

## 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—

川村 修\*・小野寺良次\*\*・長谷川信美\*・片山英美\*\*\*・  
兼俵由次郎\*・新美光弘\*・稲澤 昭\*\*\*\*・奥田道緒\*\*\*\*・  
横山三千男\*\*\*\*\*・増田慶信\*\*\*\*\*・郡 義博\*\*\*\*\*

### Utilization of Shochu Distillery By-product as Feed for Animal Production by Silage Making. - Silage Made from Soba (Buckwheat) Shochu Distillery By-Product and Rice Straw -

Osamu KAWAMURA\*, Ryoji ONODERA\*\*, Nobumi HASEGAWA\*, Hidemi KATAYAMA\*\*\*,  
Yoshijiro KANEDAWARA\*, Mitsuhiro NIIMI\*, Akira INAZAWA\*\*\*\*,  
Michio OKUDA\*\*\*\*, Michio YOKOYAMA\*\*\*\*\*, Yoshinobu MASUDA\*\*\*\*\*  
and Yoshihiro KOHRI\*\*\*\*\*

(平成9年9月12日 受理)

Most of Shochu (spirits in Japan) distillery by-product has so far been abandoned to the ocean. We have examined to use as feed for cattle. In this experiment, Soba (buckwheat) Shochu by-product was ensiled in the laboratory silo with rice straw to be 50, 60 and 70% in moisture. The resultant silages had a small amount of lactic acid (ca. 0.02% in fresh matter) in pH 4.4 to 4.6, indicating that only slight fermentation occurred in silo. However, the contents of butyric acid and volatile basic nitrogen were very low, and the palatability for cattle was excellent. Silage additive (lactic acid bacteria and cellulase mixtures) had no effect on the quality of silage.

**Key words:** Rice straw, Shochu distillery by-product, Silage

宮崎県は、年間55万キロリットルの生産量をもつ全国有数の焼酎生産地帯であるが、反面、焼酎粕の年間排出量は12万キロリットルにも及び、その処理に苦慮している。現在は、その60%を海洋投棄しているが、これもいずれは、環境保全に関する国際条約により原則として禁止されることになると予想される。そのため、低コストで、地球環境の保護を考慮した焼酎粕処

理技術の確立が緊急課題となっている。

他方、宮崎県は、わが国の主要な肉用牛生産地帯でもある。しかし近年、肉用牛生産は、牛肉の輸入攻勢のために低迷しているのが実状であり、これを克服するために、生産者は生産コストの低減をはかる努力を続けており、低価格飼料を求めている。

これらの観点から、前報<sup>1)</sup>では、宮崎県で生産され

\*宮崎大学農学部草地畜産学講座

\*\*宮崎大学農学部家畜機能開発学講座

\*\*\*宮崎大学農学部附属農場住吉牧場

\*\*\*\*東洋ダイナム株式会社九州支店

\*\*\*\*\*宮崎県経済農業共同組合連合会

るジュース粕と麦焼酎粕を材料としたサイレージの調製について検討した。これに続き本報では、サイレージを調製するための材料として、比較的入手し易い稲わらを用い、そば焼酎粕との混合サイレージについて検討した。なお現在までに、稲わらを用いたサイレージについては、甘しょ焼酎粕ならびに麦焼酎粕と稲わらとの混合サイレージ<sup>2)</sup>、および、甘しょ焼酎粕と稲わらと乾燥デンプン粕の混合サイレージ<sup>3)</sup>の調製が報告されている。

## 材料および方法

### 1. 材料

焼酎粕として、雲海酒造株式会社（宮崎県東諸県郡綾町）の焼酎製造プラントより排出された2種類の廃液、すなわち、そば焼酎廃液濃縮物および同脱水ケーキを、排出後直ちに等量混合したものをを用いた。

稲わらは、宮崎大学農学部住吉牧場で使用している梱包稲わら（北朝鮮産）を飼料用カッターで1 cm程度に細切して用いた。

### 2. サイレージ調製法

平成8年8月5日に、焼酎粕と稲わらを、水分が50、60および70%となるように混合し（以下、それぞれ順に、50%区、60%区、70%区と称する）、それぞれをポリエチレンバッグサイロに500 gずつ固く詰め込み、電気シーラーで密封した。さらに、70%区には、乳酸菌とセルラーゼ混合添加物剤（スノーラクトLプロザイム、雪印種苗）を0.1%添加して詰め込む区（70%添加区）を設けた。なお、この添加区は20ℓ容ポリ容器にも詰め込んだ。以上を実験室内に約2カ月間貯蔵した。

### 3. 化学分析

サイレージ材料の稲わらについては、ウイレー式粉碎機で1 mmのふるいを通るように粉碎した後、常法<sup>4)</sup>により一般成分を、デタージェント法<sup>5)</sup>により細胞壁構成成分を定量した。

同じくサイレージ材料の焼酎粕については、下記のサイレージの場合と同様の方法で、水分、全窒素、

pH、乳酸、揮発性脂肪酸（VFA）、揮発性塩基態窒素（VBN）およびエチルアルコールを測定した。

サイレージについては、新鮮物を、トルエン蒸留法<sup>4)</sup>およびキェルダール法により水分と全窒素を定量するとともに、70℃で通風乾燥し、室温に戻して風乾率を測定した後、前述の稲わらの場合と同様な方法で粉碎し細胞壁構成成分を定量した。また、常法<sup>4)</sup>により抽出液を調達し、発酵品質およびエチルアルコールを調査した。pHはガラス電極pHメーター法、乳酸はバーカーとサマーソンの比色法<sup>4)</sup>、VFAはガスクロマトグラフ（カラム充填剤；FALM）法、VBNは水蒸気蒸留法<sup>4)</sup>で測定した。エチルアルコールは、抽出液10mlに内部標準として0.03%メチルアルコールを10ml加えて水蒸気蒸留し、留液をガスクロマトグラフ（カラム充填剤；PEG6000）法により定量した。

### 4. 消化率の測定

稲わらおよびサイレージ風乾物を、反芻胃内微生物を用いる *in vitro* 培養に供し、培養後の中性デタージェント繊維（NDF）を不消化物として定量し、乾物およびNDF消化率を算出した<sup>5)</sup>。

### 5. 嗜好性の調査

開封直後のサイレージを、成山羊（日本ザーネン種）、成めん羊（コリデール種）、育成牛（ホルスタイン種）および繁殖牛（黒毛和種）に給与し、採食状況を観察した。

## 結果および考察

### 1. サイレージ材料の性状

表-1に稲わらの一般成分組成を示した。日本標準飼料成分表<sup>6)</sup>の稲わら（水稻）と比較すると、可溶無窒素物含量がやや高く、逆に、粗蛋白質と粗灰分の含量が低かった。粗脂肪および粗繊維の含量はほぼ同様であった。

表-2に焼酎粕とサイレージの化学的性状を示した。本実験で使用した焼酎粕は、前述の通り、そば焼酎製造プラントより排出された2種類の廃液を等量混合し

Table 1. Proximate composition of rice straw.

Moisture	Crude Fiber	Crude Fat	Crude Ash	Crude Protein	NFE
10.3	33.6	1.9	13.1	2.8	48.6

(Dry matter % except moisture)



たものであって、これらの排出までに濃縮の工程が含まれるので、通常の生焼酎粕<sup>1,7)</sup>より水分が低かった。また、エチルアルコール濃度は0.24%であった。今までに甘しょおよび麦焼酎粕のエチルアルコール濃度は0.2~0.8%と報告されているので<sup>7)</sup>、本実験で用いた焼酎粕はエチルアルコール濃度が比較的低いレベルの焼酎粕であったと言える。pHについては、甘しょ焼酎粕の3.91、麦焼酎粕の3.69<sup>7)</sup>に比べれば高く、また、酢酸の割合が高い有機酸組成も特徴として挙げられる。なお、蛋白質含量が高いことが各種の焼酎粕に共通した性質として報告されており<sup>1,6,7)</sup>、本実験に用いた焼酎粕も粗蛋白質含量が原物あたりで11%、乾物あたりでは36%と、通常、蛋白質源として飼料に配合される大豆粕など植物性油粕類の粗蛋白質含量<sup>6)</sup>に匹敵するほどの高い含量を示した。

2. サイレージの発酵品質

表-2に示したサイレージの化学的性状から発酵品質を評価すると、その概要は以下の通りであった。各サイレージの水分は、目標水分値をやや下回った。エチルアルコール濃度は焼酎粕の混合割合が高まるにつれて高くなり、70%区では焼酎粕での濃度を上回った。このことは、貯蔵中に新たにエチルアルコールが生成されたことを示唆する。各サイレージのpHは焼酎粕のそれより低かったが、4.4から4.6の範囲にとどまった。また、乳酸含量はいずれのサイレージでも0.03%以下であったので、貯蔵中の乳酸発酵は軽微であったと思われ、乳酸菌・セルラーゼ製剤の乳酸発酵促進効果も認められなかった。しかし、各サイレージとも劣

質サイレージの指標とされる酪酸やVBNの含量は、発酵品質評価基準<sup>8)</sup>に照らしてみると極めて低いと判断される。なお、酢酸の含量は1.5%以上と通常のサイレージに比べればかなり高いが、これは焼酎粕に由来するものであろう。ちなみに有機酸組成によるフリーク氏の評価法<sup>8)</sup>を適用すると、全てのサイレージにおいて乳酸、酢酸および酪酸の比率にそれぞれに0点、50点満点および0点が配点され、合計評点は50点となる。また、Vスコア<sup>8)</sup>によると、全てのサイレージにおいて、VBNの含量に50点満点、酢酸とプロピオン酸の含量に0点、酪酸の含量にほぼ40点満点が配点され、合計評点は87点以上となる。

本実験のように、稲わらだけで焼酎粕とのサイレージを調製した例としては、鹿児島県畜産試験場で、生焼酎粕と稲わらを3:1に混合した試験がある<sup>2)</sup>。それによれば、甘しょ焼酎粕および麦焼酎粕それぞれにおいて、水分が82および89%、pHが8.07および5.57であって、フリーク氏の評価法による評点は80および10点であったが、両サイレージとも十分な品質ではなかったと推察される。その後、この点を踏まえて、生焼酎粕と稲わらに乾燥デンプン粕を3%加えて、水分が72~77%、pHが4.01~4.19の酪酸を含まない良質サイレージを得たと報告されている<sup>3)</sup>。

以上のように、本実験条件下で調製された各サイレージの発酵品質には大きな違いがなかった。ただし70%添加区においては、バッグで調製したサイレージとバケツで調製したサイレージの間に有機酸含量に差が観察された。調製規模による差を今後検討する必要がある。

Table 2. Chemical characteristics of shochu distillery by-product and silage.

	Moisture	Ethyl alcohol	pH	Organic acids					VBN <sup>1)</sup>	VBN/TN <sup>2)</sup>
				Lactic	Acetic	Propionic	Butyric	Valeric		
By-product	69.4	0.24	4.80	0.009	2.033	0.618	0.439	0.048	0.034	1.91
50% moisture silage <sup>3)</sup>	47.5	0.13	4.40	0.021	2.091	0.166	0.025	0.000	0.032	2.27
60% moisture silage <sup>3)</sup>	57.9	0.21	4.39	0.021	1.898	0.187	0.013	0.000	0.038	2.58
70% moisture silage <sup>3)</sup>	68.2	0.28	4.57	0.015	1.574	0.151	0.023	0.000	0.042	2.46
70% moisture silage <sup>3)</sup> with additive <sup>4)</sup>	65.6	0.24	4.48	0.017	1.618	0.155	0.016	0.000	0.040	2.35
LSD(0.05) <sup>5)</sup>	-	0.02	0.02	0.003	0.259	0.028	0.011	0.000	0.002	0.14
LSD(0.01)	-	0.03	0.03	0.004	0.377	0.040	0.016	0.000	0.003	0.20
70% moisture silage <sup>6)</sup> with additive <sup>4)</sup>	63.0	0.27	4.45	0.022	2.149	0.198	0.029	0.000	0.040	2.35

(Fresh matter % except pH)

<sup>1)</sup> Volatile basic nitrogen

<sup>2)</sup> Total nitrogen

<sup>3)</sup> Ensiled in laboratory bag silo

<sup>4)</sup> Snow Lact L Prozyme (Snow Brand Co. Ltd, Japan)

<sup>5)</sup> Least significant difference among 4 silages ensiled in laboratory bag silo

<sup>6)</sup> Ensiled in bucket

### 3. 細胞壁構成成分含量と消化率

稲わらおよびサイレージの細胞壁構成成分含量と消化率を表-3に示した。いずれの細胞壁構成成分含量も焼酎粕の混合割合が増すと低くなった。乳酸菌・セルラーゼ製剤を添加すると細胞壁構成成分含量がやや高まったが原因は不明である。乾物消化率は、焼酎粕の混合割合が増すと高くなる傾向が見られた。これは、焼酎粕の細胞壁構成成分含量が低く、消化率が高いことによると考えられる。一方、NDF消化率は、焼酎粕の混合割合が増すと低くなる傾向が見られた。焼酎粕の細胞壁構成成分含量が極めて低く、サイレージのNDF消化率はほとんど稲わらのNDF消化率であると考えれば、70%区のサイレージのNDF消化率が稲わらのそれを下回る傾向を示したことは、焼酎粕が反芻胃内微生物による消化作用になんらかの負の影響を与えていると考えなければならない。しかし、焼酎粕に含まれるNDFの消化率が稲わらのそれより低いかも知れず、今後の検討を必要とする。

### 4. 家畜による嗜好性

開封直後のサイレージの色調は、明るい褐色で、焼酎粕特有の臭いが強かった。開封後、時間が経過するにつれて、焼酎粕混合割合が高いものほど表面が黒ずんでくることが観察された(写真1)。

嗜好性には畜種間の差が見られた。すなわち山羊は、70%添加区を除いて、いずれのサイレージをも好んで採食した。しかしめん羊は、50%区と60%区については採食したが、70%区のサイレージは全く採食しなかった。一方、育成牛と繁殖牛は、いずれのサイレージをも競うように採食した(写真2)。

焼酎粕の混合割合は、廃液処理という観点から考え

れば、高ければ高いほど好都合と思われる。しかし以上の結果を総合的に判断すると、水分が50~60%程度となるように焼酎粕を混合するのが適当であるように思われた。これを参考にして、今後、実用規模での調製を検討する必要がある。なお、これらのサイレージの粗蛋白質含量は原物あたりで8~11%、乾物あたりで17~34%であり、維持や肥育時の肉用牛に対してはDCPに片寄った飼料となる<sup>9)</sup>ので、給与する場合にはTDNとのバランスをとる必要がある。

### 要 約

焼酎粕を飼料的に利用する研究の一環として、稲わらにそば焼酎粕を、水分が50、60および70%になるように混合して実験用サイロを用いてサイレージの調製を試みた。得られたサイレージのpHは4.4から4.6で、乳酸含量は0.02%程度と低く、焼酎粕に由来する酢酸の含量が1.5から2%と高く、全体としてサイレージ発酵は軽微であった。また、酪酸やVBN含量は極めて低く、牛の嗜好性は良好であった。乳酸菌・セルラーゼ製剤の添加効果はほとんど認められなかった。

キーワード：稲わら、サイレージ、焼酎粕

### 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：麦焼酎粕と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，宮大農報43，145-150（1996）
- 2) 鹿児島県畜産試験場：地域未利用飼料資源の飼料

Table 3. Cell wall composition and *in vitro* digestibility of rice straw and silage.

	NDF <sup>1)</sup>	ADF <sup>2)</sup>	Lignin	Silica	Cellulose	Hemicellulose	<i>in vitro</i> Digestibility	
							DM <sup>3)</sup>	NDF
Rice Straw	64.4	48.3	5.2	6.5	36.5	16.1	50.7	23.5
50% moisture silage <sup>4)</sup>	49.3	33.9	3.9	5.6	24.5	15.4	62.7	32.3
60% moisture silage <sup>4)</sup>	41.7	28.3	3.8	4.6	20.4	13.4	70.5	31.9
70% moisture silage <sup>4)</sup>	28.6	20.0	2.3	2.7	15.0	8.8	76.9	21.8
70% moisture silage with additive <sup>4)</sup>	29.8	20.7	2.4	2.8	15.6	9.2	74.1	15.4
70% moisture silage with additive <sup>5)</sup>	31.1	20.9	2.6	2.8	15.5	10.2	70.1	23.2

(Dry matter %)

<sup>1)</sup> Neutral detergent fiber

<sup>2)</sup> Acid detergent fiber

<sup>3)</sup> Dry matter

<sup>4)</sup> Ensiled in laboratory bag silo

<sup>5)</sup> Ensiled in basket





写真1. そば焼酎粕と稲わらを混合して調製したサイレージの開封後の色調  
(右; 50%水分区, 左; 乳酸菌+セルラーゼ製剤添加, 水分70%区)

Photo. 1. Silage made from Soba Shochu distillery by-product and rice straw.  
(Right; 50 % moisture silage, Left; 70% moisture silage with the additive of lactic acid bacteria and cellulase)



写真2. サイレージの嗜好性の調査 (黒毛和種繁殖牛, 付属農場住吉牧場)

Photo. 2. Palatability test ( "Japanese black" breeding cows fed the silage).

化確立試験 2) 焼酎粕+稲ワラ・モミガラ・バガス混合サイレージの貯蔵性について, 畜産関係試験成績概要 p109-110 (1991)

- 3) 町田 豊・加治屋達・岡村友幸・恒吉利彦・黒江秀雄・池田利徳・樋渡 隆: 地域未利用飼料資源の飼料化確立試験, 鹿児島県畜試研報 25, 102-105 (1993)
- 4) 森本 宏: 動物栄養試験法, p282-298, 349-352, 412-416, 養賢堂, 東京 (1971)
- 5) GOERING, H. K. and VAN SOEST P. J. : Forage Fiber Analyses. Agriculture Handbook 379, USDA, Washington, D.C. (1970)
- 6) 農林水産技術会議事務局: 日本標準飼料成分表, 中央畜産会, 東京 (1995)
- 7) 堤 知子・加治佐修・西川光博・窪園順一郎・前原俊浩・太田 均・窪田 力: 肉用牛に対する焼酎粕の利用 (第1報), 鹿児島畜試研報, 24, 34-49 (1992)
- 8) 自給飼料品質評価研究会: 粗飼料の品質評価ガイドブック, 日本草地協会, 東京 (1994)
- 9) 農林水産技術会議事務局: 日本飼養標準, 肉用牛中央畜産会, 東京 (1995)