

焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の成長および 肉質に及ぼす影響（予備試験）

小野寺良次*・長谷川信美*・藤代 剛****・稲澤 昭**・駒谷謙司*
六車三治男*****・山内 清*****・竹之山慎一*****・森下敏朗***
矢野光紘*****・山下 實*****・高橋勝南*****

Effect of Pellet Feed Prepared from Shochu Distiller's By-product on Growth and Meat Quality of Beef Cattle (Preliminary Experiment)

Ryoji ONODERA*, Nobumi HASEGAWA*, Tsuyoshi FUJISHIRO****, Akira INAZAWA**,
Kenji KOMATANI*, Toshiro MORISHITA***, Michio MUGURUMA*****,
Kiyoshi YAMAUCHI*****, Shin-ichi TAKENOYAMA*****, Mitsuhiro YANO*****,
Makoto YAMASHITA***** and Katsumi TAKAHASHI*****

(平成12年5月10日 受理)

Summary

The aims of this project were to establish a technique for preparing pellet feeds for cattle using shochu distiller's by-products and to evaluate the product as a feedstuff for beef cattle. Pellets were made by extrusion using a mixture of buckwheat, shochu distiller's condensed solubles and its cake (both wet) as the main materials, together with smaller amounts of barley bran and beet pulp.

Three pellet feeds among the thirteen prepared showed good palatability, had high protein contents and normal levels of minerals. Very little amounts of vitamins A and D were detected, while vitamins E and B₆ were present at almost the same concentration as in corn and grain sorghum, respectively.

Six Japanese black cattle, three animals each in control and experimental groups, received for 16 months a commercial formula feed (Miyazaki Shimofuri Tokugo) as a control diet and a formula feed replacing 15% of the dry matter of the 'Miyazaki Shimofuri Tokugo'

* 宮崎大学農学部動物生産科学講座
** 東洋ダイナム株式会社九州支店
*** 宮崎県食品開発センター
**** 宮崎大学農学部附属農場住吉牧場
***** 宮崎大学農学部食品機能化学講座
***** 宮崎県経済農業共同組合連合会
***** 雲海酒造株式会社
***** 霧島酒造株式会社

with the pellet feed as an experimental diet. The experimental diet contained the same levels of TDN and CP as those of the control diet. No differences in body weight gains or feed conversion were detected for the first 10 months; thereafter, up to more than 27 months after birth, animals supplied with experimental diets showed higher daily gains and lower feed conversion (higher feed efficiency) than those observed in control animals. However, there have been almost no differences in meat quality between the control and the experimental cattle as a whole, although α -tocopherol content in rib eye of the experimental cattle was higher than that of the control. Total lipid content in of the control animal was higher than that of the experimental animal.

Key words: Shochu distiller's by-product, Pellet feed, Japanese black cattle, Feeding experiment, Meat quality,

前報¹⁾²⁾でも述べたとおり、南九州は、全国トップの焼酎生産地帯であり、年間生産量は、平成9酒造年度、南九州4県で28万7千キロリットル(25度換算量)に上る。しかし、その反面、焼酎粕の排出量も多く(年間39万7千キロリットル)、その処理に苦慮している。現在、焼酎粕の約58%は肥料や飼料として使われたり、燃焼により処理されたりしているが、燃焼法はダイオキシンによる大気汚染が心配されている。また、残りの約42%は海洋投棄され、これも海洋汚染が心配されている。海洋投棄は、近年、ロンドン条約(1996年11月8日)により原則として禁止され、西暦2001年(平成13年)には、環境上影響がないと認められる廃棄物のみ許可を出す制度(WAF方式)になっており、いずれは全面禁止の方向にある。したがって、低コストで海洋投棄ゼロを目指した焼酎粕処理技術の確立は、南九州の焼酎メーカーにとって、早期に達成すべき緊急の課題である。

他方、南九州はわが国の主要な畜産地帯でもある。平成10年12月発行の統計資料³⁾によれば、宮崎県の農業粗生産額(3,289億円)のうち51.9%は畜産業が占めている。その中で、肉用牛生産頭数は24万4千頭を越え、畜産業総生産額の27.0%に達している。しかし、近年の肉用牛生産は、牛肉の輸入攻勢のため経営不振に陥っているのが実情である。それに打ち勝つために、生産コストを低減する努力が続けられており、その第一に低価格飼料あるいは機能性飼料が求められている。

本プロジェクトは、これらの問題の同時解決を目指し、これまですでに、焼酎粕を大麦ヌカおよびビートパルプと組み合わせてエクストルーダー⁴⁾により牛用のペレット飼料を製造する技術を確立した⁴⁾。本研究

では、その技術により製造した焼酎粕ペレット飼料を用いて、肉用牛(黒毛和種)を対象とした飼養試験を実施し、同飼料の成長や肉質に及ぼす影響を検討することを目的とした。

材料および方法

1. ペレット飼料調製用原料

1) 主原料(焼酎粕)

主原料として、前報⁴⁾と全く同様に、ソバ焼酎粕(焼酎粕濃縮液・脱水ケーキの等重量混合物、雲海酒造株式会社)を使用した。

2) 副原料

副原料として、前報⁴⁾の研究結果に基づき、大麦ヌカとビートパルプの2種類のみを混合した後、これをエクストルーダーにより主原料と混合し、ペレット飼料を製造した。副原料の入手先は下記のとおりである。

(1) 大麦ヌカ: 西田製麦株式会社(熊本県八代市)

(2) ビートパルプ: 宮崎中央農業協同組合(宮崎市)

3) 主副両原料混合割合

飼養試験には、多量のペレット飼料が必要となるので、前報⁴⁾に記した13種類の試作飼料の水分活性、嗜好性試験結果を踏まえ、さらに、製造に用いたエクストルーダーの単位時間当たりの生産能力(20 kg/h)と本飼養試験に必要な量とを勘案して、副原料を大麦ヌカ+ビートパルプ(60:40)とし、主原料(焼酎粕:濃縮液と脱水ケーキの等重量混合物)と副原料の混合比を60:40として製造した。

2. 焼酎粕ペレット飼料の調製法

本研究では、宮崎県食品加工研究開発センター（現在、宮崎県食品開発センター）が所有する2軸型エクストルーダー（神戸製鋼所製、TCO-30）を用いて確立した基礎技術⁴⁾に基づき、1997年12月から1998年4月までの試験に必要な焼酎粕ペレット飼料（約300 kg）については、宮崎県食品加工研究開発センターにおいて、さらに、1998年5月から1999年5月までの試験に必要な分（1,942 kg）については、同様に2軸型エクストルーダー（株式会社スエヒロEPM、三重県四日市市、 α -50型）を借用し、東洋ダイナム株式会社三重工場において、それぞれ、製造した。ペレット飼料は、水分13%程度に乾燥し、三重工場で製造したものを宮崎市に持ち帰り、冷蔵保存し（株式会社アシストに依頼）、必要に応じて配合飼料の製造に用いた。

3. 一般成分分析法

主副両原料の一般成分（6成分）は、基本的には、AOACの公定法⁵⁾に基づき、前報²⁾と同様の方法により分析した。なお、分析値は3試料の平均値である。

4. 飼養試験法

1) 供試動物

焼酎粕ペレット飼料による飼養試験は、宮崎大学農学部附属農場住吉牧場の黒毛和種（去勢雄）6頭（10～13ヵ月齢、1996年11月～1997年1月生まれ、体重220～325 kg（1997年12月22日現在））を用い（Table 1参照）、生年月日および体重を勘案して試験区・対照区に各3頭を振り分けた。

2) 飼料給与法

対照区の濃厚飼料として、「宮崎しもふり特号」（南日本くみあい飼料株式会社製造、宮崎県経済農業協同

組合連合会販売）を使用した。試験区の濃厚飼料には、試験飼料（焼酎粕ペレット飼料）を乾物当たりで15%添加し、飼料全体の可消化養分総量（TDN）および粗タンパク質（CP）の値を「宮崎しもふり特号」と同じになるように他の成分割合を調整したものをを用いた。なお、この飼養試験に用いたペレット飼料の製造法は、上述したとおりである。また、これらの飼料の養分等は結果の項で述べる。

供試牛は、試験区・対照区毎に連動スタンション牛舎に入れ、対照区および試験区濃厚飼料を朝（9:30）1回、1998年3月段階で、それぞれ、平均3.5 kg/頭（成長にともない増量）ずつ給与した。その際、「宮崎しもふり特号」給与時の指示に従い、ヘイキューブ1 kgを補給した。ヘイキューブの給与は4ヶ月間続けることになっている。粗飼料および水は自由摂取とした。粗飼料としては、住吉牧場で栽培し、調製したイタリアンライグラス（2番刈）乾草を給与した。

飼養試験は、1997年12月24日に開始し、1999年4月（平均月齢28ヵ月）まで続けた。

5. 肉質調査法

1) 肉質

試験牛4頭（Nos. 824, 825, 828, 829）は、1999年4月21日に宮崎くみあい食肉株式会社都農工場（宮崎県児湯郡都農町）で処理し、解体後、ロース部分を試料として採取したが、これらについては、肉厚が小さかったため、肉質の検討はできなかった。試験牛2頭（同血統、Nos. 901, 902）は、1999年5月19日に同様に処理し、解体後、以下の方法により肉質を検討した。

① レオロジー測定法

ロース部位の物性はレオメータ（不動工業製、NMR-2010J-CW）を用いて試料台移動速度6 cm/分

Table 1. Profiles of castrated Japanese black cattle used for feeding experiment with shochu distiller's by-product (SDB)

Trials with	No. of individual animals	Date of birth	Age (Month)	Body weight (kg) (22/Dec/1997)
Control diet	825	7/Nov/1996	13	329
	828	27/Nov/1996	12	296
	902	16/Jan/1997	10	222
	Average	—	11.6	282.3
Experimental diet with SDB	824	5/Nov/1996	13	296
	829	8/Dec/1996	12	298
	901	9/Jan/1997	10	240
	Average	—	11.6	278.0

で測定し、チャート速度30cm/分、感度1Vのレコーダーに記録した。ロース部位の試料は幅1cm×長さ3cm×厚さ1cmの角柱状に切断し試料台に横たえてナイフ状のプランジャーを用いて測定した。なお、測定は同一試料について5回行いその平均値を求めた。

② クッキングロス測定法

ロース部位の試料を厚さ1cmで約10gのブロック状になるように切断した。それをレトルトパウチ中で75℃、15分間加熱後、クッキングロスを求めた。

③ 色彩測定法

ロース断面の肉色をミノルタの色彩色差計 (CR-200) を用いて測定した。測定は、同一試料について8回、測定部位を変えて行い、その平均値を求めた。なお、測定値としてはL, a, b表示系でのデータを得た。

2) 肉の脂質分析法

① 脂質の抽出法

ロース芯部分10gを秤量し、Folchら⁹⁾の方法に従ってクロロホルム・メタノールにより脂質を抽出し、一部を脂質含量の測定に用い、残りを脂肪酸の分析に用いた。

② 脂肪酸分析法

上記の脂質抽出物中の脂肪酸をTakenoyamaら¹¹⁾の方法によりメチルエステルとし、ガスクロマトグラフにより脂肪酸を分析した。

③ トコフェロールの定量法

ロース芯部分0.5gを丸底褐色共栓試験管に秤量し、Bieri¹²⁾および山内ら¹³⁾の方法により、トコフェロールの定量を行った。

結果と考察

1. 飼料成分

1) 一般成分

主原料、副原料ならびに試験飼料(飼養試験用ペレット飼料)の一般成分をTable 2に示した。

主副両原料の成分については、前報⁴⁾ですでに述べた通りであるが、再度要点だけを述べれば、主原料の特徴は、粗タンパク質が乾物当たりで約47%と高いこと、また、可溶無窒素物も31%も含まれること、粗灰分も適量含まれることである。副原料の値は、おおむね既知量¹³⁾に近い値となっている。

飼養試験に用いたペレット飼料は、主原料の混合割合が60%で、粗タンパク質含量が約23%と高くなっている。また、可溶無窒素物も約50%含まれている。

2) ミネラルおよびビタミン

本研究に使用した試験飼料(飼養試験用ペレット飼料)のミネラルおよびビタミンについては分析していないが、主副両原料の混合割合から推察して、前報⁴⁾に報告した飼料の組成とほぼ同じと考えられる。すなわち、ミネラルでは、カルシウムとリンの両者の数値が、オーチャードグラス、イタリアンライグラスなどの牧草、大豆粕などの油粕類に相当し、マグネシウムもオーチャードグラス類などの分析値に相当するものと考えられる。鉄はオーチャードグラスやクローバー類の値に相当し、ナトリウムはアルファルファのレベルと考えられる。カリウムは、牧草よりも格段に低く、0.7~0.8のレベルで、大麦・ジスチラス・グレインソリュブル(乾燥)や魚粉などの値に相当し、コバルトはペレニアルライグラスやビール粕並み、セレンは

Table 2. Proximate components of the main material, sub-materials and the pellet feeds prepared from the both materials (%)*.

Samples	Moisture	Crude protein	Ether extract	Nitrogen-free extractives	Crude fibre	Crude ash
Main material	77.65±0.29	10.48±0.12 (46.89)	0.74±0.08 (3.31)	7.02 (31.41)	2.79±0.14 (12.48)	1.32±0.03 (5.91)
Barley bran	11.56±0.31	12.52±0.30 (14.16)	6.18±0.12 (6.99)	52.01 (58.80)	12.54±0.87 (14.16)	5.19±0.04 (5.87)
Beet pulp	11.72±1.16	10.18±0.67 (11.53)	0.75±0.20 (0.85)	50.18 (56.85)	22.40±0.28 (25.37)	4.77±0.62 (5.40)
Pellet feed ^{b)}	18.56±0.69	18.95±0.50 (23.27)	2.50±0.12 (3.07)	40.35 (49.54)	14.70±0.99 (18.05)	4.94±0.03 (6.07)

*Values are shown as means of three determinations with standard deviations and those in parentheses are those in dry matter. Main material is consisted of equal weights of buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains). Sub-materials used were barley bran and beet pulp.

^{b)}Pellet feed was prepared from main material and sub-material(60:40), where the sub-material is consisted of barley bran and beet pulp (60:40).

ギンネムリーフミール並み、また、銅はペレニアルライグラスやトウモロコシ並みと考えられる。いずれのミネラルもこれまでに牛用の飼料としてよく用いられてきた飼料原料に類似の含有量であると思われる。

また、ビタミンについては、ビタミンAとビタミンDは、100 IU/kg以下で、ほとんど含まれていない。ビタミンEはトウモロコシ（穀粒）、大麦、ヒマワリ粕などと同レベルで、ビタミンB₆含有量はグレインソルガム、トウモロコシ・大麦・ジスチラス・グレインに相当する。ビタミンB₆は牛の場合はルーメン内で微生物により合成されるので給与する必要はないとされてきたが、最近の研究^{15, 16)}によれば、ビタミンB₆を *in vitro* のルーメン微生物系に添加すると、ルーメン微生物による必須アミノ酸合成量が高まること知られている。以上のように、ビタミンについても、試験飼料は、ビタミンAとビタミンDが含まれないことに留意すれば、牛用の飼料としてはなんら問題なく、むしろ有効と考えられる。

2. 給与飼料の配合

既述の通り、対照区の濃厚飼料（配合飼料）として、「宮崎しもふり特号」を使用することにした。しかし、この配合飼料の原料名と配合割合は、企業秘密として

記載されておらず、単に、原料として、穀類（トウモロコシ、大麦、ライ麦）68%、糟糠類（フスマ）20%、植物性油粕類（大豆粕）10%、その他（糖蜜、炭酸カルシウム、食塩）2%、成分として、粗タンパク質13.0%以上、可消化養分総量73.5%以上、粗脂肪1.5%以上、粗繊維および粗灰分10%以下、カルシウムおよびリン0.20%以上と表示されているだけであった。そこで、本試験では、これらの表示に基づいて、Table 3に示したような原料配合とその割合を推定した。そして、試験区の濃厚飼料の配合には、上述した焼酎粕ペレット飼料の分析結果を勘案して、Table 3に示した原料配合割合の数値を乾物当たりで15%だけ焼酎粕ペレット飼料で置換し、試験区配合飼料全体の可消化養分総量および粗タンパク質の値を「宮崎しもふり特号」と同じになるように他の原料の配合割合を調整した。試験区配合飼料の原料配合割合等をTable 4に示した。

対照区飼料（宮崎しもふり特号）の乾物あたりの粗タンパク質および可消化養分総量は、約16.5および83.8%である（Table 3）。試験区飼料では、上述した通り、焼酎粕ペレット飼料を乾物あたりで15%配合した代りに、大麦を7%、フスマを5%、大豆粕を3%だけ対照区飼料よりも少なくした。そして、最終

Table 3. Putative ingredients of a concentrate feed 'Miyazaki Shimofuri Tokugo' used as a control diet and their proximate components, TDN and some mineral composition^a

Ingredients	Composition (%)	DM	CP	EE	NFE	CF	CA	TDN	Ca	P	Mg	K
Corn	30	25.95	2.64	1.17	21.21	0.57	0.36	23.97	0.008	0.080	0.031	0.099
Barley	25	22.05	2.65	0.53	17.20	1.10	0.58	18.53	0.015	0.084	0.033	0.101
Rye	13	11.41	1.42	0.22	9.31	0.25	0.22	9.87	0.002	0.033	0.010	0.055
Wheat Bran ^c	20	17.40	3.08	0.82	10.68	1.82	1.00	12.58	0.023	0.191	0.087	0.233
Soy Bean Meal	10	8.83	4.61	0.13	2.94	0.56	0.59	7.66	0.029	0.062	0.032	0.212
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molasses	1	0.73	0.03	0.01	0.61	0	0.08	0.61	0.009	0.001	0.003	0.023
Ca carbonate	0.95	0.95	0	0	0	0	0.95	0	0.366	0	0.003	0.001
NaCl	0.05	0.05	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0
As-fed-basis	100	—	14.43	2.87	61.95	4.30	3.82	73.21	0.452	0.451	0.200	0.724
DM basis	—	87.37	16.51	3.29	70.90	4.92	4.38	83.79	0.518	0.517	0.229	0.828

^aA commercial formula feed (Miyazaki Shimofuri Tokugo) was used as a control diet. The feed was formulated with 68% of cereals, 20% of bran, 10% of oil meal and 2% of others (molasses, calcium carbonate, salt) so as to contain more than 13.0% CP, 73.5% TDN, 1.5% EE and 0.20% each of Ca and P, and less than 10.0% each of CF and CA. Any informations concerning actual ingredients and their composition were not given. Thus the ingredients shown in this Table are all putative. Values of proximate components, TDN and mineral composition are expressed as % in DM.

Abbreviations are as follows: TDN, total digestible nutrients; SDBPF, shochu distiller's by-product pellet feed; DM, dry matter; CP, crude protein; EE, ether extracts; NFE, nitrogen-free extractives; CF, crude fibre; CA, crude ash.

Table 4. Ingredients of a formula feed used as an experimental diet and their proximate components, TDN and some mineral composition^a

Ingredients	Composition (%)	DM	CP	EE	NFE	CF	CA	TDN	Ca	P	Mg	K
Corn	30	25.95	2.64	1.17	21.21	0.57	0.36	23.97	0.008	0.080	0.031	0.099
Barley	18	15.88	1.91	0.38	12.38	0.79	0.41	13.34	0.011	0.060	0.024	0.073
Rye	13	11.41	1.42	0.22	9.31	0.25	0.22	9.87	0.002	0.033	0.010	0.055
Wheat Bran ^b	15	13.05	2.31	0.62	8.01	1.37	0.75	9.44	0.017	0.144	0.065	0.175
Soy Bean Meal	7	6.18	3.23	0.09	2.06	0.39	0.41	5.36	0.020	0.043	0.022	0.148
SDPF	15	13.20	3.02	0.57	6.79	2.03	0.79	8.77	0.057	0.084	0.045	0.110
Molasses	1	0.73	0.03	0.01	0.61	0	0.08	0.61	0.009	0.001	0.003	0.023
Ca carbonate	0.95	0.95	0	0	0	0	0.94	0	0.366	0	0.003	0.001
NaCl	0.05	0.05	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0
As-fed-basis	100	—	14.55	3.05	60.37	5.39	4.03	71.35	0.491	0.446	0.204	0.683
DM basis	—	87.39	16.65	3.49	69.07	6.17	4.61	81.64	0.561	0.510	0.234	0.782

^aA formula feed replacing 15 % of the dry matter of the putative components (ingredients) of 'Miyazaki Shimofuri Tokugo' shown in Table 3 with the shochu distiller's pellet feed was used as an experimental diet. Values of proximate components, TDN and mineral composition are expressed as % in DM. Abbreviations are the same as those shown in Table 3.

^bWheat bran with flour (flour recovery rate 60 %)

Table 5. Concentrated feed intake by Japanese black cattle in the feeding experiment^a

Experimental period	Control diet (kg)		Experimental diet (kg)	
	Average total intake/head	Average intake/head/day	Average total intake/head	Average intake/head/day
(1) 22/12/97-12/1/98 (21 days)	52.5	2.50	52.5	2.50
(2) 12/1/98-9/2/98 (28 days)	79.0	2.82	79.0	2.82
(3) 9/2/98-9/3/98 (28 days)	94.5	3.38	94.5	3.38
(4) 9/3/98-15/4/98 (37 days)	209.5	5.66	209.5	5.66
(5) 15/4/98-6/5/98 (21 days)	139.5	6.64	139.5	6.64
(6) 6/5/98-9/6/98 (34 days)	236.0	6.94	234.5	6.90
(7) 9/6/98-17/7/98 (38 days)	265.9	7.00	265.6	6.99
(8) 17/7/98-21/8/98 (35 days)	259.9	7.43	271.0	7.74
(9) 21/8/98-24/9/98 (34 days)	289.9	8.53	289.1	8.50
(10) 24/9/98-19/10/98 (25 days)	204.1	8.16	200.8	8.03
(11) 19/10/98-22/11/98 (34 days)	286.4	8.42	283.0	8.32
(12) 22/11/98-22/12/98 (30 days)	262.0	8.73	262.6	8.75
(13) 22/12/98-12/1/99 (21 days)	153.3	7.30	159.6	7.60
(14) 12/1/99-15/2/99 (34 days)	274.5	8.07	277.7	8.17
(15) 15/2/99-8/3/99 (21 days)	167.6	7.98	167.8	7.99
(16) 8/3/99-14/4/99 (37 days)	286.6	7.75	287.7	7.78
(Total) 22/12/97-14/4/99 (478 days)	3,261.2	6.82	3,274.4	6.85

^aA commercial formula feed (Miyazaki Shimofuri Tokugo) was used as a control diet and a formula feed replacing 15 % of the dry matter of the Miyazaki Shimofuri Tokugo with the shochu distiller's pellet feed was used as an experimental diet.

的に粗タンパク質および可消化養分総量を約16.6および83.6%とし、対照区飼料のそれらにほぼ合わせた。

3. 飼養試験結果

1) 一般的状況および飼料摂取量

供試牛は、対照区および試験区ともに、1999年5月の試験終了までの間いずれも健康であった。また、対照区および試験区の動物は、濃厚飼料を好んで食べ、平均月齢22カ月齢までは、両区とも残飼は見られなかった。23カ月齢以降は、対照区に「食い止まり」的な傾向(残飼)が見られることがあった。ほぼ1ヶ月毎に測定した濃厚飼料摂取量をTable 5に示した。平均摂取量は試験区・対照区間に大差はなく、したがって、

478日間の総摂取量も両者に大差は見られなかった。

粗飼料としては、住吉牧場で生産した良質のイタリアンライグラス乾草を使用し、これを自由摂取させた。試験区・対照区両区ともこれをよく食べた。

2) 焼酎粕ペレット飼料が試験牛の増体量および飼料要求率に及ぼす影響

焼酎粕ペレット飼料が試験牛(黒毛和種、試験区・対照区各3頭)の成長(増体量)および飼料要求率に及ぼす影響を検討するため、方法の項でも述べた通り、対照区の飼料として肉用牛に対して宮崎県で広く用いられている「宮崎しもふり特号」を給与し、また、試験飼料として「宮崎しもふり特号」の15%(乾物当たり)を、可消化養分総量および粗タンパク質が同じ

Table 6-1. Body weights, daily gains and feed conversions of Japanese black cattle fed a control and an experimental diets (1)^a

Experimental period	Items of determination ^b	Cattle in a control group				Cattle in an experimental group			
		825	828	902	Means	824	829	901	Means
(1) 22/12/97-12/1/98 (21days)	BW (kg) (12/1/98)	353	312	247	304.0	317	322	261	300.0
	DG (kg/day)	1.14	0.76	1.19	1.03	1.00	1.14	1.00	1.05
	FC (kg/kg)	—	—	—	2.43	—	—	—	2.38
(2) 12/1/98-9/2/98 (28days)	BW (kg) (9/2/98)	366	346	264	325.3	342	343	282	322.3
	DG (kg/day)	0.46	1.21	0.61	0.76	0.89	0.75	0.75	0.80
	FC (kg/kg)	—	—	—	3.71	—	—	—	3.53
(3) 9/2/98-9/3/98 (28days)	BW (kg) (9/3/98)	384	356	297	345.7	371	366	293	343.3
	DG (kg/day)	0.64	0.36	1.18	0.73	1.04	0.82	0.39	0.75
	FC (kg/kg)	—	—	—	4.63	—	—	—	4.51
(4) 9/3/98-15/4/98 (37days)	BW (kg) (15/4/98)	407	385	327	373.0	407	393	322	374.0
	DG (kg/day)	0.62	0.78	0.81	0.74	0.97	0.73	0.78	0.83
	FC (kg/kg)	—	—	—	7.65	—	—	—	6.82
(5) 15/4/98-6/5/98 (21days)	BW (kg) (6/5/98)	433	404	354	397.0	441	424	350	405.0
	DG (kg/day)	1.24	0.90	1.29	1.14	1.62	1.48	1.33	1.48
	FC (kg/kg)	—	—	—	5.82	—	—	—	4.49
(6) 6/5/98-9/6/98 (34days)	BW (kg) (9/6/98)	453	422	376	417.0	462	440	371	424.3
	DG (kg/day)	0.59	0.53	0.65	0.59	0.62	0.47	0.62	0.57
	FC (kg/kg)	—	—	—	11.76	—	—	—	12.11
(7) 9/6/98-17/7/98 (38days)	BW (kg) (17/7/98)	477	452	447	458.7	496	460	402	452.7
	DG (kg/day)	0.63	0.79	1.87	1.10	0.89	0.53	0.82	0.75
	FC (kg/kg)	—	—	—	6.36	—	—	—	9.32
(8) 17/7/98-21/8/98 (35days)	BW (kg) (21/8/98)	510	485	451	482.0	516	512	437	488.3
	DG (kg/day)	0.94	0.94	0.11	0.67	0.57	1.49	1.00	1.02
	FC (kg/kg)	—	—	—	11.09	—	—	—	7.59

^a A commercial formula feed (Miyazaki Shimofuri Tokugo) was used as a control diet and a formula feed replacing 15% of the dry matter of the Miyazaki Shimofuri Tokugo with the shochu distiller's pellet feed was used as an experimental diet.

^b BW, body weight; DG, daily gain; FC, feed conversion; and the values in the parentheses in BW show the dates of determination.

Table 6-2. Body weights, daily gains and feed conversions of Japanese black cattle fed a control and an experimental diets (2)^a

Experimental period	Items of determination ^b	Cattle in a control group				Cattle in an experimental group			
		825	828	902	Means	824	829	901	Means
(9) 21/8/98- 24/9/98 (34 days)	BW (kg) (24/9/98)	551	511	485	515.7	546	549	467	520.7
	DG (kg/day)	1.21	0.76	1.00	0.99	0.88	1.09	0.88	0.95
	FC (kg/kg)	—	—	—	8.62	—	—	—	8.95
(10) 24/9/98- 19/10/98 (25 days)	BW (kg) (19/10/98)	565	540	525	543.3	562	575	486	541.0
	DG (kg/day)	0.56	1.16	1.60	1.10	0.64	1.04	0.76	0.81
	FC (kg/kg)	—	—	—	7.42	—	—	—	9.91
(11) 19/10/98- 22/11/98 (34 days)	BW (kg) (22/11/98)	573	557	536	555.3	578	591	511	560.0
	DG (kg/day)	0.24	0.50	0.32	0.35	0.47	0.47	0.74	0.56
	FC (kg/kg)	—	—	—	24.06	—	—	—	14.86
(12) 22/11/98- 22/12/98 (30 days)	BW (kg) (22/12/98)	595	573	556	574.7	605	619	534	586.0
	DG (kg/day)	0.73	0.53	0.67	0.65	0.90	0.93	0.77	0.87
	FC (kg/kg)	—	—	—	13.43	—	—	—	10.06
(13) 22/12/98- 12/1/99 (21 days)	BW (kg) (12/1/99)	595	582	566	581.0	617	640	544	600.3
	DG (kg/day)	0	0.43	0.48	0.30	0.57	1.00	0.48	0.67
	FC (kg/kg)	—	—	—	24.33	—	—	—	11.34
(14) 12/1/99- 15/2/99 (34 days)	BW (kg) (15/2/99)	607	596	587	596.7	648	654	565	622.3
	DG (kg/day)	0.35	0.41	0.62	0.46	0.91	0.41	0.62	0.65
	FC (kg/kg)	—	—	—	17.54	—	—	—	12.57
(15) 15/2/99- 8/3/99 (21 days)	BW (kg) (8/3/99)	620	608	609	612.3	673	675	580	642.7
	DG (kg/day)	0.62	0.57	1.05	0.74	1.19	1.00	0.71	0.97
	FC (kg/kg)	—	—	—	10.78	—	—	—	8.24
(16) 8/3/99- 14/4/99 (37 days)	BW (kg) (14/4/99)	645	622	638	635.0	697	691	597	661.7
	DG (kg/day)	0.68	0.38	0.78	0.61	0.65	0.43	0.46	0.51
	FC (kg/kg)	—	—	—	12.70	—	—	—	15.25
(Total) 22/12/97- 14/4/99 (478 days)	BW again (kg)	329	296	222	282.3	296	298	240	278.0
	Total feed intake (kg)	—	—	—	3,261.2	—	—	—	3,274.4
	FC (kg/kg)	—	—	—	9.25	—	—	—	8.53

^{a, b} The same as those shown in Table 6-1.

になるように調整しながら、焼酎粕ペレット飼料で置換した飼料を試験飼料として給与して、478日間（約16ヵ月）にわたって試験牛の体重および飼料摂取量を測定した。Table 6-1 および 6-2 には、各試験牛の体重、1日増体量および飼料要求率を示した。これらの牛は、生年月日や試験開始時の体重を勘案して配分したので、初期の平均体重はほぼ同レベルでスタートしている（Table 1）。試験開始後77日目（平均月齢15ヵ月）までは、対照区・試験区間に1日増体量でも飼料要求率でもほとんど差は見られなかった。114日目（平均月齢16ヵ月）で試験区の1日増体量が高めになり、135日目（平均月齢17ヵ月）では、試験区の1日

増体量が対照区よりも約30%高くなり、その時、試験区の飼料要求率は対照区のそれよりも約30%低かった。

その後は、試験区・対照区が交互にジグザグの変動を示したが、終盤の335日目（平均月齢23ヵ月）以降441日目（平均月齢27ヵ月）までの間では、一貫して試験区の1日増体量が30%以上（多い月は2倍以上）高くなった。並行して、試験区の飼料要求率も同様に低下した。しかし、約16ヵ月間に亘る全試験期間の飼料要求率は、試験区が対照区よりも8.4%低い程度であった。

以上の結果、生後10～13ヶ月齢（平均月齢11.6ヵ月）から試験を開始して、301日目（平均月齢22ヵ月）までは、焼酎粕ペレット飼料で「宮崎しもふり特号」の一部を置換した試験飼料の肉用牛（黒毛和種）成長促進効果（飼料効率）は、「宮崎しもふり特号」と同じ程度と考えられたが、23ヵ月齢以降は、試験飼料の飼料効率は対照区よりも30%以上も高くなることが示された。

なお、エクストルーダーにより焼酎粕等のアルコール蒸留廃液を主原料としてペレット飼料を製造し、肉用牛によりその飼養試験を行ない、良好な成績を得たとする研究報告は、これが世界初と思われる。

3) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛の肉質に及ぼす影響

飼養試験終了後、体重600 kgを越えたものから屠殺後肉質を調査することにし、宮崎くみあい食肉株式会社

社都農工場において1999年4月21日に、試験区・対照区各2頭、5月19日に試験区・対照区各1頭を処理した。なお、肉質の調査は、同じ血統の牛（試験区901、対照区902）（Fig. 1）のみを対象に行った。

まず、社団法人日本食肉格付協会による格付けの結果は、同じ血統の牛（試験区901、対照区902）では、試験区対照区とも歩留等級A、肉質等級4とランクされた（Fig. 2）。血統が異なる牛では、対照区（825、828）が試験区（824、829）よりもややよい結果になったが、今後は血統をそろえて、さらなる検討が必要と考えられる。

血統が同じ牛（試験区901、対照区902）の肉質調査の結果をTable 7に示した。破断強度は、試験区がやや低く、少し軟らかさがあると思われた。また、試験区は、ドリップが少なく、肉食のL値（Table 7にはL値のみを示した）がわずかに高かった。ロース芯の総脂質、オレイン酸およびビタミンEの含量は試験区

Control (902)

Experiental (901)



Fig. 1. Japanese black cattle used for feeding experiment (19/5/1999)

Control (902)

Experiental (901)

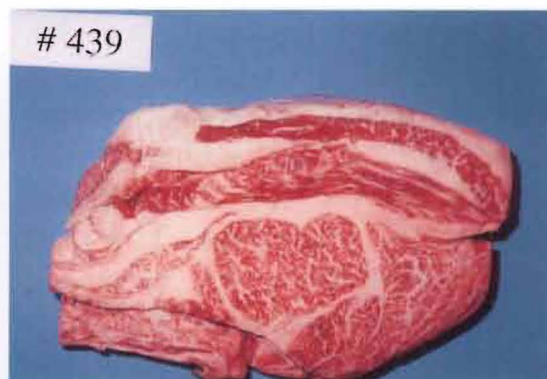
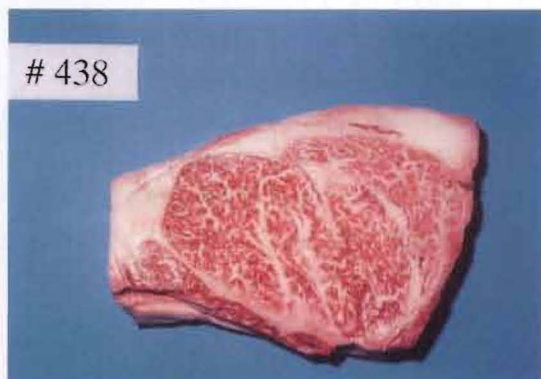


Fig. 2. Meat of Japanese Black cattle used in feeding trial (May 1999)

Table 7. Effect of feeding a formula feed containing shochu distiller's pellet feed on the meat quality of Japanese black cattle

items determined		Control (902)	Experimental (901)
Breaking strength of rib eye (g)	(Softness)	639±92	536±104
Cooking loss (drip)	(%)	26.9±1.64	23.7±0.89
Meat quality (L value)	(Chroma)	54.8±3.18	56.7±3.44
Total lipids in rib eye	(g/100g)	33.6	36.5
Oleic acid in rib eye	(%, w/w)	47.4	49.0
Linoleic acid in rib eye	(%, w/w)	1.69	1.66
α -Tocopherol in rib eye	(μ g/100g)	1,502	1,720
Total lipids in intermuscular fat	(g/100g)	87.0	84.0
Oleic acid in intermuscular fat	(%, w/w)	48.5	49.3
Linoleic acid in intermuscular fat	(%, w/w)	1.65	1.57

がやや高かったが、リノール酸は同レベルであった。筋間総脂質は逆に対照区が高かったが、オレイン酸とリノール酸はほぼ同レベルであった。

以上、肉質調査の結果を総合的にみると、各項目とも試験区・対照区間に大差はなかったが、強いて言えば、試験区のロース芯のビタミンE (α -トコフェロール) 含有量が対照区よりも高いことが特徴であった。

要 約

本プロジェクトでは、焼酎粕（ソバ焼酎粕濃縮液および同脱水ケーキの等重量混合物）を主原料とし、大麦ヌカおよびビートパルプの混合物（60：40）を副原料として2軸型エクストルーダーにより製造した焼酎粕ペレット飼料（主副両原料割合、60：40）を用いて、肉用牛による飼養試験を行うことを目的とした。また、本プロジェクトは、これまでその多くを海洋投棄してきた焼酎粕を飼料の製造に再利用することにより地球環境の浄化に資することも背景にある大きな目的の一つである。

飼養試験では、焼酎粕ペレット飼料が肉用牛（黒毛和種）の成長（増体量）、飼料要求率および肉質に及ぼす影響を検討するため、対照区の飼料として宮崎県内で広く給与されている「宮崎しもふり特号」を給与し、また、試験飼料として「宮崎しもふり特号」の15%（乾物当たり）を、可消化養分総量および粗タンパク質が同じになるように勘案しながら、焼酎粕ペレット飼料で置換した飼料を試験飼料として給与して、10～13ヶ月齢（平均月齢11.6ヶ月）から478日間（約16ヶ月間）にわたって、ほぼ1月毎に試験牛の体重およ

び飼料摂取量を測定した。試験期間中、どの動物にも異常は認められなかった。その結果、301日目（平均月齢22ヶ月）までは、試験飼料の肉用牛（黒毛和種）成長促進効果（飼料効率）は、「宮崎しもふり特号」と同程度と考えられたが、23ヶ月齢以降は、試験飼料の飼料効率は対照区よりも30%以上も高くなることが示された。

格付けの結果は、同じ血統の牛（試験区901および対照区902）では、両者とも歩留等級A、肉質等級4とランクされた。血統が異なる牛では、対照区が試験区よりもややよい結果になったが、この点はさらなる検討が必要である。肉質は、両者に大きな差は見られなかったが、試験区は、ドリップが少なく、肉食のL値は高かった。ロース芯の総脂質とビタミンEの含量は試験区がやや高く、筋間総脂質はその逆だった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、平成9年度は日本酒造組合中央会から、平成10年度は財団法人伊藤記念財団から研究費の配分を受けた。記して、深甚の謝意を表す。また、こころよく焼酎粕（濃縮液および脱水ケーキ）を御提供いただいた雲海酒造株式会社（宮崎県綾町）およびペレット飼料製造時に協力していただいた鹿児島大学大学院連合農学研究科博士課程（宮崎大学農学部）加治屋豊、駒谷謙司、宮崎大学大学院生修士課程池田太郎、宮崎大学農学部学生川口智永の諸君に謝意を表す。

引用文献

- 1) 小野寺良次・川村 修・稲澤 昭・泉 俊雄・奥田道緒・片山英美・横山三千男：麦焼酎粕，ミカンおよびニンジンのジュース粕を材料とするサイレージの調製．宮崎大学農学部研究報告，**43**：145-150 (1997)．
- 2) 小野寺良次・稲澤 昭・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・長谷川信美・片山英美・横山三千男・増田慶信・郡 義博：エクストルーダーによる焼酎粕ペレット飼料（牛用）の製造に関する研究．宮崎大学農学部研究報告，**44**：45-53 (1997)．
- 3) 川村 修・小野寺良次・長谷川信美・片山英美・兼俣由次郎・新美光弘・稲澤 昭・奥田道緒・横山三千男・増田慶信・郡 義博：サイレージ調製による焼酎粕の飼料的利用—そば焼酎粕と稲わらを材料としたサイレージについて—．宮崎大学農学部研究報告，**44**：93-97 (1997)．
- 4) 小野寺良次・稲澤 昭・駒谷謙司・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・川村 修・長谷川信美・片山英美・藤代 剛・矢野光紘・萩原昭英・山下 實・甲斐孝憲：エクストルーダーによる実用的焼酎粕ペレット飼料（牛用）の製造技術と飼料成分および嗜好性．宮崎大学農学部研究報告，**45**：77-85 (1998)．
- 5) 小野寺良次・ナジムディン モハマド・ロキブル イスラム カーン・河上雅治・稲澤 昭・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・川村 修・長谷川信美・片山英美・藤代 剛・矢野光紘・萩原昭英・山下 實・甲斐孝憲：焼酎粕がルーメン微生物による必須アミノ酸合成量に及ぼす影響．宮崎大学農学部研究報告，**45**：87-92 (1998)．
- 6) 宮崎県農政水産部畜産課編：「宮崎の畜産」，宮崎県 (1998)．
- 7) 土井悦四郎：エクストルーダーによる食品の加工．「食品工業における科学・技術の進歩（Ⅱ）」p.81-97, (社)日本食品工業学会編集, (株)光琳, (1986)．
- 8) AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (ed. by K. HELRICH). 15th edition. AOAC Inc., Arlington, Virginia (1990)．
- 9) FOLCH, J., LEES, M., SLOANE STANLEY, G. H.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., **226**：497-509 (1957)．
- 10) TAKENOYAMA, S., KAWAHARA, S., MURATA, H and YAMAUCHI, K.: Investigation of some preparation procedures of fatty acid methyl ester for capillary gas-liquid chromatographic analysis of conjugated linoleic acid in meat. Anim. Sci. J., **70**：336-342 (1999)．
- 11) BIERI, J. G.: Lipid Chromatographic Analysis Vol. 2 (ed. by MARINETTI, G. V.). p.459 (1969). Marcel Dekker Inc., New York.
- 12) 山内 清・門田利作・村田 寿・大橋登美男・芳賀聖一・平川良子・那須裕二：ウイナーソーセージの脂肪酸，コレステロール， α -トコフェロールおよび2-チオバルビツール酸値．日本栄養・食糧学会誌，**41**：60-64 (1988)．
- 13) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表，p.78 (1995)，中央畜産会
- 14) EL-WAZIRY, A. M. and ONODERA, R.: Effects of salinomycin and vitamin B₆ on the in vitro synthesis of lysine from the stereoisomers of 2,6-diaminopimelic acid by mixed rumen protozoa, bacteria and their mixture. J. Gen. Appl. Microbiol., **43**：109-114 (1997)．
- 15) AMIN, M. RUHUL and ONODERA, R.: Effects of salinomycin and vitamin B₆ on in vitro metabolism of phenylalanine and its related compounds by ruminal bacteria, protozoa and their mixture. J. Gen. Appl. Microbiol., **44**：1-9 (1998)．