

乳牛における給与飼料蛋白質水準が泌乳性に及ぼす影響（第4報）

—飼料用イネを活用した低蛋白質飼料の泌乳中後期牛への影響—

和田卓也・森永史昭・加藤信正

要約 乳牛に負担が少なく生涯生産性の向上につながる飼料給与技術の確立を目指して、飼料用イネ（飼料用玄米・イネホールクロップサイレージ（WCS））を活用した低蛋白質飼料が乳牛の生産性に及ぼす影響を検討するため、泌乳中後期の乳牛を用いて飼養試験を行った。場産牧草サイレージ、市販配合飼料、圧ぺん大麦を主体としたTMR飼料の対照区（CP16%）に対して、粗飼料源としてイネWCSを乾物で20%混合し、市販配合飼料の一部と圧ぺん大麦を破碎処理した飼料用玄米で代替（濃厚飼料の約4割代替）した試験区を設定した。試験区は、大豆粕でCP濃度を調整し、CP14%飼料米区（低蛋白質水準）、CP16%飼料米区の2区分とした。

その結果、

- 1 乾物摂取量は、CP14%飼料米区で、他の区（CP16%）と比較して多くなったが、有意な差は認められなかった。
- 2 乳量および乳成分率は、各区で有意な差は認められなかった。乳生産効率はCP14%飼料米区で他の区と比較してやや低くなる傾向があった。
- 3 BUN（血中尿素態窒素）、MUN（乳中尿素態窒素）などの窒素の代謝産物は、飼料中の窒素分を反映しCP14%飼料米区で低くなるが、いずれも標準値を示した。その他の血液性状、第一胃内容液性状に飼料用玄米の多給による影響はみられなかった。

以上のことから、泌乳中後期の乳牛では、イネWCSとの組み合わせで飼料用玄米を濃厚飼料の43%代替した低蛋白質飼料を給与しても、乳牛の生産性に影響を及ぼさないことが確認された。

キーワード：玄米、イネホールクロップサイレージ、低蛋白質水準、乳生産性

緒言

飼料用米は、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、飼料自給率の向上に加え水田の有効活用を推進する観点からも、その利活用に関心が高まっている。破碎玄米で市販配合飼料の5割（濃厚飼料の34%）を代替した既報（和田ら，2011）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、乳牛の生産性に影響を及ぼさないという結果が得られているが、飼料用米の生産量の伸びに比べ、酪農での利用はあまり進んで

いないのが現状である。

本県の酪農家では、イネWCSの利用が進んでいる。乳量低下の要因となりうるイネWCSの飼料特性として、繊維の消化性が悪く採食量を抑制すること、子実排泄による養分損失が挙げられる。また、穂部（子実）にはデンプン含量が多いことから、イネWCSと飼料用米との併給による乳牛の生産性や健康に対する影響を懸念する声も聞かれるところである。

しかし、飼料自給率の向上は喫緊の課題であり、飼料用米とイネWCSの両者を活用するケースは確実に増えてくることが想定される。このため、両者を併給する飼料給与技術の確立が求

められている。

ところで、酪農現場では、分娩後のエネルギー摂取量を高めるため、栄養価の高い濃厚飼料が多給されている。しかし、濃厚飼料の多給は、生産コストの増大につながるだけでなく、これによる蛋白質の過剰摂取が疾病や繁殖障害の発生リスクを増大させ、乳牛の供用年数を短くする（(社)家畜改良事業団，2010）要因ともなっている。そこで当場では、乳牛に負担の少ない低蛋白質飼料給与技術の確立を目指し、低蛋白質水準（CP14%）の飼料給与と乳牛の生産性や健康との関連について検討している。

今回は、泌乳中後期の乳牛を用いて、すでに利用の進んでいるイネWCSに加え、さらに飼料用玄米を多給し、低蛋白質水準とした飼料が乳生産に及ぼす影響について検討した。

材料および方法

1 供試牛および試験方法

供試牛は、泌乳中後期のホルスタイン種乳牛6頭を用いた。（平均産歴3.0産、試験開始時の平均乳量31.1kg/日、平均分娩後日数186日）3週間を1期とし、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

対照区は当場慣行法とし、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%）、圧ペン大麦を主体としたTMR飼料とした。試験区は、場産牧草サイレージの6割をイネWCSで、また市販配合飼料の一部と圧ペン大麦を破碎処理玄米で代替したTMR飼料とした。なお、試験区については、大豆粕でCP濃度をそれぞれ14%、16%に調整した2区分（CP14%飼料米区、CP16%飼料米区）を設けた。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。

飼料用玄米は、ハナエチゼンを使用し、概ね2mm以下の粒度となるよう破碎処理を行った。イネWCSは、黄熟期のクサユタカを細断型ローラーで収穫調製したものを使用した。

飼料給与は午前10時に行い、残飼が10%程度となるように自由採食させた。

表1 試験飼料の飼料構成と成分組成

項 目	対照区	CP14% 飼料米区	CP16% 飼料米区
配合割合（乾物%）			
場産牧草サイレージ [△]	35.0	15.0	15.0
イネホルクロップ [△] サイレージ [△]	—	20.0	20.0
アルファルファハイキューブ [△]	6.0	6.0	6.0
ビートパルプ	8.0	6.5	2.0
市販配合飼料 ^{※1}	35.0	22.5	22.5
飼料用玄米	—	22.5	22.5
大麦	10.0	—	—
大豆粕	2.0	3.5	8.0
発酵ビール粕	4.0	4.0	4.0
濃厚飼料中に占める 飼料用玄米の割合（%）	0	43	39
成分組成（乾物%）			
CP（粗蛋白質）	16.0	13.5	15.8
CPd（分解性蛋白質）	9.2	6.9	7.7
EE（粗脂肪）	2.6	2.0	2.3
NDF（中性デタージェント繊維）	43.4	39.5	39.4
NFC（非繊維性炭水化物）	34.9	40.3	37.6
TDN（可消化養分総量） ^{※2}	72.7	74.3	74.8

※1 CP18.9%、TDN82.8%

※2 設計値

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最終2日間、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または血清を分離し、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

DMIは、各区間で有意な差はみられなかったが、CP14%飼料米区で、DMIが高くなる傾向があった。両飼料米区での玄米の原物摂取量は、1日1頭当たり5.5kg程度であった。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(表2)。CP充足率は、飼料中のCP含量を反映し、CP14%飼料米区で低くなったが充足率は満たしていた。

表2 乾物摂取量・栄養充足率

項 目	対照区	CP14% 飼料米区	CP16% 飼料米区
乾物摂取量(kg/日)	24.2±3.2	25.4±4.0	24.1±3.0
体重1kg当たり 乾物摂取量(%)	3.9±0.6	4.1±0.7	3.9±0.6
CP充足率(%)	126.4±16.3	115.6±13.9	125.7±16.2
TDN充足率(%)	112.2±13.9	125.9±15.9	113.8±14.7
平均±標準偏差			

2 泌乳成績

乳量は、各区間で有意な差は認められなかった。乳生産効率は、CP14%飼料米区で低くなる傾向にあった。乳成分はいずれの項目も、各区間で差は見られなかった。また、MUN(乳中尿素態窒素)は、CP14%飼料米区で低かったが、標準値(8~16mg/dl)の範囲内であった(表3)。

表3 泌乳成績

項 目	対照区	CP14% 飼料米区	CP16% 飼料米区
乳量(kg/日)	32.3±6.1	30.3±5.0	31.3±6.2
乳生産効率(%)	38.0±6.0	32.6±4.9	36.6±6.3
乳蛋白生産効率(%)	27.3±3.1	29.6±2.7	27.6±3.0
乳脂肪率(%)	4.11±1.03	3.94±0.84	4.01±1.19
無脂固形分率(%)	8.98±0.12	8.94±0.22	8.95±0.25
乳蛋白質率(%)	3.41±0.11	3.42±0.24	3.47±0.28
乳糖分率(%)	4.57±0.11	4.52±0.17	4.48±0.18
MUN(mg/dl)	11.7±1.6	9.3±1.2	11.8±2.8
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。アンモニア態窒素は、有意な差ではないがCP14%飼料米区で低かった。また、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4)。

表4 第一胃内容液の性状

項 目	対照区	CP14% 飼料米区	CP16% 飼料米区
pH	7.0±0.2	7.0±0.2	6.9±0.2
アンモニア態窒素(mg/dl)	7.7±1.9	6.8±2.4	8.0±1.9
プロトゾア数(10 ⁵ /ml)	1.3±0.9	3.0±2.6	2.4±2.1
平均±標準偏差			
経口採取			

4 血液生化学性状

BUN(血中尿素態窒素)が、CP14%飼料米区で、他の区に比べ低くなったが、泌乳中後期の標準値(8~16mg/dl)の範囲内であった。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5)。

表5 血液²⁾生化学性状

項 目	対照区	CP14% 飼料米区	CP16% 飼料米区
NEFA(μEq/l)	101.7±22.4	96.8±43.2	99.7±30.0
GOT(IU/l)	94.4±18.8	91.3±15.2	93.6±20.5
BUN(mg/dl)	13.4±1.6	10.3±2.1	14.1±3.0
GLU(mg/dl)	67.2±4.1	68.4±5.6	69.4±6.6
T-CHO(mg/dl)	226.1±39.5	205.3±51.4	201.6±32.8
カルシウム(mg/dl)	10.2±0.4	10.2±0.5	10.2±0.5
リン(mg/dl)	6.4±0.9	6.3±0.6	6.6±0.7
平均±標準偏差			
尾静脈より採取			

考 察

飼料米区の2区は、イネWCS給与による未消化の粉(子実)を考慮し、TDN含量を高め設定していた。しかし実際は、糞中への子実の排泄による養分損失により給与飼料のエネルギー濃度が低下していたため、エネルギーの摂取量

を確保しようと、CPを低く設定したCP14%飼料米区でDMIが多くなる傾向があったと考えられる。また、イネWCSは繊維の消化性が悪く、多給するとDMIを抑制するが、今回の試験の給与割合（乾物混合割合20%）では、DMIの落ち込みは見られなかった。なお、対照区では、NDFが高かったことが、DMIを抑制する一因となっていた可能性も排除できない。

乳牛への飼料用米給与のこれまでの試験結果から、濃厚飼料中3割程度の割合でトウモロコシや大麦を飼料用米に代替しても乳生産に大きな影響を及ぼさないと示されている（飼料用米の生産・給与技術マニュアル、2012）。今回、イネWCSとの組み合わせで、濃厚飼料の約4割（CP14%飼料米区:42%、CP16%飼料米区:39%）を飼料用玄米で代替しても、乳量や乳成分率は、対照区と比較して遜色ないことが確認された。しかし、中村ら（2005）の報告で、イネソフトグレインサイレージを濃厚飼料中38%（現物割合45.2%）給与した場合、乳生産効率が有意に低くなるので、給与割合は20%（現物割合25%程度）が適当としている。乳生産効率を考えると、実用的な給与量は、濃厚飼料中2、3割の代替までに止めておくことが望ましい。

蛋白質の第一胃内での利用性を評価する上で、MUNやBUNが指標となる。これらの値は低蛋白質水準のCP14%飼料米区でやや低くなったが、標準値（MUN:8~16mg/dl、BUN:10~20mg/dl）の範囲内であった。既報（佐藤ら、2010、和田ら、2011）では、CP14%の低蛋白質水準とすることで、標準値をやや下回る結果が得られ、CP不足を反映していると考えられた。今回の試験では、分解性蛋白質の割合が高い大豆粕を利用したことで第一胃内のアンモニアが増加し、MUNやBUNの増加につながったと考えられる。今後は、イネWCSや飼料用米の第一胃内での消化特性に合わせ、併給する飼料についての検討が必要と思われる。

GOTは、試験開始前から高値を示していた牛が多く、試験飼料により肝機能への負担が増加したわけではなかった。

その他の血液生化学性状、第一胃内容液性状は、飼料用米の多給による影響はとくにみられなかった。また、試験期間中、採食状況や糞便の性状などにより健康状態を観察していたが、

とくに異常は見られなかった。

また、飼料用米とイネWCSを併給することで、デンプンや糖含量が高くなることから、第一胃内での発酵度が増し、ルーメンアシドーシスの発生が懸念されたが、飼料米区における第一胃内溶液のpHは、対照区と比較して有意差は認められず、正常値の範囲内であった。プロトゾア数などからも、第一胃内の発酵は安定していたと考えられる。イネWCSのNDF含量は低いが、粗飼料価指数は高く、第一胃内の恒常性を維持する咀嚼時間が確保できるとしており（稲発酵粗飼料（WCS）給与技術マニュアル、2008）、咀嚼・反芻を促す十分な粗飼料源を給与していれば、ルーメンアシドーシス発生の可能性は低いと考えられる。

以上のことから、泌乳中後期の乳牛においては、イネWCSとの組み合わせで、飼料用玄米を濃厚飼料の43%代替することが可能であることが示唆された。また、CP14%の低蛋白質水準の場合であっても、乳牛の生産性に影響を及ぼさないことが確認された。

今後、給与技術の実用化に向け、泌乳前期牛での給与や、併給する飼料の種類、給与形態（TMR・分離給与）などの影響について検討し、さらに情報を蓄積していく必要がある。

参考文献

- (社)家畜改良事業団. 乳用牛群検定成績のまとめ（平成22年度）.
- 佐藤智之・森永史昭・朝倉裕樹・笹木教隆・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2報)－泌乳最盛期および泌乳中期における低蛋白質飼料の効果－. 福井県畜産試験場研究報告、23:1-6、2010
- 全国飼料増産協議会. 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル(2011年度版).
- 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）
- (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(2011年度版).
- (独)農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中

国四国農業研究センター. 稲発酵粗飼料 (WCS) 給与技術マニュアル. 2008
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
平林晴飛・都丸友久. 乳牛における飼料用米多給技術の開発. 群馬県畜産試験場研究報告、17:1-8. 2010
深沢芳隆・本谷直・脇本亘・塚本永和. ホルスタイン種乳牛における破碎玄米の濃厚飼料20%代替給与が産乳性およびルーメン液・血

液性状に及ぼす影響. 茨城県畜産センター研究報告、44:9-13. 2011

山本泰也. イネホールクロップサイレージの飼料特性および乳牛飼養技術に関する研究. 三重県科学技術振興センター畜産研究部特別研究報告書、1:1-38. 2007

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

Effects of Dietary Protein Levels on Lactation Performance of Dairy Cows. (vol.4)

- The Effect of Low Protein Level Feed Using Both Brown Rice and Rice Whole Crop Silage in Mid to Late Lactation Cow-

Takuya WADA, Fumiaki MORINAGA, Nobumasa KATO and Shigeaki YOSHIDA
Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

Abstract

The objective of the study was to determine the effects of feeding both crushed brown rice and rice whole crop silage (WCS) on lactation performance. Six Holstein lactating cows in mid to late lactation were arranged in 3x3 Latin square design with 3-wk experimental periods. Control diet (CON) contained 35% grass silage, 35% concentration mix, 10% flaked barley (dry matter basis). Experimental diet (EX) had replaced 35% of concentrate mix and all flaked barley of CON with crushed brown rice, and had replaced 60% of grass silage with rice WCS. Furthermore, crude protein (CP) level of EX was adjusted to 14% and 16% by using soy bean meal (relatively 14%EX and 16%EX). The results were as follows;

1. There was no significant difference in dry matter intake (DMI) among three groups, although 14%EX tend to be greater than other CP16% groups.
2. Milk yield and milk composition were not affected by diet treatment. Milk efficiency of 14%EX group tended to be lower than that of other groups.
3. Because of the low quantity of nitrogen source in 14%EX, nitrogen metabolites like blood plasma urea nitrogen (BUN) and milk urea nitrogen (MUN) showed slightly lower, but within the normal range. And there were no significant effects on the other blood plasma and rumen fluid characteristics.

Results of this study indicate that feeding both crushed brown rice (replacement 43% of all concentrate) and rice WCS did not affect lactation performance and health of mid to late lactating cows.

Key words: Feed brown rice, Rice whole crop silage, Low protein level, Milk production