

泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響

西山厚志・石崎重信

Effects of Feeding Rice Soft-Grain-Silage as a Concentrate for Lactating Cows

Atsushi NISHIYAMA and Shigenobu ISHIZAKI

要 約

完熟期に収穫した籾米を破碎して水と糖蜜を加え、トランスバックに密閉貯蔵し乳酸発酵させた米ソフトグレインサイレージ（以下、米SGS）の泌乳牛における飼料給与効果を検証した。泌乳中後期のホルスタイン種6頭を供試して、乾物換算で泌乳牛用市販配合飼料の20%または40%を米SGSと置き換え、3×3ラテン方格法にて泌乳試験を行ったところ、飼料摂取量、乳量、乳成分、総揮発性脂肪酸濃度以外の第一胃内容液性状、血液性状、咀嚼時間に差がなく、第一胃内発酵も正常であり、破碎して調製した米SGSは、泌乳牛に給与する配合飼料の40%程度までであれば置換えが可能であると思われた。

緒 言

飼料用米は、水稻農家にとって新たな設備投資が要らない転作作物として、全国的に拡大している。本県でも2008年から取り組みが始まり（作付面積77ha）、2009年には126haとなり、2010年には約500haに拡大している。

一方で、2007年以降の飼料価格の高騰を契機に、地域産の自給穀物飼料として飼料用米に対する畜産農家の関心が高まっており、特に養豚農家や養鶏農家での給与事例が増えている。その多くは玄米を飼料工場で混合して配合飼料に調製したもの¹⁾であり、本県においても同様の取り組みが行われている。

牛においては、全国的にも給与事例は少ない¹⁾が、本県では2008年から肉牛農家が未乾燥の籾米（生籾米）をサイレージ化して試行的に給与している。この生籾での飼料用米の利用形態は、水稻農家における乾燥・籾摺り工程が不要であり、畜産農家が飼料用米を安価に調達できる可能性がある。また、牛においては籾殻に粗飼料と同程度の反すう刺激効果、すなわち第一胃内発酵を安定させる効果が認められており²⁾粗飼料の一部を代用できる可能性がある。さらに、牛は発酵した飼料を好む

ことなどから、生籾米を密閉貯蔵して乳酸発酵させた米SGSは、牛への給与に適した形態と考えられる。

しかし、米SGSの泌乳牛への給与試験例^{3,4,5)}は限られており、酪農での飼料用米利用拡大の一助とするため、泌乳中後期牛6頭を用いた米SGSの給与試験を行った。

材料及び方法

1. 供試牛と試験区分

(1) 供試牛

供試牛の概要を表1に示した。泌乳中後期のホルスタイン種経産牛6頭を用い、1頭ごとに飼槽を区切った繋ぎ牛舎で飼養した。

(2) 試験期間

2009年11月12日～12月24日までの計6週間とし、表2の試験スケジュールで実施した。

(3) 試験区分

米SGSを給与せず当場の慣行に類似したメニューを給与する対照区、乾物換算で泌乳牛用市販配合飼料の20%（20%区）および40%（40%区）を米SGSと代替した3試験区を設定した。

(4) 試験方法

11日間を予備期、3日間を採材期とする1期2週間の3×3ラテン方格法にて試験を実施した。

平成22年8月31日受付

表1 供試牛の概要

組	牛 No.	産次	試験開始時	
			分娩後日数	乳量 (kg)
A	49	2	273	20
	61	2	279	24
B	78	1	274	32
	79	1	251	28
C	43	3	232	35
	59	2	188	34

表2 試験スケジュール¹⁾

	対照区	20%区	40%区	期 間
I期	A	B	C	11/12~11/26
II期	C	A	B	11/27~12/10
III期	B	C	A	12/11~12/24

注1：1期2週間の3×3ラテン方格法

注2：A、B、Cは表1の供試牛の組

2. 供試飼料と給与方法

米SGSの調製は2009年9月14日に行った。前日に収穫(完熟期)した主食用品種「ちば28号」の籾米を、大型の製粉機(下部のスクリーンメッシュを取り外して使用)で破砕した後に一旦トランスバッグに収納(330~360kg/袋)し、翌日に1袋ごとに籾米重量の1%相当の水で希釈した糜糖蜜を加え、横軸3本オーガ式の飼料攪拌機で混合した。その後、ポリエチレン袋を内装した1m³容トランスバッグに入れて密閉し、2ヶ月間貯蔵した。開封時の米SGSは図1のように大半の籾殻が玄米から外れており、玄米部分は挽き割り程度に破砕された状態であった。なお、米SGSの粒度分布について2mmメッシュと1mmメッシュの篩を用いて篩い分けしたところ、原物重量(籾殻含む)比で2mm以上が67%、2mm未満1mm以上が24%、1mm未満が9%であった。これらの米SGSを単体で泌乳牛に給与したところ、すぐに食する牛と匂いを嗅いで食さない牛が概ね半々であった。

各区の給与飼料の配合割合を表3に示した。配合飼料

表3 飼料の配合割合

飼料名	原物中(%)			乾物中(%)		
	対照区	20%区	40%区	対照区	20%区	40%区
泌乳牛用配合飼料	31.8	23.9	15.9	47.0	35.3	23.5
米SGS	—	8.0	15.9	—	9.4	18.7
大豆粕	1.1	2.7	4.2	1.6	3.9	6.3
ヘイキューブ	5.3	5.3	5.3	7.9	7.9	8.0
ビートパルプ	5.3	5.3	5.3	7.7	7.7	7.7
細断アルファルファ乾草	8.0	8.0	8.0	11.8	11.8	11.8
細断チモシー乾草	15.9	15.9	15.9	24.0	24.0	24.0
水	32.6	31.0	29.4	—	—	—

3. 調査項目及び測定方法

(1) 米SGSの発酵品質

米SGS100gに蒸留水300gを加えてジューサーで5分間破砕処理した後、2重ガーゼでろ過した抽出液につ



図1 開封時の米SGS

は原物中成分がTDN74.3%、粗蛋白質16.7%、粗繊維4.6%、デンプン31.5%で、ヘイキューブやビートパルプを含まないペレット&フレークタイプのものを用いた。粗飼料およびビートパルプの配合割合は各区共通としたが、米SGSは配合飼料に比べてTDNと粗蛋白質の含量が低いので、20%区と40%区では大豆粕の混合比率を高めた。

給与飼料の成分値(設計値)を表4に示した。米SGSの飼料成分値は日本標準飼料成分表⁶⁾の「モミ」の値を用いた。給与飼料乾物中の飼料成分は各区ほぼ同等であったが、デンプン含量が高い米SGSの成分的特徴を反映して、米SGS増加に伴って中性デタージェント繊維(NDF)含量が減少し、デンプン含量が上昇した。

飼料給与量は、供試牛ごとに翌朝に若干の食べ残しが出るように設定し、1頭ごとに1日分の飼料を飼料攪拌機で混合して、朝夕2回に分けて給与した。アルファルファ乾草とチモシー乾草は、稲わらカッターで細断したものを用いた。飲水と鉍塩は自由摂取とした。

表4 飼料の成分値(設計値:乾物中%)

成分	対照区	20%区	40%区
乾物割合	59.6	59.6	60.0
TDN	72.9	72.3	72.7
粗蛋白質	16.2	16.1	16.5
粗脂肪	2.5	2.4	2.3
NDF	39.7	39.0	36.1
デンプン	17.2	19.2	23.9

日本標準飼料成分表2001年版を参照

いてpH値をガラス電極pHメータで測定した。抽出液をさらに遠心分離して得た上清に6%過塩素酸を等量添加して密閉保存したものについて有機酸を液体クロマトグラフィ(カラム:Shimadzu Shim-Pack SCR-102H)に

より測定した。

(2) 飼料乾物摂取量

採材期の3日間に残飼料を回収して、給与飼料の乾物量から差し引いて飼料乾物摂取量を算出した。

(3) 乳量・乳成分・咀嚼行動

採材期の3日間に朝夕の乳量を記録し、生乳サンプルを採取して乳脂率・乳蛋白質率・乳糖率・無脂固形分率・乳中尿素窒素(MUN)を近赤外線生乳分析装置(ミルコスキャン FT6300)を用いて分析し、各乳成分値を乳量で加重平均した。

咀嚼行動については、採材期に、各供試牛の採食・反すう行動をCCDカメラとタイムラプスビデオレコーダを用いて24時間記録し、採食時間と反すう時間を計測して、給与飼料の反すう刺激性の強弱を表す指標であるRVI値〔飼料乾物摂取量(DMI)1kg当たりの咀嚼時間(採食時間+反すう時間)]を算出した。

(4) 血液・第一胃内容液性状

各期の最終日に、朝の飼料給与4時間後にヘパリンナトリウム入り真空採血管を用いて頸静脈から血液を採取した。次いで経口カテーテルを用いて第一胃内容液を採取し、それぞれ遠心分離後、血漿は凍結保存、第一胃内容液上清は等量の6%過塩素酸を添加して室温にて密閉保存した。血漿成分は自動血液分析装置(日立7050)で測定し、第一胃内容液中の揮発性脂肪酸(VFA)は液体クロマトグラフィー(カラム:Shimadzu Shim-Pack SCR-102H)、第一胃内容液中のアンモニア態窒素は比色法により測定した。

(5) 疾病発生状況

試験期間中は毎日、採食状況、糞便等により健康状態を観察し、必要により治療を実施した。

4. 統計処理

試験区間の差の検定はラテン方格法による分散分析⁷⁾によって行い、その危険率(p値)を算出した。

結 果

1. 米SGSの発酵品質

トランスバッグ開封時の米SGSは、水分28%、pH3.9で、新鮮物中に乳酸1.2%、酢酸0.12%を含み酪酸は検出されなかった。トランスバッグ内の米SGSの上面表層の一部に、厚さ数cmの白色のかび様物の塊が見られたが、かびを除いた部分の発酵品質は良好であった。

2. 飼料乾物摂取量

飼料乾物摂取量、乳量、乳成分、咀嚼行動の結果を表5に示した。試験期間中の飼料への嗜好性などの採食状況について試験区間に違いは認められず、飼料乾物摂取量は24.6~25.8kg/日で試験区間に差がなかった(p=0.71)。なお、米SGSの原物摂取量は1頭1日当たり20%区で3.3kg、40%区で6.6kg程度であった。

3. 乳量・乳成分・咀嚼行動

乳量は25.5~27.7kg/日であり、試験区間に有意な差はなかった(p=0.35)。乳成分率にはいずれも試験区間に有意な差は無く、乳脂率は3.70~3.90%(p=0.85)、乳蛋白質率は3.67~3.71%(p=0.97)、SNF率は9.00~9.07%(p=0.85)であり、泌乳中後期牛として妥当な値であった。

咀嚼行動については、採食時間(p=0.62)、反すう時間(p=0.27)ともに試験区間に有意な差はみられなかった。ただし、40%区において咀嚼時間が長くなる傾向がみられた(p=0.10)。

表5 飼料摂取量・乳生産・咀嚼行動

	対照区	20%区	40%区	p値
飼料乾物摂取量 kg/日	25.8	25.4	24.6	0.71
乳量 kg/日	27.5	27.7	25.5	0.35
乳脂率 %	3.78	3.70	3.90	0.85
乳蛋白質率 %	3.68	3.67	3.71	0.97
乳糖率 %	4.38	4.33	4.36	0.88
SNF率 %	9.06	9.00	9.07	0.85
MUN mg/dl	11.4	11.7	11.6	0.96
採食時間 分/日	325.6	318.5	348.9	0.62
反すう時間 分/日	433.4	425.4	480.2	0.27
咀嚼時間 ¹⁾ 分/日	759.0	743.9	829.1	0.10
RVI値 ²⁾ 分/kg	29.4	29.7	33.9	0.24

注1：咀嚼時間=採食時間+反すう時間

注2：RVI値=咀嚼時間(分/日)÷飼料乾物摂取量(kg/日)

4. 血液・第一胃内容液性状

血液成分の測定結果を表6に示した。全ての項目について試験区間に差がなく、また、いずれの試験区も異常を示す数値はみられなかった。

第一胃内容液性状の測定結果を表7に示した。総揮発性脂肪酸(VFA)濃度は、米SGSの給与量が増えるにつれて低下する傾向が認められ、40%区では対照区に比べて有意に低い値を示した(p=0.03)。

各VFAのモル比率は、いずれのVFAについても試験区間に差がなく(p=0.58~0.64)、乳脂率との相関が高い酢酸/プロピオン酸比(p=0.58)、アンモニア態窒素濃度(p=0.22)についても試験区間に差はみられなかった。

なお、40%区で3頭、対照区で1頭について、0.1mmole/dl程度の微量な乳酸が検出されたが、異常発酵を示す兆候は認められなかった。

5. 疾病発生状況

試験期間中、いずれの供試牛にも食滞や乳房炎、その他の重篤な疾病は認められなかった。第Ⅲ期には流行性の水溶性下痢が3頭(対照区2頭、20%区1頭)にみられたが、牛用胃腸剤を計2日間投与し約1週間で完治した。

表6 血液性状

	対照区	20%区	40%区	p値
グルコース mg/dl	59.2	59.2	61.5	0.53
トリグリセライド mg/dl	6.7	7.3	7.8	0.33
総コレステロール mg/dl	161	171	166	0.78
総蛋白 g/dl	7.7	7.7	7.8	0.95
アルブミン g/dl	3.8	3.9	3.9	0.72
GOT IU/dl	84	81	83	0.96
γ-GTP IU/dl	32	34	33	0.79
血中尿素窒素 mg/dl	15.6	16.9	17.6	0.65
無機リン mg/dl	4.7	5.2	5.3	0.23
カルシウム mg/dl	9.2	9.5	9.7	0.16

表7 第一胃内容液性状

	対照区	20%区	40%区	p値
総VFA濃度 ¹⁾ mmole/dl	11.1 ^A	10.3 ^{AB}	9.2 ^B	0.03
VFAモル比率				
酢酸 %	59.8	61.2	60.4	0.63
プロピオン酸 %	25.0	23.4	24.5	0.58
n酪酸 %	12.6	12.8	12.5	0.64
酢酸/プロピオン酸比	2.44	2.70	2.65	0.58
アンモニア態窒素 mg/dl	9.9	9.4	6.5	0.22

注1：VFA＝揮発性脂肪酸

注2：異符号間に有意差あり

考 察

米SGSの発酵品質では、トランスバックの開封時には上面表層部分にかび様物の塊が多少見られたが、これは調製密閉時にバック内を抜気しなかったことと、ポリエチレンフィルムにわずかながら通気性があるためと考えられ、密封精度の重要性が再認識された。

飼料乾物摂取量、乳量において試験区間に差がみられなかったが、エネルギー出納の観点から考えると、乳脂率4%補正乳量(4%FCM)は対照区26.6、20%区26.4、40%区25.1kg/日、TDN摂取量はそれぞれ18.8、18.4、17.9kg/日となり、生産効率を表す4%FCM÷TDN摂取量の値はそれぞれ1.41、1.44、1.40と概ね同一の値であったことから、各区ともエネルギー摂取量に比例した乳生産が行われたことが示唆される結果であった。また、本試験では米SGSの乾物中TDN含量を76.8%として給与飼料中のTDN含量を計算したが、各区の生産効率(摂取TDN当りの4%FCM)が同一であったことから、米SGS乾物中TDN含量の値が概ね妥当であったことが推察された。米SGSのTDN濃度は一般的な泌乳牛用配合飼料(乾物中82~85%程度)に比べて若干低いので、単純に配合飼料の40%程度と置換えると、エネルギー摂取量が低下して泌乳量が下がる⁴⁾可能性があることから、給与飼料全体のエネルギーバランスにも配慮することが必要と考えられる。

乳脂率は3.7~3.9%と若干高めであったが、乳成分率が回復してきている泌乳中後期牛を供試したこと、給与

飼料中の粗飼料割合を高めて乾物中NDF含量を39%程度、RVI値を39分/kgDMI程度とやや高めに設定したことを反映したと考えられる。給与飼料のRVI値は乳脂率と相関が高いことが報告されており^{11, 12, 13)}、一方で粗米では消化率が低く粗剛性がある粗穀が20%程度含まれるため、米SGS給与によって咀嚼時間の延長が期待できる。40%区で咀嚼時間が長くなる傾向が見られたことから、米SGSはRVI値を高める濃厚飼料であり乳脂率の向上に貢献できる可能性が示唆された。乳脂率以外の乳成分についても試験区間に差がなかったが、粉碎あるいは圧片等の加工処理した粗米または米SGSを20~40%給与しても乳量や乳成分に影響しなかったとする既報^{3, 4, 5, 8, 9, 10)}と一致する結果であった。

第一胃内容液の総VFA濃度について40%区が有意に低かった原因は、供試した米SGSの破碎程度がやや大きな粒度であったことから、代替した配合飼料よりも第一胃内分解速度が遅かったことが原因と考えられる。ナイロンバック法により粗米等の第一胃内消失率を比較した報告¹⁴⁾では、飼料用米の分解速度は、粉碎粗米>圧片トウモロコシ>圧片粗米＝破碎SGSとされている。このことから、破碎程度の粒度の米SGSを多く用いた40%区では、米デンプンの単位時間当たり第一胃内分解量が減ってVFA濃度が低くなったと推察される。しかし、飼料給与4時間後1回のみ採材データであり、泌乳牛における米SGSの第一胃内発酵特性あるいは消化性について更なる検討が必要と考えられる。米SGSは泌乳牛用の配合飼料に比べてデンプン含量が高いため、多量の給与時には第一胃アシドーシスの発生が懸念される。今回の試験でも、40%区で3頭、対照区で1頭、第一胃内容液から乳酸が微量に検出されたが、前述のとおり破碎した米SGSは配合飼料よりも第一胃内での分解速度が遅く、第一胃内pHの低下スピードは緩やかだと思われる。加えて、米SGSには咀嚼時間を延長させる傾向があったことから、給与飼料中の粗飼料割合や繊維割合を適正に設定し、第一胃内に流入するアルカリ性の唾液量が十分であれば、米SGSを多く給与した40%区でも第一胃アシドーシスを引き起こす心配はないと考えられる。

以上の結果から、破碎処理して調製した米SGSは、泌乳中後期牛に給与する配合飼料の40%までであれば代替できることが明らかとなった。

引用文献

- 1) 社日本草地畜産種子協会 (2010)、飼料用米の利活用についての実証成果集
- 2) 山田真希夫・小林正和・鎌田 望・森 知夫・伊藤健・遠藤敏明 (2003)、千葉畜7研報3:1-5
- 3) 中嶋哲治・渡邊朋子・高橋和裕・谷原礼論・橋本和博・白川 朗・齋藤武司 (2003)、近畿中国四国農業試験研究推進会議 畜産草地部会資料

西山ら：泌乳牛への米ソフトグレインサイレージ給与の影響

- 4) 中村 弥・阿部正彦・小林 寛 (2005)、福島畜試研報13：23-26
- 5) 中村 弥・八巻 聡・阿部正彦 (2006)、福島畜試研報14：21-22
- 6) 独立行政法人 農業技術研究機構編 (2001)、日本標準飼料成分表：68
- 7) 吉田 実 (1975)、畜産を中心とする実験計画法 (株養賢堂：101-116
- 8) 山田真希夫 (1981)、飼料用モミ米給与による乳牛の飼養試験、千葉畜七年報 (昭和57年度)：116-119
- 9) 丸山国美・長妻義孝・入江 壮 (1984)、埼玉畜試研報22：1-9
- 10) 山本泰也・乾 清人・西口 茂・平岡啓司・川村淳也・関 誠 (2009)、関東東海北陸農業試験研究推進会議 畜産草地部会資料：40-41
- 11) E. M. SUDWEEKSら (1981), J. of Dairy Sci. 53：1406-1411
- 12) 藤城清司ら (1991)、千葉畜セ特研報 2：1-106
- 13) 平島勝教・小沢克敏ら (1996)、日畜学会第91回大会要旨：31-32
- 14) 伊藤達也・井出忠彦・宮脇耕平 (2003)、長野畜試研報30：15-19