) harder than Tokyo X pork; this result was supported by the texturometer profiles. The animal odor of Tokyo X pork was significantly ($p \leq 0.05$) weaker than those of the other two pork types. GC-MS analysis showed that the amounts of saturated and unsaturated C5, C6 and C7 alcohols and aldehydes in Tokyo X pork were small compared to the other types. In terms of consumer preferences in texture, Tokyo X pork surpassed the other two types by a significant margin ($p \leq 0.05$).
(Received Mar. 22, 2005; Accepted Oct. 14, 2005)

食肉に対する消費者の意識が向上し、衛生管理をはじめ、銘柄や品質に関する情報開示が求められている。豚肉においては、市場に出回っている品種の大半が、ランドレース種、大ヨークシャー種、デュロック種を交配したLWD種である。このLWD種に対して、高級感のあるブランド豚として流通しているのが、いわゆる「黒豚」と呼ばれるバークシャー種である。

東京都畜産試験場では、さらに特徴のあるブランド豚の造成を検討し、食肉として優良な品種を選択し、脂肪の質に優れた北京黒豚、細かい筋繊維で食感に優れたバークシャー

種、脂肪交雑が入りやすく霜降り様の肉質を持つデュロック種を用いた。系統造成では北京黒豚、バークシャー種、デュロック種の3品種を基礎豚とし、雌雄正逆交配により6通りの組み合わせを作ってその子を雑種第1代とし、さらに交配を繰り返した¹⁾。3品種が均等に交配されており品質的にも安定した第5世代を得、トウキョウXは系統豚として認定された。1997年から流通上の販売名を「TOKYO X」とし、出荷を開始した。

食品の分析法として、香り成分に関してはGC-MS、味成分についてはHPLCやLC-MS、テクスチャーではインストロンなど物性測定機器が利用される。このような食品の物理化学的な特性の定性、定量化は、食品の有する特徴の客観的な比較を可能とする。一方、食品の品質評価法には人の五感を利用する官能評価がある。Stoneらによって

〒178-0064 東京都練馬区南大泉 1-35-12

* 〒196-8540 東京都昭島市東町 3-6-33

** 〒198-0024 東京都青梅市新町 6-7-1

[§] 連絡先 (Corresponding author), k-iizuka@chemsensmetrix.com

開発された定量的記述分析法 (QDA[®]: Quantitative Descriptive Analysis) は、食品の特徴を表す言葉 (官能特性表現用語) を選び、その強弱を絶対的な尺度で定量化する官能評価法であり²⁾、機器分析データとの相関も高い³⁾⁴⁾。また、ヘドニック尺度 (カテゴリ尺度) で評価した嗜好データも定量的な性質を有し、多様な統計解析手法による解析が可能である⁵⁾。このように、QDA データがよく訓練された分析型専門パネル (QDA パネル) から得られるデータであるのに対し、嗜好データは評価対象となるサンプルについての予備知識を持たず特別な訓練も受けていないパネルによる評価データであり、データとしての性質が全く異なる。しかし、消費者の嗜好は多岐にわたるため、多人数のパネルにより評価したデータでなければ商品に対する嗜好を論じることは危険である⁶⁾⁷⁾。

本研究では、従来言われてきた「柔らかく、ジューシーな肉質」というトウキョウ X の官能的な特徴の QDA 法による検証と機器分析データによる確認を試みた。さらにヘドニック尺度により嗜好データを収集、各種豚肉に対する嗜好についても定量的に比較した。

実 験 方 法

1. 材料及び試料調製

評価には、LWD 豚、パークシャー種、トウキョウ X の 3 種類の豚肉を供した。試料豚は、それぞれ去勢した雄豚で、体重が 110 kg になった時点で屠殺した。QDA 評価用試料は、解体してから 4℃ にて 6 日間冷蔵保存した豚肉を用いた。嗜好評価、テクスチャー測定、香気分析には、解体後、直ちに -18℃ にて 4 ヶ月間冷凍保存、5℃ で 48 時間かけて解凍した豚肉を用いた。豚肉試料は、ロース芯の部分を筋繊維に対し垂直に圧力一定スライサーで厚さ 3 mm にスライスしてから使用した。スライス後の豚肉は、豚肉重量の 2 倍量の 1.5% 食塩水に 1 時間浸漬後、キッチンペーパーで肉表面の水分をふき取り、200℃ に加熱したホットプレート (松下電器製、NF-HG12) で 20 秒程度、表面が褐色になるまで加熱、裏返して 20 秒加熱後、官能評価と機器分析に供した⁸⁾。

2. 官能評価

(1) QDA 法

パネルは定法に従って選定した⁷⁾。味と香りのテストにより 19-21 歳の女性 43 名から味覚、嗅覚が正常な 9 名を選抜し専門パネルとした。味は閾値レベルで 5 つの基本味を味わい、4 つ以上認識できることを確認した。香りについては特徴を持った 5 つの香りが閾値レベルで 4 つ以上確認できること、またその香りについて適切な表現で説明できる能力を有することを選抜の条件とした。

ホットプレートでの加熱後に収縮して 3~4 cm 四方程の大きさになった豚肉は、15 分間放置して室温になってから、パネリスト 1 人につき、1 サンプル 1 枚ずつ供試した。

評価の際には、直径 20 cm ほどの大皿のふちになるべく距離をおいて 3 つのコードを記入し、傍らに豚肉サンプルを置いた。試料コードには、パネリストに偏ったイメージを与えないように 3 桁の乱数を用いた。サンプルを食するに際しては、塗り箸を使用した。

パネルには 3 品種の豚肉を供試し、実際に試料を嗅ぎ食して、第 1 段階の「言葉出し」作業として香り、味、食感の特徴を描き出す表現用語をリストアップした。各人から出された表現用語は議論を通じ、全員が共通認識を持つことができ試料中に認識可能な表現用語を選択した。さらに選んだ言葉を用いて実際に試料を評価、個々人の評価結果を 9 名の平均値および標準偏差と共にパネルにフィードバックし、手元の結果を見ながら再び議論し定量性を高めてから、実際の「評価」を実施した。試料ごとに 3 桁のランダムコードを用い、作業中は同じコードを使用した。パネルの訓練は、1 セッション約 2 時間、週 1 回の頻度で 6 回行った。

尺度合わせ、本評価には、既に議論を重ね評価用語を選択したパークシャー種、LWD、トウキョウ X の 3 種類の豚肉を使用、調製は前述の方法で行い評価用試料とした。10 cm の直線上の左側を「非常に弱い」右側を「非常に強い」とする線尺度を用いた。パネルはにおいを嗅ぎ、味わってから、それぞれの特性の強さを適切に反映する位置を線上でチェックして各特性の強度を定量化した。評価結果は、各線分の左端からチェックまでの長さを測り、その特性の強度とした。尺度合わせ、本評価用としてその都度割り当てられたランダムコードを付し、全員が同じ順序で評価した際に予測される順序効果を打ち消すために、試料の提示順序をランダム化した。一連の作業は換気のできる実験室で室温で行った。

(2) 嗜好評価

3 品種の豚肉は、豚肉に対して特別な知識を持たない 18-22 歳の 69 名の女性パネルにより評価した。評価は「香り」「食感」「総合」の 3 項目、9 段階のヘドニック尺度で評価した (図 1)。試料ごとに 3 桁のランダムコードを使用し、試料の提示順序はランダム化した。

3. テクスチュロメーターによる測定

テクスチュロメーター (全研製 GTX-2 型) により硬さと凝集性を測定した。測定に際しては、加熱後の肉片が筋繊維に対して常に同じ向きになるよう、V 字型プランジャーの歯を設定した。試料台は平皿、クリアランスを 1.0 mm とし、バイトスピードは 6 回/分とした。予備実験の結果、加熱後の放置時間により肉のテクスチャーが変化することが分かったため、温度の影響を受けないように加熱後 15 分以上経過し室温となった試料を測定した。測定は 7 回繰り返した。

4. GC-MS

加熱調理後すぐに -80℃ に凍結保存した試料 5g をその

豚肉の評価		
それぞれの項目について好き嫌いの程度を評価し、該当する欄に○をつけてください。		
サンプル番号【746】		
【香り】 _____ 極めて好き _____ 大変好き _____ かなり好き _____ やや好き _____ 好きでも嫌いでもない _____ やや嫌い _____ かなり嫌い _____ 大変嫌い _____ 極めて嫌い	【食感】 _____ 極めて好き _____ 大変好き _____ かなり好き _____ やや好き _____ 好きでも嫌いでもない _____ やや嫌い _____ かなり嫌い _____ 大変嫌い _____ 極めて嫌い	【総合】 _____ 極めて好き _____ 大変好き _____ かなり好き _____ やや好き _____ 好きでも嫌いでもない _____ やや嫌い _____ かなり嫌い _____ 大変嫌い _____ 極めて嫌い

図 1 嗜好評価の質問票

ままサンプルミルで粉碎，3g を U 字型サンプル管に分取した。香気成分は DSC6000 (CDS Apply Technical Inc., Oxford, PA) によりパージアンドトラップ法で濃縮した。70℃ に加熱したサンプル中に 40 ml/分のヘリウムガスを 60 分間流し，45℃ に加温した Tenax TA (350 mg) に香気成分を濃縮後，ヘリウムガス 40 ml/分で 30 分間ドライパージした。吸着した香気成分は 200℃ で 10 分間脱着，-120℃ に冷却したカラム先端に捕集後，220℃ で 2 分間加熱，カラムに導入した。GC は HP5890 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA)，カラムは DB-WAX (60 m×0.25 mm，膜厚 0.15 μm，Agilent Technologies)，温度は 50-210℃，3℃/分で昇温，210℃ を 10 分間保持した。質量分析は HP 5971 を用いイオン化電圧 70 eV，180℃ で 30-300 m/z をスキャンし各試料を 3 回ずつ測定した。ピーク成分は質量スペクトルを Wiley Library of MS Spectra (Agilent Technologies) でデータ検索すると共に標準物質と保持時間を比較し同定した。

5. 分散分析・多重比較

本研究では豚肉試料と評価パネルという 2 つの変動因子があるため，QDA データと嗜好データのサンプル間における有意差は 2 元配置の分散分析と Tukey の HSD による多重比較⁹⁾ で検定した。また同様に各試料間における GC-MS のピーク面積，テクスチュロメーターの分析結果も Tukey の HSD による多重比較で検定した。分散分析と多重比較は Compusens five[®] (Compusens Inc., Guelph, ON, Canada) により行った¹⁰⁾。

実 験 結 果

1. QDA

9 名のパネルは話し合いを通じ 3 種類の豚肉試料について，「香ばしい香り」「生臭さ」「甘い香り」「豚の臭み・ケモノ臭」「うま味」「脂っぽさ」「かたさ」「ジューシー感」という 8 つの官能特性を選出した。選ばれた 8 官能特性に対する 9 名の評価結果を表 1 と図 2 に示す。

分散分析で試料間に有意差が見られた「豚の臭み・ケモノ臭」($p \leq 0.05$)，「かたさ」($p \leq 0.01$) の 2 特性では，いずれも LWD が最も高く，トウキョウ X が最も低い平均値を示した。2 特性以外にも品種間の違いを示唆する官能特性があり，各平均値と標準偏差の大きさから，LWD は他の 2 試料よりも「生臭さ」が強く，「甘い香り」が弱く，「うま味」が弱く，「ジューシー感」が弱いという傾向がみられた。また「脂っぽさ」はトウキョウ X が最も強く，パークシャー種が最も弱いと評価された。「香ばしい香り」については，差が見られなかった。

Tukey の HSD による多重比較ではサンプル間の平均値の差を比較し，その違いが限界値 (HSD) よりも大きければそれらのサンプル間に有意な差があるといえる。表 1 のアルファベットが異なるサンプル間には，有意な差 ($p \leq 0.05$) がある。Tukey の HSD より，5% 水準では「豚の臭み・ケモノ臭」に関して，トウキョウ X，LWD 間に有意差が検出された。パークシャー種は LWD，トウキョウ X のいずれとも有意な差がなく双方の中間に位置した。一方，「かたさ」に対する Tukey の HSD による多重比較 ($p \leq 0.05$) の結果，最も硬いと評価された LWD と最も柔ら

表 1 3 豚肉の各特性に対する平均値, 標準偏差, 分散分析結果と多重比較

豚肉試料	香ばしい香り			生臭さ			甘い香り			豚の臭み・ケモノ臭		
	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較
トウキョウ X	4.71	2.60	a [†]	3.65	2.41	a	5.14	2.74	a	3.16	1.71	a
パークシャー種	4.80	2.54	a	3.69	1.98	a	5.27	2.56	a	4.37	1.69	ab
LWD	4.63	2.27	a	5.15	2.62	a	3.99	2.48	a	5.70	1.90	b
<i>F</i> 値	0.02			2.30			0.66			3.77*		
豚肉試料	うま味			脂っぽさ			かたさ			ジューシー感		
	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較
トウキョウ X	5.69	1.73	a	5.46	2.00	a	2.20	1.18	a	5.40	1.50	a
パークシャー種	5.85	1.99	a	3.85	1.52	a	3.91	1.79	a	5.86	1.73	a
LWD	4.56	1.55	a	4.64	1.91	a	5.92	1.83	b	4.32	0.79	a
<i>F</i> 値	1.43			2.12			11.9**			3.49		

 σ : 標準偏差* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

†: 有意水準 5% の Tukey の HSD による多重比較. 同じ文字のついた数値間に有意差はない.

図 2 3 種豚肉の QDA プロファイルの比較

* $p < 0.05$
** $p < 0.01$

かいと評価されたトウキョウ X の間には差が見られたが、パークシャー種とトウキョウ X の差は認められず同じグループに属した。「ジューシー感」に対する Tukey の HSD による多重比較では、最もジューシーと評価されたパークシャー種と最もジューシーさが少ないと評価された LWD の間で有意差が見られなかった ($p \leq 0.05$).

2. 嗜好評価

QDA の評価項目の中で有意差のあったのが「豚の臭み・ケモノ臭」「かたさ」であったことから、嗜好評価では「香り」と「食感」の嗜好, 加えて「総合」的な嗜好の 3 項目について好き嫌いの程度を評価した. 結果を表 2 に示す.

「香り」の分散分析では F 値が 1.76 で有意差がみられなかったが、「食感」の分散分析結果は F 値が 18.01 ($p < 0.01$) で高度な有意差が検出された. 平均値からトウキョウ X > パークシャー種 > LWD の順に好まれ, 5% 有意水準での Tukey の HSD は 0.51 で, トウキョウ X, パーク

シャー種, LWD の各サンプル間にはそれぞれ有意な差が見られた. 「総合」は, F 値が 12.93 ($p \leq 0.01$) で, 試料間に高度な有意差があり, 嗜好評価得点の平均値はトウキョウ X > パークシャー種 > LWD の順に高かった. Tukey の HSD による多重比較結果 ($p \leq 0.05$) では, 最も平均値の高かったトウキョウ X と他の 2 品種間に有意な差が認められた.

以上の嗜好調査より, サンプル数は少ないものの, 「食感」と「総合」の好き嫌いの傾向は類似しており, 嗜好には「食感」の影響が大きいと推測された.

3. テクスチュロメーター測定

テクスチュロメーターによる物理的な測定値を表 3 に示す. 「硬さ」の分散分析では品種間に 1% 水準で有意な差が見出された. Tukey の HSD による多重比較の結果 ($p \leq 0.05$), パークシャー種・LWD の 2 品種とトウキョウ X 間には有意差が認められ, トウキョウ X が最も柔らかかつ

表 2 3 豚肉の嗜好性に対する平均値, 標準偏差, 分散分析結果と多重比較

豚肉試料	香り			食感			総合		
	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較	平均値	σ	多重比較
トウキョウ X	5.5	1.2	a [†]	6.4	1.4	c	6.2	1.4	b
パークシャー種	5.4	1.2	a	5.6	1.2	b	5.7	1.1	a
LWD	5.2	1.1	a	5.1	1.3	a	5.2	1.2	a
<i>F</i> 値			1.8			18**			13**

 σ : 標準偏差** $p \leq 0.01$ [†]: 有意水準 5% の Tukey の HSD による多重比較. 同じ文字のついた数値間に有意差はない.

表 3 テクスチュロメーターによる 3 豚肉測定結果の比較

豚肉試料	硬さ (T.U.)	凝集性 (T.U.)
トウキョウ X	1.73 a [†]	0.71 a
パークシャー種	2.34 b	0.81 b
LWD	2.55 b	0.82 b
<i>F</i> 値	42.4**	53.0**

** $p \leq 0.01$ [†]: 有意水準 5% の Tukey の HSD による多重比較. 同じ文字のついた数値間に有意差はない.

た. 「凝集性」に関しても, 分散分析で品種間に 1% 水準での高度に有意な差が見られた. Tukey の HSD による多重比較からトウキョウ X と他の 2 品種間には有意差が認められ, トウキョウ X が最も咀嚼しやすい肉であることを示唆した.

硬さに関してテクスチュロメーターの測定値は QDA のデータと矛盾がなかった (表 1, 表 3). 今回のようにテクスチュロメーターと QDA データが同様の傾向を示すことは, QDA データが官能特性に関する強弱を表すデータであり, 機器分析データと類似した性質の情報を与えることを示唆する.

4. GC-MS

トータルイオンに基づくクロマトグラムを図 3 に示す. それらのうち全部で 92 ピークを定量したが, サンプルの性質上, 直鎖の炭化水素類のようににおいを呈しない成分も多数含まれていた. それら 92 ピークの中から, 成分が判明しかつ香りに関係すると思われる主な 27 ピークについて面積と各ピーク面積の Tukey の HSD による多重比較の結果を表 4 に示す. 表 4 からはトウキョウ X が全体的にパークシャー種, LWD に比べてピークが小さいことが良くわかる. 数ピークは LWD やパークシャー種よりもトウキョウ X の方が大きかったが, それらはアルキルベンゼンのような比較的においが弱い化合物であった. とりわけトウキョウ X では脂肪の酸化臭として知られる pentanal のような C5, hexanal (C6), 土臭やカビ臭として知られる 1-octen-3-ol (C8), nonanal (C9) などのアルデヒド

やアルコールの含有量が他の 2 種類の豚に比べて少ないことが特徴的である. また酢酸や酪酸などの脂肪酸もトウキョウ X の含有量は少なかった. 加熱した豚肉の「豚の臭み・ケモノ臭」に関与する化合物は特定できず, QDA 評価結果と結びつけることは難しいが, トウキョウ X は香りに関与する化合物が少なく, QDA 評価結果の「豚の臭み・ケモノ臭」が少ないことと矛盾がないと考えられる.

考 察

本研究では QDA と嗜好評価の 2 種類の官能評価を実施した. QDA 結果では, 香りに関して有意差を示す特性が 1 つだけであった. QDA パネルが豚肉だけではなく他の食品の評価を重ねていく上で, 香りについての評価精度が向上すれば, さらに多数の特性についての評価が可能となるに違いない. 今回は文献⁸⁾に示された豚肉の評価法に則り試料を提示したが, 開放系である皿の上に全試料を置いたのでは, 評価時点では香りが揮散してしまっていて, パネルが豚肉試料の特徴を嗅ぎ分けることは困難であった. また, 1 枚の皿の上に複数試料をのせて評価すると, 各試料の香りが混じり合ってしまう評価結果が影響を受けた可能性も否定できない. これらが QDA 評価だけでなく, 嗜好テストでも豚肉の香りに関して有意差がほとんど見られなかった原因と考えられる. より正確な官能評価を実施するためには, 香りを飛散させないような適切な試料提示法を検討が必要である.

QDA 評価で得られた豚肉の「かたさ」は, テクスチュロメーターによる「硬さ」を示す物理的な値と矛盾がなかった. また, 嗜好評価結果 (表 2) から今回の豚肉試料の総合的な嗜好は「食感」の好き嫌いに関わりが深かった. 嗜好データ, QDA データならびにテクスチュロメーターの測定値から今回用いた 18-22 歳女性の嗜好パネルは柔らかい肉ほど好む傾向があった. 今回のような定量的な官能評価データであれば, PLS (Partial Least Squares) 回帰分析をはじめとするケモメトリックス手法を用いて機器分析データとより総合的かつ論理的に関係づけできる. テクスチュロメーターの測定結果が食肉の硬さを測定する上で重要な指標となることが報告されているが¹¹⁾¹²⁾, GC-MS

図 3 3 種豚肉香気成分のトータルイオンクロマトグラムのパターン

データが官能特性に寄与する化学成分を明らかにできる場合も少なくない³⁾⁴⁾。本研究では試料数が 3 個と少なく適応できなかったが、定量的な官能評価データを機器分析データと同様に扱い直接対応づけることにより、豚肉の品質についての現状把握や改良に役立つ新たな情報が得られるだろう。

豚肉の脂肪の融点はトウキョウ X, パークシャー種, LWD の順に低く、いずれも人間の体温よりも低い。トウキョウ X は, LWD, パークシャー種に比べ、脂肪含量が高いこともわかっている¹³⁾。脂肪の融点が低く、含有量が高いことは口に入れて咀嚼した際の食感に影響を与え、官能特性の「脂っぽさ」を強く感じるだけでなく、筋繊維中に脂肪が介在し、「やわらかさ」を感じさせることも十分考えられる。一方、脂肪含量は疎水性の高い化合物の総量であり、低分子化合物も高分子の化合物も含まれる。飽和、不飽和結合の差を考慮しても、一般的に高分子化合物は揮発性が低く、ほとんど香りのない化合物も多く存在する。脂肪含量は香気成分の総量を代表するものではないため、QDA 結果よりトウキョウ X の香りが弱い点は脂肪含量の高さと矛盾しないと考えられる。

通常、嗜好データには各官能特性について最も好まれる強度（最適点）の存在が期待される。しかし、試料に対する嗜好を示す人数分布を確認すると二極化や多極化が観察されることも珍しくない。これは、官能特性の強弱を測定する QDA データとは異なる点である。今回の嗜好パネルは比較的均一な 18-22 歳の女性であったが、年齢別、性別、居住地、年収に代表される生活レベルなどパネル属性が異

なった嗜好パネルの評価対象とし、多変量解析を応用すると、パネル属性によって嗜好が分かれることも予想され、嗜好テスト結果はより魅力的になると考えられる。

本研究では新品種トウキョウ X の特徴を描き出し、消費者の嗜好に対する適合性を判断する情報を提供できた。このような研究は LWD, パークシャー種といった品種の違いだけではなく、生産地による品質の差違や輸入豚肉の特徴など、現在市場に流通している豚肉についても豊かな情報を提供できる。国内外を問わず食品の流通が盛んになるにつれ、それを購入する消費者は提供される商品の特徴を明確に示すことを要求する。生き残りをかけた競争の中では、自らを知ることのできる情報こそが生産地にとっても今後の戦略を立てる上で欠かせない指標となるであろう。

要 約

(1) QDA 評価

選別、訓練を経た 9 名の QDA パネルは豚肉に関して「香ばしい香り」「生臭さ」「甘い香り」「豚の臭み・ケモノ臭」「うま味」「脂っぽさ」「かたさ」「ジューシー感」の 8 つの官能特性を選出した。それらの中で「豚の臭み・ケモノ臭」、「かたさ」の 2 特性は試料間に有意な差が見られた。Tukey の HSD による多重比較から、トウキョウ X は LWD よりも有意に「豚の臭み・ケモノ臭」が弱く、柔らかいと評価された。

(2) 嗜好評価

「香り」については有意差がなかったが、分散分析の結果、「食感」「総合」ともに試料間に 1% 水準の有意差が見られ

表 4 3 豚肉間における主な揮発性成分の比

保持時間 (分)	化合物	ピーク面積 (×10 ⁵)			検定
		トウキョウ X	パークシャー種	LWD	
8.27	diacetyl	8.27 a [†]	14.60 c	10.37 b	**
8.43	pentanal	61.09 a	127.90 b	132.09 b	**
10.93	hexanal	253.13 a	329.00 b	467.05 c	**
12.03	2-pentenol	2.14 a	2.47 b	11.65 b	**
12.37	ethylbenzene	27.96 a	38.65 b	20.61 a	**
12.47	4-pentenal	2.94 a	4.02 b	8.58 b	**
13.33	1-penten-3-ol	4.97 a	8.57 b	12.83 c	**
14.28	2-heptanone	5.10 a	8.51 b	10.47 b	**
14.36	heptanal	12.82 a	21.60 b	26.22 b	**
15.33	propylbenzene	1.50 a	3.16 b	1.14 a	**
15.71	2-hexenal	5.04 a	6.58 a	11.19 b	**
15.96	1-ethyl-2-methylbenzene	5.38 b	10.70 c	2.17 a	**
16.04	2-pentylfuran	3.71 a	11.80 b	14.56 b	**
16.72	1,3,5-trimethylbenzene	2.53 b	6.05 c	1.14 a	**
16.85	1-pentanol	57.68 a	88.84 b	94.44 b	**
17.07	3-octanone	1.49 a	2.51 b	3.53 c	**
18.46	octanal	7.80 a	15.88 b	13.91 b	*
18.94	cyclohexanone/1-octen-2-one	4.16 a	6.07 a	9.94 b	**
19.14	1-methyl-3-propylbenzene	1.09 b	1.18 b	0.00 a	**
21.13	1-hexanol	8.34 a	13.80 b	19.29 c	**
22.92	nonanal	4.14 a	9.16 a	26.03 b	*
25.24	acetic acid/1-octen-3-ol	65.75 a	103.72 b	118.51 b	**
28.71	benzaldehyde	16.57 a	31.80 b	23.44 a	**
32.23	2-octenol	0.97 a	1.80 ab	3.53 b	*
32.35	(E)-3-octenol	1.30 a	1.90 a	4.13 b	*
32.77	butyric acid	8.06 a	18.75 b	8.94 a	**
41.41	hexanoic acid	1.49 a	2.97 b	2.74 b	**

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

†: 有意水準 5% の Tukey の HSD による多重比較. 同じ文字のついた数値間に有意差はない.

た. Tukey の HSD による多重比較の結果, 「食感」ではトウキョウ X > パークシャー種 > LWD の順に好まれ, 各試料間には有意差が見られた. 総合的な嗜好では, トウキョウ X がパークシャー種, LWD よりも有意に好まれた.

(3) テクスチュロメーター分析結果

トウキョウ X が最も柔らかく, LWD が最も硬かった. これは QDA データの「かたさ」と同様の傾向を示した. 凝集性に関しても, トウキョウ X が最も咀嚼しやすい肉であった. Tukey の HSD による多重比較では, トウキョウ X と他の 2 品種の間には有意差が見られた.

(4) GC-MS 分析結果

トウキョウ X は他の 2 種に比べ, C5, C6, C8, C9 の飽和, 不飽和アルコール, アルデヒド類の含有量が少なかった. 全体的にピークも小さく, 豚の臭み・ケモノ臭が弱いという特徴を裏付けた.

文 献

- 兵頭 勲, 脂肪交雑のある豚, 畜産の研究, **51**, 20-24 (1997).
- Stone, H. and Sidel, J., Sensory Evaluation Practices, 2nd ed. (Academic Press, San Diego) (1993).
- Morita, K., Kubota, K. and Aishima, T., Investigating sensory characteristics and volatile components in boiled scallop aroma using chemometric techniques. *Food Chemistry*, **78**, 38-45 (2002).
- Morita, K., Kubota, K. and Aishima, T., Comparison of aroma characteristics in 16 species of fish by sensory and gas chromatographic profiles. *J. Sci. Food Agric.*, **83**, 289-297 (2003).
- 飯塚佳子, 森田香絵, 相島鐵郎, 定量的記述分析法 (QDA®法) の特徴と展望, 日本官能評価学会誌, **6**, 138-145 (2002).
- Poste, L.M., Mackie, D.A., Butler, G. and Larmond, E., Laboratory methods for sensory analysis of food. (Minister of Supply Services Canada, Ottawa) (1991).
- 相島鐵郎訳, 食品ラボにおける官能検査 (2), 食科工, **48**, 378-392 (2001).
- 唐沢恵子, 高崎禎子, 渋谷立人, 青木 圭, 伊藤米人, 内田哲二, 北村雅彦, 條々和実, 豚肉の保存, 調理法が官能検査に及ぼす影響, 日本養豚学会誌, **31**, 121-127 (1994).
- Lea, P., Næs, T. and Rodbotten, M., Analysis of Variance for Sensory Data. (John Wiley & Sons, Chichester) (1997).
- 相島鐵郎, ソフトウェア評—Compusense five, 日本官能評価学会誌, **4**, 65-67 (2000).

-
- 11) Fogle, D.R., Plimpton, R.F., Ockerman, H.W., Jarenback, L. and Persson, T., Tenderization of beef : effect of enzyme, enzyme level, and cooking method. *J. Food Sci.*, **47**, 1113-1118 (1982).
- 12) Dransfield, E., Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness, *Meat Science*, **36**, 105-121 (1994).
- 13) 高崎禎子, 飯塚佳子, 鈴木亜由美, 伊藤米人, トウキョウ X 豚肉の化学的, 物理的特性ならびに咀嚼特性, 日本調理科学会誌, **38**, 404-409 (2005).
- (平成 17 年 3 月 22 日受付, 平成 17 年 10 月 14 日受理)
-