大麦代替としての玄米給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

北川貴志¹・谷 浩¹・山路泰介²・藤田雅彦¹・福井英彦²

¹ 滋賀県畜産技術振興センター，滋賀県蒲生郡日野町 529-1651

² 滋賀県家畜保健衛生所，近江八幡市 523-0813

(2014. 5. 13 受付, 2014. 8. 29 受理)

要 約 黒毛和種去勢牛延べ 24 頭を用いて、大麦代替としての玄米の給与が産肉性に及ぼす影響を調べた。試験区には玄米を対照区の飼料の大麦の一部代替として肥育全期間 10%給与区 (RB10 区)、15% 給与区 (RB15 区)、また、大麦の全量代替として前期 18%、中後期 30% 給与区 (RB18-30 区) の 3 試験区を設定した。各試験区は対照区の TDN と CP がほぼ同等になるようにトウモロコシの配合割合を減らすなどの調整をした。増体にはいずれの試験区も影響はなかった。飼料摂取量は RB18-30 区でのみ濃厚飼料摂取量と推定 TDN 摂取量が有意に多かった ($P < 0.05$)。血中ビタミン A 濃度は RB10 区に影響はなかったが、RB15 区と RB18-30 区は対照区より有意に低い値となる時期があった ($P < 0.01$)。枝肉成績は RB10 区と RB15 区に影響はなかったが、RB18-30 区では枝肉重量とバラの厚さが対照区より有意に大きくなった ($P < 0.05$)。胸最長筋の脂肪酸組成にはいずれの区も影響はなかった。玄米は大麦の代替としても黒毛和種牛肥育の飼料に使用できると考えられた。

日本畜産学会報 85 (4), 487-493, 2014

わが国の総合食料自給率の低下などを背景に 2010 年に国が策定した「食料・農業・農村基本計画」では、2020 年度の総合食料自給率目標をカロリーベースで 50% とし、畜産物については飼料自給率の向上の取り組みが重要としている (農林水産省 2010)。また、近年の飼料穀物価格の高騰は輸入穀物飼料に依存した畜産経営を圧迫しており、飼料自給率の向上は畜産経営において重要な課題となっている。

一方、国産飼料である飼料用米は、2010 年より開始された農業者戸別所得補償制度により、近年、生産量が大幅に伸び続けている (農林水産省 2012)。また、2013 年に国は、1970 年より続けてきた米の生産調整については 2017 年度を目標に廃止するよう取り組む方針を決定し (農林水産省 2014)、さらに、2014 年度からは飼料用米などの戦略作物の作付を推進する政策展開が拡充され、今後も飼料用米の生産量は拡大するものと考えられる。飼料用米の家畜への給与方法の開発と普及は、今後の飼料自給率の向上に大きく貢献することが期待でき、食料自給率の向上や畜産経営の安定化、さらには耕畜連携の強化や休耕田の利用などによる水田の有効利用にも貢献するものと考えられる。

飼料用米のなかでも、玄米は可消化養分総量 (TDN) と粗タンパク質 (CP) がトウモロコシに近い (農業・食品産業技術総合研究機構 2009a) ことから輸入トウモロ

コシと同等の栄養価として注目されており、黒毛和種牛への給与については、学術的な報告 (高橋ら 2003; 神谷ら 2010; 北川ら 2013, 2014) は少ないが、近年、多くの研究機関でトウモロコシ代替や濃厚飼料全体との代替を目的とした飼料用米の給与試験が行われている。しかし、五訂増補日本食品標準成分表 (文部科学省 科学技術 学術審議会 資源調査分科会 2005) では玄米に含まれる β -カロテンは 0.01 mg/kg であるのに対し、日本標準飼料成分表 (農業・食品産業技術総合研究機構 2009a) では乾物中のトウモロコシ圧片とトウモロコシフレークに含まれる β -カロテンはそれぞれ 5 mg/kg と 0.5 mg/kg となっており、トウモロコシやビタミン A が添加されている配合飼料を玄米と代替すると濃厚飼料中の β -カロテンやビタミン A 含量が減少し、血中ビタミン A 濃度が低下する可能性が考えられる。

一方、トウモロコシと共に濃厚飼料の主要な原料である大麦については、栄養価は玄米より TDN が低く、CP は高い (農業・食品産業技術総合研究機構 2009a) もの、大きく異なるものではなく、また、玄米の第一胃内での乾物、デンプンおよび CP の消失パラメーターや有効分解率は、トウモロコシよりも大麦に近いという報告がある (永西ら 2000)。また、 β -カロテン含量が少ない大麦と玄米を代替することで飼料中の β -カロテン含量に影響を与えず、ビタミン A を制限する肥育体系でも血中ビタミン A

連絡者：北川貴志 (fax : 0748-53-2434, e-mail : kitagawa-takashi@pref.shiga.lg.jp)

濃度に影響なく飼養できる可能性がある。筆者らはこれら
のことに着目し、黒毛和種雌牛肥育において肥育中期以降
の飼料に圧片大麦の一部代替として玄米を 10% 給与した
ところ、増体量や枝肉成績に影響がなく、また、肥育期間
を通じて血中ビタミン A 濃度に影響がないことを報告し
た(北川ら 2014)。また、高橋ら(2003)は黒毛和種去
勢牛の肥育後期に圧片大麦の代替として 30% の玄米を給
与しても枝肉成績に影響がないことを報告している。これ
らのことより、黒毛和種牛肥育において玄米は大麦代替と
しても活用できると考えられるが、肥育全期間における給
与による産肉性への影響は検討されていない。

本試験では、黒毛和種去勢牛肥育において、大麦代替と
して玄米を最大限に活用することを目的に、玄米を大麦の
一部代替として肥育全期間に 10%、15% 給与した場合、
および大麦の全量代替として肥育前期に 18%、肥育中後
期に 30% 給与した場合の産肉性と肉質への影響について
調査した。

材料および方法

1. 供試牛と試験区分

滋賀県畜産技術振興センターで生産された黒毛和種去勢
牛延べ 24 頭を用い、各試験に対照区 4 頭、試験区 4 頭の
計 8 頭を供試する 3 つの試験を行った。試験 1 では対照
区(10.0 ± 0.6 カ月齢)と、対照区の飼料の大麦の一部
代替として 10% の玄米を含む飼料を給与する RB10 区
(10.2 ± 0.4 カ月齢)を設けて、前期 16 週、中後期 66
週の計 82 週間の約 29 カ月齢まで飼養試験を実施した。
また、試験 2 では対照区(10.4 ± 0.4 カ月齢)と、対照
区の飼料の大麦の一部代替として 15% の玄米を含む飼料

を給与する RB15 区(10.2 ± 0.4 カ月齢)を設けて、前
期 16 週、中後期 67 週の計 83 週間の約 29 カ月齢まで飼
養試験を実施した。試験 3 では対照区(9.4 ± 0.7 カ月齢)
と、対照区の飼料の大麦の全量代替として前期は 18%、
中後期 30% の玄米を含む飼料を給与する RB18-30 区
(9.8 ± 0.6 カ月齢)を設けて、前期 16 週、中後期 70 週
の計 86 週間の約 29 カ月齢まで飼養試験を実施した。各
試験の飼料は日本標準飼料成分表(農業・食品産業技術総
合研究機構 2009a)の数値を用い、また、試験区と対照
区の TDN と CP がほぼ同等になるように一般フスマと大
麦、またはトウモロコシの配合量を調整した。なお、配合
飼料に配合する玄米には複数の食用米品種を使用した。ま
た、玄米を反すう家畜に給与する際には、デンプンの利用
効率を高めるために破砕などの加工処理を施す必要がある
ため(原 2010)、玄米は破砕機により破砕処理を施して
から配合した。

2. 飼養管理

供試牛は群飼育とした。濃厚飼料の給与量は前期では段
階的に増加させ、中期以降は飽食状態とした。粗飼料は前
期にはチモシー、ヘイキューブおよび稲わら、中後期は稲
わらのみを給与した。試験 1 と 3 は自動開閉ドア(ドア
フィーダー)により飼料を個体別に給与し、毎日残飼を秤
量して飼料摂取量を算出した。飼料は 1 日 2 回給与し、
飲水と固形塩の摂取は自由とした。また、血中のビタミン
A 濃度をコントロールするために 1 回 30 ~ 50 万 IU の
ビタミン A 剤を試験 1 では約 21 カ月齢以降、試験 2 で
は約 22 カ月齢以降、試験 3 では約 21 カ月齢以降に適宜、
対照区と試験区に等量を同日に注射した。各試験の実施期
間は、試験 1 は 2011 年 8 月 10 日から 2013 年 3 月 6 日

Table 1 Ingredients and chemical composition of experimental diets

	First stage				Middle and final stage			
	Control	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Control	Exp.1	Exp.2	Exp.3
		RB10	RB15	RB18-30		RB10	RB15	RB18-30
Concentrate (% DM)								
Brown rice	—	10	15	18	—	10	15	30
Rolled barley	10	—	—	—	10	—	—	—
Cracked barley	8	4	3	—	20	16	15	—
Rolled corn	20	20	14	14	20	20	14	10
Cracked corn	8	8	8	8	19	19	19	19
Corn gluten feed	6	6	6	6	4	4	4	4
Wheat bran	29	33	35	35	17	21	23	27
Soybean hulls	6	6	6	6	6	6	6	6
Soybean meal	12	12	12	12	4	4	4	4
Vitamin mineral premix	1	1	1	1	—	—	—	—
Chemical composition								
TDN (% DM)	81.2	81.8	81.5	81.8	84.5	85.1	84.8	85.5
CP (% DM)	18.3	18.3	18.4	18.3	14.1	14.1	14.2	14.1

DM = dry Matter ; CP = crude protein ; TDN = total digestible nutrients

まで、試験 2 は 2012 年 2 月 22 日から 2013 年 9 月 25 日まで、そして、試験 3 は 2012 年 5 月 23 日から 2014 年 1 月 15 日までとした。試験終了後、供試牛は屠畜解体され、公益社団法人日本食肉格付協会により枝肉格付が実施された。

3. 血中ビタミン A 濃度

飼養試験中に血液を採取し、分離した血漿を試料としてレチノール（ビタミン A）を高速液体クロマトグラフィー（FP-2025Plus, AS-2051Plus ;日本分光, 東京, または, L-7110 ;日立, 東京）で測定した。

4. 牛肉の理化学分析

屠畜後 4 日目に左枝肉第 6-7 肋間断面（枝肉格付部位）の胸最長筋および筋間脂肪の色調値（ L^* , a^* , b^* ）を簡易型分光色差計（NF-333 ;日本電色工業, 東京）で測定した。また、同測定部位より胸最長筋を採取し、水分含量、粗脂肪含量および脂肪酸組成を測定するために -30°C で分析まで凍結保存した。水分含量および粗脂肪含量は定法（家畜改良センター 2010）に準じて、また、脂肪酸組成は O'Keefe ら（1968）の方法に準じて脂肪酸のメチルエステル化後、ガスクロマトグラフィー（GC-14A ;島津製作所, 京都）により測定し、ミリスチン酸（C14 : 0）、ミリストレイン酸（C14 : 1）、パルミチン酸（C16 : 0）、パルミトレイン酸（C16 : 1）、ステアリン酸（C18 : 0）、オレイン酸（C18 : 1）、リノール酸（C18 : 2）を同定し百分率で表した。

5. 統計処理

統計解析は各試験において、対照区と試験区の測定値における平均値の差を SPSS 22.0 (IBM 2013) を用いて t 検定により検定した。すべての場合において、有意差は $P < 0.05$ とした。

動物に対する取り扱い「産業動物の飼養及び保管に関する基準（総理府告示 1978 年 10 月）」に従った。

結果および考察

供試牛の増体量、飼料摂取量および飼養成績を表 2 に

示した。体重および 1 日平均増体量は RB10 区、RB15 区および RB18-30 区のいずれにおいてもそれぞれの対照区との間に有意な差は認められなかった。一方、RB10 区では濃厚飼料摂取量（原物）、粗飼料摂取量（原物）、推定 TDN 摂取量および推定 TDN 要求率はそれぞれの対照区と有意差は認められなかったが、RB18-30 区では対照区より濃厚飼料摂取量と推定 TDN 摂取量が有意に多くなり、粗飼料摂取量（原物）と推定 TDN 要求率には有意な差はなかった。筆者らは黒毛和種雌牛肥育において肥育中期以降の飼料に圧片大麦の一部代替として玄米を 10% 給与したところ、飼料摂取量には影響なかったことを報告した（北川ら 2014）。一方、高橋ら（2003）は出荷前の 6 ヶ月間、圧片大麦の代替として玄米を 15% または 30% 給与した場合、濃厚飼料摂取量は対照区と有意な差はないが、やや低い傾向があったと報告されている。本試験の試験 3 においては、前期（9 ~ 12 ヶ月齢）、中期（13 ~ 19 ヶ月齢）および後期（20 ~ 29 ヶ月齢）の濃厚飼料摂取量はそれぞれ、対照区は $803.8 \pm 28.2 \text{ kg}$, $1644.9 \pm 63.7 \text{ kg}$, $2594.8 \pm 138.7 \text{ kg}$, RB18-30 区は $827.5 \pm 33.1 \text{ kg}$, $1897.9 \pm 69.6 \text{ kg}$, $2919.2 \pm 184.0 \text{ kg}$ であり、濃厚飼料の給与量を制限していた前期に有意な差はないが、中期と後期は RB18-30 区の方が対照区より有意に多かった（ $P < 0.01$, $P < 0.05$ ）。大麦代替としての玄米の給与の開始時期と給与量により、濃厚飼料摂取量に対する影響は異なる可能性がある。

図 1 に各試験における血中ビタミン A 濃度の変化を示した。RB10 区はビタミン A 濃度に対照区と有意な差は認められなかった。一方、RB15 区では 16, 18, 25 および 28 ヶ月齢で対照区より有意に低い値となり、さらに 20 ヶ月齢でも対照区より低い傾向であった（ $P = 0.052$ ）。また、RB18-30 区でも 17 ヶ月齢で対照区より有意に低い値となった。肥育牛の血中ビタミン A 濃度の変化は、飼料由来の β カロテンおよびビタミン A の摂取量と増体に伴うビタミン A 要求量の変化が大きく影響すると思われる。筆者らはトウモロコシ代替として 10% の玄米を

Table 2 Effects of brown rice as a replacement for barley feeding on growth performance of Japanese Black steers

	Exp.1		Exp.2		Exp.3	
	Control	RB10	Control	RB15	Control	RB18-30
Body weight (kg)						
Initial	330.5 ± 17.1	327.5 ± 15.0	302.5 ± 31.1	309.0 ± 18.0	301.8 ± 23.9	316.5 ± 11.7
Final	783.0 ± 70.0	773.5 ± 34.9	753.0 ± 41.7	787.0 ± 31.4	743.5 ± 31.7	778.0 ± 23.0
Daily weight gain (kg)	0.79 ± 0.10	0.78 ± 0.07	0.78 ± 0.06	0.82 ± 0.04	0.73 ± 0.03	0.77 ± 0.04
Feed intake (kg)						
Concentrate	4859.7 ± 361.5	4893.0 ± 271.2	—	—	$5043.5 \pm 184.4^{\text{A}}$	$5644.6 \pm 250.3^{\text{B}}$
Roughage	743.3 ± 61.2	756.6 ± 47.5	—	—	698.6 ± 119.6	727.0 ± 33.7
TDN	3875.2 ± 290.2	3909.0 ± 207.7	—	—	$3987.9 \pm 128.3^{\text{A}}$	$4442.0 \pm 195.0^{\text{B}}$
TDN requirements	8.6 ± 0.5	8.8 ± 0.6	—	—	9.0 ± 0.5	9.6 ± 0.5

Mean $\pm$ SD ; A, B : $P < 0.01$; TDN = total digestible nutrients

Figure 1 Effects of brown rice as a replacement for barley feeding on concentrations of serum vitamin A of Japanese Black steers.

Open arrows, broken arrows and filled arrows show injections of 300,000 IU, 450,000 IU and 500,000 IU vitamin A per head, respectively. Values are mean $\pm$ sd. Comparison was made between two groups in the same time (**: $P < 0.01$).

給与した場合、血中ビタミン A 濃度を経時的に低下させている途中の 18 ヶ月齢でのみ、血中ビタミン A 濃度が対照区より有意に低下したが、その他の時期では有意差はなく、試験終了時の体重は対照区 797.6 ± 58.0 kg、試験区 752.4 ± 29.4 kg で有意な差はなかったことを報告した (北川ら 2013)。また、飼料中のトウモロコシの配合量を減らさないように 10% の玄米を大麦と代替して給与した場合には血中ビタミン A 濃度には影響なく、試験終了時の体重は対照区 718.8 ± 45.7 kg、試験区 709.2 ± 48.2 kg で有意な差はなかったことも報告している (北川ら 2014)。本試験では、RB15 区と RB18-30 区は大麦の代替として玄米を配合しているものの、TDN と CP を調整するためにトウモロコシの配合量を減らしたため、飼料中の β -カロテン含量は減少していると考えられる。また、RB18-30 区については対照区より濃厚飼料摂取量を多く摂取したことが β -カロテンの摂取量に影響した可能性や、試験終了時の体重は有意差がない ($P = 0.129$) ものの対照区より大きかったことがビタミン A の要求量に影響した可能性も考えられる。本試験においてこれら 1 つ 1 つの要因が血中ビタミン A 濃度にどれくらい影響したかは不明であり、玄米給与による β -カロテンの摂取量やその要求量の変化が血中ビタミン A 濃度に及ぼす影響についてはデータの蓄積が必要であるが、玄米を給与する場合には血中のビタミン A 濃度への影響に留意する必要があると考えられる。

表 3 に枝肉成績、胸最長筋と筋間脂肪の色調および胸最長筋の水分含量と粗脂肪含量を示した。これらの項目について、RB10 区および RB15 区に対照区と有意な差はなかった。一方、RB18-30 区では枝肉重量とバラの厚さが対照区より有意に大きく、また、皮下脂肪も厚い傾向があった ($P = 0.074$)。濃厚飼料摂取量と枝肉成績の関係について、村元ら (2002) は黒毛和種去勢牛肥育において、肥育全期間の濃厚飼料給与量を体重の 1% に相当する量まで制限させた場合 (粗飼料区) と濃厚飼料を自由採食さ

せた場合 (濃厚飼料区) の枝肉成績を比較した結果、濃厚飼料摂取量の多かった濃厚飼料区の枝肉重量とバラの厚さが粗飼料区より有意に大きく、また、皮下脂肪も厚い傾向となり、ロース芯面積と歩留基準値には有意な差はなかったと報告している。本試験とは異なる条件の試験ではあるが、濃厚飼料を多く摂取することで枝肉重量とバラの厚さ大きくなり、また、皮下脂肪は厚くなる傾向となり、ロース芯面積と歩留基準値に影響はなかったことは一致している。また、筋間脂肪の色調は、RB10 区と RB15 区には影響はなかったが、RB18-30 区では a^* 値が有意に対照区より低くなった。配合飼料内容の違いが牛肉の脂肪色に与える影響については、Boles ら (2004) は、出荷前の仕上げ期の大麦給与はトウモロコシ給与よりも皮下脂肪の色調の b^* 値が低下する傾向があることを報告している。また、脂肪の色素は、飼料から移行したカロテンが主体であり、麦やイモなどのカロテン含量の低い飼料を給与した場合は白い脂肪となるが、トウモロコシ給与では若干黄色くなると考えられている (農業・食品産業技術総合研究機構 2009b)。一方、玄米給与による脂肪色への影響について、筆者らは、黒毛和種去勢牛肥育において肥育中期以降に圧片トウモロコシの代替として玄米を 10% 給与した場合と、黒毛和種雌牛肥育において肥育中期以降に圧片大麦の一部代替として玄米を 10% 給与した場合には筋間脂肪の色調に影響はなかったことを報告 (北川ら 2013, 2014) している。本試験での筋間脂肪色への影響は、RB18-30 区でのみ a^* 値が対照区より有意に低い値であったが、枝肉格付の成績における BFS No. は対照区と同じ評価であった。大麦代替としての玄米の給与量により脂肪色への影響は異なる可能性はあるが、脂肪の白色度や黄色度には影響なく、また、枝肉格付の成績には影響しないと考えられる。以上より、大麦代替としての玄米の給与は 15% までは枝肉成績には影響せず、大麦と全量代替した給与では枝肉重量とバラの厚さが向上する可能性が考えられた。

Table 3 Effects of brown rice as a replacement for barley feeding on carcass traits of Japanese Black steers

	Exp.1		Exp.2		Exp.3	
	Control	RB10	Control	RB15	Control	RB18-30
Carcass						
Carcass weight (kg)	523.0 ± 50.1	529.1 ± 25.8	494.0 ± 31.5	504.6 ± 21.8	486.9 ± 8.3 ^a	512.7 ± 14.8 ^b
Rib eye area (cm ²)	60.8 ± 7.4	66.3 ± 8.3	54.5 ± 7.0	59.5 ± 9.3	56.0 ± 5.7	54.3 ± 8.7
Rib thickness (cm)	8.0 ± 0.5	8.3 ± 0.6	8.5 ± 0.0	8.2 ± 0.9	7.9 ± 0.4 ^a	8.6 ± 0.2 ^b
Subcutaneous fat thickness (cm)	3.7 ± 0.6	3.5 ± 0.3	3.2 ± 0.7	2.8 ± 0.5	2.8 ± 0.4	3.7 ± 0.7
Yield score	72.8 ± 0.5	73.8 ± 1.1	72.9 ± 0.6	73.9 ± 1.5	73.4 ± 0.3	72.4 ± 1.2
BMS No.	5.5 ± 0.6	6.0 ± 1.4	5.3 ± 1.0	6.0 ± 1.4	4.8 ± 1.0	5.5 ± 0.6
BCS No.	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0
BFS No.	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0
Color of LT						
L* value	49.0 ± 2.5	50.9 ± 2.0	46.9 ± 5.4	49.9 ± 2.4	47.9 ± 2.1	46.9 ± 4.4
a* value	20.7 ± 2.0	18.1 ± 1.9	20.9 ± 0.7	19.8 ± 1.1	21.4 ± 2.0	22.0 ± 2.9
b* value	17.1 ± 1.5	16.7 ± 0.6	17.2 ± 0.9	16.8 ± 0.2	17.7 ± 0.6	17.2 ± 0.9
Color of intermuscular fat						
L* value	82.0 ± 1.0	81.6 ± 1.5	79.5 ± 0.9	78.7 ± 2.1	79.5 ± 3.0	79.9 ± 2.6
a* value	-1.2 ± 0.5	-0.9 ± 0.5	-0.8 ± 0.3	-0.8 ± 0.2	0.0 ± 0.5 ^a	-0.7 ± 0.3 ^b
b* value	4.8 ± 1.3	4.7 ± 0.2	5.7 ± 1.4	6.7 ± 0.8	6.2 ± 1.9	4.6 ± 1.0
Chemical composition in LT						
Moisture (%)	47.0 ± 3.9	39.5 ± 5.9	45.6 ± 3.2	40.6 ± 4.2	44.5 ± 4.9	41.8 ± 5.2
Crude fat (%)	45.3 ± 3.2	40.0 ± 3.9	40.5 ± 4.0	46.7 ± 5.5	41.3 ± 6.8	44.8 ± 7.0

Mean ± SD ; a, b : $P < 0.05$; LT = *M. longissimus thoracis***Table 4** Effects of brown rice as a replacement for barley feeding on fatty acid composition of intra-muscular fat of Japanese Black steers

	Exp.1		Exp.2		Exp.3	
	Control	RB10	Control	RB15	Control	RB18-30
C14 : 0	3.2 ± 0.8	3.5 ± 0.7	2.5 ± 0.1	2.8 ± 0.4	2.7 ± 0.6	2.6 ± 0.4
C14 : 1	0.8 ± 0.5	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.3	1.3 ± 0.5	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.4
C16 : 0	28.2 ± 1.7	28.5 ± 2.6	26.0 ± 0.4	25.6 ± 1.8	25.5 ± 1.8	24.9 ± 2.0
C16 : 1	5.6 ± 1.2	5.5 ± 0.5	5.1 ± 0.7	5.8 ± 0.9	6.7 ± 0.7	6.0 ± 0.4
C18 : 0	10.9 ± 1.3	11.0 ± 0.3	10.0 ± 0.5	9.6 ± 1.0	10.6 ± 1.2	10.6 ± 1.3
C18 : 1	48.9 ± 2.4	48.3 ± 3.1	53.0 ± 0.5	52.7 ± 3.0	48.9 ± 3.4	51.5 ± 2.5
C18 : 2	2.3 ± 0.7	2.1 ± 0.7	2.5 ± 0.5	2.3 ± 0.4	4.6 ± 0.8	3.2 ± 1.6
SFA	42.4 ± 2.1	43.1 ± 3.0	38.5 ± 0.7	38.0 ± 2.1	38.7 ± 3.4	38.2 ± 2.4
USFA	57.6 ± 2.1	56.9 ± 3.0	61.5 ± 0.7	62.0 ± 2.1	61.3 ± 3.4	61.8 ± 2.4
MUFA	55.4 ± 1.5	54.8 ± 2.4	59.0 ± 0.8	59.8 ± 2.5	56.7 ± 3.4	58.6 ± 2.6

Mean ± SD ; SFA = saturated fatty acid ; USFA = unsaturated fatty acid ; MUFA = monounsaturated fatty acid.

表 4 に胸最長筋の脂肪酸組成を示した。RB10 区、RB15 区および RB18-30 区のいずれにおいても対照区と有意な差はなかった。筆者らが行った黒毛和種雌牛肥育の肥育中期以降の飼料に圧片大麦の一部代替として玄米を 10% 給与した試験では、対照区に対して試験区のミリスチン酸とミリストレイン酸が高い傾向 ($P = 0.061$, $P = 0.075$) で、リノール酸は低い傾向 ($P = 0.093$) であった (北川ら 2014)。また、高橋ら (2003) は出荷前の 6 ヶ月間、圧片大麦の代替として玄米を 15% または 30% 給与した場合、脂肪酸組成に影響はないと報告している。玄米給与による胸最長筋の脂肪酸組成への影響は、性、給与

期間などにより異なると考えられるが、黒毛和種牛の牛肉の食味性との関連が注目されているオレイン酸と一価不飽和脂肪酸の割合 (佐久間ら 2012 ; 鈴木ら 2013) には影響しないと考えられる。

以上のことから、黒毛和種去勢牛肥育において玄米を大麦の代替として給与した場合、血中ビタミン A 濃度は 10% の玄米の給与では影響はなかったが、15% 以上の給与では対照区より有意に低い値となる時期があった。一方、発育や増体には影響なく、枝肉成績には影響がない、もしくは、枝肉重量とバラの厚さを向上させる可能性がある。また、胸最長筋の脂肪酸組成には影響を与えないと考えら

れた。これらのことより玄米は大麦の代替としても黒毛和種肥育の飼料に使用できると考えられた。

文 献

- Boles JA, Bowman JG, Surber LMM, Boss DL. 2004. Effects of barley variety fed to steers on carcass characteristics and color of meat. *Journal of Animal Science* **82**, 2087-2091.
- 永西 修, 寺田文典, 石川哲也. 2000. 数種穀類の飼料成分と第一胃内消化特性. 日本草地学会誌 **46**, 305-308.
- 原 悟志. 2010. モミ米および玄米の破砕処理がメンヨウおよびウシによる成分消化率に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **81**, 21-27.
- 家畜改良センター. 2010. 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル. pp. 7-9. 独立行政法人家畜改良センター, 福島.
- 神谷 充, 服部育男, 常石英作, 上村昌志, 日高明生, 永濱誠一, 中村好徳, 佐藤健次. 2010. 黒毛和種肥育牛の仕上げ期における玄米と食品残さの発酵 TMR 給与が飼養成績, 血漿中成分, 枝肉成績, および肉質に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **81**, 481-488.
- 北川貴志, 飯田文子, 田口聡子, 谷 浩・藤田雅彦, 福井英彦. 2014. 圧片大麦代替としての玄米給与が肥育中期以降の黒毛和種雌牛の産肉性と肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報 **96**, 4-9.
- 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.
- 文部科学省科学技術学術審議会資源調査分科会. 2005. 五訂増補 日本食品標準成分表. 文部科学省科学技術学術審議会資源調査文科会, 東京.
- 村元隆行, 相川勝弘, 柴田昌宏, 中西直人. 2002. 肥育全期間における濃厚飼料の制限給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **73**, 57-62.
- 農業・食品産業技術総合研究機構. 2009a. 日本標準飼料成分表 (2009 年版). pp. 80-241. (社)中央畜産会, 東京.
- 農業・食品産業技術総合研究機構. 2009b. 日本飼養標準・肉用牛 (2008 年版). p. 112. (社)中央畜産会, 東京.
- 農林水産省. 2010. 食料・農業・農村基本計画. pp. 15-16. 農林水産省, 東京.
- 農林水産省. 2012. 平成 23 年度食料・農業・農村白書. p. 97. 農林水産省, 東京.
- 農林水産省. 2014. 需要に応じた米生産の推進に関する要領. p. 2. 農林水産省, 東京.
- O'Keefe PW, Wellington GH, Mattich LR, Stouffer JR. 1968. Composition of bovine muscle lipids at various carcass locations. *Journal of Food Science* **33**, 188-192.
- 佐久間弘典, 齋藤 薫, 曾和 拓, 浅野早苗, 小平貴都子, 奥村寿章, 山田信一, 河村 正. 2012. 黒毛和種肥育牛の胸最長筋における官能特性に及ぼす粗脂肪含量と脂肪酸組成の影響について. 日本畜産学会報 **83**, 291-299.
- 鈴木啓一, 横田祥子, 塩浦宏陽, 島津朋之, 飯田文子. 2013. 試食パネルによる黒毛和種牛肉の食味性に及ぼす肉質等級, 性と脂肪酸組成の影響の評価. 日本畜産学会報 **84**, 375-382.
- 高橋正樹, 粕谷健一郎, 山科一樹, 四ツ島賢二, 中島宗雄, 佐野正記. 2003. 玄米給与が黒毛和種去勢牛の肥育成績に及ぼす影響. 北信越畜産学会報 **86**, 47-49.

Effect of brown rice as a replacement for barley feeding on the performance and the quality of meat in Japanese Black steers

Takashi KITAGAWA¹, Hiroshi TANI¹, Taisuke YAMAJI²,
Masahiko FUJITA¹ and Hidehiko FUKUI²

¹ Shiga Prefectural Livestock Technology Promotion Center. Hino, Shiga 529-1651, Japan

² Shiga Prefectural Livestock Hygiene Service Center. Ohmihachiman, Shiga 523-0813, Japan

Corresponding : Takashi KITAGAWA (fax : +81 (0) 748-53-2434, e-mail : kitagawa-takashi@pref.shiga.lg.jp)

Twenty-four Japanese Black steers were used to evaluate the effects of feeding brown rice as a replacement for barley on growth and carcass quality. In Exp. 1, eight steers were divided into 2 groups : control ($n = 4$) and BR10 ($n = 4$), given diets containing 10% brown rice as a replacement for part of barley during the fattening period (10-29 months of age). In Exp. 2, eight steers were divided into 2 groups : control ($n = 4$) and BR15 ($n = 4$), given diets containing 15% brown rice as a replacement for part of barley during the fattening period (10-29 months of age). In Exp. 3, eight steers were divided into 2 groups : control ($n = 4$) and BR18-30 ($n = 4$), given diets containing 18% and 30% brown rice as a replacement for all barley during the early (9-12 months of age) and late (13-29 months of age) stages, respectively. Diets were formulated to provide similar contents of protein and energy. In Exp.1-3, the final body weight and daily body weight gain were not affected by brown rice intake. However, in Exp. 3, the concentrate intake of RB18-30 group was significantly ($P < 0.05$) higher than control group, whereas there were no significant differences in Exp.1 and 2. Although the concentration of serum vitamin A was not affected by brown rice intake in Exp. 1, RB15 group had significantly ($P < 0.01$) lower concentrations than control group at 16, 18, 25 and 28 months of age in Exp.2 and RB18-30 group also had significantly ($P < 0.01$) lower concentration than control group at 17 month of age in Exp.3. Carcass weight and rib thickness were greater in RB18-30 group than control group in Exp. 3, whereas there were no significant differences in Exp.1 and 2. There were no significant differences in fatty acid composition by brown rice intake in Exp.1-3. These results indicated that brown rice as a replacement for barley intake does not adversely and may favorably affect the feeding performance and carcass traits.

Nihon Chikusan Gakkaiho 85 (4), 487-493, 2014

Key words : brown rice, carcass traits, Japanese Black steer, replacement for barley, rice for animal feed.