

乳牛への飼料用粳米（粳米ソフトグレインサイレージ）多給技術の確立

和田卓也・西村友佑

要約 酪農での飼料用米の利用を推進するため、分離給与方式での粳米SGSの多給が、乳牛の生産性に及ぼす影響を検討した。泌乳中後期の乳牛6頭を用い、粳米SGSを給与しない慣行メニューの対照区と、粳米SGSを乾物で濃厚飼料中27%（飼料全体の16%）とした少給区、46%（飼料全体の28%）とした多給区の3区分を設け、1期2週間の3×3ラテン方格法での飼養試験を行った。その結果、乾物摂取量、乳量、乳成分は、各区で有意な差は認められず、第一胃内容液性状・血液性状は、粳米SGSの給与による影響はみられなかった。しかし、多給区では乳蛋白生産効率や飼料効率が有意に低くなった（ $p<0.05$ ）ことから、泌乳中後期においては、粳米SGSは濃厚飼料の27%までの給与とすることが望ましいと考えられる。また、粳米SGSはルーメン内での分解が速いため、飼料の給与順序や併給する蛋白質飼料にも注意する必要がある。

キーワード：粳米ソフトグレインサイレージ、分離給与、乳生産性

緒言

新たな農政改革で飼料用米は主要な戦略作物として位置づけられ、数量支払いが導入されるなど、生産拡大が誘導されている。純国産である飼料用米の増産は飼料自給率を高めるチャンスであり、家畜への給与技術を確立することが、ますます重要となっている。

乳牛への飼料用米給与に関する情報は蓄積されてきている（飼料用米の生産・給与技術マニュアル2013）が、TMR（発酵TMRを含む）給与方式での試験の成果が多い。繋ぎ牛舎・分離給与方式の多い県内の酪農家からは、ルーメン発酵への影響や嗜好性の観点から、分離給与方式での飼料用米給与技術が求められている。

県内では、玄米、粳米（乾燥粳）、ならびに生粳を乾燥調整せずに粉碎しサイレージ化した粳米ソフトグレインサイレージ（SGS）が利用されている。形態の違いでTDN単価（約40-50円）に大差はなく、トウモロコシなどに比べるといづれも安価であり、酪農経営安定のためには、今後も、飼料用米の利用推進が必要となっている。そのうち粳米SGSは、地域一体となった耕畜

連携の取り組みにつながり、屋外でも保存が可能であることなどから新たに導入を検討している農家が出てきている。しかし、分離給与での粳米SGSの給与事例は少なく、ルーメン内での消化特性もよく分かっていない。

そこで、分離給与方式で粳米SGSの給与が乳牛の生産性に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

試験Ⅰ 粳米SGSおよび乾燥粳米の*in situ* 乾物消失率の推移

1) 供試試料

県内で生産された飼料用米：品種ハナエチゼンを使用した。粳米SGSは、黄熟期で収穫後、飼料用米破砕機（DHC-4000M；株デリカ社，長野）で粉碎し、フレコンバッグに密封、サイレージ化した（糖蜜、乳酸菌（畜草1号）も添加）。試験には貯蔵後2ヶ月経過した粳米SGS（表1の粳米SGS①）を用いた。乾燥粳米は、完熟期に収穫後、粉砕機（2号製粉機；株式会社丸七製作所，東京）で概ね2mm以下の粒度となるよう粉砕処理を行った。

表1 試験に使用した粃米SGSの飼料成分(乾物%)

	水分(%)	CP	粗脂肪	ADF	NDF	デンプン	NFC	粗灰分	TDN	Ca	P
粃米SGS①	39.2	7.5	3.1	16.3	20.5	44.5	63.0	7.9	71.4	0.05	0.39
粃米SGS②	39.6	7.2	2.5	10.4	17.4	53.8	69.2	5.4	75.7	0.03	0.30
粃米SGS③	34.1	8.0	2.2	13.7	19.3	52.0	67.5	4.4	74.4	0.09	0.30

	pH	乳酸	酪酸	酢酸	アミノ酸	備考
	4.1	0.95	0.14	0.00	0.00	品種:ハナエチゼン、試験Ⅰで使用
	4.2	1.52	0.00	0.63	0.05	品種:カグラモチ、試験Ⅱで使用
	4.1	2.07	0.05	0.26	0.02	品種:ハナエチゼン、試験Ⅲで使用

2) 供試牛

ルーメンフィステル装着牛(ホルスタイン種乾乳牛)2頭を用いた。

3) 試験方法

ナイロンバッグに入れた試料をルーメン内に投入、経時的(3・6・12・24・48・72時間)に培養し、*in situ* 乾物消失率を測定した。

なお、試験は独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所動物実験実施に関する要領に基づいて、畜産草地研究所で実施した。

試験Ⅱ 泌乳中後期牛への粃米SGS給与試験

1 供試牛および試験方法

当場で繋養している泌乳中後期の乳牛6頭(経産牛3頭、初産牛3頭、試験開始時の平均搾乳日数142日)を用い、1期3週間、3×3のラテン方格法で試験を行った。

2 試験区分および供試飼料

試験区分は、粃米SGSを給与しない当該慣行メニューを対照区とし、粃米SGSの割合を濃厚飼料中27%(飼料全体の16%)とした少給区、46%(飼料全体の28%)とした多給区の3区分を設けた。各試験区の飼料原料の混合割合と成分組成は表2に示すとおりである。粃米中には約2割の消化されない粃殻が含まれるため、粃米SGSを給与した少給区・多給区では牧草サイレージの給与量を減らした。また、大豆粕でCPの調整をした。粃米SGSは、県内で生産された飼料用米:品種カグラモチを使用した。収穫時期、サイレージ調製法は試験Ⅰと同じとした。試験飼料の成分組成をみると、配合飼料に比べると粃米SGSのCP(粗蛋白質)が低いことから、大豆粕で調整しても、粃米SGSの給与量が多くなるほどCPは低くなった。逆にデンプンや糖を表わすNFC

表2 試験飼料の飼料構成と成分組成

項目	対照区	少給区	多給区
配合割合(乾物%)			
場産牧草サイレージ	37.0	32.0	30.0
アルファルファヘイキューブ ^a	2.5	2.5	2.5
ビートパルプ	7.0	7.0	7.0
市販配合飼料 ^{*1}	50.0	36.0	23.0
粃米SGS	-	16.0	28.0
大豆粕	-	3.0	6.0
発酵ビール粕	3.5	3.5	3.5
濃厚飼料中に占める粃米SGSの割合	0%	27%	46%
成分組成 ^{*2} (乾物%)			
CP(粗蛋白質)	16.1	15.5	15.2
CPd(分解性蛋白質)	11.1	10.3	9.8
EE(粗脂肪)	2.5	2.6	2.6
NDF(中性繊維性炭水化物)	41.0	37.9	36.2
NFC(非繊維性炭水化物)	31.6	36.2	38.9
TDN(可消化養分総量)	72.9	73.0	72.8

*1 CP18.9%、TDN82.8%
*2 設計値

表3 飼料の給与設定

給与時間	飼料
8:30 15:30	牧草サイレージ、アルファルファヘイキューブ 配合飼料、粃米SGS、大豆粕 (粗飼料の給与なし)
11:30 18:30	配合飼料、粃米SGS、ビール粕、ビートパルプ ^a

*粃米SGS・大豆粕は、試験区のみ

は高くなった。また、対照区でNDFが若干高くなった。TDNは各区とも73程度に揃えた。

飼料の給与方法は分離給与とし、1日の給与のタイムスケジュールは表3のとおりとした。濃厚飼料の給与は、1回あたりの給与量なるべく少なくなるよう、日中4時間おきに1日4回とした。残飼が10%程度となるように自由採食させた。

3 調査項目および分析方法

1) 体重およびボディコンディションスコア(BCS)

試験期間中、体重とBCSを毎週午前11時に測定した。

2) 乾物摂取量 (DMI)

DMIは、個体ごとに給与量と残飼量を記録し、水分測定値をもとに算出した。

3) 乳量および乳成分

搾乳は午前6時・午後5時の2回行い、1日乳量は夕方・朝の搾乳量の合計とした。搾乳時にミルクメーター（オリオン機械株式会社，長野）を使用して毎日計測した。

乳成分は、毎週、生乳を夕方・朝採取し、北陸酪農業協同組合連合会検査課に検査を依頼した。

4) 第一胃内容液性状

各試験期の最終日、朝の飼料給与3時間後（午前11時30頃）に経口カテーテルを用いて第一胃内容液を採取した。採取した第一胃内容液は二重ガーゼでろ過し、直ちにpHメーター（ガラス電極pHメーターK-620PH；(株)佐藤計量器製作所，東京）を用いてpHを測定するとともに、第一胃内容液試料として分析に供した。プロトゾア数は試料1mlをFMS溶液で5倍に希釈後、フックスローゼンターナル計算板（ディスポーザブル血球計算板C-Chip；Digital Bio社，ソウル）を用いて計測した。アンモニア態窒素はConwayの微量拡散法で測定した。

5) 血液生化学性状

血液は、毎週1回、午前11時に尾静脈より採取して、ヘマトクリット (Ht) 値を計測後、血漿を分離し、血液生化学自動分析装置（富士ドライケム4000sV；富士フィルムメディカル(株)，東京）を用いて、グルコース (GLU)、尿素態窒素 (BUN)、カルシウム (Ca)、無機リン (IP)、総蛋白質 (TP)、アルブミン (ALB)、総コレステロール (TCHO)、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT: AST)、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (GGT: γ -GTP) 含量を測定した。

6) 健康状態および疾病発生状況

疾病等があった場合は、臨床所見、治療経過、予後を記録した。

7) 飼料費の比較

実際にかかった飼料費と4%FCM乳量とから、生乳1kgあたりの飼料費を比較した。

8) 飼料の消化率

試験終了後（3期終了後）、酸化チタンを指標物質とした消化試験を行った。3期目の各区

の試験飼料の給与を継続し、1日30gの酸化チタンを朝夕2回(15gずつ)に分けて投与した。糞は、消化試験の8日目から12日目まで5日間、各個体が排泄した直後の糞を午前と午後の2回採取し、冷凍保存した。5日分の糞を採取後、各糞を同量ずつ混合・攪拌した物を各個体の代表糞サンプルとした。糞中の酸化チタンは、大森(2014)の方法で定量した。各区2頭であるため、統計処理は行わず参考値とした。

試験Ⅲ 泌乳前期牛への給与試験

1 供試牛および試験方法

当場で繋養しているホルスタイン種乳牛4頭（初産2頭、経産2頭）を用い、分娩から分娩後10週間目までの飼養試験を実施した。

2 試験区分および供試飼料

試験区分は、粃米SGSを給与しない当該慣行メニューの対照区に対して、乾物で濃厚飼料の27%（飼料全体の16%）を粃米SGSとした試験区の2区分とした。各区の飼料原料の混合割合と成分組成を表4に示した。

粃米SGSは、黄熟期の県内産ハナエチゼンで、収穫後、飼料用米破砕機（DHC-4000M；(株)デリカ社，長野）で粉砕し、フレコンバッグに密封、サイレージ化した（糖蜜、乳酸菌（畜草1号）も添加している。）。貯蔵後、2ヶ月経過した

表4 試験飼料の飼料構成と成分組成

項目	対照区	試験区
配合割合(乾物%)		
場産牧草サイレージ	35.0	32.0
アルファルファヘイキューブ ^{※1}	2.5	2.5
市販配合飼料 ^{※1}	52.0	36.0
粃米SGS	-	16.0
ビートパルプ	7.0	7.0
大豆粕	-	3.0
発酵ビール粕	3.5	3.5
濃厚飼料中に占める 粃米SGSの割合	0%	27%
成分組成 ^{※2} (乾物%)		
粗蛋白質(CP)	16.2	15.6
分解性蛋白質(CPd)	11.2	10.1
粗脂肪(EE)	2.5	2.6
中性繊維(NDF)	40.2	36.3
非繊維性炭水化物(NFC)	32.3	38.4
可消化養分総量(TDN)	73.4	73.5

※1 CP18.9%、TDN28.8%

※2 設計値

粃米SGSを試験に供試した。その他の飼料は試験Ⅱと同じとした。

3 調査項目および分析方法

1) 体重・BCS、DMI、乳量および乳成分、血液生化学性状

試験Ⅱと同様とした。

2) 第一胃内容液性状

第一胃内容液を5週目に朝の飼料給与3時間後(午前11時30頃)に経口カテーテルを用いて採取した。その後の分析については、試験Ⅱと同様とした。

3) 分娩、健康状態および疾病発生状況

分娩難易度は5段階で評価し、産子の生時体重、性別、胎盤停滞の有無について記録した。疾病等があった場合は、臨床所見、治療経過、予後を記録した。

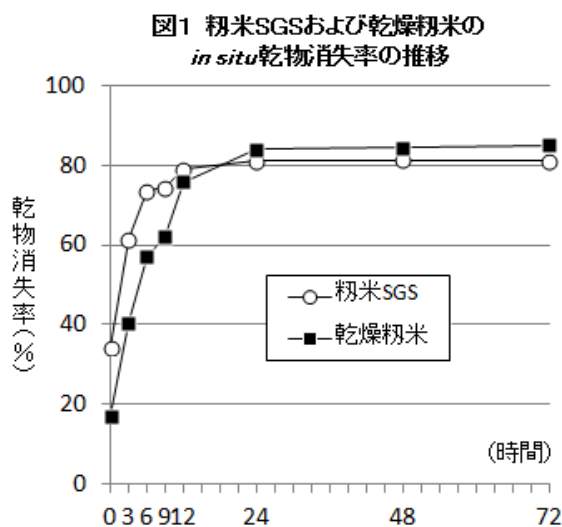
4) 繁殖成績

繁殖成績は、分娩後の発情回帰日数、初回授精日数について調査した。

結果

試験Ⅰ

粃米SGSおよび粉碎した乾燥粃米の*in situ*乾物消失率の推移は図1に示すとおりであり、3時間目には約60%が消失しており、粃米SGSの分解速度は乾燥粃米に比べ速かった。また、両区とも24時間以降、乾物消失率はほとんど変化しなかった。



試験Ⅱ

1) 乾物摂取量

乾物摂取量は、有意な差ではなかったが、対照区で低くなる傾向がみられた(表5)。粃米SGSの嗜好性は高く、分離給与で多給しても食べ残しはなかった。

表5 体重および乾物摂取量

項目	対照区	少給区	多給区
体重(kg)	657±72	649±71	658±66
乾物摂取量(kg)	20.9±1.6	22.0±2.0	23.1±1.8
乾物/体重比(%)	3.2±0.4	3.4±0.2	3.5±0.4

平均値±標準偏差

表6 泌乳成績

項目	対照区	少給区	多給区
乳量(l)	27.4±2.9	27.4±2.4	25.9±2.0
FCM乳量(l)	26.8±2.4	26.9±1.6	26.3±1.7
乳生産効率(%)	32.9±1.5	31.5±2.2	30.8±1.2
乳蛋白生産効率(%)	28.0±1.7 ^a	27.6±1.5 ^a	25.1±1.6 ^b
乳成分率			
乳脂肪率(%)	3.87±0.29	3.89±0.27	4.11±0.32
乳蛋白質率(%)	3.45±0.15	3.44±0.19	3.39±0.22
乳糖率(%)	4.31±0.11	4.33±0.14	4.29±0.17
無脂固形分率(%)	8.78±0.16	8.78±0.22	8.69±0.19
MUN(mg/dl)	13.4±2.2	13.9±1.9	13.3±2.0

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり(ab, p<0.05)

乳生産効率

$= (4\% \text{FCMkg} \times 750 \text{Kcal}) / (\text{摂取TDNkg} \times 3999 \text{Kcal}) \times 100$

乳蛋白生産効率=乳蛋白生産量/CP摂取量×100

2) 泌乳成績

泌乳成績を表6に示した。乳量は多給区で少なくなっているが、統計的に有意な差は認められず、4%脂肪補正乳量で比較するとほぼ同程度であった。乳成分率も、試験区間で有意な差は認められなかった。乳蛋白質生産効率が多給区で有意に低くなった(p<0.05)。

3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液の性状を表7に示した。pHをはじめとした性状に、粃米SGS給与による影響はとくにみられなかった。

表7 第一胃内容液性状

項目	対照区	少給区	多給区
pH	6.8±0.3	7.0±0.3	6.9±0.2
アンモニア態窒素(mg/dl)	11.9±2.8	13.3±3.0	12.6±6.2
プロトゾア数(×10 ⁵)	2.5±1.0	3.6±1.4	3.5±2.1

平均値±標準偏差

4) 血液生化学性状

血液性状を表8に示した。いずれの項目も各区間で有意な差は認められなかった。

表8 血液生化学性状

項目	対照区	少給区	多給区
Ht(%)	31.2±0.7	30.8±0.8	30.8±1.6
BUN(mg/dl)	15.6±1.7	16.3±3.0	15.6±2.1
GLU(mg/dl)	68±5	68±3	67±3
T-P(mg/dl)	7.6±0.4	7.6±0.4	7.4±0.4
T-CHO(mg/dl)	235±19	223±31	202±22
カルシウム(mmol/dl)	10.6±0.5	10.5±0.5	10.6±0.3
リン(mmol/dl)	7.5±1.2	7.6±1.2	8.0±1.1
GOT(IU/l)	82±19	81±19	87±17
GGT(IU/l)	38±7	36±3	36±5

平均値±標準偏差

5) 飼料費および飼料効率 (表9)

生乳1kgあたりの飼料費を比較すると、対照区に比べ、多給区では約1割の飼料費低減が図られた。また、飼料効率は、対照区に比べて多給区で有意に低くなった (p<0.05)。

表9 飼料費および飼料効率

項目	対照区	少給区	多給区
飼料費(円/日)	1,396	1,330	1,228
FCM乳量(kg/日)	26.8	26.9	26.3
生乳1kgあたり 飼料費(円/kg)	52.1	49.4	46.7
(比率)	(100)	(95)	(90)
飼料効率	1.28 ^a	1.23 ^{ab}	1.14 ^b

異符号間に有意差あり(ab, p<0.05)

6) 飼料の消化率 (参考)

試験飼料の各成分の消化率について表10に示した。

表10 給与飼料の消化率

	対照区	少給区	多給区
消化率(%)			
有機物	69.5	70.6	72.1
粗蛋白質	64.6	66.9	70.7
NDF	50.6	54.8	58.0
NFC	95.5	93.5	91.5
TDN(乾物%)	65.7	67.0	68.7

酸化チタンを指標物質とした消化試験による(各区n=2)

TDN: 可消化養分総量、

可消化有機物含量+可消化脂肪含量×1.25により算出

試験Ⅲ

1) 体重およびBCS (表11、図2、図3)

分娩1週間後の体重を100とした時の体重比の推移をみると、対照区の初産牛(269号)は期間を通じて低調であった。また、対照区の経産牛(246号)も7週目以降落ち込んでいた。

表11 分娩後10週間の平均体重と平均BCS

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
体重	659	527	609	581
BCS	3.08	3.35	2.78	3.13

図2 体重比の推移

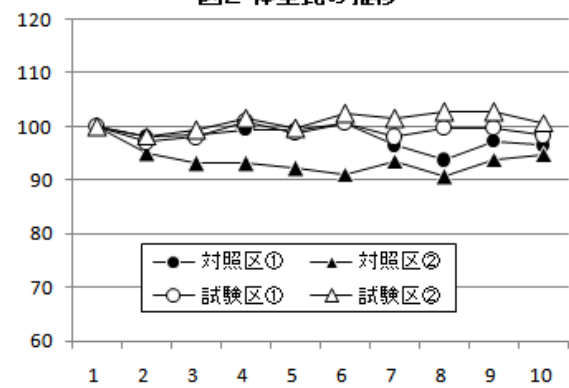
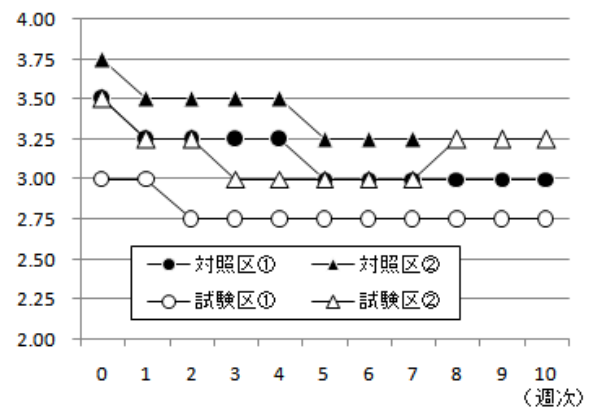


図3 BCSの推移



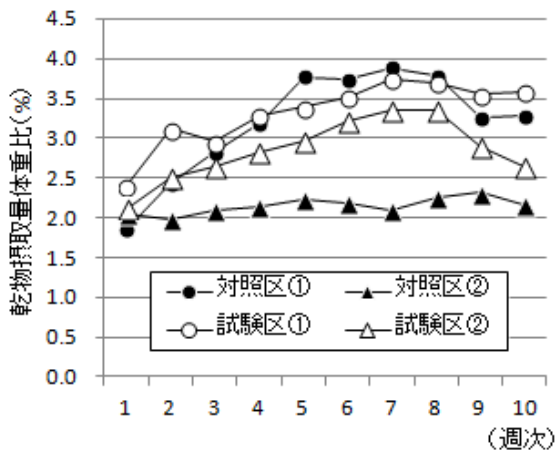
2) 乾物摂取量 (表12、図4)

対照区の初産牛(269号)の乾物摂取量が期間を通じて低かった。それ以外の個体は、乾物摂取量は7-8週目まで次第に増加した。

表12 乾物摂取量

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
DMI(kg)	21.1	11.3	20.2	16.6
DMI/体重(%)	3.2	2.1	3.3	2.9
(1~5週目)	(2.8)	(2.1)	(3.0)	(2.6)
(6~10週目)	(3.6)	(2.2)	(3.6)	(3.1)

図4 乾物摂取量体重比の推移



3) 泌乳成績

図5に乳量の推移を示した。221号が4週目に右前乳房、246号が8週目に左前乳房を損傷したことから、乳量が大幅に減少した。

表13に分娩後10週間の泌乳成績を示した。乳量や4%脂肪補正乳量(FCM乳量)に、粃米SGS給与による影響はみられなかった。乳成分は、いずれの個体も生乳取引基準(乳脂肪率3.5%以上、無脂固形分8.6%以上)を満たしていた。乳蛋白質率は高く、試験区の221号でやや低くなったものの、乳量が少なかったことが影響していた。対照区の246号は乳房損傷後、体細胞数が著しく増加した。乳中尿素態窒素(MUN)の値、およびその推移(図6)をみると、対照区に比べ試験区の方が高かった。

試験区の個体の方が、乳生産効率、乳蛋白質生産効率がともに低くなる傾向がみられた。

図5 乳量の推移

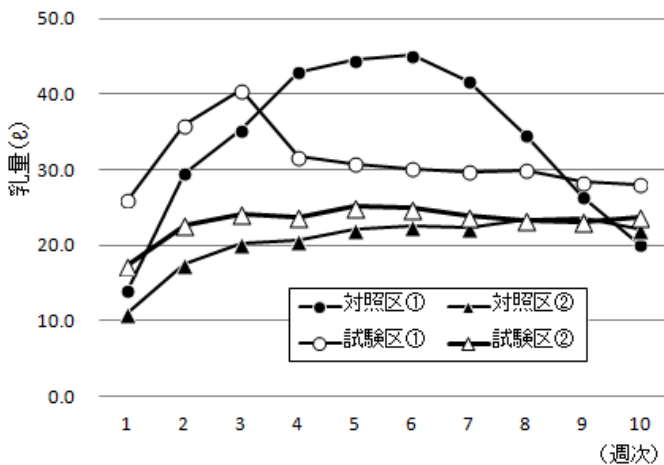
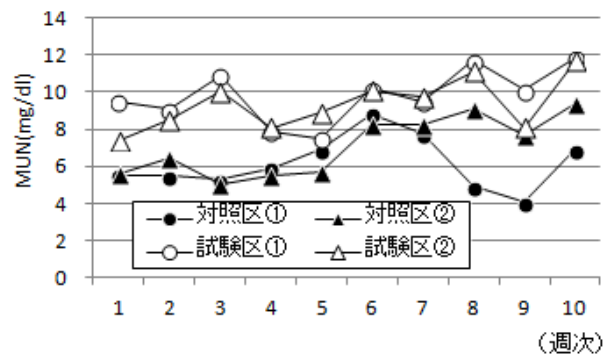


表13 分娩後10週間の泌乳成績

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
乳量(kg/日)	33.4	20.6	31.1	23.2
FCM乳量(kg/日)	35.5	22.9	29.4	24.7
乳生産効率(%)	43.1	51.7	37.1	37.9
乳蛋白質生産効率(%)	36.1	38.5	31.0	33.0
乳脂肪率(%)	4.70	4.78	3.66	4.42
乳蛋白質率(%)	3.69	3.43	3.14	3.68
乳糖分率(%)	4.13	4.51	4.52	4.90
無脂固形分率(%)	8.76	8.96	8.66	9.58
MUN(mg/dl)	6.1	7.1	9.8	9.3
体細胞数(千個/ml)	1832	85	83	33

図6 MUNの推移



3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液性状について(表14)、pHは、両区で差はみられなかった。また、アンモニア態窒素は低く、いずれの個体も10mg/dlを下回った。プロトゾア数は、どの個体も標準的な値であった。

表14 第一胃内容液性状

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
pH	6.9	7.0	7.0	7.0
アンモニア態窒素(mg/dl)	5.3	6.3	4.0	8.1
プロトゾア数(10 ⁸ /ml)	1.2	1.9	1.8	3.9

※分娩後5週目、経口採取

4) 血液生化学性状

表15に血液生化学性状(分娩後10週間の平均値)について示した。BUN(血中尿素態窒素)は、試験区の方が高かった。その他の項目については、とくに差はみられず、いずれの項目も正常値の範囲内であった。

表15 血液生化学性状

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
Ht(%)	31	31	29	32
GLU(mg/dl)	67	77	66	76
BUN(mg/dl)	9.9	11.3	13.7	13.1
TP(mg/dl)	8.4	7.2	9.1	6.9
ALB(mg/dl)	3.9	3.4	3.6	3.7
T-CHO(mg/dl)	191	192	176	183
Ca(mg/dl)	10.8	10.7	10.1	10.8
P(mg/dl)	6.0	6.9	5.3	6.6
GOT(IU/l)	87	86	104	71
GGT(IU/l)	34	26	31	34

※尾静脈から採取

5) 分娩・疾病発生・繁殖の状況

分娩について、221号は2人で助産を行う双子分娩、269号・273号はいずれも死産であった。また、221号は4週目に右前乳房損傷が認められ、罹患分房のみ搾乳を休止した。246号は8週目に左前乳房損傷と急性乳房炎を併発し、罹患分房のみ搾乳を休止した。試験期間中は乳房炎の治療は行わなかった。

表16 分娩および疾病発生状況

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
分娩難易度	1	1	3	1
産子生時体重(kg)	39.8	40.1	36.8 41.3	31.0
性別	♀	♀	♀ ♂	♀
胎盤停滞の有無	無	無	無	無
疾病・事故等	・乳房炎(分娩後1-2、8-10週目) ・左前乳房損傷(8週目)	・死産	・双子(フリーマーチン) ・右前乳房損傷(4週目)	・死産

分娩難易度 1:自然分娩、2:ごく軽い介助、3:2~3人を必要とした助産
乳房炎:体細胞数50万個/ml以上

繁殖成績を表17に示した。いずれの個体も明瞭な発情の外部兆候(外陰部の腫脹、粘液流出)、発情行動がみられた。

表17 繁殖成績

区分	対照区①	対照区②	試験区①	試験区②
牛番号	246	269	221	273
発情回帰日数(日)	55	19	29	28
初回授精日数(日)	55	49	67	66

考 察

飼料用米はトウモロコシに比べるとルーメン内での消化が速い(「エン麦・小麦」>「大麦・飼料用米(玄米・粳米)」>「トウモロコシ」とされるが、試験Ⅰの結果、飼料用米の形態の中でも、粳米SGSの分解速度は、粉碎処理した玄米や粳米と比べて速いことが分かった。サイレーン発酵過程において、基質として微生物に利用されるおもな成分は可溶性炭水化物を中心とした非構造的炭水化物である。粳米SGSもサイレーン化することで、穀粒は指で軽く潰せるほどやわらかくなっており、さらに、デンプン粒が極めて微細であることから、水分の浸潤や微生物の分解を受け易くなっている。このため粳米SGSは、採食直後からルーメン内容液に懸濁した状態であったと考えられる。

本研究では、安価な飼料用米の多給による飼料費の低減のため、飼料用米の最大給与可能量を把握することを目指した。泌乳中後期牛を用いた試験Ⅱにおいて、多給区は当初、粉碎した乾燥粳の給与試験の成果(和田ら、2013)を踏まえ、乾物で濃厚飼料中58%(飼料全体の34%)を給与する計画であったが、予備試験期間中に給与量を少しずつ増やしていき濃厚飼料中58%の粳米SGSを給与すると、多給区の2頭がともに食い止まりを起こした。また、試験Ⅰで見られたように、粳米SGSはデンプン含量が多く、ルーメン内での分解が速いことから、多給区の粳米SGSの給与量は、濃厚飼料中46%(飼料全体の28%)までに抑えて試験を実施した。

DMIは、有意な差ではないものの、対照区に比べて多給区で多かった。これは、対照区のNDF含量が高いことも影響しているが、渡邊ら(2013)の指摘するようにルーメン内で懸濁した状態の粳米SGSの多くが、早い段階で下部消化管へと流出し、摂取した栄養成分がルーメン内で利用されていなかった可能性が考えられる。養分損失があり、エネルギーの摂取量を確保するため多給区のDMIが増加したと推察される。これと関連し、粳米SGSの給与量が多くなるほど、デンプンなどを含むNFCの消化率が低かったのは、下部消化管への流出量が多かったためと考えられる。反芻家畜におけるデンプンの利用については、ヒトで研究が進んでいるレジスタントスターチ(難消化性

デンプン) やプロラミン (難消化性の米タンパク質で疎水性がある) からのアプローチも今後必要になってくると思われる。

分離給与で泌乳中後期牛に濃厚飼料中46% (飼料全体の28%) まで粳米SGSを多給しても、乳量や乳成分、健康に影響を及ぼさなかった。しかし、飼料効率が落ちることや、分離給与の場合、盗食や選り食いなどで、食い止まりを起こした水準まで摂取量が一気に増加する危険性があることを考慮する必要がある。濃厚飼料中27% (飼料全体の16%) までの給与 (少給区) であれば、乳生産性の低下は認められず、これらの懸念なく安心して給与することができる。同様に分離給与で粳米SGSを給与した中村ら (2005) の試験では、現物割合で濃厚飼料の45.2%まで粳米SGSを給与 (乾物で約38%、飼料全体の約17%と推定される) すると、乳量が低くなる傾向があり、SCM (固形分補正乳量)、乳生産効率が有意に低くなったとしている。さらにその後、大豆粕でCPを調整し実施した試験 (乾物で飼料全体の0%、8.4%、16.4%の粳米SGSを給与して比較) (野中, 2015) では、DMI、乳量、乳質、血液性状に差はないとしている。本研究の少給区と同程度の粳米SGSの給与量であっても、併給する飼料の特性や飼料設計によっては、乳生産性が低下する可能性もある。とくに、ルーメン発酵の安定にはデンプンなどのNFCと分解性蛋白質のバランスを取ることや分解の同期化が重要であり、粳米SGS給与により、NFCが多給になる場合は、大豆粕などの分解性蛋白質含量の多い飼料を補う必要があると考えられる。

また、分離給与の場合、飼料の給与順序も大切であり、分解性蛋白質の分解は給与後速やかに開始 (1~2時間後にピーク) されることから、NFCを多く含む飼料を先行して給与 (3~4時間後にピーク) することが分解の同期化に望ましいとされている。しかし、粳米SGSは、ルーメン内で3時間目までに約60%が分解され、そのピークは1~2時間後と考えられるため、給与順序についてさらなる検討が必要である。

泌乳前期は、多くなる乳量に見合う採食量を確保させるため、栄養管理の難しい時期であり、また次回の分娩に向けての繁殖に関わる大切な時期でもある。泌乳中後期の試験結果を踏まえ、試験Ⅲでは泌乳前期牛を用いて粳米SGSを濃厚飼料中27% (飼料全体の16%) まで多給する試

験を行った。

初産牛・経産牛に関わらず乳量の多い牛ほど採食量、摂取する蛋白質量が多くなり、MUNが高くなる傾向にあると言われる。試験Ⅲでは両区ともDMIが伸びず乳量も低調であり、試験Ⅱに比べるとBUN・MUNはより低かった。これは、給与飼料のエネルギー過剰あるいは蛋白質不足を反映していると推察される。蛋白質不足では、微生物の効率的な代謝・増殖が抑制され、繊維消化率の低下や乾物摂取量の低下、さらには乳量の低下につながるので注意が必要である。長期給与や高泌乳牛での給与が、繁殖成績や健康状態に及ぼす影響をさらに検討していく必要があるが、分離給与で泌乳前期牛に濃厚飼料中27%まで粳米SGSを多給してもとくに問題は無いと考えられる。

以上のことから、粳米SGSは泌乳期間を通じて、分離給与で濃厚飼料の27% (飼料全体の16%) まで給与しても、乳牛の生産性に影響を及ぼさず、安心して給与できることが明らかとなった。

県内では3分の1の酪農家が飼料用米を利用しているが、その給与量は飼料全体の5~10%程度にとどまっている。飼料用米は、多給することで安価な国産飼料としてのメリットが発揮される。酪農家での利用推進とともに、JAなどと協力して飼料用米利用にかかる酪農家の作業負担 (粉碎などの加工調製、保管・配送) を軽減する体制も整えていくことが重要である。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、ご助言・ご協力をいただいた (独) 畜産草地研究所の永西修氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 永西修・寺田文典・石川哲也. 数種穀類の飼料成分と第一胃内消化特性. 日本草地学会誌, 46(3・4):305-308, 2000
- 大森英之. ウシ消化試験での酸化チタンマーカール利用について. 平成26年度自給飼料利用研究会資料, 101-105, 2014

- (独)農業・食品産業技術総合研究機構編. 日本飼養標準乳牛2006年版
- (独)農業・食品産業技術総合研究機構編. 飼料用米の生産・給与技術マニュアル(2013年度版).
- 中村弥・阿部正彦・小林寛. 乳用牛へのイネソフトグレインサイレージの給与技術. 福島県畜産試験場研究報告, 13:23 - 26, 2005
- 野中和久. 乳用牛・肉用牛における飼料用米の調製給与技術に関する研究動向. 平成26年度北陸地域飼料用米利用推進会議資料, 1-33, 2015
- 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. 千葉県畜産センター研究報告, 10:1 - 5, 2010
- 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〈Ⅱ〉. 千葉県畜産センター研究報告, 12:1 - 6, 2012
- 渡邊潤・佐藤寛子・加藤真姫子・酒出淳一. 秋田県で給与されているイネソフトグレインサイレージの飼料特性. 秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告, 27:1-6, 2013
- Larson, J. and P.C. Hoffman. Technical Note: A method to quantify prolamin proteins in corn that are negatively related to starch digestibility in ruminants. J. Dairy Sci, 91:4834-4839, 2008
- 和田卓也・高嶋孝一・朝倉裕樹・加藤信正. 泌乳中後期牛への飼料用粳米(乾燥粳)多給技術の確立. 福井県畜産試験場研究報告, 26:23-28, 2013

Effects of Feeding Unhulled Rice Soft-Grain-Silage on Lactation Performance of Dairy Cows.

Takuya WADA, Yusuke NISHIMURA

Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

Nowadays, it is important to promote utilization of feed rice in dairy farm. Six Holstein cows in mid-to-late lactation were used in 3×3 Latin square design to examine the effects of large supply of unhulled rice soft grain silage(rice SGS) with separate feeding on lactation performance. Diets contained rice SGS at the level of 0%, 27% and 46% in the concentrate as a substitute of formula feed, respectively.

As a result, dietary treatments did not affect dry matter intake, milk yield and milk composition. Rumen fluid characteristics and blood composition were not affected by feeding rice SGS. However, protein efficiency of use and feed efficiency were lower ($p<0.05$) at the level of 46% rice SGS.

Our results indicate that unhulled rice SGS is an available replacement for feed mixture in mid-to-late lactation cow diets, and that it can be included in rations to the level of 27% of rice SGS in the concentrate (16% of entire feed) without adverse effects on milk production and health. Ruminal *in situ* disappearance rate of rice SGS is faster than that of crushed unhulled rice, therefore it should be taken attention to feeding order and proportion of rumen degradable protein.

Key words: Unhulled rice SGS, Separate Feeding, Milk production