

乳量水準の高い泌乳中期搾乳牛における飼料用籾米サイレージ給与の影響

佐藤 精¹⁾・木野勝敏¹⁾

摘要：飼料用籾米をサイレージ化したソフトグレインサイレージ(以下SGS)の多給技術を開発するため、乳量水準の高い(平均乳量38 kg/日)泌乳中期のホルスタイン種経産牛6頭を用いてクロスオーバー法による短期飼養試験を行った。乾物中22.5%のSGS又は粉碎籾米を含む混合飼料を調製し3週間給与した。

飼料摂取量、体重、日乳量に変化はなく、乳成分のうち乳脂肪率がSGS を給与した区において有意に高かった。血液性状及び第一胃内容液性状には差は見られなかった。

これらの結果から乳量水準の高い牛群における泌乳中期において、SGSは飼料乾物中22.5%まで給与可能であり、乾燥粉碎籾米利用と比較して同等の乳生産が得られることが明らかになった。

キーワード：乳牛、ソフトグレインサイレージ、泌乳中期、血液性状、第一胃内容液性状

Effect of Feeding Ensiled Rice on Milking Performance in Mid-lactating and High-producing Dairy Cow

SATO Say and KINO Katsutoshi

Abstract : The effect of feeding ensiled rice on mid-lactating and high-producing dairy cow was investigated. Six multiparous Holstein cows (average milk yield 38.0kg/day) were used in a crossover design with two dietary treatments: 22.5%(dry matter basis) of mashed rough rice or soft grain silage of rough rice(SGS) were added to the total mixed ration(TMR) and fed to the cows for three weeks.

Equivalent milk yield was observed in the cows fed with either of the two treated TMRs. Milk fat was significantly higher in the cows fed with TMR containing SGS. No other different was observed in the metabolic profile and rumen fermentation of the cows in the two treatment groups.

These result suggest that up to 22.5% (DM basis) of ensiled rice can be fed to mid-lactating and high-producing dairy cow.

Key Words : Mid-lactating Cow, rice soft grain silage, milk production, metabolic profile, rumen fermentation

緒 言

世界的な飼料価格の高騰の中、飼料自給率の低い愛知県の酪農経営において、安定的な価格で国内飼料の調達が可能となる飼料用米の利用は今後の普及が期待されている。飼料用米を乳牛に給与する技術の開発は近年めざましく発達してきたが、籾米の酪農経営における飼料価格は代替の対象であるトウモロコシと価格差は小さい。国際情勢に左右されずに安定した価格で入手可能であるという利点はあるが、コスト的な利点は大きくない。既報¹⁾において飼料用米を用いた実用的飼料メニューの実証を行い、乳生産・経営への影響を報告したが、普及には飼料用米のさらなる低コスト化が必要であることを明らかにした。

飼料用米を乳牛に給与する場合、加工が必須であり、最終的な酪農経営での飼料価格には、飼料用米生産費、乾燥経費、貯蔵経費、運賃、加工経費が含まれる。その際、飼料用籾米は従来の食用米の調製工程をへて乾燥貯蔵されるが、その経費はkg当たり25円にも上る²⁾。乾燥工程を通さないことで大いに低コスト化する余地が残されており、その手段の一つが、サイレージ化である。サイレージ化は飼料原料に適度な水分と、適度な可溶性の糖類があれば、乳酸菌の働きによりpHを下げ、他の菌類による腐敗を防ぐことができる。サイレージ化する穀類はソフトグレインサイレージ(SGS)と呼ばれ、濃厚飼料として給与可能である。収穫した籾米を従来の乾燥調製体系(25円)からサイレージ化調製体系(10~14円)にすることにより低コスト化を図れると試算されている²⁾。

本試験ではSGSの給与限界を検討するために、乾物中22.5%のSGS量を給与した。他の飼料原料は既報¹⁾を参考に飼料原料の中では最もコストがかかるタンパク質源をしょうゆ粕及びビール粕とし、食料製造副産物を多給するメニューとした。

一方、SGSは第一胃内の分解が速く^{2,3)}、乾燥粉碎籾米と比較して、給与限界が低いと予想されている。これまで、泌乳牛へのSGS給与に関する報告では飼料乾物中SGS配合割合は、西山と石崎⁴⁾の18.7%、湯原ら⁵⁾の19.6%、福島畜セ⁶⁾の16.4%、及び和田と西村³⁾の28.0%である。いずれも市販配合飼料や圧扁とうもろこしを主体とした対照区と比較して遜色のない乳生産であったとしている。しかし、これらの報告では乳量水準が約30 kg以下の搾乳牛を用いている。乳量水準が高い搾乳牛を用いた報告では、岡崎ら⁷⁾が乾物中SGS割合が13.0%で対照区と同等の乳生産を示したとしている。現在、安全率も見込んだサイレージ化を行わない乾燥粉碎籾米の推奨給与量は乾物中25%とされており⁶⁾、本試験ではこれに近い飼料乾物中約22.5%のSGSを乳量水準35 kg以上の泌乳中期搾乳牛に給与し、乳生産、血液性状、及び第一胃内容液性状に及ぼす影響を調査し給与限界を明らかにすることを目的とした。

材料及び方法

泌乳中期の経産牛6頭を供試した。試験開始時における平均乳量は38 kg/日、平均産次数2.7産、平均搾乳日数163日の乳牛を用いた。試験期間は1期21日間(馴致18日、本試験3日)のクロスオーバー法により、短期飼養試験を行なった。試験に用いた混合飼料(以下TMR)の配合割合および飼料成分値を表1および表2に示した。

本試験では飼料用米として平成27年度産乾燥籾米「モグモグあおば」を使用した。飼料用米は飼料用米粉砕機SR-II(大竹製作所、愛知)を使用し粉碎した。半量はそのまま対照区飼料として用い、もう半量はサイレージ化を行い、SGSとした。サイレージ調製においては市販乳酸菌(11GFT、パイオニアハイブレッッドジャパン、東京)及び水を添加し、水分含量30%となるように調整し、ポリエチレン内袋に脱気・封入を行い、2か月間発酵させた。

TMRは毎日調整し、SGSまたは粉碎籾米は給与当日にTMRへ混合した。TMR給与はドアフィーダーを設置したフリーストールバーンで個別に飽食となるよう行い、給与量・残飼を計量した。

搾乳は1日2回(6時、16時)、ミルクングパーラーで行い、乳量を計測した。体重は毎搾乳後に計測した。本試験の3日間の朝夕の生乳を採材し、分析は東海酪農組合連合会に依頼し、乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、体細胞数および乳中尿素態窒素(MUN)を測定した。

表1 飼料組成 (乾物%)

飼料原料	割合
トウモロコシサイレージ	17.75
アルファルファ乾草	9.08
スーダングラス乾草	17.16
一般ふすま	13.44
生ビール粕	7.40
しょうゆ粕	12.11
飼料用米(乾燥/SGS)	22.46
炭酸カルシウム	0.30
リン酸カルシウム	0.29
ビタミンミックス	0.01
計	100.00

表2 飼料成分(計算値)

成分	含量
乾物率(%)	48.4
粗蛋白質(%DM)	15.1
非分解性粗蛋白質(%CP)	35.1
分解性粗蛋白質(%CP)	64.9
溶解性粗蛋白質(%CP)	33.6
代謝エネルギー(Mcal/kg)	2.65
NDF ¹⁾ (乾物%)	40.5
NFC ²⁾ (乾物%)	35.3
粗脂肪(乾物%)	4.3

1) 中性デタージェント繊維

2) 非繊維性炭水化物

本試験最終日に、飼料給与後3時間後に第一胃内容液を経口カテーテルにより採材し、3重のガーゼで浮遊物を除去後、pHを測定し、-20℃で保管した。後日VFAは既報⁸⁾と同様に分析を行った。また、同時に血液を頸静脈からヘパリンナトリウム含有採血管で採材し、3000 rpm、10分間遠心分離した上澄を-20℃で保管した。後日、血液成分は自動血液分析装置富士ドライケム3000(富士フィルム株式会社、神奈川)を用いてトリグリセリド、総コレステロール、グルコース、総蛋白質、アルブミン、血漿中尿素体窒素(PUN)、 γ -GTP、GOT、カルシウム、およびリンを測定した。

統計処理は処理と試験期間を要因とした2元配置で行った⁹⁾。

試験結果

乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における乳生産に及ぼすSGS給与の影響については表3に示した。試験区間の乾物摂取量、体重に有意な差はなかった。乳量はいずれの試験区においても平均日乳量が37 kg以上であり高泌乳の条件を達成することができた。日乳量に有意な差は見られなかった。乳成分の中では乳脂肪率についてサイレージ区で0.14ポイント有意に高い数値($P < 0.05$)となった。その他の乳蛋白質、乳糖、及び無脂固形分に有意な差は見られなかった。乳房炎の指標である体細胞数にも有意な差は無く、蛋白質代謝の指標であるMUNにも有意な変化はなかった。

乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における第一胃内容

液性状に及ぼすSGS給与の影響については表4に示した。総VFA濃度に差は無く、酢酸及びプロピオン酸の濃度及び比率においても差は見られなかった。

乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における血液性状に及ぼすSGS給与の影響については表5に示した。トリグリセリド、総コレステロール、グルコース、総蛋白質、アルブミン、PUN、 γ -GTP、GOT、カルシウム、およびリン全ての項目において試験区間に有意な差は見られなかった。

考察

本試験では飼料用粃米をサイレージ化したSGSの多給技術を開発するため、乳量水準の高い泌乳中期のホルスタイン種産牛に乾物中22.5%のSGS又は粉碎粃米を含む混合飼料を給与し、クロスオーバー法により短期飼養試験を行った。

井上²⁾は、SGSの第一胃内の発酵性では乾物及びデンプンの易分解性画分が増加すると報告している。易分解性画分の増加は第一胃内の急激な発酵を引き起こす恐れがあり、アシドーシスの危険性を無視することができない。本試験で給与したSGSの乾物割合はこれまで報告のあった中では多い量であり、乳量水準の高くない(30 kg/日)牛群での最大配合割合(28%)³⁾よりは低いものの、高泌乳を用いたこれまでの文献値⁷⁾の最大給与量13.0%を約10ポイントも上回っており、乾燥粉碎粃米の安全が担保される推奨給与量である25%⁶⁾に近い量である。一般的に乳量水準の高い牛は乳量に応じて乾物摂取

表3 乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における乳生産に及ぼすSGS給与の影響

	対照区	サイレージ区	統計処理 ²⁾
体重 (kg)	694 ± 18	688 ± 22	NS
乾物摂取量 (kg/日)	30.9 ± 1.1	29.8 ± 0.8	NS
乳量 (kg/日)	37.2 ± 2	38.1 ± 1.9	NS
乳脂肪率 (%)	3.89 ± 0.2	4.03 ± 0.17	*
乳蛋白質率 (%)	3.31 ± 0.05	3.38 ± 0.05	NS
乳糖率 (%)	4.39 ± 0.02	4.43 ± 0.02	NS
無脂固形分率 (%)	8.70 ± 0.05	8.80 ± 0.06	NS
リニアスコア ¹⁾	1.8 ± 0.7	1.7 ± 0.3	NS
乳中尿素態窒素 (mg/dl)	7.3 ± 0.7	6.9 ± 0.8	NS

1) リニアスコア: \log_2 (体細胞数(千個/mL)/100)+3

2) 平均値±標準誤差、NS:有意差なし、*:有意差あり ($P < 0.05$)

表4 乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における第一胃内容液性状に及ぼすSGS給与の影響

	対照区	サイレージ区	統計処理
酢酸 (mmol/L)	7.47 ± 2.11	7.04 ± 1.00	NS
プロピオン酸 (mmol/L)	2.09 ± 0.51	1.92 ± 0.27	NS
その他 (mmol/L)	1.21 ± 0.29	1.22 ± 0.25	NS
総VFA (mmol/L)	10.77 ± 2.85	10.19 ± 1.51	NS
AP比	3.59 ± 0.31	3.66 ± 0.14	NS
酢酸 (%)	68.9 ± 1.6	69.3 ± 1.0	NS
プロピオン酸 (%)	19.7 ± 1.4	19.0 ± 0.6	NS
その他 (%)	11.4 ± 0.6	11.7 ± 0.9	NS

平均値±標準誤差、NS:有意差なし

表5 乳量水準の高い泌乳中期泌乳牛における血液性状に及ぼすSGS給与の影響

		対照区		サイレージ区		統計処理
トリグリセリド	(mg/dL)	1.5	± 0.5	1.3	± 0.2	NS
総コレステロール	(mg/dL)	230.0	± 24.8	209.5	± 15.1	NS
グルコース	(mg/dL)	53.8	± 3.2	54.5	± 3.0	NS
総蛋白質	(g/dL)	5.9	± 0.6	5.7	± 0.3	NS
アルブミン	(g/dL)	2.7	± 0.2	2.7	± 0.2	NS
血漿中尿素態窒素	(mg/dL)	8.6	± 0.5	9.1	± 1.0	NS
γ-GTP	(U/L)	21.5	± 3.7	21.2	± 1.9	NS
GOT	(U/L)	50.5	± 5.5	46.7	± 2.2	NS
カルシウム	(mg/dL)	6.2	± 0.6	5.9	± 0.3	NS
リン	(mg/dL)	4.9	± 0.4	5.3	± 0.4	NS

平均値±標準誤差、NS：有意差なし

量が増加するため、分解速度が早いSGSの多給により危険性は高まると予想される。その際の具体的な予想される兆候は第一胃内pHの低下、第一胃内容液中の酢酸の減少、飼料摂取量の減少、乳脂肪率の低下、乳量の低下、体重の低下である。しかし本試験の結果(表3)にはそのいずれも見られなかった。

逆に、本試験では、乳脂肪率がサイレージ区で有意に高い値を示した(表3)。一般的に短期的な乳脂肪率の変動要因は、①飼料中の繊維の第一胃における消化に由来する酢酸を基質とするもの、②飼料由来の長鎖脂肪酸によるもの、③飢餓状態により体脂肪動員がかかり、内因性の脂肪が乳脂肪になるものが考えられている¹⁰⁾。本試験では飼料用米の加工形態のみが異なる飼料を比較したものであることから、②の飼料由来の脂肪に差があったものとは考えられない(表2)。また、本試験で用いた乳牛はいずれも泌乳中期以降のものであり、乳量水準に対して十分な乾物摂取がなされている(表3)ことから、飢餓状態にあったとは考えられず、③の体脂肪動員であったとは考えられない。第一胃における繊維の消化による酢酸産性は第一胃内容液性状に見ることができる(表4)が、酢酸含量、AP比とも対照区と差が無いから、①によるものとも言えない。従って、この原因は不明である。これまでのSGSを泌乳牛に給与した報告では、有意差こそないものの、市販配合飼料と比較して、+0.12ポイント⁴⁾、+0.34ポイント⁷⁾、+0.24ポイント⁵⁾、+0.8ポイント⁶⁾、+0.24ポイント⁷⁾と、乳脂肪率が一貫して増加傾向にあり、サイレージ化による影響なのかもしれない。

一方、本試験では既報¹⁾に続いてタンパク質源としてしょうゆ粕を使っており、第一胃内の豊富な分解性タンパク質¹¹⁾がSGSの易分解性画分と分解性がマッチすることが考えられる。そうであれば、PUNとMUNの値が低下することが予想された。しかし、PUN(表5)及びMUN(表3)に一貫した変化は見られず、既報¹⁾で報告した乾燥籾米と比べてさらなる第一胃内の窒素の有効利用効果は見られなかった。

以上から、今後、泌乳期を通した長期飼養試験による、健全性、繁殖性に対する確認が必要とされるが、乳

量水準の高い泌乳中期の搾乳牛におけるSGSの給与限界は既報の13.0%から大幅に引き上げられ、乾物中22.5%以上であることが示唆された。

引用文献

1. 佐藤精, 大矢剛久. 乳牛における食品製造副産物を組み合わせた飼料用籾米多給技術. 愛知農総試研報. 48, 73-78(2016)
2. 井上秀彦. 飼料用米のサイレージ調製技術の開発および実用化に関する研究. 東京農工大学. (2016)
3. 和田卓也, 西村友祐. 乳牛への飼料用米(籾米ソフトグレインサイレージ)多給技術の確立. 福井畜試研報. 28, 30-38(2015)
4. 西山厚志, 石崎重信. 泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響. 千葉畜セ研報. 10, 1-5 (2010)
5. 湯原千秋, 笠井史子, 石崎重信. 泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響. 千葉畜セ研報. 12, 1-6(2012)
6. 乳牛の飼料用米給与. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル. 2016年版. 農業・食品産業技術総合研究機構編. p. 123-139
7. 岡崎雅記, 内村誠, 中嶋伸子, 久々宮慶二, 藤本浩幸, 藤田達男. 飼料用米を利用した乳用牛の飼養管理技術の確立(イ)乳用牛への給与技術の確立. 大分農研セ試験成績報告書. 41, 1-6(2012)
8. 佐藤精, 中山博文, 榊原隆夫. 栄養水準の異なるTMRおよび自動給餌配合飼料量が乳牛の乳生産に及ぼす影響. 愛知農総試研報40, 167-171(2008)
9. 吉田実. 畜産を中心とする実験計画法. p. 105-142 (1975)
10. (独)農研機構編. 日本飼養標準標準乳牛(2006年版). 中央畜産会, 東京. (2007)
11. (独)農研機構編. 日本標準飼料成分表(2009年版). 中央畜産会, 東京. (2010)