

玄米及びモミ米の給与が肥育後期豚の発育と肉質に及ぼす影響

松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二

Effect of Brown Rice or Unhulled Rice Feeding on Growth Performance and Meat Quality in Finishing Pigs

Yukiko MATSUMOTO, Kunio SUZUKI and Keiji TAKAHASHI

要 約

千葉県内で収穫されたちば 28 号の玄米とモミ米の粒度を 2mm メッシュ以下に粉碎し、肥育後期豚に給与を行い、発育、肉質、脂肪の性状に及ぼす影響を調査した。体重 70kg に到達した三元交雑豚 LWD24 頭を、玄米区、モミ米区、対照区に 8 頭ずつ（♂ 4 頭、♀ 4 頭）配置し、出荷体重 110kg まで調査を行った。飼料は、各区ともに TDN75%、DCP13.1% となるように配合設計を行い、対照区はトウモロコシを主体とした配合とし、玄米区は玄米 35%（トウモロコシの 50% を代替）、モミ米区はモミ米 15%（トウモロコシの約 20% を代替）の配合割合とした。発育成績では各区間に有意差は見られなかった。モミ米区は、肉質、脂質ともに対照区と有意差は見られなかったが、玄米区では背脂肪色の L* 値（明度）は、他の 2 区よりも高くなった ($p < 0.05$)。また、玄米区のロース部位の皮下内層脂肪の脂肪酸組成は、対照区とモミ米区よりもオレイン酸の割合が高くなり ($p < 0.01$)、リノール酸の割合は低くなった ($p < 0.01$)。玄米とモミ米の給与により発育および肉質にマイナスの影響を及ぼさなかったことから、粉碎し適正な配合を行うことにより肥育後期豚用飼料原料として利用可能であると考えられる。

緒 言

飼料の大半を輸入に頼る日本の畜産では、昨今の輸入穀物価格の大幅な変動により経営の見通しが立ち難い状況が続いている。畜産経営の安定を図るためには飼料自給率の向上は大きな課題であり、トウモロコシの代替で利用できる飼料用米の家畜への利用には大きな期待がかけられている。

飼料用米のうち玄米の肥育豚への給与試験は、1980 年代に主に古米やくず米の利用対策で全国的に試験が実施されている^{1)~3)}。モミ米は玄米と比較して可消化粗タンパク質 (DCP)、可消化養分総量 (TDN) ともにかなり劣っているが⁴⁾、粉末油脂等の添加によりトウモロコシ主体の配合区と同等の発育が得られるという報告がある^{1),5),6)}。しかしこれらの試験は、出荷体重が 90kg、供試豚が純粋種であった。現在の出荷体重は 110kg ~ 115kg であること、肉豚として出荷されるのは三元交雑

豚であることから、出荷時の状態や豚の能力がかなり異なると考えられる。最近では、新山ら⁷⁾が、玄米を肥育後期の大ヨークシャー種にトウモロコシの 100% 及び 50% を玄米で代替し、良好な発育と脂質改善効果があると報告している。勝俣ら⁸⁾は、肥育後期の LWD 三元交雑豚に、玄米を 30% 配合した場合は 45 日間、15% 配合した場合は 60 日間の飼養により肥育豚の皮下脂肪内層の脂肪酸組成が変化するとしている。

千葉県では水田の減反が思うように進まず、減反を進めるための施策として飼料用米の生産による転作が進められており、千葉県に適した品種の選定や栽培方法についての検討がなされている。そこで、千葉県で収穫された飼料用米を養豚用飼料としていかに利用できるかを検討するため、玄米及びモミ米の給与が、肥育後期豚の発育及び肉質、脂質に及ぼす影響を調査した。

材料及び方法

1. 飼料用米

2008 年に千葉県旭市で収穫された「ちば 28 号」の玄米及びモミ米の粒度を 2mm メッシュ以下に粉碎し、

平成 21 年 8 月 31 日受付

飼料原料とした。供試したモミ米と玄米は、異なる圃場で生産されたものであり、その成分分析値を表1に示した。

表1 飼料用米の成分分析値

成分	玄米	モミ米
水分 (%)	14.6	14.9
粗蛋白質 (DM%)	7.0	6.4
粗脂肪 (DM%)	2.5	2.4
粗繊維 (DM%)	2.3	9.1
粗灰分 (DM%)	4.6	6.3
NFE (DM%)	83.6	75.8
DE (Mcal/kg)	3.57	2.82

2. 供試豚

当センターで維持している系統豚ボウソウ L3 とボウソウ W を利用し生産した三元交雑豚 LWD24 頭 (去勢 12 頭、雌 12 頭) を供試し、肥育後期 (体重 70kg ~ 110kg) に調査を行った。試験豚は単飼飼養し、不断給餌、自由飲水とした。調査期間は 2008 年 10 月 6 日から 2009 年 2 月 2 日であった。

3. 試験区分と供試飼料

飼料用米の給与形態によって玄米区、モミ米区、飼料用米無配合区 (対照区) の 3 区を設け、各区 8 頭 (去勢 4 頭、雌 4 頭) を配置した。

飼料は、各区 DCP13.1%、TDN75% に配合した飼料を供試した。給与飼料の配合割合を表 2、成分分析値を表 3 に示した。玄米の配合割合はトウモロコシの 50% を代替して 35% とし、モミ米はトウモロコシの 20% を代替して 15% とした。

4. 調査項目

(1) 飼料成分値

飼料用米は一般成分を、給与飼料は一般成分ならびに脂肪酸組成を測定した。

水分は乾燥法、粗蛋白質はケルダール法、粗脂肪はソックスレー脂肪抽出法、粗繊維はデタージェント分析法、粗灰分は灰化法で測定した。可溶性無窒素物 (NFE) は各成分割合から算出した。可消化エネルギー (DE) は、カロリーメーター (吉田製作所、熱量測定装置 H、熱研式) で、飼料の総エネルギー (GE) と排泄糞の GE を測定し算出した。脂肪酸組成は Folch 法⁹⁾ で抽出した脂肪をナトリウム-メチラート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフィー (島津 GC17-A) で測定した。

(2) 発育成績

豚の体重を 70kg 到達時より毎週測定し、1 日平均増体量を算出した。体重測定時に残飼量を測定し 1 頭あたりの飼料摂取量を求め、試験期間中の飼料要求率を算出した。

(3) 枝肉調査

110kg に到達した豚から順次出荷し皮はぎ法によりと畜を行った。と畜翌日に、豚産肉能力検定法¹⁰⁾ に準じて、冷と体重、と体長 I、背腰長 II、と体幅、大割肉片割合、ロース断面積 (第 4-5 胸椎間)、背脂肪の

表2 配合設計

原料名	配合割合 (%)		
	玄米区	モミ米	対照区
トウモロコシ (二種混)	35.0	55.0	70.0
モミ米	-	15.0	-
玄米	35.0	-	-
大豆粕ミール	18.0	18.5	17.5
なたね油粕	3.0	3.0	3.0
ふすま	4.0	3.0	4.0
大豆油	1.0	2.0	1.4
炭酸カルシウム	2.1	1.6	2.1
第二リン酸カルシウム	1.1	1.1	1.2
塩	0.5	0.5	0.5
プレミックス	0.3	0.3	0.3
TDN	75%	75%	75%
DCP	13.1%	13.1%	13.1%

表3 試験飼料の成分分析値および脂肪酸組成

成分	玄米区	モミ米区	対照区
水分 (%)	11.6	11.4	11.2
粗蛋白質 (DM%)	15.3	15.7	15.2
粗脂肪 (DM%)	4.0	4.9	4.3
粗繊維 (DM%)	2.5	3.9	2.9
粗灰分 (DM%)	6.1	6.3	6.1
NFE (DM%)	72.1	69.2	71.5
DE (Mcal/kg)	3.35	3.40	3.32
脂肪酸組成			
C16:0 (パルミチン酸) (%)	14.2	13.04	12.87
C18:0 (ステアリン酸) (%)	2.91	3.17	2.75
C18:1 (オレイン酸) (%)	30.03	27.99	27.71
C18:2 (リノール酸) (%)	52.86	55.80	56.67
飽和脂肪酸 (%)	17.11	16.22	15.62
一価不飽和脂肪酸 (%)	30.03	27.99	27.71
多価不飽和脂肪酸 (%)	52.86	55.80	56.67

厚さを測定した。

(4) 肉質及び脂肪質

肉質検査は「豚肉の品質評価に関する研究実施要領」¹¹⁾ に準じて実施した。と畜後 1 日目に左半丸枝肉のロース部分 (第 5 ~ 9 胸椎) を採取し、水分含量、ロース芯肉色および背脂肪色を測定した。水分含量はロース挽肉約 3g を秤量し、乾燥法 (135°C、2 時間) により測定し、ロース芯肉色ならびに背脂肪色は、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。

2 日目に筋肉内脂肪含量、伸展率、加圧保水力、加熱損失、圧搾肉汁率、せん断力価を測定した。筋肉内脂肪含量は、ソックスレー脂肪抽出法により、伸展率、加圧保水力は加圧ろ紙法 (東洋ろ紙 No.2、径 70mm、35kg/cm² で 1 分間加圧) により、肉片面積、肉汁面積から算出した。加熱損失は、試料を筋繊維と平行に 2 × 2 × 5cm 程度のブロックに切り、ビニール袋に入れて密封し、70°C の湯温中で 1 時間加熱した後流水中で冷却し、加熱前後の肉重量から損失割合を算出した。圧搾肉汁率は、加熱肉を 1 × 1 × 5cm 程度の肉片にした後 5mm の厚さに切り、2 枚の不織布に挟み 35kg/cm² で 1 分間加圧後、肉汁率を算出した。せん断力価は、加熱肉を 1 × 1 × 5cm 程度の肉片にした後、Warner-Bratzler のせん断力価計を用いて測定した。

脂肪は、第 5 胸椎の内層脂肪を採取し、脂肪融点を

上昇融点法¹¹⁾にて測定し、脂肪酸組成は飼料と同様の方法により測定した。

5. 統計処理

データの解析は、フリーソフト R ver.2.9.1¹²⁾を用い統計処理を行った。給与飼料と性を要因とした分散分析を行い、有意差が認められたものについては、Holmの多重比較検定を行った。

結 果

1. 発育成績

発育成績を表4に示した。調査した全ての項目に有意差はみられなかったが、70kgから110kgまでに要した肥育日数は、対照区の50日より、玄米区が44.8日、

表4 発育成績

項目	玄米区	モミ米区	対照区	主効果		交互作用 (飼料×性)
				飼料	性	
1日平均増体量 (g)	966.9 ± 110.5	1006.1 ± 167.6	867.0 ± 147.9	ns	ns	ns
飼料摂取量 (kg)	4.0 ± 0.5	3.9 ± 0.5	3.7 ± 0.7	ns	ns	ns
飼料要求率	4.2 ± 0.3	3.9 ± 0.4	4.3 ± 0.9	ns	ns	ns
肥育日数 (70kg ~ 110kg) (日)	44.8 ± 6.5	43.0 ± 4.6	50.0 ± 7.5	ns	ns	ns

※ 平均値±標準偏差

モミ米区が43日と短い傾向であった。

2. と体成績

と体成績を表5に示した。冷と体重、と体長I、背腰長II、と体幅、背脂肪の厚さに有意差は見られなかった。大割肉片割合のうち、カタ割合は玄米区と対照区がモミ米区よりも高く (p<0.05)、ローズ・バラ割合はモミ米区が対照区よりも高い値を示した (p<0.05)。ローズ断面積は、対照区と比べて玄米区、モミ米区ともに低い値を示した (p<0.05)。

3. 肉質成績

肉質成績を表6に示した。ローズ内脂肪含量は、玄米区が対照区より高い値を示した (p<0.05)。背脂肪色のL*値 (明度) は、玄米区がモミ米区より高い値を

表5 と体成績

項目	玄米区	モミ米区	対照区	主効果		交互作用 (飼料×性)
				飼料	性	
冷と体重 (kg)	74.4 ± 2.0	75.9 ± 2.9	74.1 ± 2.5	ns	ns	ns
と体長I (cm)	95.9 ± 2.8	95.2 ± 2.9	95.6 ± 2.6	ns	ns	ns
背腰長II (cm)	70.1 ± 2.2	69.6 ± 2.9	70.1 ± 2.2	ns	ns	ns
と体幅 (cm)	33.9 ± 1.0	34.5 ± 0.7	34.5 ± 0.7	ns	ns	ns
背脂肪 (カタ) (cm)	3.7 ± 0.6	3.6 ± 0.6	3.3 ± 0.5	ns	ns	ns
背脂肪 (セ) (cm)	1.7 ± 0.3	1.8 ± 0.3	1.7 ± 0.2	ns	ns	ns
背脂肪 (コシ) (cm)	2.7 ± 0.3	2.7 ± 0.5	2.5 ± 0.3	ns	ns	ns
3部位平均 (cm)	2.7 ± 0.3	2.7 ± 0.4	2.5 ± 0.2	ns	ns	ns
ランジリ前 (cm)	2.6 ± 0.4	2.7 ± 0.6	2.6 ± 0.2	ns	ns	ns
ランジリ中 (cm)	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.6	1.6 ± 0.3	ns	ns	ns
ランジリ後 (cm)	2.5 ± 0.5	2.5 ± 0.5	2.5 ± 0.2	ns	ns	ns
カタ割合 (%)	29.8 ± 0.4 ^a	28.8 ± 0.8 ^b	30.0 ± 0.4 ^a	*	ns	ns
ローズ・バラ割合 (%)	42.1 ± 1.7 ^{ab}	42.4 ± 1.2 ^a	40.6 ± 0.6 ^b	*	ns	ns
ハム割合 (%)	28.2 ± 1.6	28.8 ± 1.3	29.3 ± 0.8	ns	ns	ns
ローズ断面積 (cm ²)	20.5 ± 2.5 ^b	20.3 ± 3.6 ^b	24.0 ± 1.9 ^a	*	ns	ns

※ 平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり (小文字 p<0.05)

主効果 *: p<0.05

表6 肉質成績

項目	玄米区	モミ米区	対照区	主効果		交互作用 (飼料×性)
				飼料	性	
水分含量 (%)	72.2 ± 1.0	72.6 ± 1.3	73.1 ± 0.5	ns	ns	ns
伸展率 (cm ² /g)	31.6 ± 2.1	31.9 ± 2.5	33.6 ± 3.3	ns	ns	ns
加熱損失 (%)	21.9 ± 3.0	23.2 ± 3.2	22.2 ± 1.8	ns	ns	ns
加圧保水力 (%)	79.4 ± 4.0	82.6 ± 1.8	82.8 ± 4.1	ns	ns	ns
圧搾肉汁率 (%)	47.9 ± 2.6	46.9 ± 2.2	47.9 ± 2.4	ns	ns	ns
せん断力値 (kg)	3.70 ± 1.06	4.25 ± 1.61	4.01 ± 0.59	ns	ns	ns
ローズ内脂肪含量 (%)	5.01 ± 1.19 ^a	4.11 ± 1.49 ^{ab}	3.51 ± 0.34 ^b	*	ns	ns
PH	5.9 ± 0.1	5.8 ± 0.1	5.8 ± 0.2	ns	ns	ns
ローズ芯肉色 L*	51.1 ± 1.8	49.8 ± 1.9	51.2 ± 2.4	ns	ns	ns
a*	8.2 ± 2.2	8.4 ± 2.2	7.1 ± 2.1	ns	ns	ns
b*	3.5 ± 1.0	3.3 ± 1.2	3.0 ± 0.9	ns	ns	ns
L*	80.2 ± 1.7	77.5 ± 1.9	79.1 ± 1.1	*	ns	ns
背脂肪色 a*	3.5 ± 1.0	4.3 ± 1.2	3.8 ± 0.8	ns	ns	ns
b*	3.9 ± 0.4	3.7 ± 0.4	4.0 ± 0.5	ns	ns	ns

※ 平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり (小文字 p<0.05)

主効果 *: p<0.05

表7 内層脂肪脂肪融点と脂肪酸組成

項目	玄米区	モミ米区	対照区	主効果		交互作用 (飼料×性)
				飼料	性	
脂肪融点 (°C)	37.3 ± 1.0	35.8 ± 2.7	36.8 ± 1.6	ns	ns	ns
脂肪酸組成						
C14:0 (%)	1.29 ± 0.06	1.19 ± 0.09	1.23 ± 0.07	ns	ns	ns
C16:0 (%)	25.38 ± 1.06	24.06 ± 1.82	24.79 ± 1.29	ns	ns	ns
C16:1 (%)	2.80 ± 0.36	2.60 ± 0.28	2.72 ± 0.23	ns	ns	ns
C18:0 (%)	15.22 ± 1.51	14.88 ± 1.35	16.09 ± 0.99	ns	ns	ns
C18:1 (%)	47.15 ± 0.66 ^A	44.36 ± 1.18 ^B	44.46 ± 0.65 ^B	**	ns	ns
C18:2 (%)	8.17 ± 2.45 ^b	12.92 ± 3.11 ^a	10.72 ± 2.58 ^{ab}	*	ns	ns
飽和 (%)	41.89 ± 2.28	40.07 ± 3.15	42.10 ± 2.09	ns	ns	ns
一価不飽和 (%)	49.94 ± 0.67 ^A	46.96 ± 1.27 ^B	47.18 ± 0.68 ^B	**	ns	ns
多価不飽和 (%)	8.17 ± 2.45 ^b	12.92 ± 3.11 ^a	10.72 ± 2.58 ^{ab}	*	ns	ns

※ 平均値±標準偏差 異符号間に有意差あり (大文字 p<0.01、小文字 p<0.05)
主効果 ** : p<0.01、* : p<0.05

示した (p<0.05)。その他の各測定項目は、飼料用米給与区と対照区に有意差はみられなかった。

4. 脂質成績

内層脂肪の融点および脂肪酸組成を表7に示した。内層脂肪の融点は、各区間に有意差はなく、35.8～37.3°Cの範囲で軟脂の傾向はみられなかった。脂肪酸組成では、玄米区のオレイン酸の含有割合が対照区およびモミ米区より高く (p<0.01)、オレイン酸を含む一価不飽和脂肪酸含量においても同様の傾向がみられた。リノール酸の含有割合は、モミ米区が玄米区よりも高い値を示した (p<0.05)。

考 察

千葉県で栽培された飼料用米について、肥育後期豚用飼料としての利用の可能性を検討するために、玄米の配合割合は実用化を考慮して、対照区のトウモロコシの50%代替した35%とし、モミ米の配合割合は、モミ米の消化率¹³⁾と肥育後期用飼料は粗脂肪含量5%以下が望ましいこと¹⁴⁾を考慮し15%として、玄米及びモミ米の給与が肥育豚の発育と生産物に及ぼす影響について調査を行った。発育成績において、対照区と飼料用米給与区に有意差が見られなかった。生産物に及ぼす影響では、玄米区の背脂肪色のL*値は、対照区よりも高い傾向を示し、本山ら¹⁵⁾の報告と一致し玄米給与により脂肪色が明るくなることが示唆された。脂肪酸組成は、新山ら⁷⁾や、勝俣ら⁸⁾の報告と同様に、玄米給与区においてオレイン酸割合の増加とリノール酸割合の減少がみられた。しかし、玄米区で見られた脂肪酸組成の変化は、モミ米区の背脂肪には見られなかった。その要因として、モミ米区の飼料にはTDNを高めるために大豆油を2%添加したことにより、オレイン酸、リノール酸ともに対照区飼料と差がないことが考えられる。これらの結果から、本試験では玄米とモミ米の配合割合が異なるため断定はできないが、生産物に米給与による特色を出すためには玄米の給与がより有効である可能性が示唆された。

今回の結果から、玄米とモミ米は適正な配合を行うことにより、飼料原料として利用が可能であると思われる

が、モミ米の栄養価や生産物への影響を考慮すると、肥育後期豚では玄米の利用が望ましいと考えられる。玄米給与では、玄米の配合割合の違いが脂質に及ぼす影響と豚肉の官能評価について、経済的試算も含め、検討する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 小林博史・柳川道夫 (1984)、埼玉試研報 22 : 71 - 77
- 2) 森 淳・長野鍊太郎 (1982)、九州農業研究 44 : 144
- 3) 長島洋三・千枝健一・糸賀悦郎 (1984)、栃木畜試研報 50 : 84 - 90
- 4) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構編 (2005)、日本飼養標準・豚 (2005年度版) 中央畜産会 : 41 - 42
- 5) 日本科学飼料協会 (1979)、モミ米報告書 : 1 - 71
- 6) 森山則夫・高橋寿道・原島昇彦・保科玖平・五十嵐真哉・藤井孝文 (1985)、新潟畜試研報 6 : 133 - 138
- 7) 新山栄一・尾崎学・前坪直人・水上暁美 (2003)、北信越畜産学会報 86 : 51 - 54
- 8) 勝俣昌也・佐々木啓介・齊藤真二・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)、日畜会報 80(1) : 63 - 69
- 9) Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957), J. Biol. Chem., 226: 497-509
- 10) 社団法人日本種豚登録協会、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、(株)ピアソンエデュケーション
- 13) 乾 昭志・園原邦治・小野寺道寛・宮原 強・加藤良忠 (1984)、千葉畜セ研報 8:19-24
- 14) 入江正和 (1996)、畜産の研究 51 : 19 - 24
- 15) 本山三知代・佐々木啓介・石田藍子・京谷隆侍・中島一喜・成田卓美・齊藤真二・澤田一彦 (2008)、日本畜産学会第109大会講演要旨 : 69