短 報

飼料用米およびその他の飼料資源配合飼料を用いて生産された
豚肉の分析型官能評価パネルにおける識別性

佐々木啓介¹・本山三知代¹・成田卓美¹・石田藍子¹・芦原 茜¹・
大森英之¹・田島 清¹・佐々木直²・佐々木康仁²・京谷隆侍³・
新垣裕子⁴・保科和夫⁵・吉岡 豪⁶・秋好禎一⁷・脇屋裕一郎⁸・
本多昭幸⁹・松本光史¹⁰・千国幸一¹・勝俣昌也^{1,11}

¹ 農研機構畜産草地研究所, 茨城県つくば市, 305-0901

² 岩手県農業研究センター畜産研究所, 岩手県滝沢市, 020-0605

³ 福島県農業総合センター畜産研究所, 福島県福島市, 960-2156

⁴ 千葉県畜産総合研究センター, 千葉県八街市, 289-1113

⁵ 長野県畜産試験場, 長野県塩尻市, 399-0711

⁶ 岐阜県畜産研究所, 岐阜県美濃加茂市, 505-0037

⁷ 大分県農林水産研究指導センター畜産研究部, 大分県竹田市, 878-0201

⁸ 佐賀県畜産試験場, 佐賀県武雄市, 849-2305

⁹ 長崎県農林技術開発センター, 長崎県島原市, 859-1404

¹⁰ 農研機構九州沖縄農業研究センター, 熊本県合志市, 861-1192

¹¹ 現・麻布大学獣医学部, 神奈川県相模原市, 252-5201

(2014 年 4 月 28 日受付, 2014 年 10 月 30 日受理)

緒 言

我が国において流通している養豚用市販配合飼料はトウモロコシ主体であるが, 飼料用トウモロコシはほぼ全量を輸入に頼っている。このため, 近年の国際的なトウモロコシ価格の高騰は配合飼料価格の上昇をもたらしている。そこで, 飼料原料を輸入に過度に依存した畜産から国産飼料に立脚した畜産への転換を図り, かつ農地の効率的な活用という観点から, 飼料用米の作付けと増産, 利用促進が図られている(農林水産省, 2013)。

このうち, 養豚においては飼料用米の活用に向けた試みが全国各地で実施され, 単に基幹飼料として

の活用だけではなく, 特徴ある豚肉生産への展開もあわせて期待されている。飼料用米の活用は, それ自体を豚肉に表示するだけでも一部の消費者に対して一定のアピール力を有するが(佐々木ら, 2009a), より消費者に直接的に訴える「特徴」の一つとして, 慣行豚肉との間に「食べてわかる違いがあるかどうか」についても関心がもたれている。さらに, 飼料用米を基幹的な飼料原料として活用するという立場からは, これまでの慣行豚肉と比較して少なくとも「悪くならない」ことを担保することも重要である。

ブタは, 肉用牛と比較して飼料の化学組成が肉質, 特に脂肪性状に及ぼす影響が大きいことは良く知られている。肥育豚への飼料用米の給与が肉質に

Sensory Discrimination of Pork Produced Using Forage Rice and Other Feed Resources Assessed by an Analytical Sensory Panel

Keisuke SASAKI, Michiyo MOTOYAMA, Takumi NARITA, Aiko ISHIDA, Akane ASHIHARA, Hideyuki OHMORI, Kiyoshi TAJIMA, Tadashi SASAKI, Yasuhito SASAKI, Takahito KYOYA, Yuko ARAGAKI, Kazuo HOSHINA, Go YOSHIOKA, Tei-ichi AKIYOSHI, Yuichiro WAKIYA, Akiyuki HONDA, Mitsuhito MATSUMOTO, Koichi CHIKUNI and Masaya KATSUMATA

Key words : pork, meat, forage rice, sensory evaluation, discrimination

連絡者: 佐々木啓介 (E-mail: ksuk@affrc.go.jp TEL. 029-838-8690)

及ぼす影響としては、たとえば勝俣ら（2009）は飼料中に玄米を 30% 配合して 45 日間、もしくは 15% 配合して 60 日間給与した場合に皮下脂肪内層の脂肪酸組成が変化することを示している。脇屋ら（2012a）も、試料中に玄米を 10% 配合した場合、統計的に有意ではないが、勝俣ら（2009）と同様の傾向が認められることを報告している。しかし、両報告ともに脂肪融点には影響が認められず、脂肪性状の違いに起因する「食べてわかる違い」の有無については検証が必要であった。他方、飼料用米に加えて各地域に特有な飼料資源を活用することで、単に飼料自給率を向上させるだけではなく、より「特徴のある豚肉」を生産し、消費者にアピールするための技術開発が進められている。このような地域に特有な飼料原料が肉質に及ぼす影響を検討した事例は多く、我が国における近年の例のみを列挙しても、カンショの配合の事例（松窪ら、2012；味埜ら、2013）、食品製造残さ等の「エコフィード」活用の事例（三津本ら、2006；大森ら、2007；芦原ら、2011）、パンくず給与により筋肉内脂肪の増加を企図した事例（岩本ら、2005；家入ら、2007）、飼料用米に加えて大麦や製茶加工残さを配合した事例（脇屋ら、2012a；脇屋ら、2012b；脇屋ら、2013）などが報告され、それぞれ脂肪酸組成や脂肪性状等への影響が示されている。

飼料用米や他の地域特有な飼料原料が「食べてわかる違い」をもたらすかどうかについては、食品残さ飼料給与により豚肉の脂肪質が慣行との間に識別可能なレベルまで変化すること（SASAKI ら、2007）、飼料用米のみを給与して生産した豚肉を原料としたハムでは慣行品と識別できず、嗜好性も変化がないこと（佐々木ら、2009b）、飼料用米に加えて大麦や製茶加工残さを配合した場合は官能評価にも影響があること（脇屋ら、2012a；脇屋ら、2012b）といった報告がある。しかし、飼料用米を活用した豚肉生産において、飼料用米の配合割合、生産地、ブタ品種、および各地域特有な飼料原料を併せて配合した場合などが、豚肉の「食べてわかる違い」におよぼす影響について普遍化できる知見は少ない。

そこで本研究では、飼料用米やこれに各地域特有な飼料原料を配合した飼料を給与して生産された豚肉と慣行品の間に「食べてわかる違い」が生じるかについてより一般的な知見を得ることを目的として、10 組の豚肉の組み合わせについて分析型官能評価パネルによる識別性を検討した。

材料および方法

豚肉サンプルは、表 1 に示す A 組から J 組の合計 10 組について、それぞれ飼料用米等を配合した飼料を給与して生産した試験区と、慣行に相当する対照区の 2 種類のロース部位を供した。飼養試験は岩手県畜産研究所（滝沢市）、福島県畜産研究所（福島市）、畜産草地研究所（つくば市）、千葉県畜産総合技術センター（八街市）、長野県畜産試験場（塩尻市）、岐阜県畜産研究所（美濃加茂市）、大分県農林水産研究指導センター畜産研究部（竹田市）、佐賀県畜産試験場（武雄市）、長崎県農林技術開発センター（島原市）で実施され（順不同）、官能評価に供するサンプルは全て去勢豚由来とした。

表 1 に各組の飼養試験における給与飼料と利用した飼料用米の形態および品種、および給与期間を合わせて示す。E 組を除く全ての組において、対照区ではトウモロコシ主体飼料を給与し、試験区ではトウモロコシを飼料用米に置き換えた飼料を給与した。飼料用米は粳米もしくは玄米の状態、破碎、粉碎、もしくはリキッド飼料に調製した状態として用いた（表 1）。ただし、F 組においては、対照区の飼料中に 30% 配合されたトウモロコシと 25% 配合されたマイロをあわせた 55% を飼料用米に置換し試験区飼料として給与するとともに、D 組の試験区においては、飼料用米はソフトグレインに調製しリキッドの状態で給与した。E 組においては、対照区と試験区において同じ配合割合で通常の飼料用米および有色米をそれぞれ配合した飼料を給与した。

サンプルは真空包装にて -30°C で保管し、官能評価 2 日前より 4°C に設定した冷蔵庫中で解凍後、官能評価前日にそれぞれ 5mm 厚にスライスした。スライスしたサンプルについて、胸最長筋部分を長さ 5cm、幅 2.5cm で、かつ長さ 5cm のうち 1cm が皮下脂肪となるように整形した。これを官能評価直前まで 4°C に設定した冷蔵庫中で保存した。食塩は日本薬局方塩化ナトリウム（富田製薬、徳島県鳴門市）を用いた。

官能評価は、畜産草地研究所において著者らが確立した（佐々木ら、2012）分析型官能評価パネルによる 3 点識別法によった。パネリストの人数は 15 名もしくは 16 名であり、選抜の段階において豚肉の部位間差も含めた識別試験に合格しているとともに、官能評価方法についても訓練を施した。調理法は大規模調理における「しょうが焼き」の加熱条件

表 1. 各組の飼養試験条件

Table 1. Experimental conditions of each pair of feeding

Pair	porcine breed	Feed for experimental group			Experimental period (body weight)
		Formulation of forage rice	Breed of forage rice	Other feed resources	
A	Landrace	10% of hulled rice	<i>Nishiaoba</i>	25% of barley grain	70-110 kg
B	Middle White	50% of ground hulled rice	<i>Bekoaoba</i>	20% of sweet potato	70-110 kg
C	Crossbred (Landrace×Large White×Duroc)	40% (the first half) and 50% (the second half) of ground hulled rice	<i>Akitakomachi</i>	20% (the first half) and 25% (the second half) of soybean curd residue (<i>okara</i>)	55-70 kg (the first half), and 70-115 kg (the second half)
D	Crossbred (Landrace×Large White×Duroc)	liquid feed containig 53.3% (per dry matter) of unhulled rice	<i>Kusahonami</i>		70-110 kg
E	Crossbred (Large White×Landrace×Duroc)	30% of hulled black-rice	<i>Nikomaru</i> for control group and <i>Sayomurasaki</i> and Unknown black-rice for experimental group	(Basal diet: 30% of Corn-grain, 23.1% of barley, 14.5% of soybean meal, and 2.3% of vitamins and minerals mixture)	70-105 kg
F	Berkshire	55% of crushed hulled rice	<i>Tsubuyutaka</i>		70-110 kg
G	Crossbred (Landrace×Large White×Duroc)	75% of ground hulled rice	Unknown		67-115 kg
H	Crossbred (Landrace×Large White×Duroc)	40% of crushed unhulled rice	<i>Fukuhibiki</i>		70-110 kg
I	Duroc	45% of ground unhulled rice	<i>Kusahonoshi</i> and <i>Momiroman</i>		70-115 kg
J	Crossbred (Landrace×Large White)	70% of crushed hulled rice	<i>Kusahonami</i>		70-110 kg

を模した方法で行った。すなわち、整形したサンプルを 5% 食塩水にくぐらせた後オープン用の焼き網上に並べ、230℃の熱風モードにセットしたスチームコンベクションオープン (SSC-05SC, マルゼン, 東京) で 4 分間加熱調理した。これを直径 5 cm のポリプロピレン製カップ (デザートカップ PP71-60, 株式会社シンギ, 広島市) にもりつけ、ポリエチレンテレフタレート製のふた (PET71φFC-D-

15H, 株式会社シンギ, 広島市) をした状態で、評価直前まで 60℃にセットしたホットワゴン中で保温した。このサンプルを、対照区に相当するサンプル 2 点と試験区に相当するサンプル 1 点の組み合わせで呈示し、一つだけ官能特性が異なるものをパネリストに選ばせた。サンプルコードは 3 桁の乱数とし、サンプルカップにラベルで表示した。また、サンプルの配列はラテン方格法によりパネリストごと

に異なるものとした。さらに、パネリストにはペットボトル充填された純水（やさしい赤ちゃんの水、森永乳業、東京）を配布し、1組の三点識別試験が終了するごとに1分以上の休憩時間を取り、その間に口腔をゆすがせた。また、評価環境は、空調を室温 22℃、湿度 50% に設定した官能検査室の個別ブースにおいて赤色照明下とした。照明には D65 蛍光灯を装着した光源ユニットを赤色のアクリル板で覆ったものを用いた。

3 点識別法の回答結果はカイ二乗検定により解析し、危険率 5% 未満の場合に試験区と対照区の間有意に「食べてわかる違い」があるものと判定した。

結果及び考察

3 点識別法の結果を表 2 に示す。10 組の飼料用米等を飼料に配合して給与し生産された豚肉と慣行豚肉の組み合わせのうち、A, B, C, D の 4 組において両者は有意に ($P < 0.05$) 識別された。一方、E, F, G, H, I, J の 6 組については正解したパネリストが少数であり統計的に有意ではなく ($P > 0.05$)、両者は識別されるとは言えなかった。このうち E, F の 2 組については、有意ではないが、識別される傾向がみとめられた ($P = 0.052$)。

本研究においては、飼料用米の配合割合は 10% から 75% まで幅があったが、3 点識別法において識

別された豚肉における飼料用米の配合割合は 10%、前期 40% および後期 50%、50%、および 53.3% であったのに対して、識別されなかった豚肉における飼料用米の配合割合は 40%、45%、55%、70%、および 75% であり、飼料用米の配合割合と官能特性上の識別性の間には関係が認められなかった。

他方、3 点識別法において識別された豚肉 4 組中 3 組において、飼料用米に加えて各地域に特有な飼料原料を配合しており、その内容は A 組では大麦、B 組ではカンショ、C 組ではとうふかすであった。また、D 組についてもトウモロコシを単に飼料用米に置換したものではなく、加温およびアミラーゼ処理によりリキッドに調製したものであった。これに対して識別されなかった豚肉 6 組では、E 組以外の 5 組において、トウモロコシを飼料用米に置換したのみで、他の特徴的な飼料原料の配合等はいわなかった。これらのことより、トウモロコシを単に飼料用米に置換しただけでは、当該飼料を給与して生産された豚肉において慣行豚肉との間に識別可能な官能特性上の違いは生じないが、これに加えて何か特徴的な飼料原料を配合することで、慣行豚肉と「食べてわかる違い」のある豚肉が生産できることが示唆された。

佐々木ら (2009b) は、飼料用米を 15% もしくは 30% 配合した市販配合飼料を出荷前 60 日間給与して生産された豚肉を原料としたペリーハムにおいて、これが慣行品との間に一般パネルにより識別可能な違いが認められないことを報告している。本研究におけるトウモロコシを飼料用米に置換したのみの飼料で生産された豚肉は慣行品との間に識別可能な違いが認められないという分析型パネルによる結果は、佐々木らの既報 (2009b) とよく符合していた。一方、脇屋ら (2012a) は、飼料用米に加えて大麦および製茶加工残さを配合した飼料で生産された豚肉は慣行品との間に官能評価結果の違いが認められたことを報告している。このように、飼料用米に加えて何か特徴のある飼料原料を配合し給与することで、豚肉に慣行品との間に「食べてわかる違い」に関する特徴が付与可能であることが示唆された。

肥育豚における飼料原料の違いが肉質におよぼす影響は、主として飼料中の脂肪酸組成やアミノ酸組成の違いによる脂肪組織中の脂肪酸組成の違い、および筋肉内脂肪含量の違いとして現れることが多い。このうち、脂肪酸組成の違いは官能特性に識別可能なレベルの違いをもたらすこともあるが (SASAKI

表 2. 分析型パネルによる各組の対照区と試験区豚肉の 3 点識別試験

Table 2. Triangle test for discrimination between control and experimental pork within each pair assessed by a trained sensory panel

Pair	Number of panelists correct incorrect		P value	
A	13	3	<.001	**
B	11	5	0.003	**
C	10	5	0.006	**
D	10	5	0.006	**
E	9	7	0.052	NS
F	9	7	0.052	NS
G	7	8	0.273	NS
H	6	9	0.584	NS
I	4	11	0.584	NS
J	6	10	0.724	NS

** : $P < 0.01$

NS : not significantly ($P > 0.05$)

ら, 2007), 必ずしもそうとは言えない場合もあり (佐々木ら, 2009b), 一概には言えないものと考えられる。飼料用米の給与はブタ脂肪組織中の脂肪酸組成に影響を及ぼす (勝俣ら, 2009) ものの, それらが実際に「食べてわかる違い」をもたらすかどうかについてはさらに検討が必要である。

さらに, 本研究においては 10 組の豚肉の組み合わせについて識別試験を実施したが, これらは全て 1 反復のみの実施であり, より普遍性の高い結論を得るためにはさらに多くの組み合わせによる多反復の検討が必要である。特に, ブタ品種による違いや性による違い, 本研究では取り扱わなかったパンくず等の養豚において多く用いられる特徴的な飼料原料の併用の影響等について幅広い検討が今後必要である。

本研究の結果は, 飼料用米に加えて各地域に特徴的な飼料原料を配合することで, 慣行品との間に「食べてわかる違い」のある豚肉を生産できる可能性を示した。このような「食べてわかる違い」は, 飼養条件の表示のみによらない, 科学的根拠に裏付けられた豚肉のブランド化において有用である。しかし, 本研究では「食べてわかる違い」の有無が示されたのみにとどまっており, これだけではブランド化に活用できる情報としては極めて不十分である。それぞれの産地における特徴的な飼料原料を活用し, かつ自給飼料に立脚したブランド豚肉の開発技術を確立するためには, 分析型官能評価による味, 香り, 食感等の個別の官能特性に関するプロファイリングや理化学特性の分析を行い「どのように違うか」を明らかにするとともに, そのような「食べてわかる違い」の消費者嗜好を明らかにする必要がある。一方, 官能評価において識別性が認められなかった組み合わせにおいては, 少なくとも当該飼養条件においてはトウモロコシを飼料用米に置換しても豚肉の品質は向上も低下もせず, 慣行品と遜色のない品質の豚肉が生産されることを示している。飼料自給率の向上と農地の効率的な活用に向け, 飼料用米を基幹的な飼料原料として利用を推進するためには, このような点についてもより詳細な検討を加え, 情報を蓄積する必要があるものと考えられる。

謝 辞

本研究の実施にあたり, 本務の傍ら官能評価にご協力いただいた畜産草地研究所つくば地区の分析型

官能評価パネリスト各位, および実験の補助をいただいた同所遠藤弓美子氏および清水明美氏に感謝いたします。なお, 本研究の一部は農林水産省委託プロジェクト研究「自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発・4 系・自給飼料多給による高付加価値豚肉生産技術の開発」により実施された。

文 献

- 芦原 茜・大森英之・小橋有里・田島 清・佐々木啓介・本山三知代・川島知之: 2011, 発酵リキッド飼料へのチョコレート添加が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響, 日豚会誌, **48**, 47-57.
- 家入誠二・崎村武司・石橋 誠・勝俣昌也・梶 雄次: 2007, 肥育豚へのパン屑利用低リジン飼料給与による筋肉脂肪含量の増加, 日豚会誌, **44**, 8-16.
- 岩本英二・設楽 修・入江正和: 2005, パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響, 日畜会報, **76**, 15-22.
- 勝俣昌也・佐々木啓介・斉藤真二・石田藍子・京谷隆侍・本山三知代・大塚 誠・中島一喜・澤田一彦・三津本充: 2009, 肥育後期豚への玄米の給与が皮下脂肪の性状に及ぼす影響, 日畜会報, **80**, 63-69.
- 松窪敬介・家入誠二・加地雅也・村上徹哉・勝俣昌也: 2012, リジン不足飼料の給与時期およびカンショ残さ添加の有無が肉豚の背脂肪中脂肪酸組成および筋肉中脂質過酸化に及ぼす影響, 日豚会誌, **49**, 38-43.
- 味埜美紀・祐森誠司・池田周平: 2013, カンショと緑茶屑を活用した飼料給与が梅山豚の肥育成績および血液性状に及ぼす影響, 日豚会誌, **50**, 119-127.
- 三津本充・佐々木啓介・川島知之・佐伯真魚・立川洋・山本英雄: 2006, 肥育豚への食品製造残さ発酵リキッド飼料と茶カテキン類の給与が増体, 枝肉性状, および冷蔵保存中の豚肉品質に及ぼす影響, 日畜会報, **77**, 409-416.
- 農林水産省: 2013, 平成 24 年度食料・農業・農村施策, 平成 24 年度食料・農業・農村白書, pp 347-381.
- 大森英之・守谷直子・石田三佳・大塚 舞・小橋有里・本山三知代・佐々木啓介・田島 清・西岡輝美・蔡 義民・三津本充・勝俣昌也・川島知之: 2007, コンビニエンスストアから排出された消費期限切れ食品を主体とする発酵リキッド飼料によるブタの肥育試験, 日畜会報, **78**, 189-200.
- 佐々木啓介・本山三知代・中島郁世・大江美香・勝俣昌也: 2009a, 豚肉の外観, 「飼料米給与」表示,

- ならびに価格が消費者の豚肉選択に及ぼす影響—研究所一般公開来場者を対象とした検討—, 日豚会誌, **46**, 60-70.
- 佐々木啓介・本山三知代・成田卓美・澤田一彦・吉野宗明・斉藤真二・石田藍子・京谷隆侍・中島一喜・橘内克弘・勝俣昌也: 2009b, 飼料用玄米給与豚肉を原料としたハムの識別性および嗜好性, 日豚会誌, **46**, 200-203.
- 佐々木啓介・本山三知代・成田卓美・大江美香・吉村 望・田島淳史・野村 将・千國幸一: 2012, 畜産草地研究所(つくば地区)における分析型官能評価パネルの確立, 畜草研報, **12**, 9-17.
- SASAKI, K., T. NISHIOKA, Y. ISHIZUKA, M. SAEKI, T. KAWASHIMA, M. IRIE, M. MITSUMOTO: 2007, Comparison of sensory traits and preferences between food co-product fermented liquid (FCFL)-fed and formula-fed pork loin, Asian-Aust. J. Anim. Sci., **20**, 1272-1277.
- 脇屋裕一郎・大曲秀明・ト部大輔・河原弘文・宮崎秀雄・明石真幸・永渕成樹・井上寛暁・松本光史: 2013, 玄米, 大麦および製茶加工残さの混合給与における玄米配合割合が夏季の肥育後期豚の飼養成績と肉質成績に及ぼす影響, 日豚会誌, **50**, 147-156.
- 脇屋裕一郎・大曲秀明・ト部大輔・河原弘文・宮崎秀雄・明石真幸・永渕成樹・松本光史: 2012b, 大麦の配合割合が夏季の肥育豚の枝肉成績と肉質成績に及ぼす影響, 日豚会誌, **49**, 165-172.
- 脇屋裕一郎・大曲秀明・山口妃鶴・河原弘文・宮崎秀雄・明石真幸・永渕成樹・松本光史: 2012a, 飼料用米, 大麦, 製茶加工残さの混合給与とその粉碎粒度の違いが暑熱環境下の肥育豚の発育, 枝肉成績および肉質に及ぼす影響, 日豚会誌, **49**, 1-13.