

稲発酵粗飼料用稲を利用した泌乳牛用発酵 TMR における 麦焼酎粕濃縮液の混合割合の違いが乳生産に及ぼす影響

森永結子*・太田 剛・北崎宏平・梅田剛利・馬場武志

泌乳牛における稲発酵粗飼料用稲と麦焼酎粕濃縮液を混合した発酵TMRの給与技術を確認するために、麦焼酎粕濃縮液の混合割合の違いが乳生産に及ぼす影響を調べた。試験方法はホルスタイン種泌乳後期牛を用いた 3×3 ラテン方格法により行い、試験区は麦焼酎粕濃縮液を乾物当たり10%程度混合した10%区、20%程度混合した20%区、混合しない対照区の3区を設定した。その結果、麦焼酎粕濃縮液の混合割合が乾物中10%程度であれば、乳生産や生乳の風味等に影響を及ぼさないことが示唆された。しかし、混合割合を20%程度まで増すと、生乳に飼料由来の発酵臭が移行する可能性があり、乾物摂取量および乳量も低下する傾向があることが示唆された。このため、泌乳牛に稲発酵粗飼料用稲を利用した発酵TMRを給与する際の麦焼酎粕濃縮液の混合割合は、乾物当たり10%程度が適当であると考えられた。

[キーワード：麦焼酎粕濃縮液、稲発酵粗飼料用稲、発酵TMR、ホルスタイン種泌乳牛]

Effect of Mixing Ratio of Barley Shochu Post-distillation Sludge on the TMR Silages using Whole Crop Rice Silage for Lactation Production. MORINAGA Yuiko, Tsuyoshi OHTA, Kohei KITAZAKI, Taketoshi UMEDA and Takeshi BABA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 31: 70-73 (2012)

This study was conducted on lactating cows in order to clarify the proper mixing ratio of barley shochu post-distillation sludge on the TMR silages using whole crop rice silage. The study method used a 3 × 3 Latin square design. The three experimental plots were : Control; BSDS10(mixing barley shochu post-distillation sludge on the TMR at 10.5% on the dry matter basis); and BSDS20(mixing barley shochu post-distillation sludge on the TMR at 20.5% on the dry matter basis). The results showed that BSDS10 had no adverse effect on the flavor of milk, milk yield or milk constituent. In contrast, the milk resulting from BSDS20 suggested a possible fermentation odor. Additionally, the BSDS20 milk was lower in yield and decreased the amount of dry matter intake. It has been demonstrated that BSDS10 is preferable to lactating cows.

[Key words : barley shochu post-distillation sludge, whole crop rice silage, TMR silages, dairy cows]

緒 言

近年の国際的な穀物価格の高騰や、畜産物の需要や価格の低迷を背景として、新たな「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」では、輸入飼料への依存体質から脱却し、飼料自給率向上を目指すことが明言されている（農林水産省 2010）。この飼料自給率向上のための方策として、水田を有効活用した自給粗飼料の生産拡大や地域で排出される食品製造副産物等の飼料資源を活用することが有効である。

稲発酵粗飼料用稲は夏季に高温多湿である我が国の気象条件と水田に適した飼料作物として注目され、平成12年度からの水田農業経営確立対策の実施により、その作付面積は急速に広がっている。本県における平成21年度の作付面積は 387ha、対前年比124.4%と増加し、今後もさらなる作付増加が期待される（福岡県 2010）。しかし、稲発酵粗飼料用稲は他のイネ科牧草と比較すると粗タンパク質含量がやや少ないという特徴をもつため（田中ら 2005、農業・食品産業技術総合研究機構 2010）、泌乳牛に給与する際は、粗タンパク質含量が多い大豆粕等で補う必要がある。しかし、これらの穀類の多くは海外からの輸入に頼っているのが現状である。

一方、福岡県において利用可能な安価な食品製造副産物として、焼酎粕が挙げられる。福岡県において、

焼酎粕は年間30,806t（2003年 7月～2004年 6月）産出され、そのうち麦焼酎粕は約80%を占める（相原・後藤 2005）。最近、焼酎粕の有効活用を目的に濃縮プラントの建設が増えており、焼酎粕濃縮液は、粗タンパク質割合の高さや保存性の良さから家畜飼料として期待される（服部 2011、田中ら 2005）。

これらのことから、泌乳牛における稲発酵粗飼料用稲と麦焼酎粕濃縮液を混合した発酵TMR（混合飼料）の給与技術が確立されれば、地域内における飼料自給率の向上に寄与するものと考えられる。しかし、これまでに、稲発酵粗飼料用稲と麦焼酎粕濃縮液を混合した発酵TMRを乳牛に給与した知見は少なく（田中ら 2009）、さらに、麦焼酎粕濃縮液の混合割合の違いが乳牛の一般状態、乳生産および生乳の風味に及ぼす影響についての報告も見あたらない。そこで、本試験では稲発酵粗飼料用稲を利用した発酵TMRにおける麦焼酎粕濃縮液の混合割合の違いが乳生産や乳質に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1 供試牛および試験方法

供試牛は当場で飼養されている 1産～4産のホルスタイン種泌乳牛 6頭（平均体重 600±60kg、平均分娩後日数 211±29日）を用いた。試験期間は2008年 3月 6日～4月17日であった。試験期間を 1期 2週間の

* 連絡責任者（家畜部：morinaga@farc.pref.fukuoka.jp）

3期に分け、供試牛 2頭を 1群とし、各試験期に麦焼酎粕濃縮液の混合割合が異なる 3種類の TMR 飼料を給与する 3×3ラテン方格法により実施した。1期 2週間のうち、最初の 1週間を馴致期、次の 1週間を本試験期とした。

なお、供試牛の飼養管理は「産業動物の飼養及び保管に関する基準」(総理府 1987)に従って行った。

2 TMR飼料構成および試験区分

試験 TMR の飼料構成を第 1 表に示した。試験区の設定については、飼料設計上の麦焼酎粕濃縮液の上限が 20% 程度であることから、乾物当たり 10.5% 混合した 10% 区、20.5% 混合した 20% 区、混合しない対照区の 3 区を設定した。なお、試験 TMR 中の TDN, CP, EE は同一になるように調整した。

試験 TMR は、稲発酵粗飼料用稲を除く単味飼料を第 1 表の混合割合に従い、配合飼料工場において混合調製し、トランスバックに密封、1ヶ月程度発酵させた。その後、給与前に CS コンプリートフィーダー(コンプリートサービス社製)を用いて稲発酵粗飼料用稲と 40分程度混合した。

供試牛の飼養形態はフリーストール方式とし、ドアフィーダー飼槽を用いて個体毎に飼料を給与した。給与回数は 1日 2回(10時半, 18時半)とし、各供試牛の給与量は飽食とした。搾乳は開始時刻が 9時, 17時半の 1日 2回とした。飲水・舐塩は飼料と同様に自由摂取とした。

第 1 表 TMR の飼料構成, 混合割合および飼料成分

	対照区	10%区	20%区
配合割合 (DM%)			
稲発酵粗飼料用稲 (タチアオバ・黄熟期)	33.8	31.9	36.6
アルファルファペレット	4.8	7.3	0.7
麦焼酎粕濃縮液	-	10.5	20.5
フスマ	6.6	5.2	4.8
ビートパルプ	8.6	6.8	6.5
圧べんトウモロコシ	13.6	17.4	16.3
圧べんト大麦	13.9	11.0	10.5
大豆粕	10.8	4.9	0.4
綿実	7.8	5.0	3.7
飼料成分 (DM%)			
DM ¹⁾	55.2	55.2	55.3
TDN	72.1	72.0	71.7
CP	15.8	15.9	15.8
EE	3.8	3.8	3.9
NDF	29.1	31.7	28.2
NFC	31.6	32.7	28.1

1) DM: 乾物率 TDN: 可消化養分総量 CP: 粗タンパク質 EE: 粗脂肪

NDF: 中性デタージェント繊維 NFC: 非繊維性炭水化物

2) 麦焼酎粕濃縮液の成分値 DM: 35.3% CP: 36.5% EE: 6.0%

3) 稲発酵粗飼料用稲の成分値 DM: 47.9% CP: 7.7% EE: 2.7%

3 調査項目および調査方法

TMR 採食量は、供試牛の首に装着したリスポンダー(個体識別装置)と計量器付きドアフィーダー飼槽(GFR システム: ウェストファリア社)を用いて 1日の採食量を集計し、飼料の乾物率を測定し、乾物摂取量を算出した。

乳量は毎日、朝夕の搾乳時、体重は搾乳後に計測した。乳成分は、各本試験期の最終 2日間(朝・夕)に採取した乳サンプルの乳脂肪率、乳タンパク質率、乳糖率、全固形分率および無脂固形分率を近赤外牛乳分析機(Milko-Scan133B, Foss Electric)を用いて測定

した。乳中尿素窒素は各試験期の最終日(朝・夕)に採取した乳サンプルを、臨床化学自動分析装置(スポットケム セントリフュージ CF-9510)を用いて測定した。

第一胃内容液は、各試験期の最終日の朝の搾乳終了後に経口カテーテル法により採取し、直ちに pH を測定した後、二重ガーゼで濾過した(全国農業共済協会 1997)。その後、3,000rpm, 20分の遠心分離により得られた上澄み液の揮発性脂肪酸をガスクロマトグラフ(GC-15A 島津製作所)を用いて測定し(中村ら 1973)、またケルダール法を用いて揮発性塩基態窒素を測定した。

血液性状は、各試験期の最終日の朝の搾乳後に尾静脈より採血し、直ちに臨床化学自動分析装置(スポットケム セントリフュージ CF-9510)を用いて分析した。

生乳の官能検査は、永利牛乳株式会社の品質管理部検査室の協力を得て実施した。検査は 10℃ 以下の低温時および 40℃ の加温時における、色沢および組織、風味について、農林水産省令の定める加工原料乳の規格(農林水産省 1965)に基づいて検査した。

4 統計処理

統計解析は「畜産を中心とする実験計画法」(吉田 1975)に準じて実施し、Microsoft Excel を用いて行った。

結 果

1 乾物摂取量と体重

乾物摂取量と体重について第 2 表に示した。乾物摂取量は試験区間に有意な差は認められなかったものの、10% 区 23.4kg/日は対照区 22.8kg/日と比較して、僅かに多い傾向を示した。また 20% 区 20.3kg/日は他の 2 区と比較して少ない傾向を示した。体重はいずれの試験区も 601 ~ 609kg と同程度で、試験区間に有意な差は認められなかった。

第 2 表 乾物摂取量および体重

試験区	乾物摂取量 -kg/日-	体重 -kg-
対照区	22.8	609
10%区	23.4	601
20%区	20.3	601

2 乳量・乳成分および乳中尿素窒素

乳量・乳成分および乳中尿素窒素について第 3 表に示した。乳量は試験区間に有意な差は認められなかったものの、20% 区 26.9kg/日は他の区と比較して約 2.5kg/日少なかった。また、乳成分についても、試験区間に有意な差は認められなかったものの、乳タンパク質率は麦焼酎粕濃縮液の混合割合が多くなるのに伴い、低下した。乳中尿素窒素については、いずれの試験区の値も正常とされる値の範囲内(千葉 2010)であった。

第3表 乳量・乳成分および乳中尿素窒素

試験区	乳量 -kg/日-	乳成分				乳中尿素窒素 -mg/dL-
		乳脂肪率 -%-	乳タンパク質率 -%-	乳糖率 -%-	無脂固形分率 -%-	
対照区	29.3	4.43	3.50	4.70	8.92	11.4
10%区	29.5	4.65	3.44	4.69	9.13	11.8
20%区	26.9	4.67	3.37	4.71	9.09	12.8

第4表 第一胃内容液性状

試験区	pH ¹⁾	VBN ²⁾ -mg/dL-	VFA ³⁾	
			総量 -mmol/L-	A/P ⁴⁾
対照区	6.9	11.5	86.9	3.3
10%区	7.0	12.4	79.4	3.6
20%区	6.8	11.6	88.9	3.2

1) 正常値：6.0～7.0

2) VBN：揮発性塩基態窒素

3) VFA：揮発性脂肪酸 正常値：50～190mmol/L

4) A/P：酢酸/プロピオン酸

第5表 血液性状

試験区	BUN ¹⁾ -mg/dL-	GOT ²⁾ -IU/L-	T-cho ³⁾ -mg/dL-	TP ⁴⁾ -g/dL-
10%区	7.0	12.4	79.4	3.6
20%区	6.8	11.6	88.9	3.2

1) BUN：尿素窒素 正常値：6～23mg/dL

2) GOT：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ 正常値：43～102IU/L

3) T-cho：総コレステロール 正常値：80～305mg/dL

4) TP：総タンパク 正常値：6～8g/dL

第6表 生乳の官能検査

試験区	低温時 (10℃以下)		加温時 (40℃)	
	色沢および組織	風味	色沢および組織	風味
対照区	良	良	良	良
10%区	良	良	良	良
20%区	良	微発酵臭 ¹⁾	良	微発酵臭 ¹⁾

1) 飼料の発酵臭

3 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状について第4表に示した。各試験区のpHは6.8～7.0、総VFA（揮発性脂肪酸）濃度は79.4～88.9mmol/Lと、いずれも正常値の範囲内（板橋 1998, 小野寺 2001）であった。

4 血液性状

血液性状について第5表に示した。各試験区の尿素窒素は6.8～7.0mg/dL、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼは11.5～12.4IU/L、総コレステロールは79.4～88.9mg/dL、総タンパクは3.2～3.6g/dLと、いずれも正常値の範囲内（群馬県農業共済組合 2008）であった。

5 生乳の官能検査

生乳の官能検査結果について第6表に示した。低温時および加温時の色沢および組織は、いずれの試験区においても良好であったが、風味については、対照区と10%区は良好であったが、20%区においてはわずかな発酵臭があると評価された。

考 察

本試験では、稲発酵粗飼料用稲を利用した発酵TMRにおける麦焼酎粕濃縮液の混合割合の違いが乳生産や乳質に及ぼす影響を検討した。

乳量および乾物摂取量は、麦焼酎粕濃縮液の混合割合が異なる飼料の試験区間に有意な差は認められなかったものの、麦焼酎粕濃縮液を乾物当たり20%程度混合した飼料は無添加あるいは10%程度混合した飼料

と比較して少なかった。横山ら（2009）は麦焼酎粕濃縮液を混合した発酵TMRの嗜好性試験を行い、乾物当たり10%程度混合したTMRの嗜好性は、混合しないTMRおよび20%程度混合したTMRよりも、高い傾向がみられたと報告している。本試験において、麦焼酎粕濃縮液を20%程度混合した飼料の乳量が他の区と比較して少なかったのは、嗜好性が低下したことによる乾物摂取量の低下が原因と推察される。

乳成分において、試験飼料の粗タンパク質含量はほぼ同一となるように設計したにもかかわらず、乳タンパク質率は麦焼酎粕濃縮液の混合割合が高くなるのに伴い減少した。乳タンパク質率は第一胃発酵を示す指標で、第一胃の微生物タンパク質あるいは非分解性タンパク質に相関するとされている（全国家畜産物衛生指導協会 2001）。麦焼酎濃縮液は、可消化養分総量および粗タンパク質含量が大豆粕に比較的近い（農業・食品産業技術総合研究機構 2010）、大豆粕に替わるタンパク質源として利用可能と考えられる（田中ら 2005）が、鈴木ら（2011）は麦焼酎粕濃縮液のタンパク質の消化率は、大豆粕と比較すると低いため、飼料設計の際には留意する必要があるとしている。今回、麦焼酎粕濃縮液の混合割合が高くなるのに伴い、乳タンパク質率が低下したのは、タンパク質消化率の低い麦焼酎粕濃縮液の混合割合が高くなるのに伴って、第一胃内の微生物タンパク質量あるいは非分解性タンパク質量が減少したためと推察される。

民間乳業会社の品質管理部門の協力を得て実施した生乳の官能検査では、色沢および組織についてはいずれの試験区も、低温時、加温時とも良好であった。し

かし、風味については、対照区および10%区は良好であったが、麦焼酎粕濃縮液を20%程度混合した飼料はわずかな発酵臭があると評価され、これは飼料臭と推察された。飼料臭の生乳への移行の主な経路としては、採食時に飼料の揮発性成分が肺を通して血液に入り、生乳に移行することが報告されている(齋藤 1990)。麦焼酎粕濃縮液を混合した飼料には特有の甘い香りがあったことから、この焼酎粕臭が生乳に移行したものと考えられた。農林水産省の定める加工原料乳の規格(1965)において、加工原料乳の風味は、新鮮良好な風味と特有の香気を有し、飼料臭、牛舎臭、酸臭その他の異臭又は酸味、苦味、金属味その他の異味を有しないもの、とされている。このことから、麦焼酎粕濃縮液の20%以上の混合は、加工原料乳の規格を逸脱する可能性がある。

以上の結果から、泌乳牛に稲発酵粗飼料用稲を利用した発酵TMRを給与する際の麦焼酎粕濃縮液の混合割合は、乳生産や生乳の風味等に影響を及ぼさない乾物当たり10%程度が適当であると考えられた。

本試験の技術を活用し、稲発酵粗飼料用稲と県内で多く産出される食品製造副産物である麦焼酎粕濃縮液を混合した発酵TMRを泌乳牛に給与することで、地域内における飼料自給率の向上に寄与するだけでなく、飼料費の低減も期待できると考えられる。

謝 辞

本試験に際し、生乳の官能検査にご協力頂いた永利牛乳株式会社品質管理部検査室職員諸氏に感謝します。

引用文献

相原孝之・後藤一寿(2005) 4) 九州北部地域における焼酎粕処理. 平成16年度研究強化費報告書 農業・食品産業由来の多様な地域資源活用の現状把握と新たな展開方向. 九州沖縄農業研究センター, 熊本, p.21-26.

千葉耕司(2010) MUN活用のヒント. Dairy Japan 12月号 第55巻 第15号. デーリィ・ジャパン社, 東京, p.34-36.

福岡県(2010) IV飼料. ふくおかの畜産2010. 福岡県, 福岡, p.15.

群馬県農業共済組合(2008) 血液検査の読み方. 群馬県農業共済組合, 群馬, <http://www.nosaigunma.or.jp/kachiku/yomikata.htm> (2008年 7月 2日閲覧)

服部育男(2011) 3.サイレージ調製関係. 飼料イネ, 焼酎粕濃縮液の発酵TMR(混合飼料)調製と給与技術マニュアル. 九州沖縄農業研究センター, 熊本, p.10-16.

板橋久雄(1998) 第6節ルーメンにおける消化. 反芻動物の栄養生理学. 農山漁村文化協会, 東京, p.87-112.

中村良一・米村寿男・須藤恒二(1973) 牛の臨床検査法. 農山漁村文化協会, 東京, p.39-42.

農業・食品産業技術総合研究機構(2010) 日本標準飼料成分表(2009年版). 中央畜産会, 東京, p.60-61,

82-83, 90-91.

農林水産省(1965) 加工原料乳生産者補給金等暫定措置法. 農林水産省, 東京, <http://www.Lawdata.org/Law/htmldata/S40/S40F00601000051.html> (2011年 8月28日閲覧)

農林水産省(2010) 酪農および肉用牛生産の近代化を図るための基本方針. 農林水産省, 東京, p. 1-40.

小野寺良次(2001) 18.1ルーメン液成分の分析法. 新編動物栄養試験法. 養賢堂, 東京, p. 408-416.

王 福金・西野直樹(2008) 開封後 1週間空気にさらした発酵TMRの飼料価値. 日本草地学会誌54(別): 392-393

齋藤善一(1990) IV生乳の風味を追求する. クリーンな牧場クリーンな牛乳. デーリィ・ジャパン社, 東京, p.61-74.

佐竹康明・福井弘之・瀬山智博(2008) 秋冬季の調製が粗飼料主体発酵TMRの発酵品質と好气的変敗に及ぼす影響. 日本草地学会誌54(別): 180-181

総理府(1987) 産業動物の飼養及び保管に関する基準. 総理府, 東京, http://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/2_data/sangyo.html (2007年 7月 28日閲覧)

鈴木知之(2011) 4. 乳用牛への給与. 飼料イネ, 焼酎粕濃縮液の発酵TMR(混合飼料)調製と給与技術マニュアル. 九州沖縄農業研究センター, 熊本, p.17-22.

鈴木知之・神谷裕子・田中正仁・服部育男・野中最子・佐藤健次(2011) 米, 麦およびカンショ焼酎粕濃縮液の化学成分および栄養価. 日暖畜報54(1): 79-86.

田中正仁・岩間裕子・神谷 充(2005) 5) 焼酎粕処理生成物の成分分析と飼料化の可能性. 平成16年度研究強化費報告書 農業・食品産業由来の多様な地域資源活用の現状把握と新たな展開方向. 九州沖縄農業研究センター, 熊本, p.27-34.

田中正仁・鈴木知之・神谷裕子(2009) 泌乳牛用TMR素材としての麦焼酎粕濃縮液. 平成21年度研究成果情報. 九州沖縄農業研究センター, 熊本, http://konarc.naro.affrc.go.jp/seika/kyushu_seika/2009/2009133.html (2011年 7月25日閲覧)

横山 学・馬場武志・太田 剛・平井一樹(2009) 麦焼酎粕濃縮液を混合したTMRサイレージの発酵品質および乾乳牛の嗜好性. 福岡農総試研報28: 1-7.

吉田 実(1975) 4.3ラテン方格法. 畜産を中心とする実験計画法. 養賢堂, 東京, p. 101-116.

全国家畜畜産物衛生指導協会(2001) 5.乳汁検査. 生産獣医療システム乳牛編 3. 農山漁村文化協会, 東京, p.28-29.

全国農業共済協会(1997) 第8節 第一胃内容液検査. 家畜共済における臨床病理検査要領(農林水産省経済局編)平成 9年度改訂版. 全国農業共済協会, 東京, p. 309-326.