

自給飼料多給下における粉碎飼料用籾米の給与が 摂取量および乳生産に及ぼす影響

Effect of feeding of broken paddy rice on dry matter intake and milk production in lactating cows under supply with domestic forage

時田康広・原野幸子・稲田司

Yasuhiro TOKITA, Yukiko HARANO and Tsukasa INADA

要 約

自給飼料多給下において粉碎飼料用籾米の泌乳牛への給与が乳生産等に及ぼす影響について検討した。ホルスタイン種泌乳牛3頭を用い、TMR中に粉碎飼料用米を10%（乾物比）給与した区（10%区）、6%給与した区（6%区）および粉碎飼料用米を給与しない対照区の3区を設け、3×3ラテン方格法による飼養試験を実施した。乾物摂取量、乳量、乳成分には差は認められなかった。ルーメン内容液のpH、VFA濃度およびアンモニア態窒素濃度についても差はなかった。血漿の総コレステロール濃度は、6%区が高い傾向が見られたが、いずれの区も正常範囲内であった。以上の結果から、粉碎籾米は、自給飼料多給下においても、配合飼料の10%（乾物比）程度の配合までであれば乳量、乳成分に影響しないものと考えられた。

キーワード：乳牛、粉碎飼料用籾米、乳生産

I 緒言

近年の酪農経営においては、輸入飼料への依存度が高く、飼料自給率は年々低下してきている。また、国際的な穀物需要の高まりから輸入飼料価格は短期的に変動し、酪農経営へ与える影響も大きいため、飼料自給率の向上は喫緊の課題である。そのため、国内において生産可能な穀物飼料として、遊休水田や耕作放棄地などを有効活用した飼料用米の増産およびその利用の拡大への取り組みが進められている。飼料用米は、1980年代から水田の有効活用による家畜飼料目的の生産や、新たな家畜用の穀物飼料として注目されてきたもので、その利用法としては、玄米（粉碎）による利用が考えられるが、籾すりの費用が高い現状では、できるだけコストを抑える方法として粉碎した籾米として活用する方法もあると思われる。米の消化性は加工形態により異なることが知られており、TDN含量は籾米では、玄米と比較して17%程度も低下する¹⁾。また、玄米、籾米、破砕処理などの処理方法により異なり、籾米の消化率は、粉碎処理することで向上する²⁾。

一方、飼料用米の乳牛への給与技術についても検討がなされ、配合飼料の20~40%を代替しても乳量や乳成分に影響しないことが報告されている^{3, 4)}。しかし、現在の乳牛は高泌乳牛へと改良され、併せて精密な栄養管理などの新たな飼養技術も開発され、乳量も大幅に向上している。このような泌乳牛への飼料用米の給与について

はさらなる検討が必要である。

今回は、飼料自給率の向上を目的として、自給粗飼料であるコーンサイレージ多給下において、配合飼料の代替として粉碎飼料用籾米（以下粉碎籾米）を用いた場合、乾物摂取量、乳量、乳成分、ルーメン発酵および血液性状がどのように影響されるかを調査し、併せて代替可能量について検討した。

II 材料および方法

1 供試動物

供試牛は、ホルスタイン種泌乳牛3頭（産歴：2~5産、平均体重631kg、平均分娩後日数176日）を用いた。供試牛の選定にあたっては、泌乳中期牛であること、および1日あたりの平均乳量28kg程度であることを条件とした。

2 供試飼料用籾米

供試した飼料用米は、熊本県鹿本地域で生産された「ヒノヒカリ」とし、籾米をそのまま粉碎機を用いて3.5mm以下に粉碎して用いた。

その成分値（DM%）は、粗蛋白（CP）質7.9%、粗脂肪（EE）2.1%であった。粉碎籾米は、貯蔵条件の差による影響を避けるため、試験期間中は、冷蔵庫（10℃以下）に保管した。

3 試験区の設定と飼料設計

供試牛には、TMR（混合飼料）を給与し、試験区と

しては TMR 中に粉碎籾米を乾物で10%、6% 給与する10%区（配合飼料の26%代替）、6%区（配合飼料の15%代替）、給与しない対照区を設けた。供試した TMR の配合割合および栄養成分を第1表に示した。供試 TMR は、いずれの試験区も自給粗飼料としてコーンサイレージを29%、イタリアンライグラスヘイレージを17%の割合（DM %）で用い、その他、配合飼料、ビートパルプ、ルーサンペレット、大豆粕および粉碎籾米を用いて各区の成分値が同様となるよう調製した。その他、ビタミン・ミネラル類は同様に給与した。供試 TMR は、日本標準飼料成分表¹⁾に基づき、TMR 中の TDN 含量及び CP 含量は、それぞれ72%、13%になるよう設計し、飼料混合給餌車により混合し、調製した。

4 試験方法

試験は、馴致期1週間、試験期2週間を1期とする3×3のラテン方格法による飼養試験を実施した。供試牛の飼養形態はフリーストール形式とし、ドアフィーダー（DF-100-B、オリオン機械株式会社、須坂）により管理した。飼料としては、粉碎籾米を給与直前に他の原料を混合した TMR に飼槽内で混ぜ合わせたものを用いた。1日1回、朝の搾乳後に給与し、毎日飼料摂取量を測定し、乾物摂取量として示した。なお、飲水および固形塩は自由摂取とした。搾乳は1日2回（8:30、17:00）行い、乳量を毎日計測し、乳成分は各週期末の1日間採取し分析した。各期の最終日に、ステンレス製胃カテーテル（牛用胃汁採取器、三伸工業、東京）を用いて、飼料給与前および4時間後にルーメン内容液を採取し、

直ちに pH を測定後、3000rpm で15分間遠心分離した。上清は-30℃で凍結保存し分析に供した。さらに、飼料給与前に頸静脈血をヘパリン含真空採血管により採血し、3000rpm で15分間遠心分離によって血漿を分離し、所定の分析に供した。

5 試料の分析

飼料の一般成分は常法⁵⁾により分析した。乳成分の分析は、社団法人九州生乳検査協会に依頼した。ルーメン内容液の揮発性脂肪酸（VFA）濃度は、ガスクロマトグラフ（Hewlett-Packard6890、Hewlett-Packard 社、USA）を用い、パックドカラム（80/100mesh Chromosorb W、和光純薬工業、大阪）により分析した。アンモニア態窒素濃度は、藤井・奥田法変法（アンモニアテストワコー、和光純薬工業、大阪）を用いて分析した。

血漿成分については、乾式臨床化学自動分析装置（SPOTCHM EZ SP-4430、アークレイ株式会社、京都）を用いて、グルコース、総コレステロール、尿素態窒素（BUN）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミラーゼ（GOT）、カルシウム（Ca）を測定した。

統計処理は、ラテン方格法を用いた分散分析⁶⁾により行った。

III 結果

1 飼料摂取量

トウモロコシサイレージやグラスサイレージを多給して TDN 含量が72%程度の TMR 飼料を調製した場合、粉碎籾米の栄養価から給与量には限界があり、10%区で

第1表 供試 TMR の配合割合および栄養成分

項 目	10% 区	6% 区	対 照 区
構成割合（DM %）			
コーンサイレージ	29.2	29.1	29.0
イタリアンヘイレージ	16.9	16.8	16.8
ビートパルプ	8.9	8.9	8.9
ルーサンペレット	3.6	3.6	3.6
配合飼料 ¹⁾	28.0	33.8	39.6
飼料用米（3.5mm 粉碎）	9.8	5.6	0
大豆粕	1.5	0	0
脂肪酸カルシウム	0.8	0.7	0.7
ビタミン・ミネラル	1.4	1.4	1.4
栄養成分			
乾物（DM %）	44.3	44.5	44.7
粗蛋白質（CP）	13.5	13.4	14.3
粗脂肪（EE）	2.9	2.9	3.0

¹⁾供試配合飼料は、保証成分値（DM %）TDN83.3%、CP19.9%を使用した。

1日の摂取量は3kg程度であった。

飼料摂取状況について第2表に示した。乾物摂取量は、10%区18.7kg/日、6%区18.0kg/日、対照区19.2kg/日となり、試験区間に差は認められなかった。CP摂取量、EE摂取量については、乾物摂取量と同様に区間差は示されなかった。

2 産乳成績

乳量および乳成分の結果を第2表に示した。1日あた

りの平均乳量は、10%区が27.9kg、6%区が27.7kg、対照区が28.6kgとなり、試験区間に差はなかった。乳脂率、乳蛋白質率、無脂固形分率ともに、試験区間に差はなかったが、いずれの成分についても6%区より10%区がやや低い傾向が示された。また、乳中尿素態窒素(MUN)については、有意差はないものの粉碎粗米の給与量が増加するにつれて低下する傾向が認められた。

第2表 飼料摂取量および産乳成績

項 目		10%区	6%区	対照区
乾物摂取量	kg/日	18.7±1.73	18.0±0.76	19.2±1.74
CP摂取量	kg/日	2.53±0.26	2.42±0.09	2.75±0.26
EE摂取量	kg/日	0.53±0.03	0.53±0.01	0.57±0.02
乳量	kg/日	27.9±0.13	27.7±2.40	28.6±0.88
FCM乳量	kg/日	26.3±1.07	27.3±0.74	27.4±2.05
乳脂量	kg/日	1.01±0.07	1.08±0.07	1.07±0.12
乳蛋白質量	kg/日	0.87±0.04	0.88±0.07	0.92±0.02
乳脂率	%	3.61±0.28	3.95±0.55	3.72±0.35
乳蛋白質率	%	3.11±0.11	3.16±0.13	3.21±0.03
無脂固形分率	%	8.64±0.05	8.70±0.09	8.70±0.08
MUN	mg/dl	6.86±1.13	7.40±0.86	8.53±1.70

* 平均値±標準偏差

3 ルーメン内容液性状

ルーメン内容液の性状について第3表に示した。ルーメン内容液のpHは、いずれの試験区においても飼料給与前から飼料給与4時間後でも大きな低下は認められなかった。総VFA濃度、酢酸濃度、プロピオン酸濃度および酪酸濃度には、いずれの試験区においても飼料給与前後で変動しなかった。アンモニア態窒素濃度については、試験区間に有意差はなかったが、飼料給与前では、

10%区が他の区と比較してやや低く、給与4時間後では、対照区が8.7mg/dl程度であったのに対して、6%区および10%区では、4.7mg/dl程度と粉碎粗米の給与区においてやや低くなった。

4 血液性状

血液性状について第4表に示した。グルコース、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)、カルシウム、ヘマトクリット値には、試験区間に差はなか

第3表 ルーメン内容液性状

項 目		飼料給与前			飼料給与4時間後		
		10%区	6%区	対照区	10%区	6%区	対照区
pH		5.7±0.27	5.7±0.21	6.1±0.07	5.7±0.10	5.8±0.22	5.8±0.03
総VFA	mmol/dl	11.4±0.79	11.8±0.79	10.8±0.60	11.5±1.23	11.5±0.67	11.8±1.10
酢酸	mmol/dl	6.9±0.5	7.2±0.7	6.5±0.1	7.0±0.7	7.1±0.2	7.1±0.7
プロピオン酸	mmol/dl	3.2±0.3	3.0±0.6	2.9±0.5	3.1±0.5	3.0±0.8	3.1±0.4
酪酸	mmol/dl	1.1±0.1	1.3±0.2	1.1±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1	1.3±0.2
アンモニア態窒素	mg/dl	2.4±0.2	5.4±2.1	4.4±1.5	4.8±1.9	4.7±2.0	8.7±3.4

* 平均値±標準偏差

った。総コレステロール濃度では、6%区が他の2区と比較して高い値となったが (P<0.05)、いずれの試験区も正常範囲内の数値であった。尿素態窒素濃度は、有意

差はなかったものの、粉碎籾米の添加割合が増加するにつれて低下する傾向が認められた。

第4表 血液性状

項目		10%区	6%区	対照区
グルコース	mg/dL	64.0±2.1	64.3±4.6	65.6±3.0
総コレステロール	mg/dL	170.3±41 ^b	181.0±57 ^a	172.0±24 ^b
γ-グルタミル转氨酶 (GOT)	IU/L	52.6±4.7	63.0±8.5	66.6±20
尿素態窒素 (BUN)	mg/dL	7.0±0.8	8.0±0.8	8.6±2.6
カルシウム	mg/dL	11.6±0.8	11.6±0.9	11.8±0.5
ヘマトクリット値	%	28.6±2.3	28.6±1.2	29.0±1.6

* 平均値±標準偏差 a, b 異符号間に有意差あり。

IV 考察

本試験では、配合飼料の粉碎籾米を用いた一部代替給与が乳生産やルーメン液性状、血液性状などにどのような影響があるのか検討するため、各区の飼料成分(設計値)は同一となるよう設計した。試験に用いた飼料用籾米は、通常の食用米と同様に生産されたものを用いたが、食用として販売されるもの以外のものを使用した。供試した籾米の CP 含量は7.9% (DM %) とやや低いものであった。

乾物摂取量は暑さによって少ない傾向であったが、区間差はなく、粉碎籾米の給与による乾物摂取量への影響は認められなかった。井上ら⁴⁾の圧ペントウモロコシ主体の配合飼料の代替の試験においても、粉碎籾の摂取量の平均値は2.5~3.4kg程度であり、乾物摂取量に影響はなかったと報告している。本試験でも実際の粉碎籾米の給与量は、1日2~3kg程度であり、特に嗜好性や採食量に影響を及ぼすものではなかった。

乳量および乳成分についても試験区間に差はなかった。前述のとおり、乾物摂取量には差は認められず、各試験区間の栄養成分も同一の設定としたため、栄養摂取量に差はなく、粉碎籾米を乾物で6~10%程度の利用であれば、乳量、乳成分など産乳への大きな影響はないことが確認された。乳中の尿素態窒素 (MUN) については、有意差はないものの、粉碎籾米の給与量が増加するにつれ、低下する傾向が認められ、しかもその値はこれまでの報告より低いものであった。すなわち、MUN は、飼料から摂取したタンパク質量とエネルギー量のバランスの指標とされ、飼養条件や給与飼料、栄養摂取量などにより変動することが知られている。生田ら⁷⁾は、コーンサイレージを使用した条件で、MUN は、3.9~21.4 mg/dl の範囲で変動し、平均値は9.7mg/dl であったと報

告し、西村ら⁸⁾は、北海道の乳検データを分析した調査においては、平均値は11.15mg/dl であったと報告している。本試験では、6.8~7.4mg/dl であり、このように低くなった要因としては、TMR の CP の分析値には、大きな差はないものの、想定した粉碎籾米の CP 含量がやや低かったことから、粉碎籾米を給与した区の TMR 飼料の CP 含量がやや低下していることが影響したものと思われる。また、MUN は、CP 摂取量より CP 充足率と強い関係を示し、牛乳中の尿素と CP 充足率との間に有意な相関が認められており⁹⁾、本試験においても、MUN が低下した個体では、CP の充足率の低下も見られ、夏期の暑熱の影響による乾物摂取量の低下が大きく影響したものと推察される。

ルーメン内溶液性状については、各 VFA 濃度に試験区間に有意差は認められなかった。粉碎籾米を給与した試験では、酢酸・プロピオン酸比が高まり、粗飼料的な発酵状態になるとの報告⁴⁾がある一方で、加熱圧ベン処理した籾米を給与した試験では、特に添加の有無による影響は認められていない³⁾。本試験においても、飼料給与前と飼料給与4時間後にルーメン内溶液の調査を行ったが、コーンサイレージ多給下では、粉碎籾米の給与による、pH、VFA への影響は認められなかった。アンモニア態窒素濃度は、粉碎籾米の給与により、有意差はないものの、やや低下する傾向が認められたことは、前述したとおり、CP 摂取量の低下と、CP 充足率の低下が影響しているものと思われる。

血液性状では、総コレステロール濃度において、6%区が他の区と比較して高く、差が認められたが、いずれも正常範囲内であり、粉碎籾米給与による影響は特にないものと思われる。尿素態窒素濃度は、有意差は認められなかったが、粉碎籾米の給与により、やや低下する傾

向を示した。

血液中や生乳中の尿素態窒素は、ルーメン内のアンモニア濃度と密接に関係している。アンモニア態窒素濃度が5~10mg/dlを超えるとルーメン壁からのアンモニア吸収が増加し、飼料タンパク質の損失や利用効率の低下を招くとされ、逆に3 mg/dl以下では窒素不足とされている¹⁰⁾。今回は、分解性タンパク質の供給量不足により、アンモニア態窒素濃度が影響しているものと思われるが、一方で、ルーメンにおいて効率的に窒素利用が促進された可能性も考えられ、詳細についてはさらなる検討が必要である。

なお、飼料用米の活用にあつたては、生産履歴が明らかであり、かつその安全性の確保に万全を期すため、現在は、籾を材料とする場合は、出穂期以降に農薬散布していないものを用いることとなっており、出穂期以降に農薬を散布した場合は、玄米で利用する必要がある。

以上のことから、泌乳中期牛への給与飼料として、コーンサイレージを主体にした自給飼料多給下において、粉碎籾米を配合飼料の代替として活用する場合、TMR中に乾物で6~10%程度(配合飼料の15~26%程度代替利用)の給与であれば、乳量、乳成分および血液性状などへ影響はなく、代替利用が可能であるものと考えられる。

V 引用文献

- 1) 農業技術研究機構編. 日本標準飼料成分表(2001年版). 中央畜産会. 東京, 2001.
- 2) 篠田 満・櫛引史郎・新宮博行・上田靖子・村井勝・滝田正. コメの品種および処理形態が牛の第一胃内消化に及ぼす影響. 東北農業研究, 55: 125-126, 2002.
- 3) 丸山国義・長妻義孝・入江壮. 乳牛における飼料米給与技術に関する試験. 埼玉県畜産試験場研究報告, 22: 1-9, 1984.
- 4) 井上直人・吉田宮雄・伊藤隆・平方明男・荻原宗弥. 飼料用モミの給与が乳牛の産乳性とルーメン内性状に及ぼす影響. 長野県畜産試験場研究報告, 20: 14-22, 1985.
- 5) 阿部 亮. 栄養試験のための分析法. 新編動物栄養試験法(石橋 晃監修). 第1版. pp. 455-496. 養賢堂, 東京, 2001.
- 6) 吉田 実. ラテン方格法. 畜産を中心とする実験計

画法. 第8版. pp. 101-110. 養賢堂, 東京, 1975.

7) 生田健太郎. コーンサイレージ使用時における飼料構成と乳中尿素態窒素量および乳蛋白質率の関連性. 兵庫県農業技術センター研究報告, 33: 59-64, 1997.

8) 西村和行・三浦伸也・鈴木三義. 北海道における乳中尿素窒素濃度(MUN)に及ぼす環境要因効果の推定. 北海道畜産学会報, 47: 27-32, 2005.

9) 佐藤 博・花坂昭吾・松本光人. 乳牛における血漿成分, 栄養摂取, 牛乳尿素, 乳脂率および乳蛋白質率の関係. 日本畜産学会報, 63: 1075-1080, 1992.

10) 松本光人. タンパク質の分解と微生物タンパク質の合成. 新ルーメンの世界(小野寺良次監修. 板橋久雄編). pp. 271-279. 農文協, 東京, 2004.

Summary

Effect of feeding of broken paddy rice on dry matter intake and milk production in lactating cows under supply with domestic forage

Yasuhiro TOKITA, Yukiko HARANO and Tsukasa INADA

In order to investigate the effects of the feeding of broken paddy rice on dry matter intake, milk composition and production, rumen fermentation and blood metabolites in lactating cows, three Holstein cows with high production of milk were fed with TMR containing broken paddy rice at the level of 0%, 6% and 10% as a substitute of concentrate. TMR was composed of corn silage (20% of TMR), Italian ryegrass round bale silage (16.8%), concentrate (39.6%), beet pulp (8.9%), alfalfa pellets (3.6%), and vitamin-mineral supplement (2.1%) on dry matter basis. The experiments involved were conducted by a 3 × 3 Latin square design for a 14 day- periods.

As the results, dry matter intake, milk production and composition were not affected by feeding broken paddy rice even at the level of 10% as substitute of concentrate.

There were no differences in the ruminal pH, concentrations of volatile fatty acids and concentration of ammonia-N among the treatments with broken paddy rice. Blood plasma concentration of total cholesterol was risen significantly by the treatment of 6% of broken paddy rice, compared to other treatments ($P < 0.05$). However, the values of the concentration were within a normal range. It was, therefore, suggested that broken paddy rice would be able to utilize by the level of 10% as substitute of concentrate in lactating cows.