

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

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*****

Studies on the Production of Pellet Feeds for Cattle Prepared from Shochu Distiller's By-product by Extruder

Ryoji ONODERA*, Akira INAZAWA**, Kenji KOMATANI*, Michio OKUDA**, Toshiro MORISHITA***,
Mikio KAWANO***, Osamu KAWAMURA****, Nobumi HASEGAWA****, Hidemi KATAYAMA*****,
Tsuyoshi FUJISHIRO*****, Mitsuhiro YANO*****, Akihide OGIWARA*****,
Makoto YAMASHITA***** and Takanori KAI*****

(平成10年9月2日 受理)

Summary

The aims of this project were to establish a final technique for preparing pellet feeds for cattle using extruder from shochu distiller's by-products (SDB) (a mixture of buckwheat shochu distiller's condensed solubles and its cake (grains), both wet) as the main material of the pellet feed, together with sub-materials mainly consisting of a mixture of barley bran with hull and beet pulp, on the basis of the results obtained in the previous study (1996); to analyze nutrients (proximate components, minerals and vitamins) of the feeds and their original materials; and to examine palatability of the pellet feeds. An important ecological purpose of this project was to recycle the SDB, most of which has so far been dumped in the ocean, for making feeds.

First, pelleting was investigated using ratios of the main material and sub-materials chiefly from 60:40 to 70:30 and by adjusting the conditions for operating the extruder, and thirteen types of pellet feeds were made. As a result, the ratios of the main materials in the

* 宮崎大学農学部家畜機能開発学講座
** 東洋ダイナム株式会社九州支店
*** 宮崎県食品加工研究開発センター
**** 宮崎大学農学部草地生産学講座
***** 宮崎大学農学部附属農場住吉牧場
***** 宮崎県経済農業共同組合連合会
***** 雲海酒造株式会社

pellet feeds could be enhanced by adding beet pulp to sub-materials. The pellet feeds smelled similar to their original materials and were acceptable to cattle. The water activities of the pellet feeds were around 0.8 and their preservation states were good.

After examining the palatabilities of nine pellet feeds (enough amounts for examining were prepared) among thirteen with cattle, the pellet feeds with the ratios of main material and sub-materials such as 60 : 40 (where sub-material consisted of 70% barley bran and 30% beet pulp), 70 : 30 and 75 : 25 (where sub-material consisted of 60% barley bran and 40% beet pulp) showed the best results. The result indicated that even the feeds containing 75% SDB can be consumed with high palatability.

Proximate analysis of the main material used in the present study revealed that the values of all components were between the values of shochu distiller's condensed solubles and its cake. The pellet feeds containing more than 60% of main material showed higher crude protein content than those prepared in the previous study. Nitrogen-free extractives were approximately 50%. Calcium contents of the pellet feeds ranged from 0.38 to 0.43% and phosphorus contents were between 0.59 and 0.66%. These values were almost equal to those in orchardgrass and italian ryegrass and calcium and phosphorus were well balanced. The contents of other minerals (Mg, Fe, Na, K, Co, Se, Cu) in the pellet feeds were almost similar to those in some feed materials usually given to animals without any problems. Vitamins A and D were less than 100IU/kg. Vitamin E content was almost equal to that of corn (grain) and vitamin B₆ was similar to that of sorghum (grain).

On the whole, the pellet feeds, which were prepared for establishing the final technique for making pellet feed and showed highest palatabilities, seemed excellent feed for cattle with high protein and highly balanced contents of calcium and phosphorus.

Key words : Shochu distiller's by-product, Pellet feed, Cattle, Extruder

前報^{1,2)}でも述べたとおり、南九州は、全国トップ(年間55万キロリットル)の焼酎生産地帯であるが、反面、焼酎粕の排出量も多く(年間12万キロリットル)、その処理に苦慮している。現在、約60%を海洋投棄しているが、西暦2001年には、国際条約によりこれは原則として禁止されることになる。したがって低コストで、地球環境の保護を考慮した焼酎粕処理技術の確立はますます急を要する課題となっている。

一方、南九州はわが国の主要な畜産地帯でもある。平成7年度の統計資料³⁾によれば、宮崎県の農業粗生産額(3,466億円)のうち47.4%は畜産業が占めている。その中で、肉用牛生産頭数は24万8千頭を越え、畜産業総生産額の28.5%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を続けており、その第一に低価

格飼料が求められている。同時に経営規模拡大とそれに見合う飼料の製造技術開発および供給体制の確立が必要とされている。

本プロジェクトは、これらの問題の同時解決を目指し、前報(1996年度実施)の研究結果²⁾に基づき、今回(1997年度実施)は、主原料として焼酎粕濃縮液と同脱水ケーキの等重量混合物を用い、さらに、おもな副原料として大麦ヌカおよびビートパルプの混合物を用いて、これらを適当な割合で組み合わせてエクストルーダー⁴⁾により実用に供しうるペレット飼料を製造するための最終的な技術を確認するとともに、試作飼料の成分分析を行い、さらに、肉用牛等を対象とした嗜好試験を行うことを主要目的とした。

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、ソバ焼酎粕を使用した。すなわち、1997年8月4日、雲海酒造株式会社綾工場（宮崎県綾町）から入手したソバ焼酎粕濃縮液（デカンター上清液画分濃縮物，水分74%）および同脱水ケーキ（デカンター沈殿画分，水分75%）をそれぞれ約5kgずつ厚手のビニール袋に分注し、ダンボール箱に入れ、-20℃に凍結保存し、必要に応じて融解後使用した。今回は、焼酎粕濃縮液と同脱水ケーキを等重量混合し、これを主原料として用いた。

2) 副原料

副原料として、前年度の研究結果に基づき、大麦ヌカとビートパルプの2種類を混合して調製することを基本としたが、大麦（圧ペン）も部分的に使用した。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：南九州全酪連（宮崎市）
- (3) 大麦（圧ペン）：西田製麦株式会社（熊本県八代市）

2. ペレット飼料の調製法

1) 装置

本研究では、前報²⁾と同様に宮崎県食品加工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）をペレット飼料の製造に使用した。本機のスクリュウの径は30mm、スクリュウの長さ（L/D比）は24で、ダイ（製品排出口）は一穴で直径4または6mmである。

2) 処理条件

スクリュウパターンとしては以下の3種類のパターンを使用した。ただし、上段はスクリュウの種類（K：台形フォワード，B：ボール型，M：ニーディング，R：リバース）とピッチ（mm），下段はスクリュウの長さ（mm）を示す。なお、試作飼料No.1～6の製造にはスクリュウパターン1を、No.7にはスクリュウパターン2を、No.8～13にはスクリュウパターン3を使用した。

スクリュウパターン1：

(B40)	(B30)	(K20)	(K12.5)	(M7.5)	(R7.5)	(K12.5)	(K7.5)
90	60	240	120	30	30	30	120

スクリュウパターン2：

(B40)	(B30)	(K20)	(K12.5)	(R7.5)	(K12.5)	(M7.5)	(R7.5)	(K12.5)	(K7.5)
90	60	240	60	30	60	30	30	30	90

スクリュウパターン3：

(B40)	(B30)	(K20)	(K12.5)	(M7.5)	(K7.5)	(R7.5)	(K7.5)
90	60	240	120	30	60	30	60

また、エクストルーダーへの原料供給装置としては、副原料（粉体原料）にはフィーダーを、焼酎粕（液状原料）にはモノポンプをそれぞれ使用し、回転数の制御により供給量を設定した。エクストルーダー加工されたペレット飼料はまだ水分が多いので、室温でビニールシート上に広げて1夜乾燥し、供試した。ただし、試作飼料No.3～13は、さらに、恒温乾燥機（85℃）で90～120分乾燥して供試した。

3. 成分分析法

1) 一般成分

主副両原料およびペレット飼料については、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一般成分（6成分）を分析した。なお、分析値は3試料の平均値で示した。

2) ビタミンおよびミネラル

試作飼料のビタミンおよびミネラルの分析は、財団法人日本穀物検定協会九州支部に依頼した。

4. 嗜好性試験法

嗜好性試験は、宮崎大学農学部附属農場住吉牧場の黒毛和種（19頭）を用いて、試作ペレット飼料の嗜好性（好んで食べるかどうかのみ）を検討した。試験結果は、試験牛頭数に対する摂取牛頭数の比および百分率（%）で表示し、判定は、良（80-100）、やや良（50-79）および不良（49以下）で示した。

結果と考察

1. ペレット飼料試作条件

1) 原料の混合割合

既述のように、主原料としては、ソバ焼酎粕濃縮液

Table 1. Composition of ingredients in sub-materials for making shochu pellet feeds

Sub-materials	Composition of ingredients (%)		
	Barley bran*	Beet pulp	Rolled barley
A	70	30	0
B	70	20	10
C	60	40	0
D	80	20	0
E	60	30	10
F	70	30	0

*Sub-materials from A to E were made with barley bran with hull, but sub-material F was made with barley bran with polish.

および同脱水ケーキを等重量混合したものをを用いた。副原料としては、前回(1996年)の単品を用いて試作した結果²⁾を参考にして、今回(1997年)はTable 1に示したように、大麦ヌカとビートパルプを主体とした混合物を用いた。そして、これに少量の大麦(圧ペン)を加えたものも試作した。ただし、副原料Fのみは、大麦仕上げヌカを使用した。

ペレット飼料試作時の主副原料の混合割合は、Table 2に示したとおりとし、1997年8月5日～7日

Table 2. Ratios of main material and sub-material for making shochu pellet feeds

Feeds prepared	Ratios of materials (%)	
	Main material ^a	Sub-material ^b
No. 1	60	40(A)
No. 2	60	40(A)
No. 3	70	30(A)
No. 4	57	43(B)
No. 5	57	43(B)
No. 6	70	30(C)
No. 7	72	28(C)
No. 8	70	30(C)
No. 9	75	25(C)
No.10	70	30(D)
No.11	70	30(A)
No.12	70	30(E)
No.13	44	56(F)

^aEqual weights of buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains) were mixed and used as main material.

^bSigns in parentheses are kinds of sub-materials shown in Table 1.

Table 3. Operating conditions of extruder for making pellet feeds.

Feeds prepared ^a	Supply (kg/h)		Rotation (rpm)	Temp. at the zones ^d				Curr ^e (A)	Volt ^f (V)	Temp. of product ^g (°C)	Pressure at the outlet ^h (kg/cm ²)
	Main ^b	Sub ^c		C1	C2	C3	DH				
No. 1	7.1	4.8	250	85	154	120	101	11	190	92	4
No. 2	7.1	4.8	300	86	138	120	100	11	210	93	4
No. 3	7.1	3.1	250	85	140	100	82	11	190	75	3
No. 4	7.1	5.4	250	85	145	120	113	11	190	99	3
No. 5	7.1	5.2	250	85	137	110	80	11	190	75	5
No. 6	8.6	3.6	250	85	141	100	77	11	190	70	2
No. 7	8.8	3.5	300	81	134	100	71	10	210	66	2
No. 8	8.6	3.7	300	80	138	89	72	11	210	81	3
No. 9	8.4	2.8	300	80	131	90	69	11	210	77	1
No.10	8.4	3.6	300	80	131	90	71	11	210	78	2
No.11	8.4	3.6	300	80	131	90	69	11	210	77	2
No.12	8.4	3.6	300	80	133	90	70	11	210	76	2
No.13	8.4	10.5	300	80	133	100	71	11	210	81	7

^aSee Table 2.; ^bMain: Main materials as explained at the footnote in Table 2.; ^cSub: Sub-materials shown at the footnote in Table 2.; ^dC1, Cylinder 1 (°C); C2, Cylinder 2 (°C); C3, Cylinder 3 (°C); DH, Dais Holder (°C)

^eElectric current; ^fVoltage; ^gTemperature at the outlet of the product; ^hPressure at the outlet of the product

の3日間に合計13種類のペレット飼料を調製した。今回調製した飼料の特徴は、主原料すなわち焼酎粕の混合割合を全体的に60～75%に高めることができたことである。これは、副原料として大麦ヌカとビートパルプの混合物を用いたことによると考えられる。Table 2の中で、試作飼料のNo.1と2ならびにNo.3と11は主副原料の混合割合が同じであるが、これらは、Table 3に示したように、エクストルーダーの運転条件が異なるので、別扱いにするために独立の飼料番号を付した。

2) エクストルーダーの運転条件

ペレット飼料製造時のエクストルーダーの運転条件は、Table 3に示した通りである。スクリューパータンは上述のとおり使用した。ダイは直径4mmのものを使用した。

2. 試作飼料の水分および水分活性

試作飼料の水分および水分活性をTable 4に示した。これによれば、水分は20%を越えるものが8種類あったが、この傾向は必ずしも焼酎粕の混合割合の多さとは連動しなかった。おそらくエクストルーダーの運転条件や室内の湿度などが微妙に影響するものと考えられる。水分活性は、厳密ではないが水分含量と関係があり、水分20%以上のものは、0.8レベル、水分10%前後では0.5～0.6レベルであった。前回の試験結果²⁾と同様、全体的に保存性はよいと判断される。

Table 4. Moisture and water activity of the pellet feeds prepared.

Feeds prepared	Ratios of materials (%)		Moisture (%)	Water activity
	Main material ^a	Sub-material ^b		
No. 1	60	40(A)	22.0	0.800
No. 2	60	40(A)	26.44	0.848
No. 3	70	30(A)	32.87	0.831
No. 4	57	43(B)	9.68	0.529
No. 5	57	43(B)	10.27	0.574
No. 6	70	30(C)	12.18	0.637
No. 7	72	28(C)	10.95	0.549
No. 8	70	30(C)	21.03	0.843
No. 9	75	25(C)	24.14	0.866
No.10	70	30(D)	10.77	0.515
No.11	70	30(A)	21.03	0.843
No.12	70	30(E)	24.14	0.866
No.13	44	56(F)	20.99	0.878

^aEqual weights of buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains) were mixed and used as main material.

^bSigns in parentheses are kinds of sub-materials shown in Table 1.

Table 5. Palatability of the pellet feeds by Japanese black cattle^a

Feeds prepared	Ratios of materials (%)		Palatability ^a	
	Main material ^a	Sub-material ^b	Original data (%)	Evaluation
No. 1	60	40(A)	95	Very good
No. 2	60	40(A)	—	—
No. 3	70	30(A)	74	Good
No. 4	57	43(B)	79	Good
No. 5	57	43(B)	—	—
No. 6	70	30(C)	—	—
No. 7	72	28(C)	68	Good
No. 8	70	30(C)	84	Very good
No. 9	75	25(C)	84	Very good
No.10	70	30(D)	74	Good
No.11	70	30(A)	74	Good
No.12	70	30(E)	74	Good
No.13	44	56(F)	—	—

^aExamination was carried out using nineteen Japanese black cattle being reared in Sumiyoshi Ranch, University Farms, Faculty of Agriculture, Miyazaki University. Original data means the percentages (%) of the cattle showing palatability to those showing any interest. Evaluation was expressed by 'very good' (80-100% of test cattle consumed), 'good' (50-79% consumed), 'not good' (below 49% consumed) and 'no interest' (no cattle took interest in). '—' shows not tested because of the lack of enough amount of the feed.

^bEqual weights of buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains) were mixed and used as main material.

^cSigns in parentheses are kinds of sub-materials shown in Table 1.

3. 嗜好性試験

黒毛和種19頭による試作飼料の嗜好性試験は、1997年8月18日朝8時30分から開始した。その結果をTable 5に示した。この中で、飼料No.1、8および9は、8割以上の牛がきわめて良好な嗜好性を示し、「良」の判定となった。中でも、飼料No.1（主副混合

割合、60:40）は19頭中18頭がよく食べた。また、飼料No.9のように焼酎粕の混合割合が、75%でもよい嗜好性を示すことがわかった。嗜好性については、個体差があり、概して、若い牛はなんでもよく食べる傾向があるが、老齢の牛は従来の食べ物への馴染みがあり、嫌うこともある。なお、表中「—」で示したものは、

Table 6. Proximate components of the main material, sub-materials and the pellet feeds prepared from them (%)*.

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)
Rolled barley	12.78±0.15	11.19±1.27 (12.83)	1.33±0.08 (1.52)	68.52 (78.56)	4.30±0.65 (4.93)	1.88±0.02 (2.16)
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 No. 1	31.38±0.04	15.92±1.12 (23.20)	1.88±0.12 (2.74)	36.29 (52.89)	10.60±0.07 (15.44)	3.93±0.07 (5.73)
Pellet feed No. 8	15.62±0.65	21.91±0.14 (25.97)	1.71±0.23 (2.03)	43.03 (50.99)	12.86±0.17 (15.24)	4.87±0.10 (5.77)
Pellet feed No. 9	19.73±0.48	22.71±0.06 (28.29)	1.56±0.51 (1.94)	39.48 (49.18)	12.35±0.10 (15.39)	4.17±0.17 (5.19)
Pellet feed No. 10	22.09±0.17	20.19±1.30 (25.91)	2.72±0.12 (3.49)	37.69 (48.39)	11.97±0.09 (15.36)	5.34±0.22 (6.85)
Pellet feed No. 11	24.96±0.43	19.25±0.19 (25.65)	2.54±0.22 (3.38)	38.02 (50.67)	11.27±0.66 (15.02)	3.96±0.01 (5.28)

*Values are shown as means of three determinations with standard deviations and values in parentheses are those in dry matter. Main material consisted of equal weights of buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains). Explanations of the pellet feeds are the same as those shown in Table 2.

飼料試作量が不十分のため試験ができなかったものである。

4. 成分分析値

1) 一般成分

主副両原料ならびに試作飼料のうち嗜好性「良」の飼料および後に述べるミネラルとビタミンの分析に供した飼料について一般成分を分析した。その結果を、Table 6 に示した。

まず、主原料について見ると、今回用いた主原料は焼酎粕濃縮液と同脱水ケーキの等重量混合物であるが、乾物当たりの一般成分は、ほほどの成分も前報²⁾に報告した焼酎粕濃縮液および同脱水ケーキの中間の値になっている。そして、その特徴は、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³⁾に近い値となっているが、大麦ヌカの粗タンパク質はやや高めで、粗繊維はやや低めであった。

Table 6 に示したペレット飼料は、主原料の混合割合が60%以上のもので、全体的に粗タンパク質含量が前回製造したもの²⁾よりも高くなっている。ペレット飼料No. 1, 8, 9 は、それぞれ、60, 70, 75%の主原料を含んでいるが、それにともなって乾物当たりの粗タンパク質含量も高くなり、可溶無窒素物は逆にやや低

くなっている。ペレット飼料No. 10と11は、主原料の混合割合が同じ70%であり、粗タンパク質含量は両者ともペレット飼料No. 8 にほぼ同じである。

前回²⁾の試験では、ビートパルプを使用すると焼酎粕の混合割合を高めることができることが確認されている。しかし、ビートパルプは高価格であり、また、デンプンなどが含まれないことから、これをデンプンなどが含まれる大麦ヌカと混合すれば、焼酎粕の混合割合も高めることができ、かつデンプンも含み、価格も抑えることができると考え、今回の試験を行った。その結果、今回のペレット飼料の製造では、大麦ヌカにビートパルプを混合したことにより、焼酎粕の混合割合を高めることができた。それによって、粗タンパク質含量が高まり、可溶無窒素物も50%程度で、嗜好性の高い飼料を製造することができた。

2) ミネラルおよびビタミン

試作飼料のミネラルおよびビタミン含量の分析値は、Table 7 に示した。分析飼料としては、No. 9, 10, 11 を使用した。これは、当初の予定で、主副混合割合を70:30とすることを中心にすえて考えていたためで、焼酎粕の割合をそれよりも少し高くしたらどうかとの考えもあり、75:25にした場合の飼料も分析することにした。No. 9 がそれである。また、このときの飼料の副原料の成分は大麦ヌカとビートパルプの比が、60:40であった。そこで、大麦ヌカとビートパルプの比を80:20および70:30としたものについても分析することに

Table 7. Mineral and vitamin contents in the pellet feeds made from buckwheat shochu distiller's solubles and its cake (grains) with sub-materials^a

Minerals and vitamins analysed	Pellet feeds ^a			Limitation for detection
	No.9	No.10	No.11	
Calcium (%)	0.43	0.40	0.38	—
Phosphorus (%)	0.66	0.65	0.59	—
Magnesium (%)	0.34	0.30	0.28	—
Iron (ppm)	271	214	222	—
Sodium (%)	0.061	0.046	0.055	—
Potassium (%)	0.83	0.79	0.72	—
Cobalt (ppm)	0.11	0.11	0.10	—
Selenium (ppm)	0.10	0.09	0.10	—
Copper (ppm)	8.88	8.06	7.82	—
Vitamin A (IU/kg)	ND	ND	ND	100
Vitamin D (IU/kg)	ND	ND	ND	100
Vitamin E (ppm)	13.4	10.9	10.5	—
Vitamin B ₆ (ppm)	4.7	5.0	4.6	—

^aThese components were analysed by Japan Grain Inspection Association Kyushu Branch, Fukuoka.

^bThe pellet feeds are the same as those shown in Table 2.

し、No.10と11を選んだ。

まず、ミネラルの分析値について考察する。これまでの焼酎粕のミネラルの値⁶⁾から考えると、栄養学的には、焼酎粕を餌に使う場合の第一の関心事はカルシウムとリンのバランスである。一般に、大麦やソバには、リンが多くカルシウムが少ないため、それらを原料にして焼酎を製造した場合は、焼酎粕も高リン低カルシウムとなる。言うまでもなく、家畜の栄養上は、カルシウムとリンの摂取割合は、ほぼ1:1~2:1がよいとされているからである。Table 6の値を見ると、この点に関しては、どの飼料もほとんど問題にならないほどカルシウムとリンのバランスがよいことがわかった。つまり、カルシウムは0.38~0.43%、リンは0.59~0.66%の範囲であった。これは、ビートパルプが、焼酎粕とは逆に、高カルシウム低リンであるためと考えられる。この点で、副原料にビートパルプを用いたことは適当であったと考えられる。これらの数値をこれまでの分析値⁶⁾と比較すると、カルシウムとリンの両者の数値は、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、ラッカセイ粕、サフラワー粕などの油粕類のほかリジン発酵粕の値に相当した。マグネシウムも、オーチャードグラス、イタリアンライグラス、ネピアグラス、クローバー類などの分析値に相当した。鉄はオーチャードグラス、ペレ

ニアルライグラス、クローバー類の値に相当した。ナトリウムはアルファルファのレベルであった。カリウムは、牧草よりも格段に低く、0.7~0.8のレベルで、フスマ、大麦ヌカ、大麦・ジスチラス・グレインソリュブル（乾燥）、パイナップル粕、魚粉などの値に相当した。コバルトはペレニアルライグラス、メドーフェスク、コモンベッチなどの牧草、脱脂大豆粕、ビール粕並み、セレンはギンネムリーフミール、飼料用小麦粉、ヤシ粕並み、また、銅はペレニアルライグラス、トウモロコシ、飼料カブ、チモシー乾草、イタリアンライグラス乾草、大麦ヌカ並みであった。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ものに類似の含有量であった。

他方、ビタミンについてみると、ビタミンAとビタミンDは100IU/kg以下で、ほとんど含まれていないことがわかった。これらの点は、この飼料を給与する際に意識にとどめておく必要がある。ビタミンEはトウモロコシ（穀粒）、大麦、ヒマワリ粕、脱脂米ヌカ、脱脂粉乳などと同レベルであった。ビタミンB₆含有量はグレインソルガム、ヤシ粕、トウモロコシ-大麦・ジスチラス・グレイン、脱脂粉乳に相当した。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^{7,8)}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。以上のようにより、ビタミンについても、これらの試作飼料は、ビタミンAとビタミンDのことに注意をすれば、牛用の飼料としてはなんら問題ないと考えられた。

要 約

本プロジェクトでは、前回(1996年)実施した研究結果に基づき、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、また、大麦ヌカおよびビートパルプの混合物をおもな副原料としたエクストルーダーによる牛用ペレット飼料の製造に関する最終的技術を確認し、試作飼料の栄養成分(一般成分、ミネラルおよびビタミン)を分析するとともに嗜好性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とした。

まず、本研究では主原料の混合割合を高めることを主眼の一つとし、前回の研究結果に基づき、主原料と副原料の混合割合を60:40~70:30に焦点を合わせて製造条件を検討することにして、13種類のペレット飼料を試作した。その結果、前回と同様に、ビートパルプを副原料に混合することにより、焼酎粕の混合割合を高めることができた。試作飼料においては、牛が嫌がるにおいてはなかった。また、試作飼料の水分活性は0.8程度で、前回同様、保存性はよかった。

試作飼料のうち量的に試験が可能と判断された9種類について、嗜好性試験を行った結果、主副両原料混合割合が60:40(ただし、副原料は大麦ヌカ+ビートパルプ(70:30))ならびに70:30および75:25(ただし、両者とも副原料は大麦ヌカ+ビートパルプ(60:40))が最も良好な嗜好性を示した。これにより焼酎粕の混合割合が75%でも良好な嗜好性が見られることがわかった。

栄養成分のうち一般成分は最も良好な嗜好性を示した3種類の飼料およびミネラルとビタミンを測定した飼料について分析した。その結果、今回用いた主原料は焼酎粕濃縮液と同脱水ケーキの等重量混合物であるため乾物当たりの一般成分はほぼどの成分も前回報告した焼酎粕濃縮液および同脱水ケーキの中間の値になっている。また、今回のペレット飼料は、主原料の混合

割合が60%以上のものなので、粗タンパク質含有率が前回のものよりも高くなっている。可溶無窒素物は約50%を維持した。

試作飼料のカルシウム含量は0.38~0.43%、リンは0.59~0.66%で、これらの値はオーチャードグラスやイタリアンライグラスの値に相当し、両者のバランスはよいと考えられた。その他のミネラル(Mg, Fe, Na, K, Co, Se, Cu)もすべて通常よく使用される飼料原料のいずれかの値に相当し、まったく問題はないと考えられた。ビタミンAとビタミンDは100IU/kg以下で、ほとんど含まれていなかった。ビタミンEはトウモロコシ(穀粒)並み、ビタミンB₆はグレインソルガム並みであった。全体として、今回、最終的な製造技術を確認するために試作したペレット飼料のうち良好な嗜好性を示したものは、高タンパク質で、カルシウムとリンのバランスのとれたすぐれた牛用の飼料と考えられた。

謝 辞

本プロジェクトを遂行するにあたり、研究費の御援助を頂いた日本酒造組合中央会、宮崎県酒造組合連合会、宮崎県経済農業協同組合連合会ならびに(財)伊藤記念財団に対して深甚の謝意を表す。また、ソバ焼酎粕(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)ならびにミネラルおよびビタミンの分析をお引き受けいただいた日本穀物検定協会九州支部に深謝する。さらに、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)学生加治屋豊、宮崎大学大学院生修士課程学生池田太郎、宮崎大学農学部4年生川口智永の諸君に対して記して謝意を表す。

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) 「宮崎の畜産」, 宮崎県農政水産部畜産課編, 宮崎県 (1997)
 - 4) 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)」 81-97, (社) 日本食品工業学会編集, (株) 光琳, (1986)
 - 5) 'Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists' ed. by K. HELRICH, 15th edition, AOAC Inc., Arlington, Virginia (1990)
 - 6) 日本標準飼料成分表, 農林水産省農林水産技術会議事務局編, p.78 (1995), 中央畜産会
 - 7) 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)
 - 8) 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)