

泌乳牛への稲ワラロールラップサイレージ給与が乳生産性と栄養代謝に及ぼす影響

山口悦司*・生田健太郎*・片岡 敏*

要 約

稲ワラロールラップサイレージ(SRS)給与が乳生産性や栄養代謝状態等に及ぼす影響を検討するため、泌乳牛10頭(初産5頭, 2産以上5頭)を供試し、完全混合飼料(TMR)中のサイレージとして、SRSを乾物中11.2%(原物給与量7.5kg/日/頭)用いる試験区とデントコーン・ソルガム混播サイレージを乾物中17.7%用いる対照区を設け、一期14日間のクロスオーバー法で飼養試験を行った。

体重、乾物摂取量、乳量及び乳成分率では両区間に差はなかった。

第一胃液性状では、飼料給与後のpHは試験区が有意に高かった($P<0.05$)。アンモニア態窒素と総VFAの濃度に差はなかったが、酢酸比率は飼料給与前・後ともに試験区が有意に高かった($P<0.05$)。一方、飼料給与後における試験区のプロピオン酸及び酪酸の比率が有意に低く($P<0.05$)、酢酸：プロピオン酸比が有意に高かった($P<0.05$)。

血液性状では、両区間に差はなく、栄養代謝異常を示す所見も認められなかった。

以上より、本試験における飼料構成割合でTMR給与方式によりSRSを給与した場合、乳生産性や栄養代謝等に悪影響を及ぼさないと考えられた。

Influence of Feeding Wrapping Silage of Round Baled Rice Straw on Milk Production and Nutritional Status in Dairy Cows

Etsuji YAMAGUCHI, Kentarou IKUTA and Bin KATAOKA

Summary

This experiment was performed to evaluate influence of feeding wrapping silage of round baled rice straw (SRS) on milk production and nutritional status of dairy cows. Five primiparous and 5 multiparous cows were randomly assigned to one of 2 diets: a total mixed ration (TMR) containing 11.2% SRS in dry matter (DM) (approximately 7.5 kg per cow daily)(group T) and control, a TMR containing 17.7% corn and sorghum silage in DM (group C) in a crossover design. Each period of the crossover lasted for 14 days. Rumen fluid was sampled just before and 2 hours after the morning feeding.

The following results were obtained:

There was no significant difference in body weight, dry matter intake and milk composition between groups.

Ruminal pH after feeding was significantly higher ($P<0.05$) for group T than for group C.

There was no significant difference in ruminal ammonia-N concentration and ruminal concentration of the total volatile fatty acids (VFA) between groups. The proportions of the molar acetic acid concentration in the rumen VFA content before and after feeding were significantly higher ($P<0.05$) for group T than group C. The proportions of both the molar propionic acid and the molar butyric acid in the rumen VFA content concentration after feeding were significantly lower ($P<0.05$) for group T than group C. The proportion of the molar acetic acid to the molar

propionic acid concentration after feeding was significantly higher ($P<0.05$) for group T than group C.

There was no significant difference in parameters determined by analyzing blood for nutrition and metabolism between groups.

From these results, we demonstrated that feeding a TMR containing 11.2% wrapping silage of round baled rice straw (dry matter basis) does not affect milk production and nutritional status in dairy cows.

キーワード：乳牛，稲ワラロールラップサイレージ，乳生産性，第一胃液性状，血液性状

緒 言

近年，国内食料自給率の向上，食料に対する消費者の安全性重視及び飼料価格の高騰により，自給飼料の利用が見直されている。

南淡路地域は野菜の栽培が盛んな三毛作地帯で，酪農家にとって，稲ワラは安定的に確保できる重要な地域自給粗飼料である。しかし，稲ワラ収集作業は時間と労力がかかり，天候により品質が低下しやすい^{5, 6, 10)}ばかりでなく，高乳牛化が進んだ搾乳牛では，粗飼料としては栄養価が低い⁷⁾ため，その利用は一部に限られ，多くはほ場還元されていた。最近，耕畜連携による飼料利用の機運が高まる中で，大型ロールバレーの普及で，収集作業が迅速かつ軽減されること¹⁰⁾から大量に確保が可能となりSRSの生産が増加している。

一方，従来低品質粗飼料と位置づけられている稲ワラを泌乳牛へ給与すると乳量が低下するのではないかとの懸念がある。

そこで，低栄養粗飼料として位置づけられているSRSを泌乳牛に給与した場合の乳生産性や栄養生理状態に及ぼす影響を検討した。

材料及び方法

1 供試牛，実施期間及び処理区分

供試牛

試験には淡路農業技術センター繋養のホルスタイン種雌牛10頭（初産5頭，2産以上5頭）を供試した（表1）。

実施期間

2008年10月から11月にかけて，一期14日間（予備期11日間+本試験期3日間）のクロスオーバー法で試験を実施した。本試験期には乳汁，第一胃液及び血液の採材を行った。

処理区分

TMR中のサイレージとして，SRSを乾物中11.2%（原物給与量7.5kg/日/頭）用いる試験区と，デントコーン・

表1．試験開始時における供試牛の状況

	初産牛	経産牛
頭 数	5	5
分娩後日数	196 ± 59	206 ± 105
乳 量 (kg/日)	27.0 ± 5.7	28.9 ± 6.1
体 重 (kg)	582 ± 21	651 ± 71

ソルガム混播サイレージを乾物中17.7%用いる対照区を設定した。

2 供試飼料

SRS

供試したSRSは1個180kg程度で，収集したほ場や稲刈りからラッピングまでの時間差などにより品質にややばらつきが見られ，標準的な稲ワラサイレージと比較すると粗蛋白質（CP）や可消化養分総量（TDN）が低く，逆に粗繊維や中性デタージェント繊維（NDF）などの繊維分が高かった（表2）。

供試飼料の構成及び成分

供試TMRの飼料構成及び分析に基づく養分含量を示す（表3）。試験区はデントコーン・ソルガム混播サイレージとクレイングラス乾草をSRSで置換し，繊維含量を揃えるため，トールフェスク乾草の混合割合を増やした。

3 飼養管理状況

供試牛をコンフォート型繋ぎ牛舎にて飼養し，飼料は9時と16時に給与し，搾乳は8時と16時30分からそれぞれ開始した。

各供試牛には馴致期の体重，乳量及び乳脂率から求めた日本飼養標準¹⁾の養分要求量を充足するようにTMR給与量を決定し，その40%を朝，60%を夕方にそれぞれ給与した。

表2. 供試した稲ワラロールサイレージの飼料成分(乾物中%)

乾物率	粗蛋白質(CP)	粗脂肪(EE)	NFE ¹⁾	粗繊維(CF)	粗灰分(Ash)	ADF ²⁾	NDF ³⁾	可消化養分総量(TDN)
28.1	5.2	2.6	34.7	33.3	24.2	41.4	64.9	39.8 ⁴⁾
参考値: 生稲ワラサイレージ < 日本標準飼料成分表(2001) >								
31.2	7.1	2.6	44.5	29.8	16.0	35.6	59.9	42.9

1) 可溶性無窒素物(NFE = 100 - CP - EE - CF - Ash)

2) 酸性デタージェント繊維

3) 中性デタージェント繊維

4) 寺田ら⁹⁾の推定式より算出

表3. 供試TMRの飼料構成と養分含量(分析値)

飼養名	対照区	試験区
飼料構成(乾物中%)		
混播サイレージ ¹⁾	17.7	
稲ワラサイレージ	11.2	
ビートパルプ	11.3	13.2
圧片トウモロコシ	26.0	30.2
皮付圧片大麦	3.8	4.5
大豆粕	9.3	8.7
綿実	2.0	2.3
アルファルファ乾草	14.2	16.5
クレイングラス乾草	7.9	
トールフェスク乾草	3.8	8.9
コーングルテンミール	0.8	0.9
ソイブラス ²⁾	1.5	1.8
エネルギーサプリメント ³⁾	0.8	0.9
ミネラル・ビタミン ⁴⁾	0.8	0.8
養分含量(乾物以外は乾物中%)		
乾物	57.8	61.2
粗蛋白質(CP)	14.8	14.0
粗脂肪(EE)	3.48	2.96
NFE ⁵⁾	57.8	57.5
粗繊維(CF)	17.0	16.7
粗灰分(Ash)	7.1	8.9
NDF ⁶⁾	38.3	44.4
NFC ⁷⁾	40.0	33.1
可消化養分総量(TDN) ⁸⁾	74.0	69.2

1) デントコーン: ソルガム = 6 : 4

2) 加熱大豆粕(TDN=88.2%, CP=48.6%, CPバイパス率=61.8%)

3) エネルギーサプリメント(TDN=132%, CP=8.5%, CPバイパス率=42.8%)

4) CaCO₃:CaHPO₄:NaCl:NaHCO₃:ビタミンプレミックス=2:2:1:1:1

5) 可溶性無窒素物(NFE = 100 - CP - EE - CF - Ash)

6) 中性デタージェント繊維

7) 非繊維性炭水化物(NFC=100 - NDF - CP - EE - Ash)

8) 寺田ら⁹⁾の推定式より算出

4 調査項目と測定方法

飼養成績

1) 飼料摂取状況と体重

給与量と残飼量を朝夕の給与ごとに計量し、100 18時間の熱風乾燥により残飼の乾物率を測定した。

供試開始時と終了時の体重を牛衡器で計測した。

2) 産乳成績

乳量をミルクメーター(TRU-TEST)で朝夕の搾乳ごとに計測・記録した。

一般乳成分については、本試験期2日間の搾乳ごとに検体を採取し、多成分赤外線分析装置(コンビフォスTMFC, Foss, 兵庫県酪農農業協同組合連合会生乳検査所)で分析した。各成分率を朝夕の乳量比によって加重平均した。

第一胃液性状

第一胃液については本試験期1日目の朝の飼料給与から2時間後(飼料給与後)と2日目の朝の飼料給与直前(飼料給与前)に、経口式胃汁採取器(ルミナー:富士平工業, 東京)を用いて採取した。採取後、直ちにガラス電極法(pHメーター F-8L型:堀場製作所, 京都)にてpHを測定した。

二重ガーゼで濾過した胃液を凍結保存し、水蒸気蒸留法にてアンモニア態窒素濃度を測定した。

揮発性脂肪酸(VFA)については濾過胃液2.5mlを24%メタリン酸0.5mlと混和後、18時間室温放置し、冷却遠心(4℃, 3000回転/分, 30分間)によって得られた上清液を凍結保存し、融解後、水系0.45 μmのディスクフィルター(GLクロマトディスク25A:ジールサイエンス, 東京)で濾過し、ガスクロマトグラフ(HITACHI-163型:日立製作所, 東京)で測定した。

血液性状

採血については、本試験期1日目の朝の飼料摂取から4時間後に頸静脈よりブレイン及びフッ化ナトリウム加真空採血管を用いて行った。採血後、直ちにフッ

化ナトリウム加血液についてはヘマトクリット値を計測し、冷却遠心（4℃，3000回転/分，5分間）により血漿を分離して、乾式血液自動分析装置（ドライケム3030：富士写真フイルム，東京）にて血糖を測定した。血清分離剤加血液については37℃で10分間静置後、冷却遠心（4℃，3000回転/分，15分間）により血清を分離し、総蛋白を屈折法，アルブミン，尿素窒素(BUN)，総コレステロール(T-cho)，カルシウム，アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)及びグルタミルトランスペプチターゼ(GGT)を乾式血液自動分析装置（ドライケム3030：富士写真フイルム，東京）にて当日中に測定した。

5 統計処理

データの統計処理にはSASのGLMプロシジャー⁸⁾より、次のモデルを用いて行った。

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + e_1 + \beta_j + \gamma_k + e_2$$

Y_{ijk} ：測定値

μ ：総平均

α_i ：群iの効果

β_j ：飼料jの効果

γ_k ：試験期kの効果

e_1, e_2 ：1次誤差及び2次誤差

また、飼料効果については2次誤差を用いたF検定により、危険率5%未満の場合に有意差があるものとみなし、5%以上10%未満の場合に傾向があるものとみなした。

結 果

1 飼養成績

体重，乾物摂取量，乳量及び乳成分率を示す（表4）。体重と乾物摂取量に差はなかった。乳量は対照区27.3kg/日，試験区26.1kg/日で試験区が低い傾向が見られたが，4%脂肪補正乳量と乳成分率に差はなかった。

2 第一胃液性状

飼料給与前と飼料給与後の第一胃液性状を示す（表5）。飼料給与後のpHは，対照区6.51に対し試験区6.73で試験区が有意に高かった（ $P<0.05$ ）。アンモニア態窒素と総VFAの濃度に差はなかったが，酢酸比率は対照区・試験区の順に飼料給与前が65.9%・67.5%，飼料給与後が63.1%・68.4%で，いずれも試験区が有意に高かった（ $P<0.05$ ）。一方，飼料給与後における試験区のプロピオン酸及び酪酸の比率が有意に低く（ $P<0.05$ ），酢酸：プロピオン酸比が有意に高かった（ $P<0.05$ ）。

表4．飼養成績

項 目	対照区	試験区	標準誤差	有意水準 ¹⁾
体重 (kg)	605	606	3.08	ns
乾物摂取量(kg/日)	19.4	18.7	0.31	ns
日平均乳量(kg/日)	27.3	26.1	0.42	0.076
4%FCM ²⁾ (kg/日)	26.2	25.1	0.79	ns
乳脂率 (%)	3.78	4.07	0.13	ns
乳蛋白質率 (%)	3.29	3.35	0.07	ns
乳糖率 (%)	4.37	4.46	0.10	ns
無脂固形分率 (%)	8.98	8.94	0.01	ns

1) ns：有意差なし

2) 4%脂肪補正乳量：乳成分測定時の乳量で算出

表5．第一胃液性状

項 目	対照区	試験区	標準誤差	有意水準 ¹⁾
pH				
飼料給与前	6.85	6.84	0.033	ns
飼料給与後	6.51	6.73	0.047	0.010
アンモニア態窒素濃度 (mg/dl)				
飼料給与前	10.82	10.39	0.530	ns
飼料給与後	7.96	8.27	0.873	ns
総VFA ²⁾ 濃度 (mmol/dl)				
飼料給与前	8.00	7.80	0.221	ns
飼料給与後	10.12	9.71	0.325	ns
酢酸比率 (%)				
飼料給与前	65.9	67.5	0.427	0.025
飼料給与後	63.1	68.4	0.788	0.002
プロピオン酸比率 (%)				
飼料給与前	19.2	18.2	0.641	ns
飼料給与後	21.9	18.1	0.911	0.018
酪酸比率 (%)				
飼料給与前	12.0	11.3	0.382	ns
飼料給与後	12.2	10.7	0.279	0.005
A/P比 ³⁾				
飼料給与前	3.55	3.74	0.104	ns
飼料給与後	3.02	3.81	0.121	0.002

1) ns：有意差なし

2) VFA：揮発性脂肪酸

3) 酢酸/プロピオン酸比

3 血液性状

いずれの項目においても両区間に差はなかった。また両区とも，ヘマトクリット値が泌乳後期としてはやや低かった以外は，栄養代謝異常を示す所見は認められなかった（表6）。

表6．血液成分

項目	対照区	試験区	標準誤差	有意水準 ¹⁾
ヘマトクリット (%)	27.0	27.3	0.35	ns
総蛋白質 (g/dℓ)	7.65	7.76	0.09	ns
アルブミン (g/dℓ)	3.74	3.77	0.04	ns
BUN (mg/dℓ)	13.3	15.1	0.64	0.08
血糖 (mg/dℓ)	68.3	69.6	0.74	ns
T-cho (mg/dℓ)	223.9	235.6	4.34	ns
カルシウム (mg/dℓ)	9.37	9.60	0.17	ns
無機リン (mg/dℓ)	5.51	5.77	0.29	ns
AST (IU/dℓ)	65.3	72.7	3.75	ns
GGT (IU/dℓ)	33.5	31.1	1.17	ns

1) ns : 有意差なし

考 察

泌乳牛へのSRS給与が、乳生産性や栄養代謝状態等に及ぼす影響を検討するため、TMR方式による飼養試験を行った。

稲ワラは、飼料特性として、糖やデンプンなどの易消化性物質が少なく、繊維成分にリグニン、ケイ酸が多いため、その栄養価が低く、本試験では産乳量が日量30kg程度の泌乳中・後期牛への給与による影響を検討した。

供試SRSは、現場における技術普及を考え一般農家が作製したものを使用したが、標準的な稲ワラサイレージに比べ、CPやTDNの含量が低く、繊維の含量が高かった。このため供試TMRも試験区のCPやTDNがやや低く、NDFが高い養分含量となった。

飼養成績では、試験区で乳量が低い傾向にあったが、体重、乾物摂取量及び乳成分率については両区間に有意差はなかった。藤井ら²⁾は、泌乳中期の乳牛に稲ワラの混合割合が0～16%のTMRを給与した結果、稲ワラの割合が多いほど、乳蛋白質率が低くなる傾向にあったが、乾物摂取量、乳量等には差はなく、16%までは給与可能であるとしている。また柿原ら⁵⁾は、乳量30kg/日の搾乳牛に繊維水準を変えて稲わらを給与し、飼料全体の総繊維(OCW)含量を40%以下に調整すれば、乳成分の低下は予防できるとしている。本試験では乾物摂取量が両区とも平均20kg/日未満であり、ともに必要な養分要求量が摂取出来ていたため、これらの項目に差がなかったと考えられた。

第一胃液性状では、飼料給与後のpHが試験区で有意に高値を示した。これは試験区の繊維含量が高かったためと考えられる³⁾。

アンモニア態窒素濃度及び総VFA濃度は給与前後とも両区間に有意な差はなかった。一方、酢酸比率は給与前後とも試験区が有意に高値を示し、逆にプロピオン酸比率と酪酸比率は給与後に試験区が有意に低値を示した。そのため、AP比は給与後に試験区が有意に高値を示した。

これらのことから、SRSの給与によって第一胃内発酵パターンが酢酸型へと変化することが明らかとなった。これは稲ワラの繊維含量が影響した結果と考えられる³⁾。

血液検査では、尿素窒素は試験区で高い傾向がみられたが、これは試験区の飼料中のタンパク質含量に対してエネルギー含量が相対的に低かったためと考えられる。また、その他の項目については、両区とも栄養代謝異常を示す所見はなくSRS給与による影響は認められなかった。

以上より、本試験における飼料構成割合でTMR方式により乾物中10%（原物7～8kg）でSRSを給与した場合、乳生産性や栄養代謝等に悪影響は及ぼさないと考えられた。

これらのことから、SRSは泌乳牛の粗飼料として利用可能であることが示唆されたので、飼料自給率の向上のため、酪農家においても積極的な生産と活用を図っていくべきである。

引 用 文 献

- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
編：日本飼養標準 乳牛（中央畜産会）
藤井俊治・高見平吉・加藤義文（1988）：混合飼料給与法を利用した稲ワラの有効利用技術：島根畜試研報 23, 18-24
日野常男（1985）：ルーメンの世界（農山漁村文化協会）531-533
柿原孝彦・家守紹光（1999）：高泌乳牛に対する稲ワラの給与が乳量及び乳成分に及ぼす影響：福岡農総試研報 18, 114-117
萬田富治・泉秀幸・高野信雄（1976）：稲わらのサイレージ調整に関する研究—原料わらの水分含量がサイレージの発酵品質と乳牛の採食量に及ぼす影響：草地試研報 9, 16-24
沼川武雄（1971）：稲わらの飼料成分とその利用：研究通報, 255, 21-23
小川増弘・高橋英伍・阿部林・井上喬二郎・伊藤茂昭（1983）：ロールサイレージの飼料価値：畜産の

研究, 37, 52-54

SAS User's Guide:Statistics, Version 6, edition 4 (1989)

: SAS Inst. , Inc. , Cary, NC.

寺田文典・芹沢駿治・田野良衛・岩崎和雄・阿部亮 (1988) : 化学成分組成あるいは可消化成分含量

による牛用飼料の代謝エネルギー含量の推定式について：日畜会報 59, 490～495

山口洋・河野賢治 (2006) : 稲わらの機械化収集作業体系の確立に向けて：畜産技術ひょうご, 87, 7-9