

季節変動が黒豚の肉質および食味に及ぼす影響

中村嘉之*・瀧沢慶太*・澤田泰弘**・日疋好春**・奥嶋佐知子***

Influence of Four Seasons on Pork Quality and Taste Evaluation of Berkshire

Yoshiyuki NAKAMURA, Keita TAKIZAWA, Yasuhiro SAWADA,
Yoshiharu HIBIKI and Sachiko OKUSHIMA

要約 埼玉県産ブランド畜産物である英国系黒豚の肉質および食味において、季節変動（春、夏、秋、冬）による影響を受けるか調査した。その結果、背最長筋の肩ロース部分の肉質において、マーブリングスコア、背脂肪融点に有意差は無かったが、肉色、脂肪色、背脂肪厚、脂肪酸組成、筋肉内脂肪含量、ロース断面積および加熱時の重量減少率において有意差が認められた。また、食味試験（ソテーおよびしゃぶしゃぶ）において、季節間に有意差は認められなかった。このことから、肉質および肉量は季節変動の影響を受けるが、食味に与える影響は少ないことが示唆された。

本研究では、埼玉県産ブランド畜産物である英国系黒豚肉を用いて、春、夏、秋、冬の季節変動が肉質および食味に及ぼす影響を調査した。

これまでに、ランドレース種を用いて、肉質に及ぼす季節の影響について宮嶋ら（1982）が、出荷時期と豚肉の品質について赤木ら（1986）が調査し、赤肉の色や pH、伸展率および腎脂肪融点において季節間に差が認められたと報告しているが、黒豚を用いた肉質や食味に関する報告は少ない。そこで、同一飼料および同一飼養環境下で、遺伝的に斉一性の高い英国系黒豚を用いて、季節変動が肉質および食味に与える影響について調査した。

なお、本研究は受託試験事業「消費拡大を目的とした黒豚肉の旬の解明（2013）」による成果の一部であることを付記する。

材料および方法

1 供試豚

県内の英国系パークシャー種を生産する養豚農家 1 戸から生産された、110kg に達した英国系黒豚純粋種の去勢豚を春（2014 年 5 月 16 日）・夏（2013 年 8 月 22 日）・秋（2013 年 11 月 21 日）・冬（2014 年 2 月 18 日）に、

それぞれ 5 頭ずつ計 20 頭をと殺し、肉質および食味について調査した。彩の国黒豚倶楽部指定飼料を仕上げまで給与し、同一と場と殺したのち、左枝肉の背最長筋の第 4-5 肋間より上部（肩ロース）の部分の供試材料とした。各季節のと殺日 1 ヶ月前からの積算温度と平均温度は、熊谷气象台のデータに基づき計算し、表 1 のとおりであった。

表 1 積算温度および平均気温

	春	夏	秋	冬
積算温度	525.4	870	396.1	113.6
平均気温±SD	16.9±3.0	28.0±2.4	12.7±3.0	3.6±2.1
	春:2014. 4. 16~5. 16	夏:2013. 7. 23~8. 22	秋:2013. 10. 22~11. 21	冬:2014. 1. 19~2. 18

熊谷气象台調べ

2 調査項目

(1) 肉質分析

各季節に採材した肩ロース肉について、以下のとおり分析を行った。

a 肉色および脂肪色の計測

各季節についてカラーファン（CR-200 MINOLTA Co）により L* 値（明るさ：数値が高いほど明るい）、a* 値（赤色度：数値が高いほど赤い）、b* 値（黄色度：数値が高いほど黄色い）を測定し、畜試式豚標準肉色模型（PCS：1～6 までの 6 段階）を用いて肉色の最も淡いものを 1、肉

*畜産研究所（現 品種開発・ブランド育成研究担当）、**（株）ひびき、***女子栄養大学

表2 積算温度および平均気温

季節	筋肉色				脂肪色			
	L*	a*	b*	PCS	L*	a*	b*	PFS
春	59.5 ^a	14.1 ^a	2.3 ^a	4.2 ^a	97.5 ^a	-0.6 ^a	2.0 ^a	1
夏	49.7 ^b	8.0 ^b	1.3 ^a	3.2 ^b	75.7 ^b	2.1 ^b	1.8 ^b	1.4
秋	44.0 ^b	11.9 ^{abc}	0.7 ^{ab}	5.0 ^c	73.8 ^b	1.7 ^b	1.0 ^b	1.2
冬	53.9 ^{ab}	12.1 ^{ac}	-1.5 ^b	5.8 ^c	92.6 ^c	-1.4 ^a	-1.3 ^c	1

縦列異符号間に有意差あり $p < 0.05$ L値: 明るさ a値: 赤色 b値: 黄色の強さを表す
PCS: 畜試式豚標準肉色模型で測定 PFS: 畜試式豚標準脂肪色模型で測定

色の最も濃いものを6とし、畜試式豚標準脂肪色模型 (PFS: 1~6までの6段階) を用いて脂肪色の最も白いものを1、脂肪色の最も白くないものを6とし、肉眼により判定した。

b 背脂肪厚の計測

デジタルスケール (CD-20C Mitutoyo Co) を用いて、背脂肪厚を計測した。頭部側を (前)、中間部分を (中)、4-5 肋間直上を (後) と区分して計測した。

c 筋肉内脂肪含量および脂肪酸組成の調査

筋肉内脂肪含量は、背脂肪を除去したロース部分の赤肉のみを用いた。また、脂肪酸組成は皮下脂肪内層について調査した。分析は全て (財) 食品分析センターに依頼した。

d 背脂肪融点の測定

各季節の背最長筋の肩ロース部分直上の背脂肪内層 20g を細切した後、食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル (2010) に準じて 105°C で加熱抽出後へマトクリット管に吸引し、-20°C 保管後に 5°C から加温 (0.5°C/分) し、融点を測定した。

e マープリングスコアの測定

肩ロース部位のロース断面の外観から、霜降り状態をマープリングスコア (米国 NPCC 基準) を用いて評価した。

f ロース断面積の測定

ロース部分の輪郭を透明シートでトレースした後、スキャナーで読み込み後、adobe photo shop elements12 で画像処理した後、フリーソフト Image J を用いてロース断面積を計測した。

(2) 食味試験

各季節の枝肉を 0°C で 3 日間保存後、切り出した肩ロース部分を液体窒素中に 10 秒間浸漬しブリージング処理した後、真空パックし、-45°C のディープフリーザーに少なくとも約 5 ヶ月間以上保存し、5°C で 24 時間解凍した肉を食味試験に用いた。試験は 2 回実施し (2014 年 10 月 9 日、同年 10 月 16 日)、湿式加熱 (しゃぶしゃぶ) および乾式加熱 (ソテー) の 2 種類で、女子栄養大学調理学系教職員で構成する専門パネル 10 名により、7 段階の尺度を用いた評点法により実施した。調査項目としては、食味

時の肉臭さの強弱 (-3=非常に弱い~3=非常に強い)、かたさ (-3=非常にかたい~3=非常にやわらかい)、多汁性 (-3=非常にばさついている~3=非常にしっとりしている)、テクスチャーの好ましさ (-3=非常に好ましくない~3=非常に好ましい)、食べた時の肉臭さの強弱 (-3=非常に弱い~3=非常に強い)、うま味の強弱 (-3=非常に弱い~3=非常に強い)、脂っこさの強弱 (-3=非常に弱い~3=非常に強い)、後味の強弱 (-3=非常に弱い~3=非常に強い)、味の好ましさ、総合的な好ましさ (-3: 非常に好ましくない~3: 非常に好ましい) の 10 項目について実施した。また、調理前後に重量を測定し、重量減少率を算出した。

結果

(1) 肉質分析

a 肉色および脂肪色

表 2 に示したとおり、肉色の L*値において、春、夏、秋、冬それぞれ、59.5、49.7、44.0、53.9 であった。

春の肉色が夏、秋と比較して有意に明るかった ($p < 0.05$)。a*値においてそれぞれ、14.1、8.0、11.9、12.1 で、夏が春、冬に比べ有意に低く ($p < 0.05$)、赤色が弱かった。b*値においては、それぞれ、2.3、1.3、0.7、-1.5 で、冬が春、夏に比べ有意に低く ($p < 0.05$)、黄色みが弱かった。また、PCS は、それぞれ、4.2、3.2、5.0、5.8 で、冬が最も高く、夏が最も低く、秋、冬が春、夏と比較して有意に高かった ($p < 0.05$)。

脂肪色においては、L*値がそれぞれ、97.5、75.7、73.8、92.6 で、春が夏、秋、冬と比較して有意に高く、冬は夏、秋より有意に高かった ($p < 0.05$)。

a*値は、それぞれ、-0.6、2.1、1.7、-1.4 であり、春と冬が夏、秋と比較して、有意に低かった ($p < 0.05$)。b*値においては、それぞれ、2.0、1.8、1.0、-1.3 で、春が秋、冬に対し有意に高く、冬は、春、夏、秋と比較して、有意に低かった ($p < 0.05$)。また、PFS は、1.0、1.4、1.2、1.0 で各季節間に有意差はなかった。

b 背脂肪厚の計測

肩ロースの前部および後部において、春、夏、秋、冬で有意差は無かったが、中間部位において、それぞれ、3.08cm, 3.86cm, 4.17cm, 3.75cmで、春が夏 (p<0.05)、秋と比較して有意に薄かった。3点の平均値において有意差はなかった (図1)。

c 筋肉内脂肪含量および脂肪酸組成

筋肉内脂肪含量は、春、夏、秋、冬それぞれ 8.56%, 8.12%, 11.76%, 8.22%で秋が春、夏、冬と比較して、有意に高かった (p<0.05) (図2)。また、脂肪酸組成においては、秋にオレイン酸 (18:1) およびリノール酸 (18:2n-6) が増加し、不飽和脂肪酸が増加する傾向を示したが、有意な差はなかった。α-リノレン酸 (18:3n-3) は、秋が夏に対して有意に高かった (p<0.05) (表3)。

d 背脂肪融点の測定

春、夏、秋、冬それぞれ、33.8°C, 34.3°C, 36.1°C, 34.6°Cで、秋が他の季節と比較して2ポイント程度高くなる傾向を示したが、有意差はなかった (表3)。

e マーブルングスコアの測定

春、夏、秋、冬の外観における霜降り状態は、写真1のとおり秋、冬に高い傾向を示したが、マーブルングスコアは、それぞれ3.0, 3.0, 3.8, 4.0で有意な差は認められなかった (写真1, 図3)。

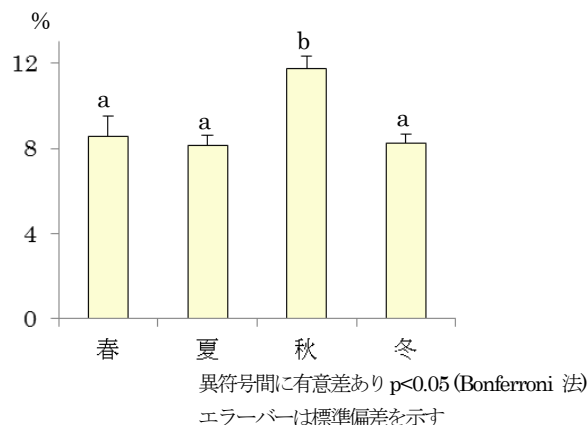


図2 季節毎の筋肉内脂肪含量

表3 皮下脂肪の脂肪酸組成と融点 単位: %

脂肪酸組成	季節			
	春	夏	秋	冬
12:00	0.1	0.1	0.14	0.02
14:00	1.64	1.52	1.58	1.48
16:00	26.04	26.7	25.26	26.28
16:01	1.9	2.16	1.94	2.1
17:00	0.32	0.34	0.28	0.3
17:01	0.24	0.24	0.22	0.2
18:00	14.66	15.12	13.94	14.44
18:01	43.3	42.74	43.72	43.44
18:2n-6	8.82	8.5	9.72	8.98
18:3n-3	0.74 ^{ab}	0.54 ^a	0.90 ^b	0.58 ^{ab}
20:00	0.22	0.22	0.2	0.26
20:01	0.9	0.82	0.88	0.94
20:2n-6	0.42	0.4	0.42	0.34
20:3n-3	0.04	0	0.2	0
20:4n-6	0.12	0.16	0.13	0.18
20:5n-3	0	0	0.2	0
20:6n-3	0	0	0.1	0
未同定	0.54	0.46	0.58	0.46
飽和脂肪酸	42.98	44	41.4	42.78
不飽和脂肪酸	56.48	55.56	58.43	56.76
不飽和/飽和	1.31	1.26	1.41	1.33
1価不飽和脂肪酸	46.34	45.96	46.76	46.68
多価不飽和脂肪酸	10.14	9.6	11.67	10.08
背脂肪の融点 ±SD (°C)	33.8 ± 2.3	34.3 ± 0.8	36.1 ± 4.2	34.6 ± 1.7

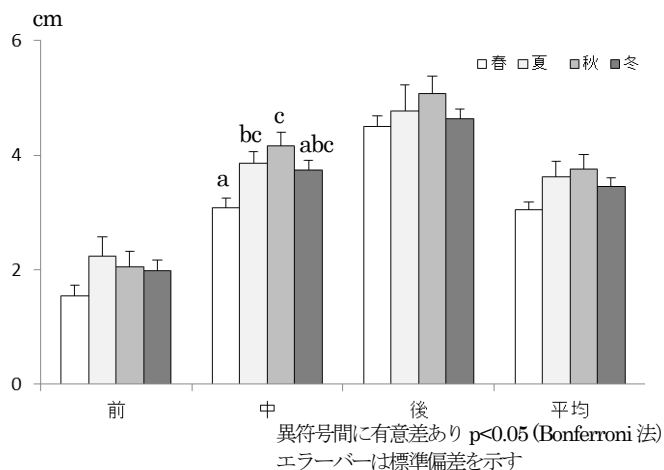


図1 季節毎の背脂肪厚



写真1 ロース断面の様子

f ロース断面積

夏が41.56cm²で最も大きい傾向を示し、秋が36.02cm²で最も小さく、夏と秋に有意な差が認められた(p<0.05, 図4).

(2) 食味試験

食味試験において各季節に有意差はなかった(図5, 6).

重量減少率において、春, 夏, 秋, 冬で、それぞれ 15.9%, 26.5%, 17.7%, 24.4%で有意な差が認められた(図7). 春がもっとも低く、夏が最も高かった. 春と夏(p<0.01), 春と冬(p<0.05), 夏と秋(p<0.05)に有意な差が認められた. 一方、ソテーにおける重量減少率は、それぞれ、31.5%, 34.5%, 31.8%, 37.6%で有意差は認められなかった.

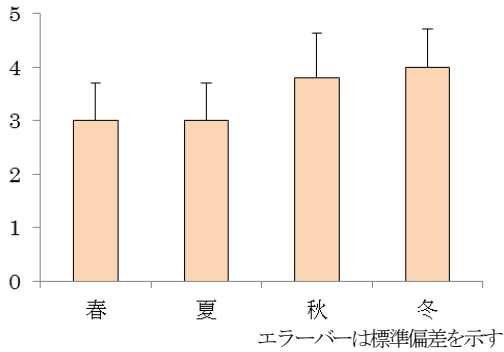


図3 季節毎のマーブリングスコア

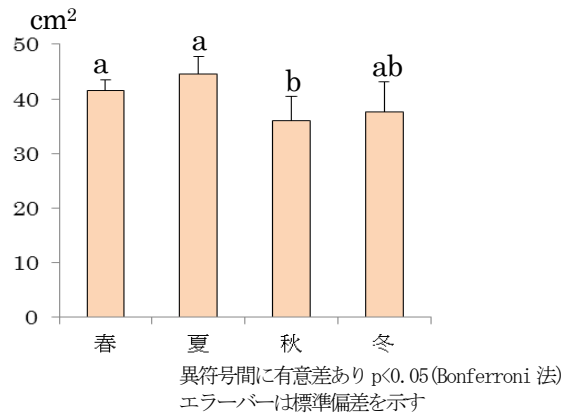


図4 季節毎のロース断面積

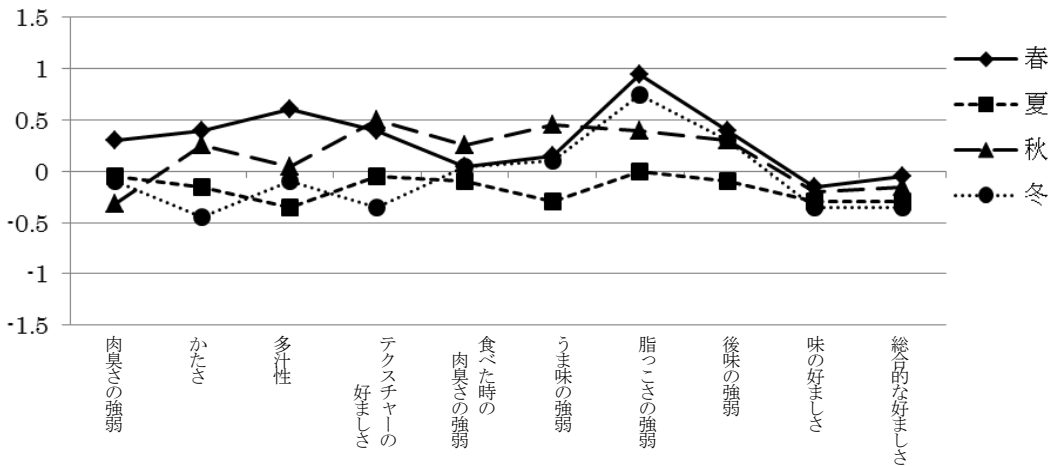


図5 食味試験結果 (しゃぶしゃぶ)

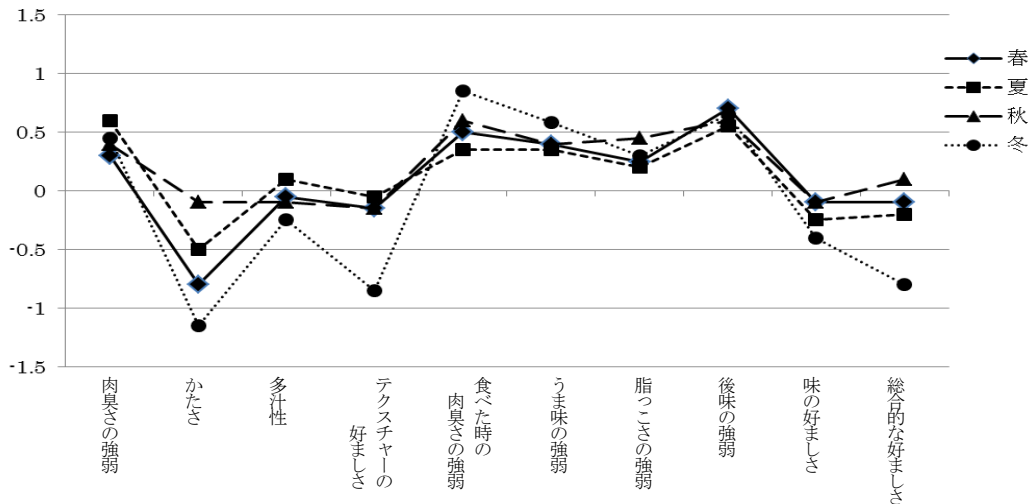


図6 食味試験結果 (ソテー)

考 察

本研究では、春、夏、秋、冬に生産された豚肉の肉質分析を実施した結果、肉色、脂肪色、背脂肪厚、筋肉内脂肪含量、脂肪酸組成およびロース断面積に有意な差が認められた。

肉色において春は明るく、赤色および黄色の強い、鮮やかな桜色に近い色を呈し、夏は肉色が暗くなり、赤色の少ないやや退色したピンク色となった。秋はさらに肉色が暗くなり赤色が強くなる傾向を示し、冬には肉色は再び明るくなり、黄色が低下することが明らかとなった。宮嶋ら(1982)が、品種の異なる三元交雑豚を用いて行った実験において、L*値は8~10月が低く、2, 3月は高く、a*値は6月、3月が高く、b*値は5月が最も高くなることを報告しており、今回の試験と同様の結果となった。佐野ら(2004)の黒豚を用いた実験において、肥育期間が200日から260日に延長することで、L*値が低くなり、a*値が高くなることを報告しており、本研究において、育成後期に暑熱の影響を受けた秋の個体において同様の結果を示した。これまでの当所の実験において、英国産黒豚の肉色は三元交雑豚(LWD)と比較して、すべての季節でL*値が低く、赤色が強い傾向を示したが、本研究でも同様の結果であった。一般的に消費者に好まれる豚肉の肉色は、淡いピンク色とされるが、黒豚肉は、肉色が暗く、濃い赤色が特徴であり、本研究において、黒豚の特徴を呈するのは、秋であると考えられた。

脂肪色については、明るく白いものが好まれる傾向にあるが、本研究においてL*値が高く、a*, b*値が低く明るく白くなるのは冬であった。脂肪色は、飼料中に含まれるトウモロコシが影響を与えることが報告されており(石川ら, 2014)、トウモロコシを含まない彩の国黒豚倶楽部指定飼料を給与した豚肉において、飼料の影響は少なく、出荷近くに暑熱の影響を受けることで、夏、秋の脂肪色が変化する可能性が示唆された。

また、背脂肪厚の中間部位において、秋が他の季節と比較して最も厚くなった($p<0.05$)。背脂肪厚は季節変動による影響を受けないと報告があるが(宮嶋ら, 1982)、前後部位においても、同様に秋が厚くなる傾向を示したことから、背脂肪厚が季節による影響を受ける可能性が示唆された。

一般的に市場において背脂肪厚は、その枝肉評価に直接影響を与えるため、改良形質として昔から改良されているが、背脂肪厚は遺伝的要因や飼料のみでなく、季節変動に

よる影響を受けることが明らかになった。

筋肉内脂肪含量においては、他の季節と比較して、有意に秋が多くなり、冬に減少することが解った。背脂肪厚と同様に冬に備え筋肉内脂肪含量が増加することが示唆された。

また、脂肪酸組成のうち不飽和脂肪酸含量、多価不飽和脂肪酸含量、リノール酸が秋に増加し、ステアリン酸が減少する傾向を示したが有意な差が認められず、融点にも影響が出なかった。肉の美味しさに影響を与える(筆者ら, 2010)、オレイン酸含量も季節による影響は認められなかった。もともと黒豚におけるオレイン酸含量は、通常の市販飼料で育てられた三元交雑豚より5~10%程度高いが、脂肪酸組成は豚の品種や系統、給与飼料に影響を受け、季節による影響はあまり受けられないものと考えられる。新垣ら(2012)は野生のイノシシ肉では、冬が他の季節の2倍以上筋肉内脂肪含量が増加し、オレイン酸も増加することを報告しており、自然界では摂取する餌が季節によって異なることが原因であったとしている。よって、本研究における飼料以外の要因で、筋肉内脂肪含量が秋に増えた要因について、さらなる解析が必要であろう。

マーブリングスコアにおいて有意差は無かったが、秋および冬に増加する傾向を示した。中村ら(2010)の実験において、三元交雑豚(LWD)における筋肉内脂肪含量とマーブリングスコアには相関が認められたが、筋肉内脂肪含量の低いランドレース純粋種において相関が認められなかったことから、必ずしも連動するものではないと考えられ、品種や系統の影響を受けると考えられた。

さらに、ロース断面積において、秋に減少が認められたことから、秋にと殺される豚は、成形後の歩留まりが悪くなり、市場評価が下がる可能性が示唆された。ロース断面積は夏が最も大きく、秋が最も小さくなることから、出荷前の育成後期に背最長筋の成長はすでに終了しており、育成前期から中期にかけて暑熱の影響を受けると背最長筋の成長が阻害され、ロース断面積が小さくなる可能性が示唆された。

食味試験では、しゃぶしゃぶにおいて、かたさ、多汁性、うま味の強弱、総合的な好ましさにおいて、春と秋で評価が高い傾向を示し、しゃぶしゃぶおよびソテーにおいて、かたさ、テクスチャーの好ましさ、総合的な好ましさにおいて、冬の評価が低い傾向を示した、特に夏および冬に多汁性やテクスチャーが低い傾向を示し、重量減少率が高いことから、肉の保水力やしまりなどが悪く、季節による影響を受けている可能性が示唆されたが、食味試験に統計的

な有意差は無かった。これまで、筋肉内脂肪含量が増すと柔らかさや風味、多汁性などの味が向上するとの報告があるが(兵藤ら, 1997), 異なる結果となった。一方, 高橋ら(2008)は, 肉のやわらかさと筋肉内脂肪含量に正の相関があったが, 食味に違いはなかったと報告しており, 同様の結果となった。今回, 食味試験で用いた豚肉は, 個体ごとの筋肉の走行, マーブリングの入りかたや筋膜の分布が様々であったため, 同じ季節であってもサンプリングした個体や部位により, 味のばらつきが大きくなった可能性が示唆された。

これまでに豚肉のうま味に関する研究は, 主に生産者や消費者側の視点に立ち実施されてきたが, 本研究では, 黒豚肉販売店からの要望で, 販売者側の視点に立ち実施した。販売戦略に活用できる豚肉が最も美味しくなる季節を解明することで, 販売拡大, 付加価値販売が可能となり, 最終的には生産者の生産拡大, 収入増大を目指したが, 食味試験において明らかに味が異なる季節を確定することは出来なかった。このことは, 豚が家畜化されてから長い年月をかけて品種改良が進められ, 飼料や飼養管理方法が改善されることで, 1年を通じて常に一定の水準の食味を保てるようになった結果であると考えられる。本研究において, 肉質や外観において季節の影響が認められたので, その特徴をうまく活用した利用方法を季節毎に提案していくことで, 販売拡大や付加価値販売が可能になるものと思われる。

引用文献

- 赤木道博・久楽由雄(1986): 出荷時期・飼養管理と豚の肉質. 西日本畜産学会報 29, 55-58.
- 新垣裕子・高橋圭二・赤木友香・村野多可子(2012): 捕獲されたイノシシ肉の利用技術の検討. 千葉県畜産センター研究報告 12, 23-29.
- 兵頭勲(1997): 脂肪交雑のある豚. 畜産の研究 51, 19-24.
- 石川 翔・龍田 健(2014): 飼料用米の給与割合の違いが肥育豚の発育, 肉質及び経済性に及ぼす影響. 兵庫県農林水産技術総合センター畜産技術センター研究報告(畜産) 50, 1-8.
- 宮嶋松一・河野建夫・椎葉純一(1982): 豚の肉質に及ぼす遺伝, 日齢, 性別及び季節の影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 14, 367-376.
- 中村嘉之・藤野幸宏(2010): 成分未調整パン残さ混合飼料給与による霜降り豚肉生産技術の開発. 埼玉県農林総合研究センター研究報告(9), 9-16.
- 斉藤薫・奥村寿章・曾和拓・佐久間弘典・山田信一(2010): 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル. 家畜改良センター発行
- 佐野通・荒金知宏・森尚之・松馬定子・奥田宏健(2004): 肥育期間の延長がバークシャー種の肉質に及ぼす影響. 岡山県総合畜産センター研究報告 15, 59-64.
- 高橋圭二・鈴木邦夫・松本友紀子・岡崎好子(2008): 豚肉の筋肉内脂肪含量が肉質と食味に及ぼす影響. 千葉県畜産総合研究センター研究報告(8), 83-84.
- 玉手六朗・大高文男(1982): 豚肉の鉄含量ならびに測定年度, 季節, 品種, 筋肉および性による差異. 日本畜産学会報 54(2), 74-79.