

讃岐黒豚・夢豚銘柄化推進事業に係る肉質向上試験（Ⅰ）
（パン粉給与による霜降り讃岐黒豚の生産）

田淵 賢治・上原 力

The examination Improvement pork quality of affect a promotion
a brand of the SANUKIYUMEBUTA・SANUKIKUROBUTA
(The production of marbled berkshire pork by the bread crumb feeding)

Kenji TABUCHI Tsutomu UEHARA,

要 約

パン粉を用いたリジン調整飼料により、霜降り豚肉生産が見込めることから、香川県の地域特産豚であるバークシャー種の讃岐黒豚（以下B種という。）を用いて肥育試験、肉質検査、官能検査を行った。

結果、パン粉50%でリジン0.51%飼料を体重56kgから給与した場合、胸最長筋（以下ロースという。）筋内脂肪は7.4%となり「霜降り」様となった。一日平均増体重は0.746kgであった。

パン粉70%でリジン0.39及びパン粉100%でリジン0.24%ではロース筋内脂肪は4.1%、8.1%であり一日平均増体重は0.568kg、0.246kgとなり発育が劣った。

パン粉100%でリジン0.24%飼料を体重91kgから給与した場合は一日平均増体重は0.739であるものの、ロース筋内脂肪は4.2と増加しなかった。なお、全ての例において大腰筋（以下ヘレという。）の脂肪割合は低く飼料の影響を受けなかった。

筋内脂肪が高いと、保水性・伸展率・破断応力・破断エネルギーが低く、圧搾肉汁率が高い傾向が認められ、さらに、皮下脂肪は融点及びステアリン酸が高く、オレイン酸が低い傾向がみられた。

官能検査では筋内脂肪が高いと全ての項目で評価が高くなった。

これらのことから、パン粉を用いたリジン調整飼料により、発育に支障なくB種ロース筋内脂肪を高めるには、パン粉50%でリジン0.5%飼料を60～70kgから80～90kg間に給与するのが効果的と考察された。

結 言

国内での豚肉のニーズは健康志向とともに「おいしさ」へと向かいはじめ、ロース筋内脂肪の増加、つまり「霜降り」への期待が高まった。そこで系統造成によって筋内脂肪を高めた「トウキョウX：東京都農林総合研究センター」¹⁾、「フジロック：静岡県中小畜産試験場」¹⁾、「しもふりレッド：宮城県畜産試験場」¹⁾が登場した。

一方、平成14年に兵庫県農林水産センターの岩本らがパン添加飼料多給でロースに脂肪交雑がみられると報告した^{2、3)}。これは大阪市場でみられる「霜降り豚」⁴⁾を裏付ける成果であった。続いて九州沖縄農業研究センターおよび熊本県畜試は、低リジン飼料を給与することにより、ロース筋内脂肪が高まることを確認した^{5、6)}。

そこで、これらの技術を応用し、「讃岐夢豚・讃岐黒豚」の評価を高めるため、ロース筋内脂肪を高め、見て判断できる「霜降り豚肉」生産を検討し、生産・流通・消費の振興を図ることを目的とした。

しかし、B種はロース筋繊維が緻密な特徴はあっても、デュロック種のようにロース筋内脂肪が高い傾向をもつ品種ではない^{7、8、9、10、etc)}。さらに、筋内脂肪が高まることによる肉質への影響及び官能評価は不明である。また、ロース筋内脂肪だけでなくヘレ筋内脂肪の傾向を知る必要がある。

そこで今回、異なる割合のパン粉及び異なる給与開始体重による、発育・枝肉・肉質・脂肪質及び官能検査の比較試験を実施するとともに、ロース・ヘレの筋内脂肪を主眼とした考察をした。

材料及び方法

1. 供試飼料及び試験豚

試験区、試験飼料及び供試豚を表1に示した。

基礎飼料は肥育後期飼料（可消化養分総量：77.0、粗蛋白質15.0）を用い、パン粉はパン粉製造会社のものを用いた。パン粉価格は30円/kgである。

各区は日本飼養標準が示す肥育後期のリジン要求量0.56%を下回るものである。

供試豚は全てB種を用いた。

表1 讃岐黒豚へのパン粉50%配合飼料給与試験

	試験飼料	可消化養分総量(%)	粗蛋白質(%)	リジン(%)	性・頭数	開始時体重(kg)
試験1	パン粉50% リジン0.51	83	14.0	0.51	去勢4	55.6±3.0
試験2	パン粉70% リジン0.39	86	13.5	0.39	去勢3雌1	71.8±7.5
試験3	パン粉100% リジン0.24	89	13.1	0.24	去勢3雌2	65.8±3.6
試験4	パン粉100% リジン0.24	89	13.1	0.24	去勢4	91.0±1.2

2. 検査項目

1) 肥育成績、と体成績枝肉調査

各試験は群飼・自由採食とし、体重110kgを目標体重とした。

肥育成績は試験開始日からと殺日までの増体を一日平均増体重とし、と体成績は香川県農協四国大川支部畜産センターにて皮剥法で行い、と殺翌日に豚産肉能力検定実務書¹¹⁾に準じて枝肉調査を実施し、検査部位を採材した。

2) 肉質検査

肉質検査部位はロース、ヘレ、背脂肪内層、筋間脂肪とした。

検査方法は「豚肉の肉質改善に関する研究実施要領」¹²⁾及び「牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル」¹³⁾に基づき実施した。詳細は下記(1)～(4)に示した。

(1) 肉色、脂肪色

L*（明度）、a*（赤色度）、b*（黄色度）値は色差計（ミノルタCR300）を用い、当機の白色板で校正し、切断後直ちに切断面を測定した。

(2) 破断値

レオメーター（山電RE-3305）を用い、プランジャーは0.4mm厚のカッター背とし、速度0.5mm/sにて、試料の95%の厚さまで加重し、応力のピークを破断応力とし、それまでに要した応力を破断エネルギーとした。

(3) 脂肪割合

ロース及びヒレ周辺の脂肪を取り除き、凍結し、財団法人日本冷凍食品検査協会関西事業所へ分析依頼した。

(4) 脂肪酸組成

背脂肪は背脂肪内層とし、筋間脂肪はロースと背腸筋との間及びロース周辺の脂肪層を用いた。脂肪酸組成はメチルエステル化による処理後、ガスクロマトグラフ（島津製作所 GC-2014AFSC）で分析した。

5) 官能検査

試料は背脂肪が約1cm付着した新鮮ロースを1.5×1.5×5cmの短冊状に切り出し少量の食塩を軽く振りかけ、ホットプレートで薄く焦げ色が付く程度に焼いた。評価項目は「香り」「味」「軟らかさ」「総合評価」について2点嗜好法でおこない、パネラーは当該職員等で実施した¹⁴⁾。

3. 統計処理

統計処理はスタットビュー¹⁵⁾を用い、平均値の差については、Scheffeの分散分析による対応のないt検定を行い、分析値間の相関については単相関係数を求めるとともに、Fisherのrのz変換により検定した。

結 果

1. 肥育・枝肉成績

肥育・枝肉成績を表2に示した。一日平均増体重では試験2及び試験3が0.568及び0.274となり著しく劣った。試験1と試験4に差は認められなかった。

枝肉成績では差が認められなかった。

表2 肥育・枝肉成績

	試験1		試験2		試験3		試験4	
と殺日齢	176	± 15 a	202	± 12 bc	272	± 19 bd	187	± 4 a
一日平均増体重(kg)	0.746	± 0.1 a	0.568	± 0.1 bc	0.274	± 0.1 bd	0.739	± 0.1 a
と体幅(cm)	35.1	± 0.8	33.9	± 0.7	33.9	± 1.6	35.1	± 1.6
背腰長II(cm)	69.7	± 2.1	69.8	± 1.7	70.2	± 1.2	69.7	± 1.0
背脂肪厚(cm)	2.7	± 0.5	2.6	± 0.4	1.9	± 0.4	2.8	± 0.1
ロース断面積(cm ²)	18.8	± 1.7	21.7	± 2.8	18.3	± 2.8	20.1	± 0.5

平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり a:b、c:d、p<0.05

2. 肉質検査成績

ロース及びへレの肉質検査結果を表3に示した。試験1のロース筋内脂肪は7.4%と高く、保水性・伸展率・破断応力・破断エネルギーが低く、圧搾肉汁率が高い傾向が認められた。

へレ筋内脂肪は試験間に差は認められなかった。肉色b*値、加熱損失、破断応力、破断エネルギーで差が認められた。

讃岐黒豚・夢豚銘柄化推進事業に係る肉質向上試験（Ⅰ）

表3 胸最長筋（コース）及び大腰筋（へレ）の肉質検査結果

	試験1	試験2	試験3	試験4
胸最長筋（コース）				
筋内脂肪(%)	7.4 ±1.4 a	4.1 ±2.1 b	8.1 ±###	4.2 ±0.7 b
P C S	3.0 ±0.4	3.1 ±0.5	3.6 ±###	3.4 ±0.3
L*	51.4 ±2.0	51.6 ±2.7	50.0 ±###	51.7 ±1.1
a*	10.2 ±0.7	10.2 ±0.7	10.4 ±###	10.4 ±1.0
b*	3.1 ±0.5	3.3 ±0.6	3.0 ±###	3.3 ±0.5
p H	5.4 ±0.1	5.4 ±0.1	5.4 ±###	5.4 ±0.0
保水性(%)	71.3 ±2.0 a	75.3 ±2.2 b	77.8 ±### b	76.1 ±1.4 b
伸展率(%)	24.1 ±2.9	28.3 ±2.0	27.7 ±###	25.9 ±1.6
水分(%)	68.8 ±1.1 a	71.9 ±2.7	71.0 ±###	72.1 ±0.6 b
加熱損失(%)	26.5 ±1.2	27.2 ±1.8	26.5 ±###	27.5 ±1.3
圧搾肉汁率(%)	47.3 ±2.2 a	45.4 ±3.6	45.4 ±###	39.8 ±2.9 b
破断応力×10 ⁷ (N/m ²)	6.07 ±0.5 a	8.26 ±2.2 b	7.57 ±### b	7.97 ±1.3 b
破断エネルギー×10 ⁷ (N/m ³)	1.42 ±0.1 a	1.9 ±0.6	1.74 ±###	1.91 ±0.3 b
大腰筋（へレ）				
筋内脂肪(%)	2.6 ±0.8	2.7 ±0.9	3.6 ±###	2.9 ±0.5
P C S	4.8 ±0.6	4.6 ±0.5	5.1 ±###	5.3 ±0.5
L*	38.9 ±1.3	41.5 ±1.3 a	39.9 ±###	37.3 ±1.3 b
a*	16.9 ±0.4	16.1 ±0.7	16.5 ±###	18.4 ±1.3
b*	0.3 ±0.5 a	0.9 ±0.9 b	1.1 ±###	0.7 ±0.5
p H	5.6 ±0.2	5.6 ±0.2	5.7 ±###	5.6 ±0.1
保水性(%)	74.5 ±3.7	74.6 ±2.5	74.5 ±###	76.1 ±3.4
伸展率(%)	25.6 ±2.8	27.7 ±2.9	26.9 ±###	28.6 ±3.9
水分(%)	74.2 ±0.4	74.8 ±0.3 a	73.6 ±### b	74.4 ±0.4
加熱損失(%)	24.8 ±1.1 a	26.3 ±1.2	28.0 ±### b	25.1 ±0.7
圧搾肉汁率(%)	44.8 ±1.0 a	44.2 ±1.4	43.4 ±###	41.1 ±0.3 b
破断応力×10 ⁷ (N/m ²)	6.73 ±0.2 a	7.57 ±1.0	7.93 ±### b	7.73 ±0.4 b
破断エネルギー×10 ⁷ (N/m ³)	1.46 ±0.0 a	1.65 ±0.4	1.8 ±### b	1.69 ±0.2 b

平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり a:b p<0.05

3. 脂肪質検査成績

背脂肪内層及び筋間脂肪の検査結果を表4に示した。試験1は融点及びステアリン酸が高く、オレイン酸が低い傾向がみられた。

表4 背脂肪内層及び筋間脂肪の検査結果

	試験1	試験2	試験3	試験4
背脂肪内層				
L*	75.7 ±1.1 a	74.9 ±###	73.5 ±1.0 b	74.8 ±0.8
a*	1.6 ±0.4	1.5 ±###	1.3 ±0.6	1.7 ±0.2
b*	2.0 ±0.9	2.0 ±###	2.2 ±0.3	2.3 ±0.1
融点(°C)	44.6 ±1.0 a	40.3 ±### b	35.9 ±6.3 b	41.6 ±1.3 b
C14:0	1.4 ±0.1	1.4 ±###	1.2 ±0.1	1.3 ±0.2
C16:0	28.3 ±0.4 a	28.3 ±###	26.0 ±1.4 b	27.6 ±1.2
C16:1	1.6 ±0.3 a	2.4 ±###	2.5 ±0.4	2.0 ±0.2
C18:0	20.4 ±1.6 a	15.5 ±### b	13.8 ±1.8 bc	17.3 ±1.8 b d
C18:1	41.6 ±1.0 a	43.6 ±### b c	47.4 ±2.7 b d	44.3 ±2.6
C18:2	6.4 ±0.5 a	8.2 ±###	8.5 ±0.9 b	7.1 ±0.3
C18:3	0.5 ±0.0	0.6 ±###	0.6 ±0.1	0.5 ±0.0
筋間脂肪				
融点(°C)	43.8 ±0.6 a	40.3 ±###	36.3 ±4.5 b	42.1 ±1.3
C14:0	1.5 ±0.1 a	1.5 ±###	1.2 ±0.2 b	1.5 ±0.2
C16:0	29.4 ±0.7 a	28.8 ±###	26.6 ±1.4 b	29.0 ±0.9
C16:1	1.7 ±0.3 a	2.6 ±### b	2.7 ±0.4 b	2.4 ±0.7
C18:0	20.7 ±1.7 a	15.7 ±### b	13.9 ±1.1 b	16.6 ±2.0
C18:1	40.3 ±2.1 a	44.4 ±### b	48.0 ±1.9 b d	43.8 ±1.4 c
C18:2	6.0 ±0.3 a	6.6 ±###	7.1 ±0.3 b	6.2 ±0.5
C18:3	0.4 ±0.0 a	0.4 ±###	0.5 ±0.1 b	0.5 ±0.0

平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり a:b、c:d p<0.05

4. 筋内脂肪と肉質との関係

ロース筋内脂肪及びへレ筋内脂肪と肉質検査間の相関関係を表5に示した。ロース筋内脂肪は水分とともにロース面積、破断エネルギー、破断応力と負の相関が、へレ筋内脂肪、圧搾肉汁率と正の相関が認められた。

へレ筋内脂肪は水分とともにロース面積、破断エネルギーと負の相関が、pH、圧搾肉汁率、ロース筋内脂肪、加熱損失と正の相関が認められた。

表5 ロース及びへレ筋内脂肪と肉質検査値間の相関関係

ロース筋内脂肪との相関	相関係数
ロース水分 (%)	-0.701 ***
へレ筋内脂肪 (%)	0.628 **
ロース圧搾肉汁率 (%)	0.583 **
ロース面積 (cm ²)	-0.554 **
ロース破断エネルギー×10 ⁷ (N/m ³)	-0.427 *
ロース破断応力×10 ⁷ (N/m ²)	-0.425 *
へレ筋内脂肪との相関	
へレ水分 (%)	-0.749 ***
へレpH	0.656 **
へレ圧搾肉汁率 (%)	0.635 **
ロース筋内脂肪 (%)	0.628 **
へレ加熱損失 (%)	0.446 *
ロース面積 (cm ²)	-0.378 *
へレ破断エネルギー×10 ⁷ (N/m ³)	-0.372 *

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

5. 官能検査

筋内脂肪に差のあるサンプルでの官能検査結果を表6に示した。筋内脂肪15.8%区は2.8%区に対して全ての評価項目において好まれる結果であった。

表6 筋内脂肪に差のあるサンプルでの官能検査 (%)

区分	香り	味	軟らかさ	総合評価
筋内脂肪 15.8%	77.4	80.6	64.5	74.5
筋内脂肪 2.8%	22.6	19.4	35.4	25.5

n=31 「良い」と判断した人数割合

考 察

B種はロース筋内脂肪が多い品種ではないものの、パン粉を50%用い、飼養標準¹⁶⁾が示す0.72%に対してリジン0.51%飼料を体重56kgから110kgまで給与することによりロース筋内脂肪が7.4%と、これまでの報告⁹⁾の3.4%に対し2倍以上となり「霜降り」様の状態になった。これは筋内脂肪増を目的とした系統造成豚と同程度であった。また、これまでの報告⁹⁾でのB種のと殺日齢は193日であり今回の176日は通常の発育を示したものであり、このことは、B種、讃岐夢豚及び他品種での肉質向上策に応用可能と考えられた。

また、パン粉100%を体重90kgから給与した場合ではロース筋内脂肪の増加がないことから、パン粉によるリジン低減飼料を体重50~60kg程度から80~90kgの間に給与することが効果的と観られ、この期間に応じた追試が必要である。さらに、リジン要求量は性によって異なるといわれている¹⁷⁾ことから、リジン0.4~0.5%の間で発育と筋内脂肪量の妥協点を探る必要もある。

パン粉割合を70%、100%とし、給与開始体重を72kg・66kgとした場合、一日平均増体重等の発育が低下するだけでなく、ロース筋内脂肪の増加にはつながらなかった。これはパン粉によるリジンを要求量の半分以下に低下させても「霜降り」は期待できないと考えられた。この傾向は他品種等では不明であるが、極端なリジン欠乏によって発育が阻害された場合、筋内の脂肪の蓄積を制御もしくは代謝利用するのではないかと思われた。しかし、体重80～90kg時においてロース筋内脂肪が蓄積されているかどうかは検討しなくてはならない。

リジン及びロース筋内脂肪はロース断面積等枝肉成績に影響を与えていない。ただしリジンが要求量を下回った飼料で赤肉量及びロース面積増大への期待はできないと考えられる。

ロース筋内脂肪が高いと水分、保水性、圧搾肉汁率、破断値が低い傾向がみられた。さらに、ロース筋内脂肪は水分、破断値と負の相関が認められたことから、筋内脂肪は肉の物性への影響が強いと考えられた。

皮下脂肪及び筋間脂肪の検査及び脂肪酸組成において、ロース筋内脂肪が高いと融点及びステアリン酸が高く、オレイン酸が低い傾向がみられた。勝俣ら⁵⁾及び入江¹⁸⁾は、オレイン酸は体内で合成される主な脂肪酸であるため、筋内脂肪の合成に関与しており、ロース筋内脂肪が増加すると皮下脂肪のオレイン酸が高まると観ている。また我々⁹⁾は、B種はLWD等の一般豚よりオレイン酸が高いとしている。なお、本試験では筋内脂肪と各脂肪酸との間に相関関係はないため、傾向が把握できなかった。

ヘレはロースと同様に姿勢保持機能をもつ筋肉であるため、ロースと同じように筋内脂肪が増えると仮定していた。しかし、ヘレ筋内脂肪はロース筋内脂肪と正の相関は認められたが、飼料による影響は確認できなかった。

官能検査において、従来、4%塩水に30分程度浸漬する方法を用いていた^{14, 19)}。しかし塩水量と肉量の関係が定まらず均一な塩味を再現することが困難であったため、今回から、加熱調理前に軽く振りかけることとした。ロース筋内脂肪が多いと、全ての項目で評価が高く、食味へ良い影響を与えていることが確認された。

パン粉は低価格であり飼料としての評価が高く、トウモロコシの代替えとして有効であり、配合割合によっては本試験のように「霜降り豚肉」の生産が可能である。これはパン粉特有のことではなくパン粉のリジン含量が少ないためといわれており、トウモロコシ主体でリジン低減飼料での「霜降り」も実証されている⁵⁾。そこで、農家への普及を急ぐためには、より精度の高い「霜降り」と発育及び背脂肪の制御が重要課題となってくる。

本試験はさらに、パン粉を用いないリジン調整飼料による「霜降り豚肉」生産と、消費者の期待が高まるであろう「霜降りハム」への展開を実施している。

引用文献

- 1) 財団法人日本食肉消費総合センター：銘柄豚肉ハンドブック改訂版，2005.
- 2) 岩本英治・設楽修：肥育豚への高デンプン飼料の給与が豚肉質に及ぼす影響，日本畜産学会第100回大会講演要旨，128，2002.
- 3) 岩本英治・設楽治・入江正和：パン添加飼料給与がブタの増大量および肉質に与える影響，日本畜産学会報，76(1)，15-22，2005.
- 4) 入江正和：-総説-豚肉質の評価法，日本養豚学会誌，39，221-254，2002.
- 5) M. Katumata・S. Kobayashi・M. Matumoto・E. Tsuneishi・Y. Kaji：Reduced intake of dietary lysine promotes accumulation of intramuscular fat in longissimus dorsi muscle of finishing gilts. Anim Sci J, 76, 237-244, 20

05.

- 6) 家入誠二・崎村武司・石橋誠：肥育豚へのパン屑利用低リジン飼料給与による筋内脂肪含量の増加，熊本県農業研究センター研究報告，17，31-36，2007.
- 7) 鈴木啓一、門脇宏、豊島たまき、阿部博行、柴田知也：高品質豚肉質の品種間比較，平成13年度東北農業研究成果情報，2001
- 8) 上原力・田淵賢治・川口政司・川原徳彦：銘柄豚「讃岐黒豚」の作出に関する試験Ⅶ（品種による肉質の比較）．香川県畜産試験場報告，36，10-18，2001.
- 9) 田淵賢治・三谷英嗣・川口政司：銘柄豚「讃岐黒豚」の作出に関する試験Ⅸ（品種間肉質の比較・肉質検査間の相関分析），香川県畜産試験場報告，38，29-37，2003.
- 10) 小嶋禎夫・兵頭勲・内田哲也・渡辺彬：トウキョウXの造成試験Ⅰ-1、基礎豚の肉質，東京都畜産試験研究報告，27，19-25，2004.
- 11) 豚産肉能力検定実務書，日本養豚協会，2007.
- 12) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室：豚肉の肉質改善に関する研究実施要領，1990.
- 13) 牛肉の品質評価のための理化学分析マニュアル：社団法人畜産技術協会，1999.
- 14) 田淵賢治・三谷英嗣・川口政司：豚肉の理化学的検査と官能検査との相関について（短報），香川県畜産試験場報告，37，34-40，2002
- 15) StatView5.0 スタットビュー日本語版ユーザズガイド，S A S 出版局，1998.
- 16) 中央畜産会，日本飼養標準 豚 ，2005.
- 17) 大成清：豚におけるリジン、可消化リジンの要求量，畜産の研究，61，1073-1081，2007.
- 18) 入江正和：豚脂肪の理化学的性状に及ぼす諸要因，畜産の研究，43，793-799，1989.
，1991.
- 19) 入江正和：食肉の官能検査と調理法，畜産の研究，49，53~59，1995.