

## 飼料用米とエコフィードの配合割合の違いが 肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響

新垣裕子・高橋圭二・赤木友香・沼尾真人\*・細野真司・村野多可子

### Effect of Different Mixing Ratio of Brown Rice and ECOFEED Feeding on Growth Performance and Meat Quality in Finishing Pigs

Yuko ARAGAKI, Keiji TAKAHASHI, Yuka AKAKI, Makoto NUMAO\*, Shinji HOSONO  
and Takako MURANO

#### 要 約

豚用の市販肥育後期用飼料を飼料用米50%、飼料用米50%+エコフィード20%、エコフィード20%で、それぞれ単純代替し栄養成分の調整を行わずに配合した飼料を、また対照として市販肥育後期用飼料を、肥育後期豚に給与して発育・肉質成績などを調査した。

発育成績は1日平均増体量で飼料用米50%+エコフィード20%代替群が、エコフィード20%代替群に比べ低い値 ( $p < 0.05$ ) を、また、飼料摂取量ではエコフィード20%代替群、対照群に比べ高い値を示した ( $p < 0.05$ )。飼料要求率は飼料用米代替群、飼料用米50%+エコフィード20%代替群がエコフィード20%代替群、対照群に比べ高い値を示した ( $p < 0.05$ )。

肉質成績は肉色の  $a^*$  値で飼料用米50%代替群が、脂肪色の  $a^*$  値で飼料用米50%+エコフィード20%代替群が対照群に比べ低い値を示した ( $p < 0.05$ )。その他の調査項目では各群とも対照群と有意差はみられなかった。

脂質成績では脂肪融点は各群に有意差はみられなかった。背脂肪中の脂肪酸組成割合は、オレイン酸で飼料用米50%+エコフィード20%代替群がエコフィード20%代替群、対照群に比べ高く ( $p < 0.05$ )、リノール酸で飼料用米50%代替群、飼料用米50%+エコフィード20%代替群がエコフィード20%代替群、対照群に比べ低い値を示した ( $p < 0.05$ )。

#### 緒 言

ここ数年、輸入飼料の高騰により養豚経営は圧迫されており、海外の穀物相場の影響を受けない国内での飼料生産は重要な課題となっている。輸入飼料、特にトウモロコシの代替になる飼料原料として、飼料用米やエコフィードが注目され、各地で試験研究が進められ、生産現場でも利用が始まっている<sup>1-7)</sup>。当センターでも飼料用米及びエコフィードの試験<sup>1-5)</sup>を実施しているが、これらは飼料原料の一つであり、利用するにあたっては、他の飼料原料と組み合わせた飼料設計、計量に基づく配合作業など労力的な負担が大きい。このため、生産者の関心は高いが、利用するには躊躇するという現状がある。

平成24年8月31日受付

\*現千葉県農林水産部畜産課

そこで今回、生産現場で簡単に利用できる方法として、詳細な飼料設計を行うことなく、市販肥育後期飼料の一部を飼料用米、エコフィード、または飼料用米+エコフィードと単純代替した飼料を豚の肥育後期に給与し、発育と肉質に及ぼす影響を調査した。

#### 材料及び方法

##### 1. 供試飼料用米とエコフィード

飼料用米は2011年産の千葉県産「べこあおば」の玄米を用い、当センターで2mmメッシュ以下に粉碎した。エコフィードは市販されている県内エコフィード製造業者の製品を用いた。この製品は食品製造副産物、事業系調理残さ、事業系食べ残しなどを蒸気間接乾燥方式によって脱水乾燥したものである。飼料用米とエコフィードの一般成分分析値と脂肪酸組成を表1、2に示した。一般成分の分析は公定法<sup>8)</sup>により実施した。

脂肪酸組成は Folch 法<sup>9)</sup> で抽出した脂肪をナトリウム-メチレート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフィー (島津 GC14-A) で測定した。なお、水分以外は乾物中の含有割合を示した。

表1 飼料用米とエコフィードの成分分析値 (乾物中%)

成分	飼料用米	エコフィード
水分	14.2	8.9
粗タンパク質	8.0	14.8
粗脂肪	3.0	9.7
粗繊維	1.3	0.9
粗灰分	1.7	5.3
NFE	86.1	69.3

表2 飼料用米とエコフィードの脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	飼料用米	エコフィード
C14:0 ミリスチン酸	-	-
C16:0 パルミチン酸	18.4	15.9
C16:1 パルミトレイン酸	-	-
C18:0 ステアリン酸	-	3.4
C18:1 オレイン酸	45.7	29.0
C18:2 リノール酸	35.8	51.8

## 2. 試験区分

市販肥育後期用飼料への飼料用米、エコフィードの代替割合により、飼料用米50%+市販肥育後期用飼料50% (米区)、飼料用米50%+エコフィード20%+市販肥育後期飼料30% (米+エコ区)、エコフィード20%+市販肥育後期用飼料80% (エコ区)、市販肥育後期用飼料100% (対照区) の4区分とした。

## 3. 供試豚

当センターで維持している系統造成豚ボウソウL3とボウソウWを利用し生産した三元交雑豚LWDを各区去勢4頭、雌4頭の計32頭供試した。

供試豚は単飼、不断給餌、自由飲水とした。体重30kgから70kgまでは市販の肥育前期用飼料を給与し、70kgからは上記4区により試験飼料を給与し、110kgに到達した個体から順次屠畜した。

## 4. 供試飼料

供試飼料の一般成分分析値を表3に示した。飼料用米、エコフィードを市販肥育後期飼料と単純に代替したため、4区間の成分値は異なった。なお、一般成分の分析は公定法<sup>8)</sup>により実施した。

表3 供試飼料の一般成分分析値 (乾物中%)

成分	米区	米+エコ区	エコ区	対照区
水分	12.5	12.0	11.3	11.6
粗タンパク質	12.4	12.0	17.1	17.5
粗脂肪	3.3	4.2	5.1	4.0
粗繊維	1.8	1.6	2.6	3.1
粗灰分	2.6	2.9	4.6	4.3
NFE	79.8	79.3	70.6	71.1

## 5. 調査項目

### (1) 発育成績

70kg到達時より毎週個体ごとに110kg到達時まで体重測定を行い、1日平均増体量を算出した。また、飼料給与量を毎日記録、残飼量を毎週測定し、飼料要求率を算出した。

### (2) 屠体調査

110kgに到達した個体から屠場に出荷し、皮はぎ法により屠畜を行った。一晚冷却し、屠畜翌日に豚産肉能力検定法の屠体の測定要領<sup>10)</sup>に準じて、冷屠体重、屠体長、背腰長、屠体幅、大割肉片割合、ロース断面積、背脂肪の厚さを測定した。枝肉の格付は、(社)日本食肉格付協会の格付とした。

### (3) 肉質調査

肉質調査は、「豚肉の肉質改善に関する研究実施要領」<sup>11)</sup>に準じて実施した。屠畜後1日目に左半丸枝肉のロース芯を採取し、水分含量、pH、ロース芯肉色、背脂肪色を測定、2日目に伸展率、加熱損失、圧搾肉汁率、せん断力価、筋肉内脂肪含量を測定した。水分含量は乾燥法 (135℃、2時間) により、ロース芯肉色及び脂肪色の測定は、色彩色差計 (ミノルタ製 CR300) により、L\*値 (明度)、a\*値 (赤色度)、b\*値 (黄色度) を測定した。pHはpHメーター (堀場製作所製 D-52T) により測定した。伸展率及び加圧保水力は、加圧ろ紙法により肉汁面積、肉片面積から算出した。加熱損失は、72℃で20分間湯煎し、冷却後に加熱前後の肉重量から算出した。圧搾肉汁率は、加熱肉を用い、加圧ろ紙法により肉汁率を算出した。せん断力価は、Warner-Bratzlerのせん断力価計 (THE G-R ELEC. MFG. CO.、USA、(株)全研) を用いて測定した。筋肉内脂肪含量は、ソックスレー脂肪抽出法により測定した。

### (4) 脂質調査

脂肪は、第5胸椎付近の背脂肪内層を採取し、脂肪融点を上昇融点法にて測定し、脂肪酸組成は、飼料用米、エコフィードと同様の方法で測定した。

## 6. 統計処理

一元配置分散分析法で有意差検定を実施し、差のみられた項目については最小有意差法による多重検定を実施した<sup>12)</sup>。

## 結 果

### 1. 発育成績

発育成績を表4に示した。1日平均増体量は、米区1029.3g、米+エコ区900.3g、エコ区1133.1g、対照区1037.8gで、米+エコ区がエコ区と比べて明らかに低い値を示した (p<0.05) が、各区とも900g以上と良好な値を示した。試験期間中の飼料摂取量は対照区

表4 発育成績

試験区	1日平均増体量 (g)	飼料摂取量 (kg)	飼料要求率	肥育期間 (日) (体重70-110kg)	110kg到達日齢 (日齢)
米区	1029.3±162.3 <sup>ab</sup>	132.8±12.1 <sup>ab</sup>	3.3±0.3 <sup>a</sup>	39.4±6.4	160.3±9.4
米+エコ区	900.3±153.7 <sup>b</sup>	146.1±9.8 <sup>a</sup>	3.7±0.3 <sup>a</sup>	44.6±5.2	162.9±5.1
エコ区	1133.1±134.5 <sup>a</sup>	123.2±16.2 <sup>b</sup>	2.9±0.2 <sup>b</sup>	37.6±6.4	154.1±6.0
対照区	1037.8±135.7 <sup>ab</sup>	123.6±19.2 <sup>b</sup>	3.1±0.4 <sup>b</sup>	39.4±7.4	159.8±10.7

※平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり (p<0.05)

123.6kg、エコ区123.2kgに比べ、米+エコ区が146.1kgと明らかに高い値を示した (p<0.05)。飼料要求率は米区3.3、米+エコ区3.7、エコ区2.9、対照区3.1と、米区、+エコ区に比べ、エコ区、対照区が良好な値を示した (p<0.05)。肥育期間、110kg到達日齢はすべての試験区に差がみられなかったものの、米+エコ区が44.6日間、162.9日齢と他の区より日数を要した。

2. 屠体成績

屠体成績を表5に示した。背脂肪の厚さやロース断

面積等、全ての調査項目について各区間に有意差はみられなかった。格付け成績を表6に示した。上物は米区で4頭、米+エコ区で3頭、エコ区で3頭、対照区で3頭と、米区の上物率が一番高い結果であった。格落理由を表7に示した。格落理由としては、厚脂が最も多かった。「軟脂」や「肉締り」で格落ちしたものはみられなかった。

3. 肉質成績

肉質成績を表8に示した。理化学的特性は、対照区

表5 屠体成績

試験区	冷屠体重 (kg)	背腰長Ⅱ (cm)	屠体幅 (cm)	ロース断面積 (cm <sup>2</sup> )
米区	78.5±2.9	67.7±2.9	35.6±0.8	26.1±4.0
米+エコ区	78.0±5.1	68.1±2.0	35.7±1.2	25.0±2.5
エコ区	79.1±5.2	68.3±2.5	35.5±1.4	27.0±2.7
対照区	77.4±4.6	67.6±2.9	35.7±1.5	29.0±8.4

試験区	背 脂 肪 (cm)			
	カタ	セ	コシ	3部位平均
米区	4.2±0.6	2.0±0.5	3.1±0.3	3.1±0.3
米+エコ区	4.2±0.8	2.0±0.6	3.3±0.6	3.2±0.6
エコ区	4.2±0.5	1.9±0.5	3.2±0.5	3.1±0.4
対照区	3.9±1.0	2.0±0.5	3.3±0.6	3.0±0.6

※平均値±標準偏差

表6 格付成績 (供試頭数は各区8頭)

試験区	上 (頭)	中 (頭)	並 (頭)	等外 (頭)	合計 (頭)
米区	4	3	1	0	8
米+エコ区	3	3	1	1	8
エコ区	3	4	1	0	8
対照区	3	3	2	0	8

表7 格落理由

試験区	厚脂 (頭)	薄脂 (頭)	重量大 (頭)	合計 (頭)
米区	2	1	1	4
米+エコ区	2	2	1	5
エコ区	2	2	1	5
対照区	3	2	0	5

表8 肉質成績

試験区	加熱損失 (%)	加圧保水力 (%)	せん断力値 (kg)	筋肉内脂肪含量 (%)	pH	ドリップロス6日目 (%)
米区	11.2±1.2	82.4±3.0	3.5±0.3	4.2±1.1	5.7±0.1	7.8±1.4
米+エコ区	11.5±1.7	80.7±5.0	2.9±0.5	5.3±2.2	5.7±0.0	8.8±1.6
エコ区	11.1±3.2	81.4±1.6	3.4±0.5	3.9±1.7	5.6±0.1	7.9±1.9
対照区	9.8±1.3	83.8±3.2	4.5±3.4	3.4±1.4	5.6±0.1	7.3±1.3

試験区	ロース芯肉色			背 脂 肪 色		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
米区	51.1±2.2	9.9±1.0 <sup>b</sup>	6.1±1.0	79.4±1.1	3.8±0.7 <sup>ab</sup>	5.1±0.4
米+エコ区	54.1±3.3	10.7±1.3 <sup>ab</sup>	7.1±1.1	78.8±1.2	3.4±0.6 <sup>b</sup>	5.1±0.8
エコ区	53.2±2.6	10.9±0.6 <sup>ab</sup>	6.8±0.6	79.1±1.4	4.3±0.9 <sup>ab</sup>	4.9±0.4
対照区	51.6±2.3	11.6±1.3 <sup>a</sup>	7.1±0.9	78.9±1.4	4.9±1.4 <sup>a</sup>	4.9±0.7

※平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり (p<0.05)

で加熱損失が低く、加圧保水力とせん断力価が高い傾向にあったが、有意差はみられなかった。筋肉内脂肪含量は米+エコ区5.3%、米区4.2%と飼料用米を配合した両区で高い傾向がみられた。pHは、各区同様の値を示した。ドリップロスには米+エコ区が高い傾向にあったが、有意差はみられなかった。肉色では、ロース芯のa\*値が対照区の11.6に比べ米区が9.9、脂肪色では、背脂肪内層のa\*値が対照区の4.9に比べ米+エ

コ区が3.4と低い値を示した (p<0.05)。

#### 4. 脂質成績

脂質成績を表9に示した。内層脂肪の融点は各区間に有意差はみられなかった。内層脂肪の脂肪酸組成割合では、オレイン酸が米+エコ区42.7%と、エコ区39.7%、対照区39.9%に比べ高く (p<0.05)、リノール酸が米+エコ区10.2%、米区10.1%と、他の2区より低い値を示した (p<0.05)。

表9 脂質成績

試験区	脂肪融点 (℃)	脂 肪 酸 組 成 (%)					
		C14:0 ミリスチン酸	C16:0 パルミチン酸	C16:1 パルミトレイン酸	C18:0 ステアリン酸	C18:1 オレイン酸	C18:2 リノール酸
米区	35.8±3.4	1.2±0.1	25.7±1.4	2.2±0.2	19.1±2.1	41.6±2.4 <sup>ab</sup>	10.1±1.3 <sup>b</sup>
米+エコ区	34.8±2.7	1.3±0.1	24.8±1.5	2.1±0.2	18.9±1.5	42.7±2.2 <sup>a</sup>	10.2±1.1 <sup>b</sup>
エコ区	36.6±0.8	1.3±0.1	25.5±0.9	2.2±0.2	18.5±1.3	39.7±1.1 <sup>b</sup>	12.8±1.1 <sup>a</sup>
対照区	35.9±3.2	1.2±0.1	25.2±0.9	2.2±0.3	18.4±1.8	39.9±1.7 <sup>b</sup>	13.1±1.9 <sup>a</sup>

## 考 察

豚の発育には、タンパク質中のリジン含量が影響すると言われている<sup>13)</sup>。今回の試験で1日平均増体量が米+エコ区で劣る傾向を示したのは、市販肥育後期飼料の70%を単純に代替したため、飼料摂取量は多くなったものの、飼料中のリジン含量不足か、あるいはアミノ酸バランスが悪かったことが、発育成績に影響したと考えられる。

筋肉内脂肪含量は飼料中のリジン含量が低い場合で高くなると報告されている<sup>14, 15)</sup>。本試験では飼料中のリジン含量は測定していないが、飼料中の粗タンパク質の分析値が低かったことから、タンパク質を構成するアミノ酸の一つであるリジンの含量も低かったのではないかと推察される。このため今回、粗タンパク質含量が低かった米区、米+エコ区の筋肉内脂肪含量が高い傾向を示した要因の1つとして、低リジン含量の影響も考えられる。

肉色のa\*値で米区が、脂肪色のa\*値では米+エコ区が対照区に比べ低い値を示したが、本結果が飼料用米給与によるものかどうかは不明であり、今後検討が必要である。

以上のことから、飼料用米50%、飼料用米50%+エコフィード20%を市販肥育後期用飼料と代替することにより、肉色が淡く、脂肪が白く、背脂肪の脂肪酸組成では、リノール酸含量が低く、オレイン酸含量の高い特徴ある豚肉を生産することができることが示唆された。また、エコフィードの20%代替は発育も良く、肉質にも問題がなかったことから、これらの飼料原料の代替は、生産現場での利用が可能と思われる。

今回は飼料用米とエコフィードを組み合わせることにより、自給飼料の利用量拡大を目的とした市販配合飼料との単純な代替試験を行った。試験成績としてはいずれも良好な値ではあったが、米+エコ区で飼料摂取量、飼

料要求率、米区で飼料要求率が対照区に比べ劣った結果を示した。これらを踏まえ、今後、飼料中の粗タンパク質、TDN等の飼料中の栄養バランスを考慮した試験も実施し、生産現場で活用できる技術を確認したい。

## 引用文献

- 1) 高橋圭二・赤木友香・鈴木邦夫・新垣裕子・村野多可子 (2011)、玄米の配合割合の違いが肥育後期豚の発育及び肉質に及ぼす影響、千葉畜七研報 11:15-19
- 2) 松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二・岡崎好子 (2008)、コンビニエンスストアに由来するエコフィード給与が肥育後期の豚の発育と肉質に及ぼす影響、千葉畜七研報 8:11-15
- 3) 赤木友香・松本友紀子・高橋圭二・鈴木邦夫・村野多可子 (2011)、豚の肥育前期または肥育後期における高タンパク質・高脂質エコフィードの利用千葉畜七研報 11:21-26
- 4) 赤木友香・高橋圭二・新垣裕子・村野多可子 (2011)、肥育全期間の高タンパク質・高脂質エコフィード給与が豚の発育と肉質に及ぼす影響、千葉畜七研報 11:27-31
- 5) 松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二 (2009)、玄米及びモミ米の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響、千葉畜七研報 9:1-4
- 6) 島田芳子・大賀友英・秋友一郎・岡村由香・岡崎亮 (2010)、肥育豚への飼料用米給与が、発育及び肉質に及ぼす影響 (第1報)、山口畜試研報 25:23-27
- 7) 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (2010)、飼料用米の生産・給与技術マニュアル (2010年度版):130-135
- 8) 石橋 晃 (2001)、新編動物栄養試験法、養賢堂: 455-466

- 9) J. Folch, M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957), A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509
- 10) (社)日本種豚登録協会 (1991)、豚産肉能力検定実務書: 22-49
- 11) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室 (1990)、豚肉の肉質改善に関する研究実施要領
- 12) 中澤 港 (2003)、Rによる統計解析の基礎、ピアソンエデュケーション
- 13) D. Lewis and D. J. A Cole (1976), Amino acid requirements. *Proceedings of the Nutrition Society* 35:87-91
- 14) M. Katsumata, S. Kobayashi, M. Matsumoto, E. Tsuneishi and Y. Kaji (2005), Reduced intake of dietary lysine promotes accumulation of intramuscular fat in the Longissimus dorsi muscles of finishing gilts. *Anim. Sci. J.* 76:237-244
- 15) 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 (1):8-16