

## 黒毛和種去勢牛への中白糠, 米粉及び粉碎米給与が枝肉性状と 脂肪酸組成に及ぼす影響

吉田恵実\*・岩本英治\*・岡 章生\*\*

### 要 約

15 か月齢の黒毛和種去勢牛 28 頭を用い, 中白糠 3%区, 中白糠 6%区, 米粉区及び粉碎米区を設定し, トウモロコシの代替で濃厚飼料添加割合としてそれぞれ, 3, 6, 3 及び 3%を給与し, 発育, 飼料摂取量, 枝肉性状及び脂肪酸組成を比較した.

- 1 発育及び飼料摂取量は試験区間で差はみられなかった.
- 2 枝肉重量, 脂肪交雑, 脂肪色など枝肉性状は試験区間で差はみられなかった.
- 3 胸最長筋内脂肪, 筋間脂肪, 皮下脂肪及び腎臓脂肪の脂肪酸組成は試験区間で差はみられなかった.

以上のことから, 黒毛和種去勢牛に対する 15 か月齢からの中白糠, 米粉及び粉碎米の飼料添加は, 枝肉性状及び脂肪酸組成に影響を及ぼさないことが分かった.

### Effects of rice bran, rice flour, and crushed rice on carcass characteristics and fatty acid composition of carcass fat in Japanese Black Steers

Emi YOSHIDA, Eiji IWAMOTO, and Akio OKA

### Summary

We investigated the effects of supplementation of rice bran, rice flour, and crushed rice on growth performance, feed intake, carcass characteristics, and fatty acid composition of carcass fat in Japanese Black steers. Twenty-eight 15-month-old Japanese Black steers were assigned to five groups. The steers were fed a replacement of corn with 3% rice bran, 6% rice bran, 3% rice flour, or 3% crushed rice in concentrate.

- (1) There was no significant difference in body weight and feed intake among the five groups.
- (2) There was no significant difference in carcass characteristics among the five groups.
- (3) The fatty acid composition of fat in longissimus thoracis, intermuscular fat, subcutaneous fat, and perirenal fat did not differ among the five groups.

These results suggest that supplementation with rice bran, rice flour, and crushed rice feed does not affect carcass characteristics and the fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black steers.

キーワード：黒毛和種, 中白糠, 米粉, 粉碎米, 脂肪酸組成

---

平成 26 年 8 月 31 日受理

\*兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター

\*\*兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター



### (3) 血液成分

試験開始から2か月ごとに真空採血管を用いて、頸静脈から血液を採取した。血液は採取後直ちに保冷状態で持ち帰り、遠心分離し、得られた血漿を分析時まで $-40^{\circ}\text{C}$ で保存した。総蛋白質 (TP), 尿素窒素 (BUN), 総コレステロール (TCHO), グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT),  $\gamma$  グルタルトランスフェラーゼ (GGT), カルシウム (Ca) は血液自動分析装置 (富士ドライケム 5500, 富士フィルム) を用い, ビタミン A, ビタミン E,  $\beta$  カロチン は高速液体クロマトグラフ装置 (日立製作所) を用いて測定した。

### (4) 枝肉性状

枝肉性状は牛枝肉取引規格に従って日本格付協会が評価した値を用いた。

### (5) 脂肪酸組成

脂肪はと畜後4日目に第6,7肋間枝肉断面の後背筋上部の皮下脂肪, 菱形筋と胸最長筋の間の筋間脂肪, 胸最長筋内脂肪, 腎臓周囲の腎臓脂肪の4か所から採取した。採取した脂肪はサンプルチューブに入れた後, 分析まで $-30^{\circ}\text{C}$ で保存し, Okaら<sup>12)</sup>の方法に準じて測定した。脂肪酸組成はミリスチン酸 (C14:0), ミリストレイン酸 (C14:1), ペンタデカン酸 (C15:0), パルミチン酸 (C16:0), パルミトレイン酸 (C16:1), マルガリン酸 (C17:0), ヘプタデセン酸 (C17:1), ステアリン酸 (C18:0), C18:1, リノール酸 (C18:2), リノレン酸 (C18:3), アラキジン酸 (C20:0), エイコセン酸 (C20:1) のメチルエステル重量の総和を100としてそれぞれの脂肪酸メチルエステルの相対重量によって示した。また, SFAはC14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0及びC20:0の合計, MUFAはC14:1, C16:1, C17:1, C18:1及びC20:1の合計, 多価不飽和脂肪酸 (PUMA) はC18:2及びC18:3の合計とした。

### (6) 発育及び血液性状と MUFA 割合の関連性

発育及び血液性状とと畜時における各脂肪における MUFA 割合との関連性を調査した。

## 4 統計処理

統計処理は SAS の GLM プロシージャ<sup>15)</sup>を用いて, 有意性の検定を試験区間ごとに5%水準で行った。

## 結 果

### 1 発育成績

発育成績を表2に示す。体重及び DG は, いずれも有意な差ではなかった。体高及び胸囲についても各試験区間に有意な差はみられなかった。

### 2 飼料摂取量

飼料摂取量を表2に示す。飼料摂取量は粉碎米区が3280.7kgと最も多く, 米粉区が2946.5kgと最も摂取量が少なかったが, 試験区間で有意な差はみられなかった。

### 3 血液成分

肥育中期の粉碎米区の血中 BUN 濃度において, 他の試験区より高く推移したが, 有意な差はみられなかった。他の血液成分においても試験区間に有意な差はみられなかった。

### 4 枝肉性状

枝肉性状を表3に示す。枝肉重量, ロース芯面積, バラ厚, 脂肪交雑などの枝肉性状に差は見られなかった。肉色, 脂肪色についても各区ともに同等の成績であった。

### 5 脂肪酸組成

枝肉脂肪における脂肪酸組成を表4に示す。胸最長筋内脂肪の MUFA 割合は, 対照区 57.2%, 中白糠3%区 56.6%, 中白糠6%区 55.8%, 米粉区 57.0%, 粉碎米区 56.3%で, 試験区間で有意な差は見られなかった。筋間脂肪, 皮下脂肪及び腎臓脂肪においても試験区間で有意な差はみられなかった。

### 6 MUFA 割合と発育及び血液性状の関係

MUFA 割合と発育との関係では, 肥育中期 (15~22か月齢) の1日あたりの増体量との間に正の相関 ( $r = 0.54$ ) がみられた (図1)。

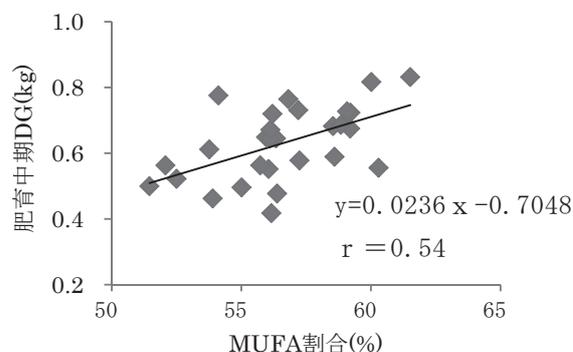


図1 MUFA 割合と DG との関係

表2 発育成績及び飼料摂取量

項目	対照区	中白糠3%区	中白糠6%区	米粉区	粉碎米区
体重(kg)					
開始時	391.0±9.9	382.6±11.2	380.6±6.2	372.8±16.2	377.0±12.6
終了時	667.0±59.1	655.0±34.1	645.0±51.5	615.4±70.6	663.0±70.4
体高(cm)					
開始時	127.8±1.2	128.5±1.8	128.1±1.3	126.5±1.4	127.4±3.2
終了時	142.6±2.1	143.5±4.1	143.4±1.1	142.1±2.4	144.3±3.9
胸囲(cm)					
開始時	169.4±2.1	170.6±0.9	169.8±1.5	168.2±2.6	167.3±1.7
終了時	218.8±4.7	219.6±4.8	217.8±7.2	214.0±9.6	217.8±8.5
DG(kg)					
中期	0.65±0.12	0.64±0.09	0.67±0.12	0.64±0.13	0.58±0.13
後期	0.56±0.10	0.53±0.10	0.56±0.16	0.43±0.16	0.61±0.17
合計	0.60±0.11	0.59±0.08	0.61±0.12	0.54±0.14	0.60±0.14
濃厚飼料摂取量(kg)	3166.5±208.5	3126.8±164.4	3063.9±269.9	2946.5±216.5	3280.7±226.0

※平均値±標準偏差

表3 枝肉性状

項目	対照区	中白糠3%区	中白糠6%区	米粉区	粉碎米区
枝肉重量(kg)	388.2±36.5	389.3±20.4	392.8±36.0	370.8±44.3	388.0±52.3
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )	48.0±6.2	48.2±1.5	46.2±6.0	43.4±10.8	49.0±7.4
バラ厚(cm)	5.8±0.7	6.2±0.5	6.3±0.6	6.0±0.5	6.1±0.5
皮下脂肪厚(cm)	2.2±0.6	2.7±0.3	2.2±0.7	2.5±0.5	1.6±0.5
歩留基準値	72.8±1.2	72.6±0.5	72.7±1.2	72.2±1.6	73.5±0.7
脂肪交雑(No.)	5.3±1.4	5.8±1.5	5.8±1.6	5.6±1.8	5.2±1.1
肉色	4.0±0.0	4.0±0.6	3.8±0.4	4.0±0.0	3.8±0.4
脂肪色	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0	3.0±0.0

※平均値±標準偏差

表4 枝肉脂肪の脂肪酸組成 (%)

項目	対照区	中白糠3%区	中白糠6%区	米粉区	粉碎米区
皮下脂肪					
C16:0	23.8±1.5	23.4±0.9	24.0±1.1	24.2±1.4	23.9±1.7
C16:1	7.9±0.4	7.5±1.2	7.2±0.9	7.6±0.7	7.6±1.0
C18:0	6.2±0.6	6.7±1.3	6.5±0.8	6.1±0.7	6.7±0.4
C18:1	53.0±1.6	53.5±1.7	53.5±1.3	52.5±2.0	53.1±2.9
C18:2	1.8±0.2	1.9±0.4	1.9±0.4	2.1±0.4	1.7±0.4
MUFA	64.5±1.5	64.4±2.5	64.1±1.4	63.8±2.1	64.0±2.0
PUFA	1.9±0.2	1.9±0.4	2.0±0.4	2.2±0.4	1.7±0.4
SFA	33.6±1.4	33.7±2.4	33.9±1.5	34.0±1.8	34.2±2.0
筋間脂肪					
C16:0	22.5±2.5	23.3±0.8	23.9±2.8	22.8±2.3	24.2±1.3
C16:1	5.1±0.7	5.2±0.9	5.4±1.0	5.6±0.7	4.9±0.8
C18:0	10.0±1.6	9.8±1.6	9.1±1.4	8.8±1.3	10.8±1.9
C18:1	54.7±2.9	53.8±0.8	53.7±3.6	54.7±2.9	52.5±2.3
C18:2	1.6±0.2	1.7±0.4	1.8±0.2	1.9±0.3	1.6±0.3
MUFA	62.4±3.5	61.6±1.8	61.8±4.0	63.0±2.6	59.8±3.1
PUFA	1.7±0.2	1.8±0.4	1.8±0.2	2.0±0.4	1.6±0.3
SFA	35.9±3.5	36.7±1.9	36.4±4.0	35.0±2.4	38.6±3.2
胸最長筋内脂肪					
C16:0	26.5±2.0	26.5±1.0	27.8±1.5	27.2±2.0	26.5±1.0
C16:1	4.3±0.6	4.1±0.5	4.1±0.5	4.5±0.4	4.0±0.5
C18:0	11.0±1.7	11.4±1.4	10.8±1.1	10.2±0.9	11.9±2.3
C18:1	50.9±2.9	50.5±1.2	49.7±2.3	50.3±2.3	50.5±2.5
C18:2	1.6±0.2	1.6±0.4	1.7±0.2	1.8±0.3	1.5±0.3
MUFA	57.2±3.5	56.6±1.6	55.8±2.5	57.0±2.3	56.3±3.1
PUFA	1.6±0.2	1.7±0.4	1.7±0.2	1.8±0.4	1.5±0.3
SFA	41.2±3.4	41.7±1.7	42.5±2.4	41.2±2.1	42.1±3.2
腎臓脂肪					
C16:0	24.5±3.2	25.2±1.6	25.7±2.2	24.8±3.8	25.8±3.1
C16:1	2.8±0.5	2.3±0.6	2.0±0.6	2.7±0.7	1.8±0.5
C18:0	17.6±2.3	19.5±2.0	18.6±2.6	16.6±1.8	20.5±2.6
C18:1	48.3±5.1	46.3±3.1	46.8±3.9	48.6±4.8	45.4±5.1
C18:2	1.5±0.3	1.7±0.5	1.7±0.4	1.7±0.4	1.5±0.3
MUFA	52.6±5.7	49.8±3.7	50.2±4.5	53.0±4.9	48.4±5.7
PUFA	1.6±0.3	1.8±0.5	1.8±0.4	1.8±0.4	1.6±0.4
SFA	45.8±5.5	48.4±3.6	48.0±4.5	45.2±4.6	50.0±6.0

※平均値±標準偏差

MUFA 割合と血液性状との関係では、MUFA 割合と 23 か月齢時の血中ビタミン A 濃度の間には正の相関 ( $r = 0.36$ ) がみられた (図 2)。MUFA 割合と 17~29 か月齢時の血中 Ca 濃度の間には正の相関がみられた (表 5)。

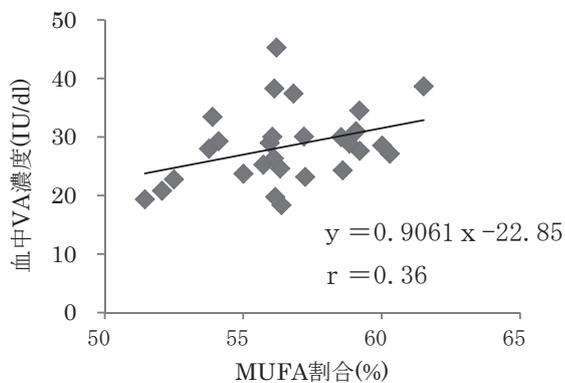


図 2 MUFA 割合と VA 濃度との関係

表 5 血中 Ca 濃度と MUFA 割合との相関係数

月齢	胸最長筋内脂肪			
	皮下脂肪	筋間脂肪	腎臓脂肪	
15	0.10	0.38	0.12	0.38
17	0.58	0.35	0.33	0.17
19	0.16	0.43	0.37	0.42
21	0.10	0.31	0.36	0.35
23	0.15	0.43	0.45	0.41
25	0.29	0.30	0.42	0.41
27	0.39	0.41	0.45	0.39
29	0.36	0.34	0.43	0.34

## 考 察

本試験では、牛肉脂質の改善効果を期待して、15 か月齢から中白糖、米粉及び粉碎米をトウモロコシと代替し、給与したが脂質への影響はみられなかった。

浅田ら<sup>1)</sup>は11 か月齢以降の黒毛和種去勢牛に米糠を 8%給与すると C18:1 及び MUFA 割合が増加し、橋元ら<sup>3)</sup>は肥育後期に米糠を 8%給与すると、C18:1 割合は高まらなかったが MUFA 割合は高い傾向にあったと報告している。また、浅田ら<sup>1)</sup>は給与飼料が蓄積脂肪に影響を及ぼすためには一定の期間と給与量が重要であり、米糠を 8%添加する場合は 12 か月間必要と報告している。本試験では中白糖 6%を 12 か月間より長い 15 か月間給与したが、蓄積脂肪には影

響を及ぼさなかった。中白糖給与により脂質改善効果を求める場合は、6%以上の給与量が必要である可能性が示唆された。

肥育後期の黒毛和種去勢牛に米糠 8%添加した濃厚飼料を給与しても、発育、飼料摂取量及び枝肉成績に影響を及ぼさないこと<sup>3)</sup>、肥育中期以降に粉碎玄米 10%含む飼料を給与しても、発育、飼料摂取量及び枝肉成績に影響を及ぼさないことが報告されているが<sup>7)</sup>、本研究においても、発育、飼料摂取量、枝肉成績に影響を及ぼさず、これまでの報告と一致した。

発育及び血液性状と MUFA 割合の関係を検討したところ、MUFA 割合は肥育中期の発育、血中ビタミン A 濃度及び Ca 濃度と正の関係を示した。ビタミン A は不飽和脂肪酸合成の律速段階を触媒する酵素である stearoyl-CoA desaturase (以下、SCD) 遺伝子の発現に関与しており、ビタミン A を制限すると SCD 活性に変化が起こり、MUFA 割合が低下する可能性があるとの報告がある<sup>16)</sup>。肉用牛においては肉質向上を目的として、肥育中期にビタミン A を制限した給与体系<sup>11)</sup>が取られていることが多いが、過度のビタミン A 制限は発育性を損なうだけでなく、脂肪の質への影響も及ぼす可能性が示唆された。

また、不飽和脂肪酸の合成に関与する酵素活性と Ca との関係は明らかになっていないが、本試験において MUFA 割合と血中 Ca 濃度との関係が示唆されたことから、今後調査する必要があると思われる。

脂肪酸組成は、SCD、脂肪酸合成酵素、転写因子である SREBP-1 の遺伝子型の違いによる影響を受ける。これらの遺伝子型の違いによりオレイン酸における全遺伝分散の 20%以上が説明できるという報告<sup>9)</sup>がされていることから、MUFA 割合を高めるには遺伝的な取組も重要であると考えられる。

## 謝 辞

給与飼料の調整にご協力頂いた、株式会社西日本くみあい飼料の皆様に感謝します。

## 引用文献

- (1) 浅田勉・角田成幸 (2010) : 米ぬか給与が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 (第 2 報) : 群馬県畜試研報 17, 19-35

- (2) Dryden , F.D. and J. A. Marchello(1970) : Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles : J. Anim. Sci. 31, 36-41
- (3) 橋元大介・岩元禎・川口雅彦・中西良孝(2013) : 黒毛和種去勢牛の肥育後期における米ぬかまたは脂肪酸カルシウム添加飼料の給与が産肉性, 食肉の理化学特性ならびに官能特性に及ぼす影響 : 日本暖地畜産学会報 56, 151-157
- (4) 岩本英治・岡章生(2006) : 脱脂米糠添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 : 兵庫農技研報 (畜産) 42, 7-10
- (5) 片岡博行・岡本雄太・平本圭二 (2008) : 食味形質の遺伝的解析による美味しい牛肉生産に関する研究(第2報):岡山総畜セ研報 17, 33-38
- (6) 小林正和・石崎重信(2011) : 肥育後期における生米ぬか及び脂肪酸カルシウムの給与が黒毛和種去勢牛の肉質に及ぼす影響:千葉畜セ研報 11, 77-80
- (7) 北川貴志・山路泰介・飯田文子・谷浩・藤田雅彦・福井英彦(2013) : 黒毛和種去勢牛の肥育において玄米の肥育中期以降の給与が産肉性と肉質に及ぼす影響 : 肉用牛研究会報 95, 6-12
- (8) 三橋忠由・三津本充・山下良弘・小沢忍(1988) : 黒毛和種去勢牛の発育にともなう蓄積脂肪の融点と脂肪酸組成の変化:中国農研報 2, 43-51
- (9) Matsushashi T, Maruyama S, Uemoto Y, Kobayashi N, Mannen H, Abe Sakaguchi T, Kobayashi E, Sakaguchi S, Kobayashi E(2010) : Effects of FASN, SCD, SREBP1 and GH gene polymorphisms on fatty acid composition and carcass traits in Japanese Black cattle : J. Anim. Sci. published online. 17
- (10) Melton , S.L. , M. Amiri , G.W. Davis , and W.R. Backus(1982) : Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-grain-and grain-finished steers : J. Anim. Sci. 55, 77-87
- (11) Oka A, Maruo Y, Miki T, Yasmasaki T, Saito T(1998) : Influence of Vitamin A on the Quality of Beef from the Tajima Strain of Japanese Black Cattle : Meat Science 48, 159-167
- (12) Oka A, Iwaki F, Dohgo T, Ohtagaki S, Noda M, Shiozaki T, Endoh O, Ozaki M(2002) : Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers : J. Anim. Sci. 80, 1005-1011
- (13) 岡章生・岩木史之・道後泰治・太田垣進(2002) : 但馬牛の胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成:兵庫農技研報 (畜産) 38, 17- 23
- (14) 大谷喜永, 増子孝則, 小原嘉昭, 佐藤幹(2012) : 肥育牛における筋肉中の脂肪酸組成と脂肪酸合成関連遺伝子発現に対するビオチンおよびトレハロース給与の効果 : 栄養生理研究会 56(2), 69-77
- (15) SAS 出版局(1993) : SAS/STAT ソフトウェアユーザーズガイド Version6 First Edition (株式会社サスインスティテュートジャパン), 569-666
- (16) S. B. Smith, H. Kawachi, C. B. Choi, C. W. Choi, G. Wu, and J. E. Sawyer (2009) : Cellular regulation of bovine intramuscular adipose tissue development and composition : J. Anim. Sci. 87, 72-82
- (17) 庄司則章(2009) : 黒毛和種雌肥育牛における濃厚飼料, 血漿, 筋肉内脂肪の脂肪酸組成の関連 : 山形県農業研報 1, 87-91
- (18) 横田祥子・杉田春奈・大友良彦・須田義人・鈴木啓一(2011) : 黒毛和種牛肉における脂肪酸組成と枝肉形質および肉質形質との遺伝的関係 : 東北畜産学会報 60(3) , 80-85