

## 泌乳中後期牛への飼料用粃米（乾燥粃）多給技術の確立

和田卓也・高嶋孝一・朝倉裕樹<sup>1)</sup>・加藤信正

福井県畜産試験場

現所属：<sup>1)</sup> 福井県家畜保健衛生所

要約 酪農での飼料用米の利用を推進するため、分離給与方式での粃米の多給が、泌乳中後期の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、粃米を給与しない慣行メニューの対照区と、粉碎処理した乾燥粃米を濃厚飼料のそれぞれ30%、60%給与した粃米少給区、粃米多給区の3区分を設定し、1期2週間の3×3ラテン方格法で、分離給与方式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なかった。また、第一胃内容液性状・血液性状は、粃米の給与による影響はみられなかった。これらのことから、泌乳中後期牛において、分離給与で粃米を濃厚飼料の60%（飼料全体の34%）まで多給しても、乳生産や健康に影響を及ぼさないと考えられる。ただし、粃米は、粉碎粒度が粗いと消化されにくいいため、概ね1mm以下に粉碎することが望ましい。

キーワード：飼料用粃米、分離給与、乳生産性

### 緒言

世界的な穀物の不作・価格高騰は、トウモロコシなど濃厚飼料のほとんどを輸入に頼っている畜産農家の経営を圧迫している。農家の経営安定のためには、輸入飼料依存の経営を改め、安全安心でもある自給飼料中心に転換していくことが喫緊の課題となっている。そのためには、足腰の強い飼料生産基盤を確保することが重要であり、水田で安定的に生産できる飼料用米は、稲作の既存の機械や技術を活かしつつ、耕畜連携を進めることができるので、トウモロコシなどの輸入穀物に代わる国産飼料資源として期待されている。

乳牛への飼料用米の給与試験は、粉碎玄米で濃厚飼料の34～40%（飼料全体の17～22.5%）を代替した既報（和田ら，2011および2012）をはじめ、各県で乳牛への飼料用米の給与試験が実施され、乳牛の生産性や健康に影響を及ぼさないと結果が得られている（飼料用米の生産・給与技術マニュアル2012）。これ

らの成果に基づき、県内酪農家に飼料用米利用の普及を図っているものの、あまり進んでいないのが現状である。その要因として、流通体制の整備、保管場所、加工処理などが課題とされる一方で、ルーメン発酵の調整がより難しい分離給与の場合や、玄米ではなく消化されない粃殻を含む粃米の給与に関する情報が少ないことも課題に挙げられる。

そこで、県内で多くを占める分離給与方式で、粃米の多給が泌乳中後期の乳牛の生産性に及ぼす影響を検討し、酪農家に安心して利用してもらえる飼料用米の給与技術の確立を目指した。

### 材料および方法

#### 1 供試牛および試験方法

供試牛は、当場で繋養している泌乳中後期のホルスタイン種乳牛6頭（平均産歴2産、試験開始時の平均乳量31.5kg/日、平均分娩後日数168日、平均体重628kg）を用いた。4頭が経産、2頭が初産であった。2週間を1期（予備試験

期間11日、本試験期間3日）とし、3×3のラテン方格法による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、配合飼料の代替とする飼料用粃米の給与割合で3つの区を設定した。すなわち、粃米を給与しない対照区、乾物で濃厚飼料の30%（飼料全体の15.8%）を粃米とした粃米少給区（以下、少給区）、同じく濃厚飼料の60%（飼料全体の34.0%）を粃米とした粃米多給区（以下、多給区）の3区分とした。各試験区の飼料原料の混合割合と成分組成を表1に示した。いずれの試験区も、場産牧草サイレージ（オーチャードグラス主体混播牧草）、市販配合飼料（CP18.9%、TDN82.8%）を主体としている。なお、大豆粕を用いてCP含量が同等となるよう調整した。また、ほとんど消化されない粃殻を考慮し、粃米の給与量が多くなるほど牧草サイレージの給与量を減らした。

粃米は、県内で生産されたハナエチゼンとし、粉碎機（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碎処理を行った。

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2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。

表1 試験飼料の飼料構成と成分組成

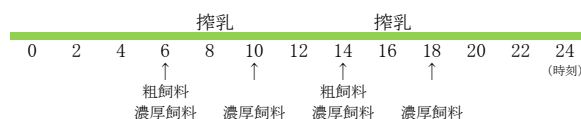
項目	対照区	少給区	多給区
配合割合(乾物%)			
場産牧草サイレージ <sup>1)</sup>	38.2	36.2	32.5
アルファルファヘイキューブ <sup>2)</sup>	4.8	4.5	3.9
ビートパルプ	6.5	6.7	6.5
市販配合飼料 <sup>※</sup>	47.5	30.3	10.6
飼料用粃米	—	15.8	34.0
大豆粕	—	3.5	9.5
発酵ビール粕	3.0	3.0	3.0
濃厚飼料中に占める粃米の割合	0%	30%	60%
成分組成(乾物%)			
CP	15.6	15.0	15.1
CPd(分解性蛋白質)	10.7	9.6	8.8
EE(粗脂肪)	2.3	2.3	2.3
NDF(中性デタージェント繊維)	43.2	41.3	38.2
NFC(非繊維性炭水化物)	31.5	34.9	39.0
TDN(可消化養分総量)	72.5	72.4	72.6

※ CP18.9%、TDN82.8%

表2 飼料の給与設定

給与時間		飼料
6:00	14:00	牧草サイレージ <sup>1)</sup> 、アルファルファヘイキューブ <sup>2)</sup> 配合飼料、粃米、大豆粕
-----		
10:00	18:00	(粗飼料の給与なし) 配合飼料、粃米、ビール粕、ビートパルプ

※粃米・大豆粕は、粃米少給区・多給区のみ



## 3 調査項目および分析方法

### 1) 乾物摂取量 (DMI)

DMIは、個体ごとに給与量と残飼量を計測し、水分測定値をもとに算出した。

### 2) 乳量および乳成分

乳量は、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、各試験期最終2日間（朝夕2回）の生乳を採取し、牛乳分析用赤外分光分析器（ミルコスキャンFT120；FOSS社、東京）で測定を行った。

### 3) 第一胃内容液性状

第一胃内容液を各試験期の1日目午前10時と3日目午後2時、飼料給与前に経口カテーテルを用いて採取した。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MFS溶液で5倍に希釈後、フックスローゼンタール計算板（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。

### 4) 血液生化学性状

血液は、各試験期の最終日の飼料給与前（午前9時30分）に尾静脈より採取して血漿を分離し、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）を用いて測定した。

## 結 果

### 1 乾物摂取量 (DMI) ・栄養充足率

表3にDMIおよび栄養充足率を示した。DMI、体重1kg当たりのDMIは、各区間で有意な差はみられなかったが、多給区で、DMIが高くなる傾向があった。粃米の原物摂取量は、少給区で1日1頭当たり4kg、多給区で9kgであった。CP充足率、TDN充足率については各区間で差はみられなかった。また、粃米の嗜好性は高く、分離給与で多給しても食べ残しはなかった。

表3 乾物摂取量および栄養充足率

項 目	対照区	少給区	多給区
乾物摂取量(kg/日)	22.1±3.1	22.0±3.0	23.1±2.7
体重1kg当たり 乾物摂取量(%)	3.6±0.5	3.6±0.5	3.7±0.4
CP充足率(%)	114.1±6.4	112.0±13.5	120.6±9.7
TDN充足率(%)	103.5±4.0	105.0±9.0	112.4±6.8
平均±標準偏差			

### 2 泌乳成績

表4に泌乳成績を示した。乳量は、各区とも30kg前後で有意な差は認められなかった。乳生産効率、乳蛋白質生産効率は、有意差は無いものの多給区で低くなる傾向にあった。乳成分率はいずれの項目も、各区間で差は見られなかった。また、粃米の給与量が増加するにつれ、乳脂肪率も増加する傾向にあった。

表4 泌乳成績

項 目	対照区	少給区	多給区
乳量(kg/日)	30.5±6.3	29.8±7.3	28.5±5.4
乳生産効率(%)	33.7±2.8	33.3±5.1	30.8±3.0
乳蛋白生産効率(%)	28.2±1.9	28.7±3.4	26.4±2.2
乳脂肪率(%)	3.55±0.3	3.61±0.4	3.65±0.3
無脂固形分率(%)	8.72±0.4	8.70±0.4	8.73±0.3
乳蛋白質率(%)	3.20±0.4	3.20±0.3	3.19±0.3
乳糖分率(%)	4.52±0.1	4.50±0.1	4.54±0.2
MUN(mg/dl)	11.9±1.1	10.9±1.7	10.9±1.5
体細胞数(千個/ml)	75±67	74±86	85±113
平均±標準偏差			
乳生産効率 = (4%FCMkg×750Kcal) / (摂取TDNkg×3999Kcal) ×100			
乳蛋白生産効率=乳蛋白生産量 / CP摂取量×100			

### 3 第一胃内容液性状

第一胃内容液の性状について、pHは各区間で

差はみられなかった(表5)。なお、粗飼料+濃厚飼料給与4時間後(pH①)の方が、濃厚飼料のみ給与4時間後(pH②)よりもpHは高かった。また、アンモニア態窒素・プロトゾア数についても、各区間でとくに違いは認められなかった。

表5 第一胃内容液の性状

項 目	対照区	少給区	多給区
pH	6.70±0.16	6.69±0.19	6.72±0.16
(pH①)	6.84±0.14	6.81±0.13	6.83±0.25
(pH②)	6.54±0.24	6.57±0.30	6.61±0.21
アンモニア態窒素(mg/dl)	7.92±1.23	8.88±1.47	8.62±1.78
プロトゾア数(10 <sup>5</sup> /ml)	1.6±0.8	2.4±1.1	2.8±1.1
平均±標準偏差			

経口採取 pH①:粗飼料+濃厚飼料給与 4時間後  
pH②:濃厚飼料のみ給与 4時間後

### 4 血液生化学性状

BUN(血中尿素態窒素)は、各区とも泌乳中後期の標準値(8~16mg/dl)の範囲内であったが、粃米の給与量が多くなるにつれ、低くなる傾向がみられた。T-CHOは、粃米を給与した少給区、多給区で、低くなる傾向があった。また、いずれの区も、GOT(アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ)が高く、泌乳中後期の標準値(50~80IU/l)を越えていた。その他の項目については、各区間で差はみられず、いずれも標準値の範囲内であった(表6)。

表6 血液生化学性状

項 目	対照区	少給区	多給区
BUN(mg/dl)	13.3±1.8	12.4±1.2	11.8±1.4
GLU(mg/dl)	65.2±4.7	64.2±4.3	64.4±5.3
T-CHO(mg/dl)	262.3±55.7	228.8±59.3	225.7±41.0
カルシウム(mg/dl)	10.8±0.3	10.8±0.4	10.6±0.6
リン(mg/dl)	6.2±0.5	6.6±0.4	6.7±0.6
GOT(IU/l)	104.8±28.8	107.3±36.5	107.0±21.7
GGT(IU/l)	45.1±25.1	48.1±34.9	46.3±30.9
平均±標準偏差			
尾静脈より採取			

### 5 糞の性状

統計的に有意差は無かったが、多給区で乳生産効率が低かったことから、多給区の個体の洗

い出しした糞を調査した。その結果、粗飼料を確実に食べる個体では、穀物粒はほとんど確認できなかったが、選り食いする個体、つまり濃厚飼料だけ先に食べる傾向のある個体では、未消化の穀物粒（米粒）が多く確認できた（6頭中2頭）。なお、少給区の洗い出し糞中に穀粒は確認されなかった。

## 考 察

飼料用米の特性として、デンプン含量が多く、ルーメン内での分解速度がトウモロコシより速いことがある。分離給与の場合、濃厚飼料が一気にルーメン内に入り込むので、乳酸菌が多量のデンプンや糖を利用しルーメン内のpHが急激に低下するなど、ルーメン発酵の安定が困難とされる。しかし、飼料用米の乳牛への給与試験は、TMR給与方式で行われていることが多く、分離給与した場合の情報は少ない。そこで、本試験では、分離給与で粃米を多給した場合の泌乳中後期乳牛の乳生産への影響を検討した。

分離給与では、選り食いが起こりやすいというデメリットが知られている。粗飼料の食い込みが少ないと、ルーメンマットが十分に形成されず、穀物粒がルーメンマットにうまく絡むことができない。このため、ルーメンでの滞留時間が短くなり、未消化の段階でルーメンを出て行ってしまう。今回、試験牛6頭のうち2頭が選り食いする傾向にあり、その2頭は多給区の期間の糞中に未消化の米粒が確認された。選り食いする個体では、ルーメン内での飼料用米の消化性が悪くなり、多給区ではその影響が大きく、採食した飼料のエネルギーが十分に利用されなかったと考えられる。

阿部ら（1984）は、個体間の第2胃・第3胃口の大きさ、反芻・咀嚼回数などの違いが、粗粒になるほど消化管通過速度に大きく影響を及ぼすと考え、粒度が粗くなるにつれて、デンプン消化率の個体差が著しく大きくなるとしている。また、飼料用玄米の加工粒度の違いが乾乳牛での消化性に及ぼす影響を検討した浅井ら（2012）の報告（TMR給与）では、乳牛において飼料用玄米の加工粒度は2mm未満にすることが好ましく、2mm以上の粒度割合が高まるにつれて

デンプンの消化性やTDN含量は低下するとしている。本試験と同様に概ね2mm以下に粉碎した玄米を用いたTMR給与の試験（和田ら、2011）では、濃厚飼料の34%（飼料全体の17%）の玄米を給与しても、糞中への米粒の排泄はほとんど確認されなかった。本試験に用いた粃米の粉碎程度について、ふるい振とう機でふるい分けし粒度分布を調べると、概ね2mm以下だが、1～2mmの粗い粒子が7割を占めていた。また、粒度別に*in vitro*乾物消失率を測定すると、1～2mmの粗い粒子は他の小さい粒度に比べて、消化速度が著しく遅かった。これらのことから、ルーメン発酵を安定させるのがより難しい分離給与の場合、飼料用米は1mm以下にまで粉碎した方が、デンプンの消化率などに対する個体差の影響を無視でき、安心して給与することができると考えられる。

多給区のDMIが多くなる傾向があったのは、選り食いする個体で糞中への米粒の排泄による養分損失があり、エネルギーの摂取量を確保しようとしたためと推察される。なお、対照区および少給区で、NDFが適正值である35~40%を超えていたことが、両区のDMIを抑制した可能性も考えられる。

乳量や乳成分率は、多給区でも対照区と比較して遜色ないことが確認された。今までに報告された分離給与による泌乳中後期牛への粃米給与試験（中村ら、2005、西山ら、2010および湯原ら、2012）でも、乳生産性に有意な差はないとしている。泌乳中後期牛に対して濃厚飼料中30~40%の代替であれば乳生産効率が低くなることはない。しかし、本試験のように濃厚飼料中60%代替という多給や採食量が多くなる泌乳前期牛では、先述の加工粒度と合わせて、消化管内通過速度や選り食いの影響を受け、乳生産効率が低くなることが考えられる。

粃米は、ほとんど消化されず粗剛性のある粃殻を約2割含むため、粃殻の物理性による反芻刺激効果が期待される。西山ら（2010）の報告では、配合飼料の40%を粃米（粃米ソフトグレインサーレージ）で代替すると咀嚼時間が長くなる傾向があり、乳脂肪率向上に貢献できる可能性を示唆している。本試験でも乳脂肪率は、粃米の給与量が多くなるほど高くなる傾向があった。給与する粗飼料の品質（NDF含量）や粗飼

料価指数などとの関係をさらに検討していく必要がある。

以上のことから、泌乳中後期の乳牛においては、飼料用粳米を濃厚飼料の60%代替（飼料全体の34%）しても、乳牛の生産性に影響を及ぼさないことが確認された。

表7. 飼料費の比較

項目	対照区	少給区	多給区
飼料費(円/日)	1,262	1,148	1,074
(比率)	(100)	(91)	(85)
FCM乳量(kg/日)	28.3	27.8	26.8
生乳1kgあたり飼料費(円/kg)	44.6	41.3	40.1
(比率)	(100)	(93)	(90)

粳米多給により飼料用米を大いに活用することで、乳生産に影響を及ぼさずに飼料費の低減や飼料自給率向上が図られる。生乳1kgの生産に要する飼料費は、粳米の税込価格を21円/kgとすると、多給区で約1割の飼料費削減が見込まれる（表7）。本試験では、粳米給与によるCP含量の低下を大豆粕で補正しているため、少給区と多給区で飼料費の低減効果はあまり変わらなかった。また、本試験の飼料自給率は、対照区の41.2%から多給区では69.5%へとアップする。農家によって条件は異なるが、トウモロコシなどの輸入穀物を減らし、飼料用米をいかに経営に組み入れるかが今後さらに重要になってくる。乳牛への飼料用米給与に関する情報が蓄積され、農家が安心して飼料用米を利用する技術が確立されることが期待される。

## 参考文献

- 浅井英樹・河合恒祐・林登・吉村義久・野中和久. 飼料用玄米の加工粒度の違いが乾乳牛の消化性に及ぼす影響. 岐阜県畜産研究所研究報告, 12:22-25. 2012
- 阿部亮・岩崎薫・篠田満. 反芻家畜による飼料の消化試験—トウモロコシ子実の粉碎粒度と乳牛, 緬羊による成分消化率, TDN含量との関係. 日本畜産学会報, 55(10):755-759. 1984
- 全国農業共済協会. 家畜共済における臨床病理検査要領（平成17年改訂版）
- 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
- 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. 千葉県畜産研究センター研究報告, 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). 千葉県畜産研究センター研究報告, 12:1-6 (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(2012年度版).
- 和田卓也・森永史昭・佐藤智之・加藤信正・吉田茂昭. 乳牛における給与蛋白質水準が泌乳性に及ぼす影響(第3報)—飼料用玄米を活用した低蛋白質飼料の効果—. 福井県畜産試験場研究報告, 24:1-5. 2011
- 和田卓也・森永史昭・加藤信正. 乳牛における給与蛋白質水準が泌乳性に及ぼす影響(第4報)—飼料イネを活用した低蛋白質飼料の泌乳中後期牛への影響—. 福井県畜産試験場研究報告, 25:14-18. 2012

## **Effects of High Unhulled Rice Feeding on Lactation Performance of Mid to Late Lactation Cow**

Takuya WADA, Kouichi TAKABATAKE, Yuki ASAKURA<sup>1)</sup> and Nobumasa KATO

Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

<sup>1)</sup>Fukui Prefectural Livestock Hygiene Service Center

### **Abstract**

Nowadays, it is important to promote utilization of feed rice in dairy farm. Six Holstein cows were used in 3×3 Latin square design to examine the effects of large supply of unhulled rice with separate feeding on lactation performance. Diets contained unhulled rice at the level of 0%, 30% and 60% in the concentrate as a substitute of formula feed, respectively. The amounts of grass silage were reduced, as more unhulled rice included.

As a result, dietary treatments did not affect dry matter intake, milk yield and milk composition. And rumen fluid characteristics and blood composition were not affected by feeding unhulled rice.

Our results indicate that crushed unhulled rice 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 60% of unhulled rice in the concentrate (34% of entire feed) without adverse effects on milk production and health. However, unhulled rice should be crushed below approximately 1mm in the particle size to be digested properly.

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