

焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の成長、健康、行動および肉質に及ぼす影響

中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭¹⁾・別納征欧²⁾・柏原 浩²⁾・長谷川信美
堀井洋一郎³⁾・藤代 剛⁴⁾・山内 清⁵⁾・六車三治男⁵⁾・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣
上島良介⁵⁾・目 和典⁵⁾・堤 孝彦⁵⁾・高橋俊浩・森田哲夫・林 国興⁶⁾・森下敏朗⁷⁾
林 綾子⁸⁾・田原秀隆⁸⁾・高橋勝南⁸⁾

宮崎大学農学部食料生産科学科, ¹⁾東洋ダイナム株式会社, ²⁾中部飼料株式会社, ³⁾宮崎大学農学部獣医学科, ⁴⁾宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター住吉フィールド(牧場), ⁵⁾宮崎大学農学部応用生物科学科, ⁶⁾鹿児島大学農学部生物資源化学科, ⁷⁾宮崎県食品開発センター, ⁸⁾霧島酒造株式会社

(2003年2月14日受理)

Effect of Pellet Feed Produced from Shochu Distiller's By-product on Growth, Health, Behavior and Meat Quality of Beef Cattle

Nobuo NAKAO, Ryoji ONODERA, Akira INAZAWA¹⁾, Ikuo BETSUNO²⁾, Hiroshi KASHIWABARA²⁾, Nobumi HASEGAWA, Yoichiro HORII³⁾, Tsuyoshi FUJISHIRO⁴⁾, Kiyoshi YAMAUCHI⁵⁾, Michio MUGURUMA⁵⁾, Muneyasu OKIMOTO, Kensou KOHNO, Osamu KITAZUME, Ryosuke KAMISHIMA⁵⁾, Kazunori SAKKA⁵⁾, Takahiko TSUTSUMI⁵⁾, Toshihiro TAKAHASHI, Tetsuo MORITA, Kunioki HAYASHI⁶⁾, Toshiro MORISHITA⁷⁾, Ayako HAYASHI⁸⁾, Hidetaka TAHARA⁸⁾, Katsumi TAKAHASHI⁸⁾

Department of Plant and Animal Sciences, ¹⁾Toyo Dainamu Co. Ltd., ²⁾Chubu Shiryo Co. Ltd., ³⁾Department of Veterinary Science, ⁴⁾Sumiyoshi Livestock Science Station, Field Science Center, ⁵⁾Department of Biochemistry and Applied Biosciences, ⁶⁾Department of Biochemical Science and Technology, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, ⁷⁾Miyazaki Prefectural Food R & D Center, ⁸⁾Kirishima Corporation

Summary: Feeding and field experiments using Japanese black and crossbred cattle, respectively, were conducted to examine the effect of a pellet feed with shochu distiller's by-products (SDB-PF) on the growth, health, behavior and meat quality of the cattle and the following results were obtained: 1) Average daily gain and feed efficiency of the test group with SDB-PF were about 10 % higher than those of the control group in both feeding and field experiments. Thus the SDB-PF appeared to have a growth-stimulating function on beef cattle. 2) The supply of SDB-PF did not damage the health of the cattle both in the feeding and field experiments. Incidentally, in the field experiment, five cattle suffered from pneumonia, pleurisy and gastritis in the control group, whereas no cattle suffered from these diseases in the test

group. 3) Examination on the effect of SDB-PF on behavior of cattle in the feeding experiment resulted in finding a view that SDB-PF worked for avoiding stress on the basis of an observation of higher self-grooming and stress-related behaviors in the control group when compared with those in the test group. 4) SDB-PF appeared to increase the weight of dressed carcass both in the Japanese black and the crossbred cattle. 5) Feeding SDB-PF tended to enhance lipid content in rib eye and α -tocopherol content in both rib eye and intermuscular fat both in the Japanese black and the crossbred cattle. Organoleptic evaluation of the meat tended to show that major persons felt favorite for the meat of the test group fed with SDB-PF in the feeding experiment with Japanese black cattle.

Key words: Shochu distiller's by-products pellet feed, Beef cattle, Feed efficiency, Meat vitamin E, Organoleptic evaluation.

本プロジェクトは、焼酎生産地帯である南九州で排出される焼酎粕（年間約39万7千キロリットル、平成9酒造年度）を家畜の飼料原料として再利用することにより、環境の浄化に寄与し、さらに、低価格で機能性のある飼料を開発することを目標にして、これまで牛による基礎的および予備的試験（小野寺他1997 a; 小野寺他1997 b; 川村他1998; 小野寺他1998 a; 小野寺他1998 b; 小野寺他2000）ならびに豚による飼養試験およびフィールド試験（中尾他2001 a; 中尾他2001 b; 中尾他2001 c）を行ってきた。本研究では、過去の試験結果をベースに、カンショ焼酎粕をフスマと組み合わせエクストルーダーにより製造した焼酎粕ペレット飼料を用いて肉用牛を対象とした本格的な飼養試験およびフィールド試験を行い、試験牛の成長、健康、行動および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

本研究では、上述の通り、焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の成長、健康、行動および肉質に及ぼす影響を検討するための飼養試験（研究施設での試験）とフィールド試験（生産現場での試験）を実施した。

飼養試験は、宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター住吉フィールド（牧場）（以下、住吉フィールドと略称）（宮崎県宮崎市）において、黒毛和種牛10頭を用いて2000年4月から2001年6月までの14ヶ月間実施した。

フィールド試験は、農事組合法人西ノ原牧場協同組合（以下、西ノ原牧場と略称）（宮崎県小林市）において、交雑種20頭を用いて2000年5月か

ら2001年7月までの約14ヶ月間実施した。

1. 焼酎粕ペレット飼料の製造

本研究でペレット飼料の製造に用いた主原料（焼酎粕）は、霧島酒造株式会社が製造したカンショ焼酎粕（イモ焼酎粕）の濃縮液（焼酎粕原液のデカンター処理上清液画分の濃縮物、水分72%）および同乾燥脱水ケーキ（焼酎粕原液のデカンター処理沈殿画分の乾燥物、水分8.9%）である。また、副原料として用いたフスマは土持産業株式会社（都城市）提供のものである。ペレット飼料の製造には、濃縮液：乾燥脱水ケーキ：副原料（フスマ）＝3：1：4（重量比）で混合し、基本的には筆者らの過去の実験結果（小野寺他、1997 b; 1998 a）に基づいて、エクストルーダー（1986）を用いて製造した。この時の主副両原料混合比は、乾物比で、焼酎粕：フスマ＝1：2であった。

2. 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（1990）に基づき、前報（中尾他2001 a）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。

3. 配合飼料の設計・製造

1) 飼養試験（住吉フィールド）

焼酎粕ペレット飼料の成分分析結果に基づいて、住吉フィールドの慣行に従い、肥育前期および肥育後期用飼料の配合設計を行い、配合飼料を製造した。なお、これらの配合飼料の製造は、中部飼料株式会社志布志工場に依頼した。配合飼料の製造に用いた原料の一般成分、可消化養分総量およ

表 1. 飼養試験に用いた濃厚飼料（配合飼料）の原料の一般成分，栄養価および主要ミネラル組成（乾物中%）

配合飼料原料	乾物	粗タンパク質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	TDN ¹⁾	カルシウム	リン
加熱トウモロコシ	88.1	8.67	4.54	83.21	2.19	92.40	0.03	0.31
トウモロコシ	86.5	8.67	4.51	83.24	2.20	92.37	0.03	0.31
加熱大豆	87.0	12.02	2.38	78.00	4.99	85.17	0.07	0.38
小麦	88.5	13.67	2.03	79.66	2.71	88.93	0.05	0.36
大麦混合糠	89.9	13.57	5.78	60.29	14.68	64.52	0.10	0.55
フスマ	87.0	17.70	4.71	61.38	10.46	72.30	0.13	1.10
グルテンフィード	88.9	22.27	2.70	59.73	9.22	82.68	0.25	1.00
大豆粕	88.3	5.96	1.47	34.53	6.34	86.75	0.33	0.70
菜種粕	87.7	39.91	2.51	39.22	11.06	73.55	0.71	1.25
焼酎粕ペレット飼料	85.9	20.26	2.44	62.98	7.88	69.97	0.19	1.07
糖蜜	72.7	4.26	0.69	83.63	0.00	83.22	1.20	0.11
炭酸カルシウム	99.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.70	0.01
食塩	98.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00

¹⁾可消化養分総量

表 2. 給与した濃厚飼料（配合飼料）の主な原料配合割合（原物重量%）と乾物中栄養成分（%）
（住吉フィールド）

	対 照 区		試 験 区	
	前期	後期	前期	後期
加熱トウモロコシ	23.20	29.00	23.20	29.00
トウモロコシ	19.50	24.65	19.50	24.65
加熱大豆	17.00	15.00	17.00	15.00
小麦	6.20	1.50	6.20	1.50
大麦混合糠	7.40	0.00	7.40	0.00
フスマ	13.20	13.40	4.20	4.40
グルテンフィード	4.80	6.00	4.80	6.00
大豆粕	3.10	3.50	3.10	3.50
菜種粕	4.50	5.50	3.50	4.50
焼酎粕ペレット飼料	0.00	0.00	10.00	10.00
糖蜜	0.80	1.00	0.80	1.00
炭酸カルシウム	0.15	0.25	0.15	0.25
食塩	0.11	0.15	0.11	0.15
ビタミン	0.00	0.01	0.00	0.01
ミネラル	0.04	0.04	0.04	0.04
乾物	87.51	87.28	87.60	87.37
粗タンパク質	14.41	14.39	14.39	14.37
粗脂肪	3.81	3.81	3.79	3.79
可溶無窒素物	72.67	73.56	72.27	73.61
粗脂肪	5.56	4.75	5.57	4.76
可消化養分総量	84.39	86.24	84.15	85.99
カルシウム	0.17	0.22	0.17	0.21
リン	0.53	0.53	0.53	0.53

びミネラル含量を表1に示した。また、試験区および対照区の肥育前期および肥育後期の配合飼料の原料と配合割合ならびに乾物中栄養成分を表2に示した。

2) フィールド試験 (西ノ原牧場)

飼養試験の場合と同様に、焼酎粕ペレット飼料の成分分析結果に基づいて、肥育前期、中期および後期用飼料の配合設計を行い、配合飼料を製造した。西ノ原牧場では、住吉フィールドと異なり、配合飼料を前中後期の3種類に設計して給与しているため、その慣行に従った。なお、これらの配合飼料の製造は、中部飼料株式会社志布志工場に依頼した。配合飼料の製造に用いた原料のうち表1に示されていないものの一般成分、可消化養分総量およびミネラル含量を表3に示した。

4. 動物試験法

1) 供試牛

(1) 飼養試験

飼養試験では、供試牛として、住吉フィールドで生まれた黒毛和種6頭(去勢4頭, 雌2頭)およびグローバル牧場「はざま」(宮崎県都城市)から導入した黒毛和種4頭(雌), 計10頭を用いた(表4)。生年月日および体重を勘案して、試験区(焼酎粕ペレット飼料給与区)と対照区(市販飼料給与区)に各5頭(去勢2頭, 雌3頭)を配置した。

(2) フィールド試験

フィールド試験の供試牛としては、西ノ原牧場(宮崎県小林市)の交雑種20頭(去勢10頭, 雌10頭)を用いた。約6ヶ月齢(2000年2月26日)の時に、体重を勘案して試験区(焼酎粕ペレット飼料給与区)と対照区(慣行区)に各10頭(去勢5頭, 雌5頭)を配置した。供試牛の体重と体高を表5に示した。これらの動物により予備期間をお

表3. フィールド試験に用いた濃厚飼料(配合飼料)の原料の一般成分, 栄養価および主要ミネラル組成(乾物中%)^{a)} (西ノ原牧場)

	乾物	粗タンパク質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	TDN ^{b)}	Ca	P
大麦	88.2	12.02	2.38	78.00	4.99	84.1	0.07	0.38
マイロ	86.6	10.39	3.58	82.10	2.19	90.3	0.03	0.30
ビール粕	91.5	27.10	9.84	42.30	16.39	71.8	0.28	0.54
バガス	92.32	2.39	0.51	34.58	45.17	64.99	0.57	0.29

^{a)}Table 1に掲載したものは省いた。 ^{b)}可消化養分総量

表4. 飼養試験における供試牛の履歴

区分	性別	No	生年月日	日齢(日)	体重(kg)	血統		
						父	母の父	祖母の父
対照	去勢	102	01/07/99	452	359	安平	清藤	初栄
	去勢	61	01/24/99	435	296	隆桜	糸秀	初栄
	雌	106	01/21/99	438	277	安平	隆桜	奥高
	雌	2046	01/03/99	456	337	安平	隆美	隆美
	雌	2111	01/19/99	440	291	安平	糸秀	安美土井
	平均			444.2	312.0			
試験	去勢	103	01/09/99	450	343	安平	北福	美福10
	去勢	108	01/29/99	430	334	隆桜	奥高	初栄
	雌	104	01/10/99	449	264	糸秀	奥高	初栄
	雌	2062	01/05/99	454	339	安平	誠隆	隆美
	雌	2144	01/25/99	434	301	安平	糸弘	隆美
	平均			443.4	316.2			

いて約8ヶ月齢(同年4月)から試験を開始する予定であったが、宮崎県において口蹄疫が発症した影響により、約9ヶ月齢から実施した。

2) 試験期間

(1) 飼養試験

飼養試験の試験期間は2000年4月3日から2001年6月4日までの427日間とし、前期155日間、後期272日間の2期に区分した。なお、出荷は6月4日、屠殺は6月5日、枝肉格付けは6月8日に行った。

(2) フィールド試験

フィールド試験の試験期間は2000年5月24日から2001年7月10日までの412日間となった。その間、前期156日間、中期60日間、後期196日間の3期に区分してフィールド試験を実施した。なお、出荷は7月10日、屠殺は7月11日、枝肉格付けは7月13日に行った。

3) 飼養管理および飼料給与法

(1) 飼養試験

供試牛は、試験区・対照区毎に5頭を住吉フィールドのセルフロックスタンション牛舎で群飼した。

対照区の濃厚飼料として、前期、後期ともに市販の配合飼料(表2)を使用した。試験区の濃厚飼料は、前期ならびに後期に焼酎粕ペレット飼料を原物重量当たり10%添加し、飼料全体の可消

化養分総量および粗タンパク質の値が対照区の濃厚飼料と同じになるように他の成分割合を調整した。

粗飼料としては、住吉フィールドで栽培し、調製したギニアグラス乾草を給与した。濃厚飼料および粗飼料は、日本飼料標準・肉用牛(2000年版)¹²⁾に基づき作成した給与量(表6)を給与した。なお、濃厚飼料および粗飼料は、1日量を朝夕2回に分けて給与した。

水はウォーターカップからの自由飲水とし、鈹塩も自由摂取とした。

(2) フィールド試験

供試牛は、試験区・対照区とも、それぞれ、性別に5頭をコンクリート床に鋸屑を敷いた同一房で群飼した。

フィールド試験では、飼料はTMR方式によるコンプリートフィードとして給与し、その配合割合は表7に示した通りであるが、特に、これに用いられている濃厚飼料(配合飼料)の主な原料組成とそれらの配合割合ならびに栄養成分を表8に示した。濃厚飼料(配合飼料)としては、西ノ原牧場で使用している肥育前期、中期および後期用配合飼料を、粗飼料としては、肥育前期および後期でイタリアンライグラス乾草、肥育中期でバミューダグラス乾草を用いた。各期とも、濃厚飼料、粗飼料およびその他の飼料を飼料混合機(リールアーゲーミキサー、3020TR型、リールアーゲー社)により混合・調製し、TMR方式によるコンプリートフィードとした。給与飼料の混合・調製作業は、試験区は労力節減のため2日に1回、対照区は西ノ原牧場の他の牛に給与する飼料と同じものを給与したので、大量調製するため給与毎に行った。

対照区の飼料としては、上述したように、西ノ原牧場の各期の慣行給与飼料(表8)を用いたが、試験区の飼料としては、焼酎粕ペレット飼料を肥育前期、中期および後期用飼料に原物重量当たり

表5. 供試牛の試験開始時の体重と体高^{a)}
(西ノ原牧場)

区分	性別	頭数	体重(kg)	体高(cm)
対照	去勢	5	248.8±21.1	111.6±1.4
	雌	5	203.4±18.4	106.6±1.7
	平均	10	226.1	109.1
試験	去勢	5	246.4±22.4	109.8±3.2
	雌	5	201.8±19.0	108.2±2.6
	平均	10	224.1	109.0

^{a)}数値は平均値±標準誤差

表6. 飼養試験における飼料給与法^{a)}

供試牛 月齢	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
前期 ^{b)}	7.5	8.0	8.5	9.0	→	9.5	3.5									
後期 ^{b)}							6.0	9.5	9.0	8.5	→	8.0	→	→	7.5	→
粗飼料	2	→	→	1.5	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

^{a)}単位、kg/日；^{b)}濃厚飼料

表 7. 給与飼料 (TMR) の配合割合 (原物重量%) (西ノ原牧場)

	対照区			試験区		
	前期	中期	後期	前期	中期	後期
濃厚飼料 ¹⁾	41.5	54.5	90.0	50.0	53.4	63.0
粗飼料 ²⁾	17.0	13.0	7.5	15.5	16.1	7.5
ビール粕	41.5	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バカス	0.0	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5
水	0.0	15.0	0.0	25.0	14.0	0.0
焼酎粕ペレット飼料 ³⁾	0.0	0.0	0.0	6.0	10.0	9.0
大豆粕	0.0	0.0	0.0	3.5	4.0	0.0
Sメイズ ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0

¹⁾西ノ原牧場の前期, 中期および後期用配合飼料を使用

²⁾前期, 後期にイタリアンストロー, 中期にバミューダグラスを使用

³⁾焼酎粕とフスマを 1 : 2 (乾物) に配合

⁴⁾Sメイズは配合飼料で, 成分値は不明. 試験区後期に焼酎粕ペレット飼料を 9% 配当したため, 対照区との成分調整のため使用.

表 8. 給与した濃厚飼料 (配合飼料) の主な原料配合割合 (原物重量%) と乾物中栄養成分 (%) (西ノ原牧場)

原料および栄養成分	対照区			試験区		
	前期	中期	後期	前期	中期	後期
トウモロコシ	11.4	16.7	30.6	13.6	16.9	39.4
フスマ	19.9	15.8	9.0	23.9	15.5	6.3
大麦混合糠	5.4	3.5	0.0	6.5	3.5	0.0
大豆粕	4.6	4.3	4.5	9.1	8.3	3.2
大麦	0.0	0.0	33.0	0.0	9.8	23.1
マイロ	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	1.0
ビール粕	41.5	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バガス	0.0	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5
水	0.0	15.0	0.0	25.0	14.0	0.0
粗飼料 ¹⁾	17.0	13.0	7.5	15.5	16.1	7.5
焼酎粕ペレット飼料 ²⁾	0.0	0.0	0.0	6.3	10.0	9.0
乾物	56.87	75.02	78.06	52.02	75.45	77.95
粗タンパク質	20.73	16.52	13.41	20.53	16.32	13.12
粗脂肪	6.59	4.55	3.70	4.21	3.30	3.91
可溶無窒素物	56.45	58.93	76.03	61.88	60.10	74.92
粗繊維	11.54	15.09	4.57	8.42	15.04	4.72
粗灰分	4.69	4.91	3.52	4.96	5.24	3.32
可消化粗タンパク質	16.27	11.80	11.03	17.07	11.94	10.74
可消化養分総量	77.49	75.11	86.79	78.14	74.66	86.40
カルシウム	0.19	0.22	0.24	0.14	0.20	0.23
リン	0.69	0.50	0.36	0.79	0.56	0.50

¹⁾前期, 後期にイタリアンストロー, 中期にバミューダグラスを使用

²⁾焼酎粕とフスマを 1 : 2 (乾物) に配合

それぞれ6%, 10%, 9%となるように添加した配合飼料(表7, 8)を用いた。給与飼料の栄養価, ビタミン, ミネラル等は全期間を通し両区ともほぼ等値となるように設計した(表8)。なお, 養分要求量は, 日本飼養標準・肉用牛(2000年版)に従った。飼料給与は朝夕2回で, 給与量は飽食給与とした。

また, 群分けから試験開始までの予備期間の給与方法等は以下の通りであった。試験区は, 群分け後3月19日までは濃厚飼料と粗飼料を分離給与し, それ以降はコンプリートフィードとして給与した。しかし, 前期用飼料の摂取量が対照区と比べ極端に少なかったため, 4月26日より, 水を加えたり, 成分調整のため大豆粕(フレーク)を加えるなど1部配合割合を変更し給与した。対照区は, 3月7日までは濃厚飼料と粗飼料を分離給与し, それ以降はコンプリートフィードとして給与した。

水はウォーターカップからの自由飲水とし, 鈹塩も自由摂取とした。

4. 調査項目および方法

1) 飼料摂取量

飼養試験およびフィールド試験ともに飼料給与毎に前回の残飼料を計量し, 飼料摂取量を算出した。

2) 体重等

飼養試験では, 試験開始後, 約1ヶ月間隔に測定した。フィールド試験では, 体重, 体高および胸囲を, 試験開始後, 前期および中期までは1ヶ月間隔で, 後期は3ヶ月間隔で, 毎回午前10時に測定を開始した。

3) 血液性状

フィールド試験では, 血液性状を調べた。血液は, 試験開始時, 2, 4および6ヶ月後の4回, 体重測定後に頸静脈から採血した。検査項目は, 白血球数, 赤血球数, ヘモグロビン, ヘマトクリットおよび血漿総蛋白質である。

4) 枝肉成績

(社)日本食肉格付協会の評価に基づき枝肉成績を評価した。

5) 行動調査

飼養試験においては, 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の行動に及ぼす影響を明らかにするため, 行

動調査を行った。すなわち, 住吉フィールドのセルフロックスタンション牛舎において, 以下の実験を行った。1999年1月3日-1月29日生まれの黒毛和種(10頭)について, 試験区5頭(去勢雄2頭, 雌2頭)と対照区5頭(去勢雄2頭, 雌2頭)の24時間行動観察を, 2000年8月15日, 9月30日, 12月5日の計3回行った。行動は, 摂取・休息・反芻・身繕い・歩行・探索・敵対・親和・ストレス関連に分類し, 2分間隔で記録した。また, 排糞・排尿行動はすべて記録した。

6) 肉質調査法

肉の理化学的分析では, 写真撮影に続いて, 色彩, pH, クッキングロス, レオロジー特性を測定し, さらに, 官能検査を行った。また, 肉の脂質については, 脂肪酸およびトコフェロール(ビタミンE)を測定した。

(1) 供試試料

① 飼養試験

飼養試験に用いた供試牛10頭のうち, 父の系統を安平(表4)に統一にして, 対照区2頭(雌, 耳標番号2046および2111)および試験区2頭(雌, 耳標番号2062および2144)から肉質調査用のサンプルを採取した。すなわち, 食肉処理場(株)宮崎くみあい食肉, 都農工場, 宮崎県児湯郡都農町)で2001年6月5日に屠殺解体後, (社)日本食肉格付協会による枝肉格付終了後, ロース部分を試料として採取し, 理化学的に肉を分析した。なお, 肉質調査時のサンプル番号としては, 枝肉番号を用いた。耳標番号(表4)と枝肉番号の関係は, 2046=111, 2111=112, 2062=109, 2144=110である。

② フィールド試験

フィールド試験では, 供試牛として交雑種を用いたので, 特に父系統などは勘案せず, 各区10頭ずつの供試牛の中からアトランダムに試験区・対照区各4頭ずつ合計8頭(各区去勢2頭, 雌2頭)を選び, 食肉処理場で屠殺解体し, 飼養試験と同様にして, (社)日本食肉格付協会による枝肉格付終了の後, ロース部分をサンプルとして採取し, 理化学的に肉を分析した。

(2) 肉の物理的分析および官能検査

① 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、測定した値のL, a, b表示系では明度をL, 色相と彩度を示す色度をa, bで表した。a, bは色の方向を示し、aは赤方向、-aは緑方向、bは黄色方向、-bは青方向を示す。

② 肉のpH測定法

肉2gに蒸留水10mlを添加し、30秒間ホモジナイズし、さらに10秒間隔で3回ホモジナイズを繰り返した後、pHを測定した。

③ 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。

④ レオロジー特性測定法

ロース部位の試料を幅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、その物性をクリープメータ（山電製、RE-33005）により試料台移動速度1mm/秒で測定した。なお、測定には、20ニュートンのロードセル、No.21の剪断用（ナイフ型）プランジャーを使用した。また、測定は同一試料について10回行いその平均値を求めた。

⑤ 官能検査法

検査員（学生）17名による牛肉の官能検査を実施した。検査項目は、外見所見、色調、匂い、食感、好ましさ、総合的評価の6項目である。

(4) 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 *et al.* (1957)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

上記の脂質抽出物中の脂肪酸をTakenoyama *et al.* (1999)の方法によりメチルエステルとし、ガスクロマトグラフィー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、Bieri (1969) および山内他 (1988) 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. 飼養試験

1) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の増体量および飼料要求率に及ぼす影響

表4に示した供試牛（黒毛和種）10頭（試験区・対照区各5頭：去勢雄2頭、雌3頭）に対して、表2に示した焼酎粕ペレット飼料を配合した濃厚飼料（試験区）と市販の濃厚飼料（対照区）を給与して前期155日間、後期272日間飼育し、まず、成長、増体量、飼料要求率（飼料効率の逆数）などを調査した。

試験区の供試牛の中には、父系統が異なる牛が1頭（耳標番号104、父：糸秀）含まれていて（表4）、この牛は、試験開始当初から下痢をしたり、蹄の炎症を発症したりして、結局、試験終了まで回復しなかった。残りの4頭の試験区供試牛の健康状態を見るといずれも健康そのもので、下痢などが焼酎粕ペレット飼料を給与したことが原因で発症したとは考えられなかった。この牛（耳標番号104）を除いて整理した。その結果、図1に示したように、増体量は2000年8月頃から試験区がやや高くなって、そのまま最後まで推移した。試験期間全体としての増体量に関しては、表9に示したように、前期終了時で、試験区の平均1日増体量が対照区のそれよりも16.7%も高くなった。そして、全期間での試験区の平均1日増体量は、対照区のそれよりも10%高くなった。

全期間での濃厚飼料要求率、粗飼料要求率およびTDN要求率は、表10に示したように、試験区よりも対照区が、それぞれ、10.2%、22.6%および11.3%も高く、これは、それらと同値だけ試験区の飼料効率が高くなったことを示す。従って、焼酎粕ペレット飼料給与により飼料効率は、10%以上高まると言える。この点は、傾向とし

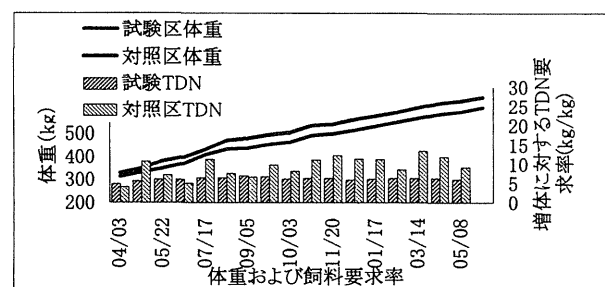


図1. 黒毛和種の増体量に及ぼす焼酎粕給与の影響（除耳標番号104牛）（住吉フィールド）

表9. 焼酎粕ペレット飼料給与が肉用牛（黒毛和種）の増体量に及ぼす影響^{a)} (住吉フィールド)

区分	開始時	前期終了時	後期終了時	全期間
対照区	312.0±15.4	442.6 ±17.4	611.2±19.2	
		0.84±0.02 ^a	0.62±0.02	0.70±0.02
試験区	329.3±9.6	481.8±12.5	656.5±36.2	
		0.98±0.05 ^b	0.65±0.09	0.77±0.07

^{a)}対照区5頭，試験区4頭（除104），数値は平均値±標準誤差
 上段：体重，下段：平均1日増体量，単位：kg
 試験区と対照区間の異肩文字に有意差（P<0.05）

表10. 焼酎粕ペレット飼料給与が肉用牛（黒毛和種）の摂取量および飼料要求率に及ぼす影響（2）^{a)} (住吉フィールド)

	濃厚飼料摂取量 (kg/日)			1 kg増体に要した量 (kg)		
	前期	後期	全期間	前期	後期	全期間
対照区	7.52	7.94	7.79	8.92	12.81	11.11
試験区	7.56	7.82	7.73	7.68	12.17	10.08
	粗飼料摂取量 (kg/日)			1 kg増体に要した量 (kg)		
	前期	後期	全期間	前期	後期	全期間
対照区	1.14	1.02	1.06	1.35	1.65	1.52
試験区	1.02	0.91	0.95	1.04	1.42	1.24
	TDN摂取量 (kg/日)			1 kg増体に要した量 (kg)		
	前期	後期	全期間	前期	後期	全期間
対照区	6.05	6.42	6.29	7.18	10.36	8.97
試験区	6.02	6.27	6.18	6.12	9.76	8.06

^{a)}対照区5頭，試験区4頭（除104），数値は平均値±標準誤差

て、前報（小野寺他 2000）（予備試験）と同じであった。しかし、前報の結果では、生後23ヶ月以降の対照区の増体速度が、食い止まりのため、低下したのに対して、試験区の増体速度は低下せず、その分試験区の増体はよくなり、飼料要求率（飼料効率）は約30%も低く（高く）なったが、今回はそのような傾向は認められず、試験区・対照区とも順調に成長した。

2) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の行動に及ぼす影響

続いて、焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の行動に及ぼす影響を検討した。24時間の行動割合（%）および統計処理の結果（t-test）を表11に示した。各行動を観察日間で比較すると、全頭平均では、2000年8月15日より同年12月5日に、摂取行動は有意に減少し（それぞれ12.59%、9.30%、 $p=0.007$ ）、ストレス関連行動は有意に増加した（それぞれ0.34%、0.94%、

$p=0.009$ ）。摂取行動は試験区・対照区のどちらも8月15日より12月5日に、減少する傾向を示した（それぞれ、 $p=0.102$ 、 $p=0.100$ ）。ストレス関連行動は、試験区では観察日による差は示さなかったが（ $p=0.827$ ）、対照区は12月5日（1.34%）に8月15日（0.30%）・9月30日（0.32%）よりも有意に増加した（ $p=0.033$ ）。

試験区と対照区とを比較すると、8月15日では、すべての行動で有意差は示さなかったが、飼料が肥育後期用に切り替わってから15日後の9月30日では、試験区が対照区より有意に反芻時間が短く（ $p=0.019$ ）、身繕い行動が少なく（ $p=0.033$ ）、12月5日にはストレス関連行動が少なかった（ $p=0.033$ ）。9月30日に試験区の反芻行動が対照区より短かった原因は、12月5日には差がなかったことから、給与乾草の影響と考えられる。

排糞行動は、8月15日・9月30日・12月5日それぞれ、試験区が4.2、4.2、3.6回で大きな変化は

なかったのに対し、対照区は5.4, 4.0, 8.2回で、12月5日に対照区が試験区よりも有意に多く、対照区は下痢状の糞であった。排尿行動は、8月15

日・9月30日・12月5日それぞれ、試験区が8.6, 7.4, 7.2回、対照区が18.8, 14.4, 10.0回で、9月30日には対照区が試験区よりも有意に多かった。

表11. 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の行動に及ぼす影響^{a)} (住吉フィールド)

観察日	行動	全頭 平均±SD	実験区 平均±SD	対照区 平均±SD	P値 処理間
2000年 8月15日	摂取	12.59±2.68	12.98±2.64	12.20±2.98	0.673
	休息	59.82±4.61	59.52±6.60	60.12±2.02	0.851
	反芻	18.85±3.61	19.16±5.22	18.54±1.34	0.854
	身繕い	2.48±1.05	2.74±0.86	2.22±1.26	0.468
	歩行	1.14±0.54	1.18±0.63	1.10±0.50	0.830
	探索	0.93±0.37	0.82±0.35	1.04±0.40	0.380
	敵対	0.10±0.12	0.04±0.05	0.16±0.13	0.101
	親和	2.86±0.77	2.62±1.08	3.10±0.19	0.357
	ストレス関連	0.34±0.38	0.38±0.50	0.30±0.27	0.761
9月30日	摂取	10.01±2.41	10.66±2.56	9.36±2.33	0.426
	休息	63.26±5.36	66.18±2.33	60.34±6.16	0.083
	反芻	17.72±4.56	14.60±2.71	20.84±3.88	0.019
	身繕い	2.84±1.35	1.98±0.90	3.70±1.20	0.033
	歩行	0.90±0.54	0.66±0.40	1.14±0.60	0.175
	探索	1.29±1.18	1.66±1.56	0.92±0.61	0.352
	敵対	0.30±0.32	0.40±0.41	0.20±0.19	0.347
	親和	2.87±1.29	3.28±1.02	2.46±1.51	0.344
	ストレス関連	0.40±0.20	0.48±0.16	0.32±0.22	0.225
12月5日	摂取	9.30±1.48	9.58±1.66	9.02±1.40	0.580
	休息	61.88±4.80	61.44±5.59	62.32±4.48	0.791
	反芻	18.30±4.40	19.20±3.96	17.40±5.09	0.550
	身繕い	3.37±1.48	2.96±0.90	3.78±1.93	0.414
	歩行	1.26±0.64	0.96±0.32	1.56±0.77	0.148
	探索	1.83±0.74	1.90±0.57	1.76±0.96	0.785
	敵対	0.31±0.38	0.10±0.12	0.52±0.45	0.081
	親和	2.97±1.96	3.36±2.39	2.58±1.60	0.561
	ストレス関連	0.94±0.63	0.54±0.48	1.34±0.50	0.033
P値 観察日間	摂取	0.007	0.102	0.100	
	休息	0.308	0.154	0.709	
	反芻	0.836	0.167	0.371	
	身繕い	0.325	0.225	0.221	
	歩行	0.378	0.251	0.472	
	探索	0.070	0.227	0.161	
	敵対	0.218	0.085	0.148	
	親和	0.982	0.738	0.709	
	ストレス関連	0.009	0.827	0.001	

^{a)}数値は24時間のうちの各行動時間の% (平均±SD) および統計処理結果 (t-test)

肥育後期用飼料給与後、対照区の方が試験区よりも身繕い行動とストレス関連行動が多く排糞・排尿行動が多いことが観察された。これらの結果から、焼酎粕ペレット飼料を配合した飼料は市販配合飼料よりも消化器機能を正常に保ち、ストレス症状を起こしにくいと考えられた。

3) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の枝肉格付に及ぼす影響

次に、(社)日本食肉格付協会による枝肉格付に及ぼす焼酎粕ペレット飼料給与の影響を検討した。まず、枝肉成績をみると（表12）、枝肉重量は試験区が約4%高かった。同時に、皮下脂肪厚も試験区で高かった。ロース芯面積やバラ厚には差は見られなかった。脂肪交雑等の肉質には試験区・対照区間に大差は見られなかった（表13）。肉質等級は、表14に示したように、肉質等級4が対照区で2頭、試験区1頭で、肉質等級3が両区とも2頭、肉質等級2が対照区1頭に対して試験区で2頭であった。このように、肉質等級に関しては、

対照区がややよい感じを受けるが、肉質等級2で歩留まり等級Bという試験区の牛（耳標番号104）は、上述したように、当初から下痢や食い止まりがおきたり、蹄の炎症がおきたり、異常な面がみられ、最後まで改善されなかった。また、供試牛の中では、父系統がこの牛だけ「糸秀」で、それ以外は、試験区・対照区とも「安平」と「隆桜」であった。特に肉質には父系統が大きく影響すると言われているので、父系統を揃えて遺伝的素質を同レベルにして考察するために、この牛（耳標番号104）を除くと、試験区・対照区間の肉質等級に差があるとは考えられなかった。

4) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛の肉の理化学的分析値に及ぼす影響

続いて、焼酎粕ペレット飼料の給与が牛肉の理化学的分析値に及ぼす影響を検討した。分析試料を採取した牛は、既述のように試験区・対照区各2頭である。これらの父系統は、すべて「安平」である。まず、pHやレオロジーなどに及ぼす影

表12. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の枝肉成績（歩留）に及ぼす影響（住吉フィールド）

区分	屠殺前体重 (kg)	枝肉重量 (kg)	歩留基準値	ロース芯面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪 (cm)
対照区	582.4±17.8	370.6±10.5	74.7±0.4	55.2±2.7	7.2±0.2	2.3±0.0
試験区	596.0±40.9	384.8±27.0	73.6±0.6	53.8±2.5	7.5±0.4	3.4±0.6

数値は各区5頭の平均値±標準誤差

表13. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の肉質に及ぼす影響^{a)}（住吉フィールド）

区分	脂肪交雑		肉の色沢			肉の締まり・きめ			脂肪の色沢と質		
	BMSNo ^{b)}	等級	BCSNo ^{b)}	光沢	等級	締まり	きめ	等級	BFCNo ^{b)}	光沢質	等級
対照区	3.8	3.2	4.0	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.0	5.0	5.0
	0.7	0.4	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
試験区	4.0	3.2	4.2	3.4	3.4	2.8	3.2	2.8	3.0	5.0	5.0
	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0

^{a)}調査頭数は、各区5頭（去勢2頭、雌3頭）、計10頭；上段：平均値、下段：標準誤差

^{b)}BMS: Beef Marbling Standard, BCS: Beef Color Standard, BFS: Beef Fat Standard

表14. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（黒毛和種）の肉の等級に及ぼす影響（住吉フィールド）

肉質等級	4			3			2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
対照区	2	0	0	2	0	0	1	0	0
試験区	1	0	0	2	0	0	1	1	0

調査頭数、各区5頭（去勢2頭、雌3頭）、計10頭

響を見ると、表15に示したように、肉のpHには差は認められなかった。また、レオロジーは、破断強度も破断エネルギーも試験区の方が40%以上高かった。この点は、後述する交雑種（表26）でも類似の傾向が見られた。クッキングロス是对照区が20%以上高い傾向があった。色調については、L値は約2%、a値は約5%、b値は約10%だけ試験区が高い傾向にあった。しかし、後述する交雑種の結果（表26）は、これらと逆で、焼酎粕ペレット飼料の給与が色調に影響するとは考えられなかった。参考まで、図2に、試験区・対照区のロース部分の肉色を示した。目測では、両者に大差はなかった。

次に、供試牛のロース部分と脂肪組織の主な脂肪酸組成を検討した（表16）。この表によれば、ロースのパルミチン酸は試験区が10.4%高い傾向にあり、筋間脂肪のパルミチン酸も試験区が

5.0%高い傾向を示したが、パルミチン酸についてフィールド試験における結果（後述）を見ると、ロースでは逆に対照区が4.5%高い傾向にあり、筋間脂肪も対照区が10.3%高い傾向にあるので、このような傾向は焼酎粕ペレット飼料給与による影響とは考えにくかった。同様に、その他の脂肪酸にも飼養試験とフィールド試験の結果に共通した傾向は認められなかったので、焼酎粕ペレット飼料の給与による牛肉の脂肪酸組成への直接的な影響はないものと考えられた。しかし、ロースの脂質含量だけは、飼養試験でもフィールド試験でも一貫して試験区の方が高かった。筋間脂肪の脂質含量は試験区・対照区間に差は見られなかった。従って、焼酎粕ペレット飼料はロースへの脂肪蓄積（マブリング）に効果があるのかもしれない。

他方、ロース部位および筋間脂肪のビタミンE含量は、表17に示したように、特に、ビタミンE

表15. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（黒毛和種）による飼養試験終了時の牛肉のpH、レオロジー、クッキングロスおよび色調に及ぼす影響^{a)}
(住吉フィールド)

測定項目	細目	対照区	試験区
pH		5.59±0.01	5.55±0.07
レオロジー	破断強度 (gf)	4.82±0.04	6.86±1.71
	エネルギー (×10J/m ³)	11,745±430	17,067±2,478
クッキングロス (損失率, %)		13.28±0.49	10.87±1.20
色調 ^{b)}	L値	44.02±0.78	44.99±2.45
	a値	19.35±2.33	20.40±0.24
	b値	11.00±2.11	12.15±0.76

^{a)} 5回の測定値の平均値と標準誤差を示した。肉質調査頭数は、雌2頭ずつである。

^{b)} L値、明度を示す；a値、赤色度を示す；b値、黄色度を示す

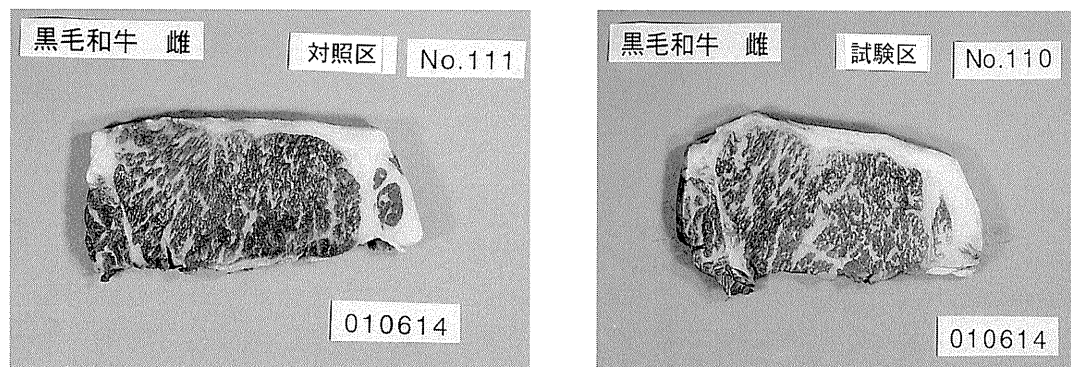


図2. 肉用牛（黒毛和種）のロース部分の肉色（住吉フィールド）

表16. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（黒毛和種）による飼養試験終了時の牛肉のロースおよび筋間脂肪の主な脂肪酸組成（%）^{a)}
（住吉フィールド）

測定項目	細目	対照区	試験区
ロース	パルミチン酸	24.55	27.10
	ステアリン酸	10.12	10.32
	オレイン酸	51.40	48.32
	リノール酸	2.06	1.95
	アラキドン酸	0.15	0.10
	全飽和脂肪酸	38.32	41.68
	モノ不飽和脂肪酸	59.11	55.93
	高度不飽和脂肪酸	2.58	2.40
	脂質含量	25.03	29.99
筋間脂肪	パルミチン酸	21.92	23.02
	ステアリン酸	7.83	10.05
	オレイン酸	53.98	51.19
	リノール酸	2.35	2.33
	アラキドン酸	0.08	0.10
	全飽和脂肪酸	32.92	37.06
	モノ不飽和脂肪酸	64.22	60.11
	高度不飽和脂肪酸	2.87	2.84
	脂質含量	85.26	85.45

^{a)}調査頭数は、各区雌2頭、計4頭

表17. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（黒毛和種）による飼養試験終了時の牛肉のロースおよび筋間脂肪のビタミンE含量（ $\mu\text{g}/100\text{g}$ ）^{a)}
（住吉フィールド）

部位	ビタミンE	対照区	試験区
ロース	α -トコフェロール	479	577
	α -トコトリエノール	71	47
	γ -トコフェロール	11	12
筋間脂肪	α -トコフェロール	984	1392
	α -トコトリエノール	139	139
	γ -トコフェロール	28	51

^{a)}調査頭数は、各区雌2頭、計4頭

効力が最も高いとされる α -トコフェロールが試験区で顕著に高かった。この傾向は、後述するフィールド試験においても見られた。また、 γ -トコフェロールも筋間脂肪では試験区が高かったが、ロースでは差がなかった。ただし、フィールド試験では、ロースでも筋間脂肪でも γ -トコフェロールは試験区が顕著に高かった。

表18. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（黒毛和種）による飼養試験終了時の肉の官能検査^{a)}
（住吉フィールド）

検査項目	対照区	試験区
赤色度	3.43 \pm 0.25	4.59 \pm 0.58
匂いの強さ	4.38 \pm 0.13	4.21 \pm 0.21
軟らかさ	4.18 \pm 0.16	4.86 \pm 0.21
味の好ましさ	4.00 \pm 0.08	3.97 \pm 0.13
総合的な好ましさ	4.00 \pm 0.34	4.15 \pm 0.21

^{a)}17名の検査員による測定値の平均値と標準誤差を示した。肉質調査牛頭数は、試験区・対照区各2頭である。

5) 焼酎粕ペレット飼料給与牛（黒毛和種）の肉の官能検査結果

最後に、17名の検査員による焼酎粕ペレット飼料給与牛および対照飼料給与牛の肉の官能検査を行い、比較した（表18）。その結果、肉の赤色度は、試験区が高いと感ずる人がかなり高い傾向を示した。この点は、フィールド試験（後述）でも類似であった。匂いの強さは、対照区が高いと感ずる人がやや多かったが、この点は後述するフィールド試験（交雑種）では差がなかった。肉の柔らかさは、試験区が高い傾向を示した。この点は、フィールド試験でもやや高い傾向を示した。味の好ましさには、差はなかったが、フィールド試験（交雑種）では対照区がやや高い傾向を示した。総合的な好ましさは、試験区がわずかに高い傾向を示したが、フィールド試験では差がなかった。

2. フィールド試験

1) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）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の給与が肉用牛（交雑種）の増体量に及ぼす影響を検討した結果を表19に示した。去勢雄では、前期終了時の平均1日増体量は試験区・対照区間に差が見られなかったが、中期終了時では試験区が対照区よりも21.3%高くなった。後期終了時でも試験区が14%高くなり、全期間では10.2%高くなった。雌では、前期終了時の平均1日増体量は対照区が9.2%高かった。しかし、中期終了時には逆に試験区が18.1%、後期終了時にも11%高くなり、全期間では5.1%試験区が高かった。したがって、全体的に見れば、試験区に給与した焼酎粕ペレット飼料を含む配合

表19. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の増体量に及ぼす影響^{a)}
（西ノ原牧場）

区分	開始時	前期終了時	中期終了時	後期終了時	全期間
去勢雄					
対照区	359.0±11.1	499.0±16.6	552.4±12.0	720.6±25.2	
		0.90±0.04	0.89±0.09 ^a	0.86±0.11	0.88±0.06
試験区	360.4±14.8	501.6±28.1	566.4±29.8	758.4±26.8	
		0.91±0.09	1.08±0.04 ^b	0.98±0.05	0.97±0.03
雌					
対照区	307.2±2.4	418.6±10.4	468.4± 9.6	628.8±16.4	
		0.71±0.06	0.83±0.08	0.82±0.05	0.78±0.04
試験区	295.4±9.8	396.0±26.5	455.0±31.4	633.4±37.8	
		0.65±0.11	0.98±0.10	0.91±0.05	0.82±0.07

^{a)}数値は各区5頭の平均値±標準誤差；上段：体重，下段：平均1日増体量，単位：kg
試験区・対照区間の異肩文字に有意差（a, b: P<0.05）

表20. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の養分摂取量および
養分要求率に及ぼす影響^{a)}（西ノ原牧場）

区 分	乾物摂取量 (kg/日)				1 kg増体に要した量 (kg)			
	前期	中期	後期	全期間	前期	中期	後期	全期間
去勢雄								
対照区	8.39	8.84	7.53	8.06	9.35	9.93	8.77	9.18
試験区	7.17	8.40	8.60	7.99	7.92	7.78	8.78	8.27
雌								
対照区	7.03	7.37	7.69	7.38	9.84	8.88	9.40	9.45
試験区	6.46	7.88	7.94	7.33	10.02	8.01	8.72	8.93
区 分	可消化養分総量摂取量 (kg/日)				1 kg増体に要した量 (kg)			
	前期	中期	後期	全期間	前期	中期	後期	全期間
去勢雄								
対照区	6.50	6.64	6.53	6.54	7.24	7.46	6.61	7.45
試験区	5.61	6.27	6.52	6.52	6.20	5.81	7.58	6.75
雌								
対照区	5.45	5.53	6.02	6.02	7.63	6.66	8.15	7.71
試験区	5.04	5.88	5.98	5.98	7.82	5.98	7.54	7.29
区 分	可消化粗タンパク質摂取量 (kg/日)				1 kg増体に要した量 (kg)			
	前期	中期	後期	全期間	前期	中期	後期	全期間
去勢雄								
対照区	1.36	1.04	0.83	1.07	1.52	1.17	0.97	1.22
試験区	1.22	1.00	0.92	1.06	1.35	0.93	0.94	1.10
雌								
対照区	1.14	0.87	0.85	0.97	1.60	1.05	1.04	1.24
試験区	1.10	0.94	0.85	0.97	1.71	0.96	0.93	1.18

^{a)}摂取量は1日1頭当たりの平均値

飼料は、対照区に給与した市販の最優秀配合飼料よりも平均1日増体量を高める効果があると考えられた。

本フィールド試験においては、供試牛の体高と胸囲に対する焼酎粕ペレット飼料給与の影響も検討した。その結果、表には示さなかったが、成長段階のどの時期においても、体高と胸囲は試験区・対照区間にほとんど差が見られなかった。

次に、表20に、本フィールド試験における各期間の飼料中の乾物、可消化養分総量および可消化粗タンパク質などの養分摂取量（1日1頭当たりの平均値）ならびに増体量1kgに要した各養分量（養分要求率）を示した。養分摂取量は、いずれも全期間で見るとほとんど差がなかった。

乾物要求率は、去勢雄で、前期終了時18.1%、中期終了時27.6%も対照区が試験区よりも高かったが、後期終了時はほぼ同値になった。そして、全期間で見ると、11.0%だけ対照区が高かった。雌では、前期終了時はほとんど差がなかったが、中期終了時で10.9%、後期終了時で7.8%だけ対照区が高くなり、全期間としては5.8%だけ対照区が高い傾向を示した。乾物要求率は飼料要求率と見て差し支えない数値であり、逆に、飼料効率はその試験区が高い傾向を示したと言える。

可消化養分総量要求率は、去勢雄で、前期終了時と中期終了時に、それぞれ、16.8および28.4%だけ対照区が高かったが、後期終了時には試験区が14.7%だけ高くなり、全期間では10.4%だけ対照区が高くなった。雌では、前期終了時は試験区・対照区間にあまり差がなかったが、中期終了時と後期終了時では、それぞれ、11.4および8.1%だけ対照区が高くなり、全期間では5.8%対照区が高くなる傾向を示した。

可消化粗タンパク質要求率は、去勢雄で、前期終了時と中期終了時に、それぞれ、12.6および25.8%だけ対照区が高かったが、後期終了時はほぼ同値であった。結局、全期間では、10.9%だけ対照区が高かった。雌は、前期終了時は試験区が6.9%高かったが、中期終了時と後期終了時では、それぞれ、9.4および11.8%だけ対照区が高くなり、全期間では、対照区が5.1%高かった。

結局、全体的に見ると、焼酎粕ペレット飼料の給与により、飼料要求率は、去勢雄で約10%、雌で約5%だけ対照区が高くなり、同値だけ試験

区の飼料効率が高くなる傾向があると考えられた。

2) 健康状態

西ノ原牧場におけるフィールド試験では、試験区・対照区とも供試牛に外見上不健康と思われるものは見当たらなかった。なお、本試験では、焼酎粕ペレット飼料給与が供試牛の血液性状に及ぼす影響を調査した。血液試料は、試験開始から2ヶ月毎に6ヶ月間、頸静脈から採取した。その結果（表21）によれば、どの時期でも、どの測定項目も正常範囲にあると考えられたが、白血球だけは、去勢雄でも雌でも11月25日の寒くなる時期に対照区が高くなった。しかし、9月27日には雌の試験区だけが対照区よりも高かったので、焼酎粕ペレット飼料の給与が感染症などの疾病に対する抵抗力とどのような関係にあるかについては、このデータからは判断できなかった。血液成分については、肉用豚（中尾他2001b）でも同様の結果がでている。

関連して、屠殺後の内臓所見のデータがあるので、参考のためにそれを表22に示した。この表から明らかのように、まず、疾病なしの動物は、試験区では5頭で、内訳は、去勢雄2頭、雌3頭であった。しかも、肺炎、胸膜炎および胃炎がゼロであった。これに対して、対照区では、疾病なしはたった2頭で、80%が何らかの病気に罹っていた。そして、試験区と違って、肺炎1頭、胸膜炎2頭、胃炎は2頭に罹患していた。他方、肝炎には、試験区・対照区とも同数罹患していた。また、腸炎には、対照区2頭、試験区1頭罹患していた。

このように見てくると、焼酎粕ペレット飼料は、やはり、疾病に対して抵抗性を強める働きがあるものと考えられる。肺炎などに対する抵抗性は、焼酎粕ペレット飼料を給与した離乳期子豚（中尾他2001a）や焼酎粕ペレット飼料を給与した母豚から生まれた子豚（中尾他2001c）でも高まることが確認されている。

3) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の枝肉格付に及ぼす影響

次に、(社)日本食肉格付協会による枝肉格付に及ぼす焼酎粕ペレット飼料給与の影響を検討した。まず、枝肉成績をみると（表23）、去勢雄では、枝肉重量は試験区が約5%高かった。また、ロース芯面積も約15%高かった。皮下脂肪厚は対照

表21. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の血液性状に及ぼす影響^{a)}
 （西ノ原牧場）

項目	区分	5月24日 (開始時)	7月25日 (2ヶ月後)	9月27日 (4ヶ月後)	11月25日 (6ヶ月後)
白血球数 ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	去勢雄				
	対照区	79.4 \pm 4.8	138.2 \pm 48.3	98.8 \pm 9.4	141.2 \pm 25.7
	試験区	90.2 \pm 9.1	105.4 \pm 14.5	112.0 \pm 20.6	100.4 \pm 7.1
	雌				
赤血球数 ($\times 10^4/\mu\text{l}$)	去勢雄				
	対照区	859.8 \pm 39.1	846.6 \pm 22.0	855.0 \pm 37.2	785.4 \pm 40.3
	試験区	788.8 \pm 36.7	770.4 \pm 32.8	796.4 \pm 30.9	780.8 \pm 23.1
	雌				
ヘモグロビン ($\times \text{g/dl}$)	去勢雄				
	対照区	10.5 \pm 0.1 ^a	11.1 \pm 0.2	11.7 \pm 0.1	11.3 \pm 0.2 ^a
	試験区	10.0 \pm 0.3 ^b	10.4 \pm 0.3	11.4 \pm 0.1	11.5 \pm 0.3 ^b
	雌				
ヘマトクリット (%)	去勢雄				
	対照区	29.2 \pm 0.5	32.2 \pm 0.5	33.8 \pm 0.4	34.0 \pm 0.9
	試験区	30.5 \pm 0.9	31.0 \pm 0.8	33.6 \pm 0.5	35.2 \pm 1.2
	雌				
血漿総蛋白質 ($\times \text{g/dl}$)	去勢雄				
	対照区	6.8 \pm 0.2	6.8 \pm 1.2	7.0 \pm 0.2	7.3 \pm 0.3
	試験区	6.8 \pm 0.1	6.6 \pm 0.1	7.0 \pm 0.2	7.1 \pm 0.1
	雌				
	去勢雄				
	対照区	6.8 \pm 0.2	7.6 \pm 0.2	7.3 \pm 0.2	7.3 \pm 0.2
	試験区	6.9 \pm 0.1	7.5 \pm 0.3	7.4 \pm 0.2	7.6 \pm 0.2
	雌				

^{a)}数値は各区5頭の平均値 \pm 標準誤差
 試験区・対照区間の異肩文字に有意差 (a, b: P<0.05)

表22. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）屠殺時の内臓所見に及ぼす影響^{a)}
 （西ノ原牧場）

区分	疾病なし	肺炎	胸膜炎	肝炎	胃炎	腸炎	
対照区	去勢	0	1	2	3	2	0
	雌	2	0	0	1	0	2
	合計	2	1	2	4	2	2
試験区	去勢	2	0	0	3	0	0
	雌	3	0	0	1	0	1
	合計	5	0	0	4	0	1

^{a)}調査頭数は、各区去勢5頭、雌5頭、合計20頭

表23. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の枝肉成績に及ぼす影響^{a)}
(西ノ原牧場)

区分	屠殺前体重 (kg)	枝肉重量 (kg)	歩留基準値	ロース芯面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	皮下脂肪 (cm)
去勢雄						
対照区	680.4±17.7	413.0±10.7	70.4±0.3 ^a	43.4±1.6	6.4±0.3	1.9±0.3
試験区	722.8±23.6	433.3±16.8	71.3±0.4 ^b	49.8±3.2	6.6±0.5	1.8±0.3
雌						
対照区	600.8±15.2	366.5±14.5	71.4±0.5	51.4±4.2	6.1±0.4	2.3±0.1
試験区	599.2±36.1	362.4±22.9	71.3±0.3	46.8±2.0	6.2±0.5	2.0±0.3

^{a)}数値は各区5頭の平均値±標準誤差
試験区・対照区間の異肩文字に有意差 (a, b: P<0.05)

表24. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の肉質評価に及ぼす影響^{a)}
(西ノ原牧場)

区分	脂肪交雑		肉の色沢			肉の締まり・きめ			脂肪の色沢と質		
	BMSNo ^{b)}	等級	BCSNo ^{b)}	光沢	等級	締まり	きめ	等級	BFCNo ^{b)}	光沢質	等級
去勢雄											
対照区	3.2	3.0	3.8	2.8	2.8	2.2	3.0	2.2	2.6	4.6	4.6
	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2
試験区	2.8	2.8	3.8	2.6	2.6	2.0	2.8	2.0	3.0	4.4	4.4
	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.4
雌											
対照区	3.0	2.6	3.4	3.0	3.0	2.4	3.0	2.4	3.0	5.0	5.0
	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
試験区	3.2	2.8	3.8	2.8	2.8	2.6	3.0	2.6	3.0	4.4	4.4
	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.0	0.4	0.4

^{a)}調査頭数は、各区去勢5頭、雌5頭、合計20頭；上段：平均値、下段：標準誤差

^{b)}BMS: Beef Marbling Standard, BCS: Beef Color Standard, BFS: Beef Fat Standard

区が約6%高かった。雌では、枝肉重量は試験区・対照区に差がなかったが、ロース芯面積は対照区が約10%高かった。皮下脂肪厚は去勢雄と同じく対照区が15%高かった。枝肉重量は、本試験の雌では試験区・対照区間に差は見られなかったが、黒毛和種（表12）では雌でもやはり試験区が高い傾向が見られたので、焼酎粕ペレット飼料は枝肉重量を高める効果があるのかもしれない。ロース芯面積の場合は、雌雄間で逆の効果が見られ、焼酎粕ペレット飼料の給与がそれらに直接影響したとは考えにくかった。黒毛和種（表12）でも焼酎粕ペレット飼料がロース芯面積に影響したとは考えられなかった。皮下脂肪厚は、本試験では対照区が高い傾向を示したが、黒毛和種（表12）では逆に試験区が高かったため、これにも一貫性のある影響は認められなかった。

（社）日本食肉格付協会による脂肪交雑等の肉質評価の結果を表24に示した。脂肪交雑は、去勢雄では対照区がやや高く、雌では試験区がやや高く評価された。黒毛和種（表13）でも雌は試験区がやや高く評価されたが、全体としてみれば、この評価法では焼酎粕ペレット飼料が脂肪交雑に一貫性のある効果を及ぼしているとは考えられなかった。肉の色沢は、概して対照区の数値がやや高い傾向を示したが、黒毛和種（表13）では逆に試験区の数値が高いため、これも焼酎粕ペレット飼料によって一貫性のある影響を受けるとは考えられなかった。肉の締まり・きめは去勢雄では対照区が、雌では試験区が高い数値で、黒毛和種（表13）では対照区が高かったため、これも焼酎粕ペレット飼料によって一貫性のある影響を受けるとは考えられなかった。脂肪の光沢と質については、対照区

の数値が高い傾向であったが、黒毛和種（表13）では全く差が見られないので、これも焼酎粕ペレット飼料によって一貫性のある影響を受けるとは考えられなかった。結局、(社)日本食肉格付協会が評価した肉質には、焼酎粕ペレット飼料の給与は影響しないと考えられた。

次に、(社)日本食肉格付協会が行った肉質等級を表25に示した。肉質等級3は、対照区で去勢雄1頭、雌2頭で、計3頭、試験区で去勢雄なし、雌3頭で、計3頭で、いずれも歩留等級はBであった。また、肉質等級2は、対照区で去勢雄4頭、雌3頭で計7頭、試験区で去勢雄5頭、雌2頭で計7頭であり、差は認められなかった。歩留等級は、試験区がAからCまで分散したが、対照区はBとCのみであった。したがって、肉質等級に対しても焼酎粕ペレット飼料の給与は影響しないと考えら

表25. 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の肉質等級に及ぼす影響^{a)}（西ノ原牧場）

肉質等級	3			2		
	A	B	C	A	B	C
歩留等級						
去勢雄						
対照区	0	1	0	0	4	0
試験区	0	0	0	1	3	1
雌						
対照区	0	2	0	0	2	1
試験区	0	3	0	0	1	1

^{a)}調査頭数は、各区去勢5頭、雌5頭、合計20頭

表26. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（交雑種）による飼養試験終了時の肉のpH、レオロジー、クッキングロスおよび色調に及ぼす影響^{a)}（西ノ原牧場）

測定項目	対 照 区	試 験 区
pH	5.81±0.10	5.89±0.07
レオロジー		
破断強度 (N)	7.72±0.27	8.76±0.58
エネルギー (×10J/m ³)	21,135±753	22,813±2,039
破断歪率 (%)	65.36±1.53	63.43±3.01
クッキングロス (損失率%)	18.08±0.91	19.10±1.31
L値	45.50±0.89	44.27±1.53
色調		
a値	18.91±0.67	18.20±0.47
b値	12.56±0.83	11.75±0.63

^{a)}調査頭数は、各区去勢2頭雌2頭、計8頭
数値は平均値±標準誤差

れた。

4) 焼酎粕ペレット飼料の給与が肉用牛（交雑種）の肉の理化学的分析値に及ぼす影響

続いて、焼酎粕ペレット飼料の給与が牛肉（交雑種）の理化学的分析値に及ぼす影響を検討した。まず、pHやレオロジーなどに及ぼす影響を見ると、表26に示したように、肉のpHには差は認められなかった。また、レオロジーは、破断強度も破断エネルギーも試験区の方が約8%以上高かった。この傾向は、黒毛和種（表15）でも同じであった。クッキングロスは試験区が約6%高い傾向を示したが、この点は、黒毛和種（表15）では逆であったので、焼酎粕ペレット飼料がクッキングロスに影響するとは考えられなかった。色調については、L値は約3%、a値は約4%、b値は約7%だけ対照区が高い傾向にあった。この点は、黒毛和種（表15）の場合と逆であったので、焼酎粕ペレット飼料がクッキングロスに影響するとは考えられなかった。参考までに、図3に、試験区・対照区のロース部分の肉色を示した。目測では、両者に大差はなかった。

次に、試験牛のロース部分と脂肪組織の主な脂肪酸組成を検討した結果を表27に示した。この表によれば、ロースのパルミチン酸は対照区が4.5%高い傾向にあり、筋間脂肪のパルミチン酸も対照区が10.3%高い傾向を示したが、パルミチン酸については、既述したように、飼養試験における黒毛和種の結果（表16）では、ロースでは逆に試験区が10.4%高い傾向にあり、筋間脂肪も試験区が5%高い傾向にあるので、このような傾向は焼酎粕ペレット飼料給与による影響とは考えられなかった。同様に、その他の脂肪酸にもフィールド試験と飼養試験の結果に共通した傾向は認められなかったので、焼酎粕ペレット飼料の給与による牛肉の脂肪酸組成への直接的な影響はないものと考えられた。しかし、既述のように、ロースの脂質含量だけは、飼養試験でもフィールド試験でも一貫して試験区の方が高かった。筋間脂肪の脂質含量は試験区・対照区間に大差は見られなかった。したがって、黒毛和種による飼養試験の項でも述べたように、焼酎粕ペレット飼料はロースへの脂肪蓄積（マーブリング）に効果があるのかもしれない。

他方、ロース部位および筋間脂肪のビタミンE

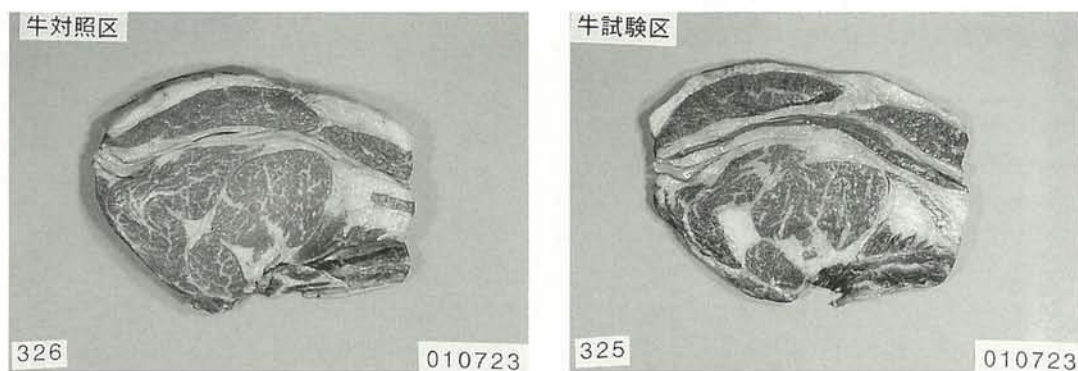


図3. 肉用牛（交雑種）のロース部分の肉色（西ノ原牧場）

表27. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（交雑種）によるフィールド試験終了時の肉のロースおよび筋間脂肪の主な脂肪酸組成^{a)}（西ノ原牧場）

測定項目	細目	対照区	試験区
ロース	パルミチン酸	27.51±0.54	26.33±0.44
	ステアリン酸	12.43±0.58	13.06±0.62
	オレイン酸	45.70±1.19	46.57±0.58
	リノール酸	2.51±0.09	2.62±0.24
	アラキドン酸	0.20±0.01	0.22±0.04
	全飽和脂肪酸	44.18±1.23	43.53±0.70
	モノ不飽和脂肪酸	52.09±1.22	52.77±0.58
	高度不飽和脂肪酸	3.73±0.09	3.71±0.22
脂質含量		27.19±0.27	29.69±3.08
筋間脂肪	パルミチン酸	25.84±0.58 ^b	23.42±0.74 ^c
	ステアリン酸	9.00±0.38	8.43±0.66
	オレイン酸	47.09±0.81 ^b	50.44±0.82 ^c
	リノール酸	2.57±0.09	2.73±0.40
	アラキドン酸	0.13±0.02 ^b	0.08±0.01 ^c
	全飽和脂肪酸	39.52±0.99 ^b	36.04±0.94 ^c
	モノ不飽和脂肪酸	56.42±0.99 ^b	60.07±0.98 ^c
	高度不飽和脂肪酸	4.06±0.08	3.89±0.45
脂質含量		87.40±1.00	85.41±2.39

^{a)}調査頭数は、各区去勢2頭雌2頭、計8頭；数値は平均値±標準誤差
試験区・対照区間の異肩文字に有意差 (b, c: P<0.01)

含量は、表28に示したように、特に、ビタミンE効力が最も高いとされる α -トコフェロールが試験区のロースで約5%、試験区の筋間脂肪で約17%だけ高かった。また、 γ -トコフェロールは、数値は小さいけれども、試験区のロースで83.3%、筋間脂肪で52.6%も高かった。この傾向は、飼養試験の筋間脂肪でも見られた（表17）。これは焼酎粕ペレット飼料の給与と関係が深いと考えら

れた。 α -トコリエノールは、量的にはほぼ α -トコフェロールの10分の1以下の濃度であるが、飼養試験ではロースの対照区が、フィールド試験では筋間脂肪の対照区が、それぞれ、約50%高かった。この意味については、よくわからない。全体として言えば、交雑種の場合も黒毛和種の場合と同様に、焼酎粕ペレット飼料の給与によって肉のビタミンE含量が高まること示された。

表28. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（交雑種）による飼養試験終了時の肉のロースおよび筋間脂肪のビタミンE含量^{a)}（西ノ原牧場）

部位	ビタミンE	対照区	試験区
ロース	α -トコフェロール	618±33	648±35
	α -トコトリエノール	46±4	48±1
	γ -トコフェロール	6±1	11±3
筋間脂肪	α -トコフェロール	1142±107	1331±97
	α -トコトリエノール	149±7 ^b	101±7 ^c
	γ -トコフェロール	19±3	29±5

^{a)}調査頭数は、各区去勢2頭雌2頭、計8頭
 数値は平均値±標準誤差；単位、 $\mu\text{g}/100\text{g}$
 試験区・対照区間の異肩文字に有意差（b, c: $P<0.01$ ）

表29. 焼酎粕ペレット飼料給与牛（交雑種）によるフィールド試験終了時の肉の官能検査^{a)}（西ノ原牧場）

検査項目	対照区	試験区
赤色度	4.60±0.21	4.98±0.28
匂いの強さ	4.63±0.23	4.68±0.28
軟らかさ	4.45±0.22	4.78±0.09
味の好ましさ	4.20±0.15	3.98±0.14
総合的な好ましさ	4.05±0.06	4.05±0.14

^{a)}数値は17人の検査員の平均値±標準誤差で示した
 調査頭数は、各区去勢2頭雌2頭、計8頭

5) 焼酎粕ペレット飼料給与牛（交雑種）の肉の官能検査結果

最後に、飼養試験の場合と同様に、17名の検査員による焼酎粕ペレット飼料給与牛および対照飼料給与牛の肉の官能検査を行い、比較した（表29）。その結果、肉の赤色度は、試験区が高いと感ずる人が多い傾向を示した。既述のように、この点は、飼養試験（表18）でも類似の結果であった。

匂いの強さは、フィールド試験（交雑種）では差がなかった。肉の柔らかさは、試験区がやや高い傾向を示した。この点は、飼養試験でも高い傾向を示した。味の好ましさは、対照区がやや高い傾向を示したが、飼養試験ではこれには差がなかった。総合的な好ましさは、試験区・対照区間に差は見られなかったが、飼養試験では、試験区がわずかに高い傾向を示した。

要 約

本研究では、黒毛和種牛による飼養試験ならびに交雑種牛によるフィールド試験により焼酎粕ペレット飼料（SDB-PF）の給与が肉用牛の成長、健康、行動および肉質に及ぼす影響を検討し、以下の結果を得た。1) 飼養試験およびフィールド試験における増体量ならびに飼料効率は、SDB-PFを添加した試験区が対照区よりも10%前後高くなり、SDB-PFは肉用牛の成長ならびに飼料効率を高める機能性をもつと考えられた。2) 飼養試験およびフィールド試験において、SDB-PF給与が牛の健康を害することはなかった。関連して、フィールド試験では、対照区は肺炎、胸膜炎および胃炎に5頭罹患したが、試験区はゼロであった。3) 飼養試験における行動調査の結果、対照区は試験区よりも身繕い行動とストレス関連行動が多く、SDB-PF給与は牛のストレス症状を起しにくくしていると考えられた。4) SDB-PFは、両試験で枝肉重量を高める傾向があった。5) 黒毛和種でも交雑種でも、ロースの脂質含量ならびにロース部位および筋間脂肪のビタミンE含量は、試験区が対照区よりも高い傾向を示した。官能検査では、黒毛和種牛の場合、試験区が対照区よりも総合的に好ましいと感ずる傾向が見られた。

キーワード：焼酎粕ペレット飼料，肉用牛，飼料効率，肉ビタミンE含量，肉官能検査

謝 辞

本研究は、平成11年度～13年度の文部科学省科学研究費地域連携推進研究費として、4,900万円の配分を受けて実施したものの一部である。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）を御提供いただき、焼酎粕ペレット飼料の製造をしていただいた霧島酒造株式会社（宮崎県都城市）およびペレット飼料を配合した試験飼料の製造をしていただいた中部飼料(株)志布志工場に深謝する。さらに、フィールド試験のために試験牛の御提供をいただき、本研究に終始積極的に御協力いただいた農事組合法人西ノ原牧場協同組合（宮崎県小林市）ならびに飼養試験に御協力いただいた宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター住吉フィールド（牧場）に深甚の謝意を表す。

引用文献

- Bieri, J. G. (1969) *Lipid Chromatographic Analysis*. Vol. 2 (ed. G. V. Marinetti) p. 459. Marcel Dekker Inc., New York.
- 土井悦四郎 (1986) 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)」 81-97, (社)日本食品工業学会編集, (株)光琳, 東京.
- Folch, J., M. Lees, G. H. Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
- 川村 修・小野寺良次・長谷川信美・片山英美・兼依由次郎・新美光弘・稲澤 昭・奥田道緒・横山三千男・増田慶信・郡 義博 (1997) 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.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征政・長谷川信美・堀井洋一郎・藤代 剛・駒谷謙司・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・林国興・中島一喜・山内 清・六車三治男・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2001 a) 焼酎粕ペレット飼料が離乳期子豚の成長および健康に及ぼす影響, 宮崎大学農学部研究報告 **48**, 1-15.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征政・長谷川信美・山内 清・六車三治男・堀井洋一郎・藤代 剛・林 国興・森下敏朗・林 綾子・田原秀隆・高橋勝南・竹之山慎一・上島良介・目和典・堤孝彦・駒谷謙司・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・佐藤玲史・高橋信也 (2001 b) 焼酎粕ペレット飼料が肉用豚の成長, 健康および肉質に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 **48**, 17-38.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征政・堀井洋一郎・山内 清・六車三治男・長谷川信美・藤代 剛・林 国興・森下敏朗・林 綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2001 c) 焼酎粕ペレット飼料が繁殖豚の健康, 同腹仔数, 分娩子豚の生存率に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 **48**, 39-47.
- 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 (1997 a) 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.
- 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 (1997 b) 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.
- 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 (1998 a) 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.
- 小野寺良次・ナジムデイン モハマド・ロキブルイラム 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 (1998 b) 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.
- 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 (2000) 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の肥育および肉質に及ぼす影響 (予備試験). 宮崎大学農学部研究報告 **47**, 1-11.
- Takenoyama, S., S. Kawahara, H. Murata, K. Yamauchi (1999) 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.
- 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 (1988) ウイン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.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2000) 日本飼養標準・肉用牛 (2000年版). 中央畜産会, 東京.
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Helrich, K. (Ed.) (1990) 15th edition, AOAC Inc., Arlington, Virginia.