

# 脂肪組織中のオレイン酸割合向上に関する飼養管理技術の開発

○笹木教隆、遠藤 彰、田賀千尋

要 約 黒毛和種去勢牛に給与する飼料により脂肪組織中のオレイン酸比率（オレイン酸割合）を向上させることを目的に、試験区5頭と対照区5頭を用い肥育試験を行った。試験区および対照区とも給与飼料中の約30%を飼料米に置き換え、市販の配合飼料とともに給与し、試験区には米ヌカと加熱大豆を添加、対照区にはふすまを添加した。試験区の米ヌカは10ヵ月齢から、加熱大豆は13ヵ月齢からそれぞれ給与を開始し、13ヵ月齢以降は給与飼料中の非分解性タンパク質/粗タンパク質（CPu/CP比）を40%以上となるよう飼料設計した。出荷された肥育牛のオレイン酸割合は試験区：52.1±2.6%、対照区：56.4±3.2%で、米ヌカおよびCPu/CP比を40%以上となるよう高めた飼料の給与によるオレイン酸割合の向上効果はみられなかった。出荷牛10頭をオレイン酸割合55%以上牛と55%未満牛に分け、胃汁のpH、アンモニア態窒素濃度および血中アンモニア濃度の推移を出荷前5ヶ月間比較したところ、出荷前2ヶ月における55%以上牛の胃汁のアンモニア態窒素濃度は55%未満牛に比べ高く（ $P<0.05$ ）、肥育末期5ヶ月間の胃汁pHと血中アンモニア濃度は低く推移する傾向にあり、給与飼料の調節によりオレイン酸割合が向上する可能性が示唆された。

Key word：オレイン酸割合、米ヌカ、CPu、pH、血中アンモニア濃度

## 諸 言

福井県では昭和61年に「若狭牛」が県産ブランド和牛に指定されて以来25年以上経過しており、近年産地間競争が激しくなっていることから新たな特徴のある「ブランド若狭牛」が求められている。

そこで、食肉の美味しさの新たな指標とされる「オレイン酸」を付加価値として位置付けるため、オレイン酸割合が55%以上の若狭牛を「三ツ星若狭牛」として「ブランド若狭牛」に位置付けており、三ツ星若狭牛を増頭させるためには、飼養管理の面からもオレイン酸割合を向上させることが必要と思われる。

オレイン酸割合に関する報告としては、これまでに米ヌカ給与（浅田ら、2007；岩本ら、2006；小林ら、2011）、高CPu飼料給与（浅岡ら、2009）、飼料米給与（三輪ら、2015；高橋ら、2003；高平ら、2004；全畜連、2011）等が報告されており、米ヌカ、飼料米および高CPu飼料を給与することによりオレイン酸割合が向上する可能性が高いと思われた。そこで、今回これらの報告をもとに飼料給与試験を行い、オレイン酸割合を向上させる給与飼料の開発を行うために検討を行った。

## 材料および方法

1. 試験区分 試験区：5頭および対照区：

5頭の2区とした。

## 2. 血統およびStearoyl-CoA Desaturase (SCD) 遺伝子型

試験牛の血統は両試験区とも父は勝平正とした。試験牛のSCD遺伝子型は、試験区(AA型1頭、AV型4頭) および対照区(AA型2頭、AV型3頭) であった(表1)。

生年月日	血統				SCD 遺伝子型	
	父	母の父	母の祖母	母の母の祖母		
2012/8/25	勝平正	安平	隆美	初春	AV	
2012/7/12	"	安平	隆桜	菊安	AV	
試験区	2012/7/22	"	安平	隆桜	安福(岐阜)	AV
	2012/8/1	"	福桜	平茂勝	福茂	AA
	2012/8/5	"	安平	福桜	糸秀	AV
	2012/8/23	"	福桜	照萩	第20平茂	AV
	2012/7/23	"	福桜	安平	第20平茂	AA
対照区	2012/8/16	"	安平	平茂勝	福高福	AA
	2012/7/18	"	安平	福茂	安福(岐阜)	AV
	2012/8/25	"	福之國	大得	安平	AV

## 3. 試験期間

H26年5月19日～H28年1月6日で、肥育月齢別に1回目5頭(平成27年12月10日出荷:試験区3頭、対照区2頭)、2回目5頭(平成28年1月7日出荷:試験区2頭、対照区3頭)を出荷した。

## 4. 給与飼料

給与飼料は日本飼養標準・肉用牛(2008年版)(農研機構編,2008)および日本飼養標準成分表(2009年度版)(農研機構編,2010)をもとに飼料設計を行った。肥育期間は、前期(9～12ヶ月齢:平成26年5月19日～平成26年8月31日)、中期(13～21ヶ月齢:平成26年9月1日～平成27年5月31日)、後期(22～28ヶ月齢:平成27年6月1日～平成28年1月6日)で、給与期間により区分し給与内容を変更した。

前期は試験区および対照区とも給与飼料中の約30%を飼料米に置き換え市販の配合飼料とともに給与し、試験区には米ヌカ0.5kg/頭を10ヶ月齢から給与した。

中後期に給与した飼料は、試験区[市販

飼料+飼料米(濃厚飼料中の約30%)+米ヌカ0.5kg/頭+加熱大豆0.5kg/頭]、対照区[市販飼料+飼料米(濃厚飼料中の約30%)+ふすま2.0kg/頭]とし、試験区は給与飼料のCPu/CP比が40%以上となるよう飼料設計した。

なお、前期に給与した市販飼料の飼料成分はCP:15.5%以上、可消化養分総量(TDN):71.5%以上(くみあい配合飼料しらぎビーフ前期;JA西日本くみあい飼料(株),兵庫)で、中後期に給与した市販飼料の飼料成分はCP:10.0%以上、TDN:75.0%以上(ハイコーンフレークアルファ養牛用、めん羊等用配合飼料;JA東日本くみあい飼料(株),群馬)であった。

2回目出荷した試験牛5頭(試験区:2頭、対照区:3頭)については、出荷前20日間濃厚飼料中の飼料米の割合を約30%から約50%に高め給与した(表2)。

## 5. 調査項目

(1) 飼料摂取量:濃厚飼料の摂取量(TDN、CP/日・頭)は以下のとおりとした。

・TDN摂取量(kg)=[総給与量(kg)-総残飼量(kg)]÷総給与量(kg)×総給与TDN量(kg)÷肥育頭数(頭)

・CP摂取量(g)=[総給与量(kg)-総残飼量(kg)]÷総給与量(kg)×総給与CP量(g)÷肥育頭数(頭)

(2) 体側:1回/月の間隔で行い、体重、体高、十字部高、体長、胸囲、腹囲を測定した。(3) 血液検査:1回/月の間隔で頸静脈または尾静脈よりヘパリンリチウム加真空採血管(ベノジェクトII真空採血管;TERUMO,東京)で採血後直ちに氷温保存し、1時間後に遠心分離(3000rpm、15分)後、血漿により血中ビタミンA濃度、総コレステ

表2 試験期間中の給与飼料および成分値

給与飼料	試験区				対照区			
	1回日出荷(3頭)			2回目(2頭)	1回日出荷(2頭)			2回目(3頭)
	前期	中期	後期	出荷前20日	前期	中期	後期	出荷前20日
子モシロ乾草	4.2				4.2			
稲ワラ		0.8	0.8	0.8		0.8	0.8	0.8
ルーサンベレット	0.3		0.3		0.3		0.3	
市販前期飼料	4.0				4.0			
市販中後期飼料		5.5	6.5	5.0		5.5	6.5	4.0
一般ふすま						2.0	2.0	2.0
粳米	3.0	4.0	3.5	7.0	3.0	4.0	3.5	5.0
加熱大豆		0.5	0.5	0.3		0	0	0
米ぬか	0.5*	0.5	0.5	0.5		0	0	
DM	81.1	86.2	86.3	87.1	81.0	86.2	86.3	87.0
栄養水準(N/現物)								
TDN	59.6	69.5	69.6	69.2	58.7	68.0	68.3	67.4
CP	10.5	10.0	10.2	9.2	10.3	9.4	9.6	9.4
CPu/CP(%)	35.3	40.3	40.1	35.2	36.0	32.3	33.0	29.8

\*:10ヵ月齢より給与

給与期間:前期(9~12ヵ月)、中期(13~21)、後期(22~28)、出荷前20日(28)

ロール、血糖値、GOT、尿素態窒素濃度、リン濃度、カルシウム濃度、血中アンモニア濃度、総タンパク質、乳酸値を測定した。血中ビタミンA濃度は液体クロマトグラフィーを用い、HPLC法により測定した。総コレステロール 血糖値 GOT 尿素態窒素濃度 (BUN)、リン濃度 カルシウム濃度、血中アンモニア濃度 総タンパク質は富士ドライケム7000V (富士フイルム, 東京) を用い測定した。血漿中の乳酸値はLactate Pro 2 (アークレイ株式会社, 京都) により測定した。

(4) 胃汁検査: 胃汁の採取は中期肥育開始後74、199、327日目 (出荷前約6ヶ月) と422日目 (出荷前約2ヶ月) に行い、濃厚飼料給与後約2時間後に胃汁採取器 (ルミナー;富士平工業, 東京) を用いて行った。胃汁のpHは胃汁採取直後にpHメーター

(D-52;堀場製作所, 京都) を用い速やかに測定した。採取したルーメン液は二重ガーゼでろ過しプロトゾア数を測定後、凍結保存 (-80℃) し、アンモニア態窒素濃度、脂肪酸の測定に用いた。アンモニア態窒素濃度はConwayの微量拡散法により測定した。

(5) 枝肉成績 試験牛の出荷は1回目

(平成27年12月10日) に5頭 (試験区: 3頭、対照区: 2頭)、2回目 (平成28年1月7日) に5頭 (試験区: 2頭、対照区: 3頭) 行い、石川県金沢食肉流通センターでと畜後 (社) 日本食肉格付協会の牛肉取引規格により格付を行い、枝肉の格付を行った。

#### (6) 脂肪酸の測定

脂肪酸の抽出はBlighらの方法に従い、50mgの試料にクロロホルム/メタノールの体積比が1:2となるように混合して脂質を抽出し、塩酸メタノールを用いてメチルエステル化反応を行った。脂肪酸の分析は、ガスクロマトグラフィー (GC-2010 plus, 島津製作所, 京都)、キャピラリーカラムSPT2560 100m×0.25mm (Supelco) を使用した。キャリアーガスはヘリウムを使用し、注入口温度 250℃、カラム温度は 145~240℃までの 4℃/min の昇温プログラムを設定した。検出器は水素炎イオン化検出器を使用した。

測定した脂肪酸は、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) とし、これら 7 種の脂肪酸総量を 100 としてそれぞれの脂肪酸割合を算出した。また、これらの脂肪酸の中で二重結合を持たない C14:0、C16:0、C18:0 を飽和脂肪酸 (SFA)、C14:1、C16:1、C18:1 の総量を不飽和脂肪酸 (MUFA) として分類した。

(7) 統計処理は t 検定により行った。

## 結 果

### 1. 飼料摂取量

試験区の飼料摂取量は肥育末期 5 ヶ月頃より増加傾向にあり、対照区に比べ約 1.2 倍摂取し、出荷直前まで同様な傾向が続いていた (図 1、図 2)。

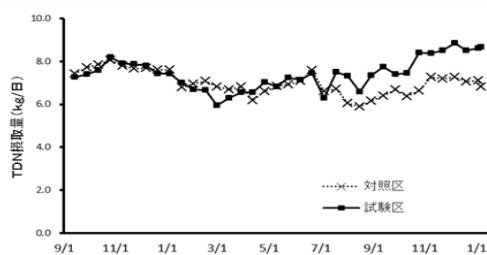


図1 TDN摂取量 (kg/日) の推移

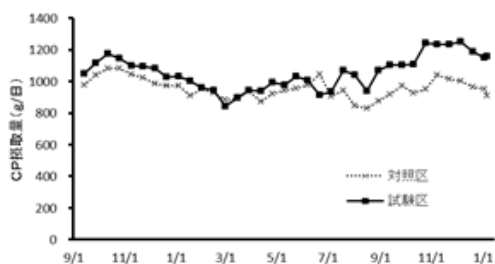


図2 CP摂取量 (g/日) の推移

### 2. 体側

出荷時の平均体重および通算 DG は、試験区 : 760 ± 48.8kg、0.82 ± 0.07kg/日、対照区 : 734 ± 41.1kg、0.79 ± 0.07kg/日で、出荷前 3 ヶ月頃より試験区の体重は対照区に比べ増加する傾向にあった。体高、十字部

高、体長、胸囲、腹囲は両試験区で差はみられなかった。

### 2. 枝肉成績

出荷牛の枝肉重量は試験区 : 488.7 ± 35.8kg (1回目 : 481.2 ± 32.0kg、2回目 : 500.0 ± 52.0kg)、対照区 : 467.3kg ± 27.9 (1回目出荷 : 486.2 ± 4.0kg、2回目出荷 : 454.7 ± 31.0kg) であり、試験区がやや重い傾向にあった。

BMS (脂肪交雑基準) は試験区 : 9.0 ± 3.2 (1回目 : 10.0 ± 2.0、2回目 : 7.5 ± 4.9)、対照区 : 8.4 ± 2.4 (1回目 : 10.0 ± 1.4、2回目 : 7.3 ± 2.5) であり、両区および出荷日別で差はみられず、他の枝肉評価についても同様であった (表 3)。

表3 枝肉成績

試験区分	試験区		対照区	
	1回目	2回目	1回目	2回目
頭数(頭)	3	2	2	3
肉質等級	A-5	1	2	1
	A-4			2
	B-3	1		
枝肉重量(kg)	481	500	486	456
胸骨長筋面積(cm <sup>2</sup> )	59	55.5	59	55.7
筋の厚さ(cm)	7.7	7.7	7.8	7.4
皮下脂肪の厚さ(cm)	2.4	3	1.8	2.2
歩留基準値(%)	73.9	72.8	74.6	73.8
BMS No	10	7.5	10	7.3
脂肪交雑等級	5	4	5	4.3
BGS No	4	3.5	4	4.3
光沢	5	4	5	4.3
等級	5	4	5	4.3
筋まり	5	4	5	4.3
きめ	5	4	5	4.3
等級	5	4	5	4.3
BFS No	3	3	3	3
光沢と質	5	5	5	5
等級	5	5	5	5

表4 リブローズ周辺脂肪の脂肪酸組成 (%)

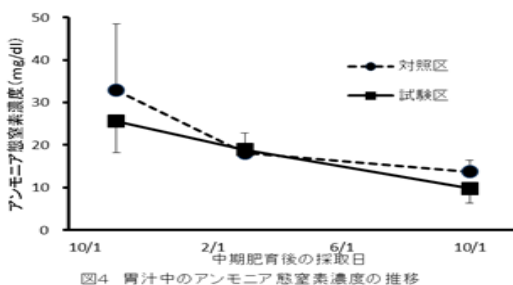
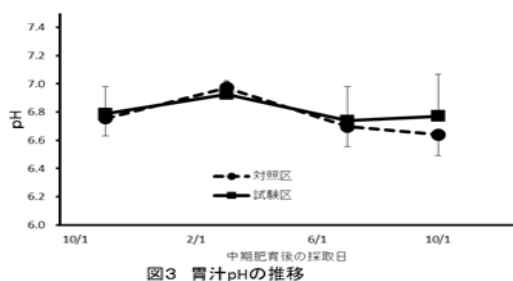
試験区	試験区		対照区	
	1回目	2回目	1回目	2回目
出荷日				
ミリスチン酸 (C14)	2.2	2.6	2.1	2.1
ミリスチレン酸 (C14:1)	0.5	0.7	0.8	0.7
パルミチン酸 (C16)	25.8	27.1	23.9	24.4
パルミトレン酸 (C16:1)	3.8	3.5	4.1	4.2
ステアリン酸 (C18)	11.6	12.1	9.6	9.5
オレイン酸 (C18:1n9c)	53.3	50.3	56.8	56.1
	52.1		56.4	
リノール酸 (C18:2n6c)	2.7	2.3	2.4	2.4
飽和脂肪酸	39.6	41.8	35.6	35.6
不飽和脂肪酸	60.3	56.8	64.1	63.9
一価不飽和脂肪酸	57.7	54.5	61.7	61.0

### 3. 脂肪酸

出荷牛の枝肉における脂肪酸割合は、試

験区：52.1±2.6%（1回目出荷：53.3±0.8%、2回目出荷：50.3±3.8%）、対照区：56.4±3.2%（1回目：56.9±4.7%、2回目：56.1±2.9%）で、試験区は対照区に比べオレイン酸割合が低く（ $P<0.05$ ）、1回目出荷牛と2回目出荷牛間で差はみられなかった。三ツ星率（オレイン酸割合55%以上牛の割合）は、試験区：0%（0/5）（1回目：0/3、2回目：0/2）、対照区：60%（3/5）（1回目：1/2、2回目：2/3）で対照区が高い傾向にあり、1回目出荷牛と2回目出荷牛間で差はみられなかった（表4）。

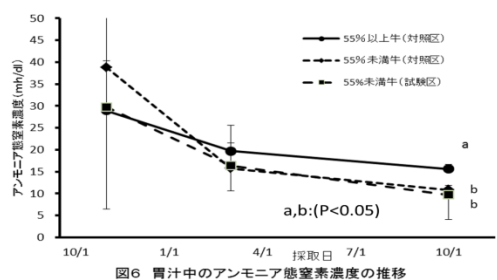
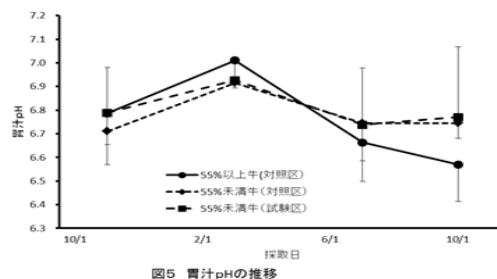
出荷牛を試験区別およびSCD遺伝子型別（AA型、AV型）に分類しオレイン酸割合を比較したところ、試験区（AA型（ $n=1$ ）：53.1%、AV型（ $n=4$ ）：51.9±2.9%）、対照区（AA型（ $n=2$ ）：57.7±3.6%、AV型（ $n=3$ ）：55.6±3.3%）であり、各区ともAA型はAV型に比べオレイン酸割合が高い傾向にあった。



#### 4. 胃汁検査

胃汁のpHおよびアンモニア態窒素濃度は、対照区と試験区で差はみられなかった（図3、図4）。

胃汁pHとアンモニア態窒素濃度をオレイン酸割合および試験区別に分類したところ、オレイン酸割合が55%以上であった



55%以上牛（対照区：3頭）の胃汁pHはオレイン酸割合55%未満であった55%未満牛（対照区：2頭、試験区：5頭）の胃汁pHに比べ肥育末期において低く推移する傾向にあった（図5）。55%以上牛（対照区）のアンモニア態窒素濃度については、中期肥育開始後327日目（出荷前約6ヶ月前）頃より高く推移する傾向にあり、422日目（出荷前約2ヶ月）では55%以上牛（対照区）：15.6±1.1mg/dl、55%未満牛（対照区）：10.9±5.7mg/dl、55%未満牛（試験区）：10.9±5.7mg/dlで、55%以上牛（対照区）は55%未満牛（対照区、試験区）に比べ高かった（ $P<0.05$ ）（図6）。55%未満牛（対照区）と55%未満（試験区）の胃汁のpHおよびアンモニア態窒素濃度は、給与された飼料は異なっているにもかかわらずの同じ傾向で推移していた。

中期肥育開始後74、199、422日目に採取した胃汁の総揮発性脂肪酸（VFA）量および酢酸/プロピオン酸比（A/P比）は、試験区

と対照区で差はみられなかった。

中期肥育開始後 199、327、422 日目に採取した胃汁中の総原虫数は、試験区：166±85、169±71、148±89（万個/cm<sup>3</sup>）、対照区：318±38、196±63、225±41 で対照区がやや多い傾向にあった。

## 5. 血液検査

(1) 血中ビタミン A 濃度、総コレステロール、血糖値、GOT、リン濃度、カルシウム濃度、総タンパク質濃度

肥育期間中の血中ビタミン A 濃度、総コレステロール、血糖値、GOT、リン濃度、カルシウム濃度、総タンパク質濃度は両区で差はみられなかった。

### (2) BUN

肥育期間中の BUN は両区で差はみられなかった。出荷牛を試験区分およびオレイン酸割合別に分類し、肥育末期 5 ヶ月間における BUN の推移を比較したものの差はみられなかった。

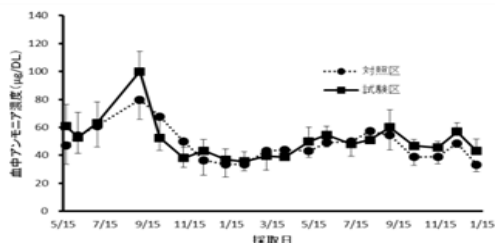


図7 血中アンモニア濃度の推移

### (3) 血中アンモニア濃度

肥育期間中の血中アンモニア濃度は両区で差はみられなかった (図7)。

試験牛を試験区およびオレイン酸割合別に分類したところ、出荷前 5 ヶ月間の平均血中アンモニア濃度は 55%以上牛 (対照区)：41.3±8.1 μg/dl、55%未満牛 (対照区)：50.1±7.2 μg/dl 試験区 (55%未満牛)：51.1±8.5 μg/dl で、対照区 (55%以上牛) は 55%未満牛 (対照区、試験区) に

比べ低く (P<0.05)、約 5 ヶ月間安定して低く推移していた (表5、図8)。

区分	出荷前月(月)					平均値±SD
	5	4	3	2	1	
55%以上牛(対照区)	47.0	42.7	35.3	46.0	35.7	41.3±8.1 <sup>a</sup>
55%未満牛(対照区)	64.0	53.0	43.5	47.5	42.5	50.1±7.2 <sup>b</sup>
55%未満牛(試験区)	53.6	55.8	45.4	48.8	51.8	51.1±8.5 <sup>b</sup>

異符号間で有意差あり：a,b(P<0.05)

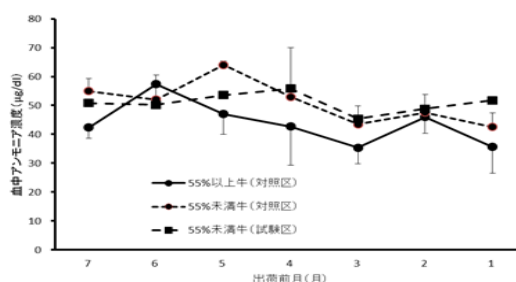


図8 出荷前6ヶ月間における血中アンモニア濃度の推移

### (4) 血中乳酸値

血中乳酸値をオレイン酸割合別に分類し比較したところ、55%以上牛 (3頭) は出荷前 2~3 ヶ月間にやや高くなる傾向にあり、55%未満牛 (3頭) は全期間を通じて低く推移していた (図9)。

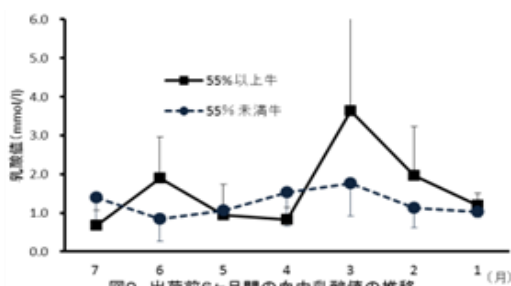


図9 出荷前6ヶ月間の血中乳酸値の推移

## 考 察

若狭牛肉のオレイン酸割合を高めるため、米ヌカの給与と、飼料中の CPu 割合を 40% 以上に高め給与したものの牛肉のオレイン酸割合は向上しなかった。

米ヌカ給与について浅田らは濃厚飼料中

にペレット化した米ヌカを8%添加し12ヶ月間給与、または4%添加し18ヶ月間給与することでオレイン酸割合が2.4%上昇し52.2%になったと報告(浅田ら, 2007、浅田, 2012)している。今回の肥育試験では米ヌカを7.5~9.4%添加し18ヶ月間給与した試験区のオレイン酸割合は $52.1 \pm 2.6\%$ であり浅田らの報告と同程度であった。同様に米ヌカを給与した橋元ら(橋元ら, 2013)の報告においてもオレイン酸割合は53.4%であったことから、試験区の $52.1 \pm 2.6\%$ は浅田ら、橋元らの報告とほぼ同じ水準と思われる。三橋ら(三橋ら, 1988)は、飼料中の脂肪酸含量がルーメン内水素添加能力を超えた場合には蓄積脂肪の脂肪酸組成に影響すると述べており、ルーメン内のpHが低い状態で継続することにより摂取飼料中の不飽和脂肪酸に水素添加する微生物が減少し、第一胃内容物が不飽和度が高いまま下部消化管に移行することで腸管から吸収される不飽和脂肪酸量が高まると予想している。これらのことは、水素添加能力をさらに低下させることでオレイン酸割合を55%以上に高められる可能性が示唆され、ルーメン内のpHをさらに低下させることでオレイン酸割合が向上するのではないかと思われる。

今回の試験では、ルーメン内のpHを低下させることを目的に飼料中のCPu割合を40%以上に高め給与することで、ルーメン内のアンモニア態窒素濃度が対照区の低CPu割合飼料(CPu:40%未満)給与牛に比べ低下するとしたものの差はみられなかった(図3)。その結果、試験区ではルーメン内のpHが低下しない状態で推移したため、第一胃内容物の不飽和度が低いまま下部消

化管に移行し、腸管から吸収される不飽和脂肪酸量が減少することで飼料中の脂肪酸量がルーメン内の水素添加能力の範囲内となり、オレイン酸割合が高くならなかったものと推察される。

今回、試験牛のルーメン内のpHには摂取した飼料中のCP量が影響していると思われる。試験期間中の飼料摂取量については対照区と試験区で異なる値を示しており、出荷前の6ヶ月からは試験区は対照区に比べ約1.2倍摂取していた。このためCPも約1.2倍量摂取していたと推察されるものの、胃汁のpH、アンモニア態窒素濃度、BUNおよび血中アンモニア濃度で差はみられなかった。浅岡ら(浅岡ら, 2009)は、高CPu飼料給与牛は低CPu飼料給与牛に比べ体重、飼料摂取量が高いにもかかわらずBUNでは差がみられなかったことを報告しており、今回の試験結果と一致している。高CPuの飼料は摂取するCP量が多くてもCPの分解が遅いためルーメン内ではアンモニアが多量に発生せず、対照区では飼料摂取量が少ないことから分解が速いCP飼料を給与してもアンモニア量の発生が同程度となり、胃汁pH、アンモニア態窒素濃度およびBUNに差がみられなかったものと推察される。

両区で胃汁pHやアンモニア態窒素濃度に差がみられなかったことについては、飼料米が給与されたことも一因と思われる。飼料米は分解スピードが速いことから豆腐粕等の高分解性タンパク質と共に給与すると、分解スピードがやや遅いトウモロコシの給与に比べ第一胃微生物の合成量が高まり、尿中に排泄される窒素量が低減することが報告されている(農研機構編, 2008; 岡田ら, 2003)。このため、給与飼料中の

CP をルーメン内で効率良く分解・吸収させるためには、CP の分解パターンと給与されている炭水化物等の分解パターンが一致することが重要となる。今回、給与された濃厚飼料には試験区に加熱大豆、対照区にふすまが添加されていることから、両区で CP 成分の分解スピードが異なりふすまが早く加熱大豆は遅くなっていたと推察される（名久井ら，1998）。このため、分解スピードが速い飼料米と分解パターンが一致するふすまは効率良くアンモニア態窒素が吸収された可能性があり、CP 摂取量の減少によりアンモニア態窒素量が減少したことに加えルーメン内のアンモニア態窒素量がさらに低下したことで、両試験区間で胃汁 pH やアンモニア態窒素濃度に差がみられなかったと思われる。

飼料米給与についてはオレイン酸割合が向上した報告（高橋ら，2003；高平ら，2004；三上ら，2011；三輪ら，2015）と向上しなかったとの報告（全畜連，2012；野村ら，2012）がある。今回の試験では両区とも同じ割合で飼料米を給与しているにもかかわらずオレイン酸割合が 55% に達しなかったことから、飼料米の給与だけではオレイン酸割合は向上せず、その他の要因と重なることでオレイン酸割合が向上するのではないかと思われる。

そこで、米ぬか、CPu 割合、飼料米以外の要因を検討するため、試験牛をオレイン酸割合別に 55% 以上牛（対照区：3 頭）、55% 未満牛（対照区：2 頭）、55% 未満牛（試験区：5 頭）に分類した。その結果、55% 以上牛（対照区）は 55% 未満牛（対照区、試験区）に比べ肥育末期において胃汁 pH および血中アンモニア濃度が低く推移す

る傾向にあり、胃汁のアンモニア態窒素濃度は高値を示した。津田は胃汁のアンモニア態窒素がルーメン胃壁から直接吸収され、胃壁への吸収は pH が低下すると吸収されにくくなり、上昇すると吸収されやすくなると報告している（津田恒之，1973）。このため、55% 以上牛（対照区）では、胃汁の pH が低下し胃汁のアンモニア態窒素濃度が吸収され難くなったためアンモニア態窒素濃度が高くなっていると推察され、55% 未満牛（対照区、試験区）では胃汁 pH が高いことから逆に吸収が促進され、アンモニア態窒素濃度が低下したと思われる。その結果、55% 以上牛（対照区）では、血中アンモニア濃度は低くなり、55% 未満牛（対照区、試験区）では高くなったものと思われ、これらの結果は飼料米給与によりオレイン酸割合が向上したとする三輪ら（三輪ら，2015）報告と一致している。

また、岡田ら（岡田ら，2003）は、牛へ高デンプン質飼料を給与すると胃汁 pH が低下し血中乳酸値が上昇すると報告しており、血中乳酸値からもオレイン酸割合 55% 以上牛の胃汁 pH は 55% 未満牛に比べ低い傾向にあったことが推察される。

胃汁 pH、アンモニア態窒素濃度および血中アンモニア濃度の推移は、オレイン酸割合 55% 以上牛とオレイン酸割合 55% 未満牛間で違いがみられただけでなく、給与する飼料が異なる 55% 未満牛（対照区）、55% 未満牛（試験区）で同じ傾向を示していた。これらのことから、血中アンモニア濃度が低く推移することがオレイン酸割合に影響する一要因ではないかと推察され、給与飼料により肥育末期の血中アンモニア濃度を



低くコントロールするとオレイン酸割合が向上する可能性が示唆された。

給与飼料による血中アンモニア濃度のコントロールについて、笹木らは黒毛和種経産牛への給与飼料により血中アンモニア濃度を 30~40  $\mu\text{g/dl}$  にコントロールすることで胚回収成績の向上が図られたことを報告しており、給与飼料中の CP 含量を低下させることにより血中アンモニア濃度が低下している（笹木ら, 2002）。また、三輪ら（三輪ら, 2015）の報告についても、飼料米を代替え給与したことにより給与飼料中の CP 量が低下し血中アンモニア濃度が 40  $\mu\text{g/dl}$  以下にコントロールされたためオレイン酸割合が向上した可能性があり、飼料米を一定量給与することでオレイン酸割合が向上するのではないかと思われる。

これらのことから、肥育牛の血中アンモニア濃度についても給与飼料により 40  $\mu\text{g/dl}$  以下にコントロールすることは可能であり、血中アンモニア濃度をコントロールすることで胃汁 pH も低く安定して推移し、オレイン酸割合が向上するのではないかと思われる。

SCD 遺伝子型のオレイン酸割合への影響については松橋らが報告（松橋ら, 2007）しており、今回も AA 型牛は AV 型牛に比べオレイン酸割合が高い傾向にあったことからオレイン酸割合には SCD 遺伝子が影響している可能性が高い。

2 回目の出荷牛から給与飼料中の飼料米の割合を高め給与し、短期間（20 日間）の給与飼料の変更による影響を調査したところ、両試験区で血中アンモニア濃度が低下したものの、1 回目出荷牛と 2 回目出荷

牛でオレイン酸割合に差はみられなかった。浅田ら（浅田ら, 2012）は給与飼料が蓄積脂肪に影響を及ぼすには一定の期間が必要と報告しており、飼料給与がオレイン酸割合の影響する期間についてはある程度の期間を要すると思われる。

以上の結果から、給与飼料により肥育末期 5 ヶ月間の血中アンモニア濃度を 30~40  $\mu\text{g/dl}$  にコントロールすることは可能であり、給与飼料の CP 量および含量の調節や飼料米等の高炭水化物飼料の給与によりオレイン酸割合が向上する可能性が示唆された。また、より高くオレイン酸割合を向上させるためには、給与飼料だけでなく肥育素牛の SCD 遺伝子型を解明していくことが重要と思われた。

#### 参考文献

- 浅田勉・黒沢功・南雲忠. 米ぬか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. 群馬県畜産試験場研究報告, 14:9-20. 2007.
- 浅田勉. “牛肉のオレイン酸割合を高める生米ぬか給与による、おいしい牛肉生産”. 畜産技術, 685:18-21. 2012.
- 浅岡壮平・浅田研一・稲田 淳・磯崎良寛. 交雑種去勢牛の肥育期間中期以降における飼料中第一胃分解性タンパク質割合および大麦とトウモロコシの配合割合が産肉性に及ぼす影響. 福岡県農業総合試験場研究報告, 28:74-78. 2009.
- 岩本英治・周章生. 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. 兵庫農技総セ

- 研報(畜産), 42:7-10. 2006.
- 津田恒之. 第一胃における吸収と代謝. 乳牛の科学(梅津元昌編), 第10刷, 90-111. (社)農村漁村文化協会. 東京. 1973.
- 岡田啓司・古川岳大・安田準・内藤善久高. デンプン飼料給与時の乳牛の血中およびブルーメン液中D/L乳酸, アンモニア濃度の推移. 日獣会誌, 56:450-454. 2003.
- 小林正和・石崎重信. 肥育後期における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(短報). 千葉畜産研報, 11:77-80. 2011.
- 笹木教隆・河合隆一郎・前田淳一. 黒毛和種経産牛における給与飼料が胚回収成績と血中アンモニア濃度に及ぼす影響. 日本胚移植学雑誌, 第24巻(3):90-99. 2002.
- 全畜連. 国産の飼料米を使用した肉用牛の生産が肉質に及ぼす影響に関する報告書. 2012.
- 高橋正樹・粕谷健一郎・山科一樹・四ッ島賢二・中島宗雄・佐野正記. 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. 2003.
- 高平寧子・高橋正樹・粕谷健一郎・四ッ島賢二・清水雅代. イネソフトグレースイレージ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, 88:35-38. 2004.
- 名久井 忠・沢口則昭・野中和久・大下友子. 配合飼料原料蛋白質の第一胃内分解率及びUIP含量. 東北農業研究(Tohoku Agric. Res.), 51:119-120. 1998.
- 農研機構編. 日本飼養標準成分表(2009年度版). 中央畜産会. 2010.
- 農研機構編. 日本飼養標準・肉用牛(2008年版). 中央畜産会. 2008.
- 農研機構編. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル<2015年度版>, 122-126. 農水省. 2015.
- 野村賢治・小林崇之・竹内隆泰・近藤守人. 肥育中後期に濃厚飼料の6割を飼料用玄米で代替給与した黒毛和種肥育牛への影響. 福井県畜産試験場研究報告, 24:9-15. 2011.
- 橋元大介・岩元 禎・川口雅彦・中西良孝. 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(2):151-157. 2013.
- 松橋珠子・丸山 新・常石英作・小林直彦・林 登・星野洋一郎・酒井謙司. 黒毛和種肥育牛における脂肪酸不飽和化酵素(SCD)遺伝子多型と胸最長筋脂肪酸組成との関連. 岐阜畜研報, 7:7-13. 2007.
- 三上豊治・野川 真・阿部 巖・庄司則章. 黒毛和種肥育牛への飼料米給与が発育および肉質に及ぼす影響. 山形県農業研究報告, 4:49-56. 2011.
- 三橋忠由・北村 豊・三津本 充・山下良弘. 黒毛和種去勢牛の脂肪組織における脂肪酸組成並びに色調に及ぼす給与飼料の影響. 中国農研報, 3:71-79. 1988.
- 三輪友樹・藤田和男・倉原貴美・藤田達男. 「豊味(うま)いの証」豊後牛肉生産技術の確立(飼料用米給与による高オレイン酸含有牛肉生産技術の確立). 大分畜研報, 2-10. 2015.

# The examination to improve the percentage of oleic acid in adipose tissues by feeding management of Japanese black steers

Kiyotaka SASAKI, Akira ENDOH and Chihiro TAGA

## Abstract

The aim of this study was to improve the percentage of oleic acid in adipose tissues by feeding management of Japanese black steers. The Japanese black cattle were divided into two feeding groups (Control group and Research group). The all steers were fed commercial feed and approximately 30% of commercial feed were substituted by paddy rice. The steers in Research group were began to feed wheat bran at age older than 10 month. At age of 13~28 month, the steers in Research group were fed commercial feed, paddy rice, wheat bran and soybean (dry heat), and CPu/CP content had been adjusted higher than 40%. The steers of control group were fed commercial feed and paddy rice. As a result, the percentage of oleic acid of carcass of Research group and Control group were  $52.1 \pm 2.6\%$  and  $56.4 \pm 3.2\%$  ( $P < 0.05$ ) respectively, and the feed of Rice bran and high CPu feed did not affect on of oleic acid. The pH of rumen juice and blood ammonia level were lower in cattle that the percentage of oleic acid were higher than 55% compared to cattle that were less than 55%. On the basis of these results, to control low in rumen juice pH and blood ammonia level by feeding in last 5 months of fattening period could improve percentage of oleic acid in carcass.

Key words: Rice bran, high CPu, oleic acid percentage, blood ammonia level