

## 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5報）

### —飼料用稲を活用した低蛋白質飼料の泌乳前期牛への影響—

和田卓也・高島孝一・森永史昭<sup>1)</sup>

福井県畜産試験場

現所属：<sup>1)</sup> 福井県奥越農林総合事務所

**要約** 飼料自給率向上のため、酪農での飼料用稲（稲発酵粗飼料（稲WCS）・飼料用玄米）の利用拡大が重要であることから、飼料用稲を活用した低蛋白質飼料が泌乳前期の乳牛の生産性に及ぼす影響を検討した。泌乳前期の乳牛4頭を用い、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、粗飼料源として稲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砕処理した飼料用玄米で代替（濃厚飼料の43%代替）した試験区

（CP14%）を設定し（各区2頭）、分娩後10週間にわたる飼養試験を行った。その結果、乾物摂取量、乳量、乳成分は、両区で差は認められなかった。また、血液性状・第一胃内容液性状は、粳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、泌乳前期の乳牛では、稲WCSとの組み合わせで飼料用玄米を濃厚飼料の43%（飼料全体の22.5%）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：飼料用玄米、稲発酵粗飼料、低蛋白質水準、乳生産性

### 緒言

本県の稲発酵粗飼料（稲WCS）および飼料用米の作付面積は、平成23年度まで順調に拡大し、平成24年度は稲WCSが117ha（前年度比99%）、飼料用米が181ha（同134%）となっている。

稲WCSは、酪農家の7割近くがすでに利用しており、自給粗飼料として欠かせない存在となっている。一方、飼料用米についても、近年の飼料価格の高騰や高止まりが経営に及ぼす影響が大きくなっていることから、飼料用米の利用を開始した農家、検討している農家が増加しつつある。飼料用稲は、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、その生産・利用を推進することが重要となる。

今後、酪農において、稲WCSと飼料用米の両方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、両方を併給する飼料給

与技術の確立が求められており、前回試験（和田ら,2012）では、泌乳中後期牛において、粗飼料源として稲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砕処理した飼料用玄米で代替（濃厚飼料の43%代替）したTMRの飼養試験を実施し、乳生産に影響がないことを明らかにした。

トウモロコシと飼料用玄米の飼料成分はほぼ同等であり、トウモロコシの全量または一部を飼料用玄米で代替することが可能（平林ら,2010）であるが、市販配合飼料の代替に飼料用玄米を利用すると、低蛋白質水準となる。当場の今までの試験から、低蛋白質水準（CP14%）の飼料給与でも、乳生産や健康に影響なく、乳牛の負担が少ないとの成果が得られているが、泌乳前期は、分娩後の急激な泌乳量の増加にともない、負のエネルギー状態等により各種代謝病が発生しやすい時期であり、慎重な飼養管理が求められる。

そこで今回は泌乳前期牛において、稲WCSと飼料用玄米を併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、当場で繋養している泌乳前期のホルスタイン種乳牛4頭（平均産歴3産、平均体重721kg）を用い（表1）、分娩から分娩後10週間目までの飼養試験を実施した。

表1. 供試牛の前産泌乳成績

区分	牛番号	産次	305日乳量(kg)	乳脂肪率(%)	乳蛋白質率(%)	無脂固形分率(%)	
試験区	①	708	3	11,563	3.70	2.91	8.34
	②	808	3	9,606	3.38	3.29	8.77
対照区	①	704	4	9,841	4.17	3.15	8.72
	②	903	2	9,261	3.50	2.72	8.27

### 2 試験区分および供試飼料

対照区は当該慣行法とし、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割を稲WCSで、また市販配合飼料の一部と圧ペン大麦を粉碎処理玄米で代替したTMR飼料とした。CP濃度について、大豆粕で調整した。各区の飼料原料の混合割合と成分組成を表2に示した。

表2. 飼料構成と成分組成

項目	試験区	対照区
混合割合(乾物%)		
牧草サイレージ	15.0	35.0
稲ホールクロップサイレージ <sup>2)</sup>	20.0	-
アルファルファヘイキューブ	6.0	6.0
ビートパルプ	6.5	8.0
市販配合飼料 <sup>1)</sup>	22.5	35.0
飼料用玄米	22.5	-
大麦	-	10.0
発酵ビール粕	4.0	4.0
大豆粕	3.5	2.0
成分組成(乾物%) <sup>2)</sup>		
CP(粗蛋白質)	14.0	15.8
EE(粗脂肪)	2.7	2.8
NDF(中性デタージェント繊維)	33.5	41.0
NFC(非繊維性炭水化物)	42.5	32.5
TDN(可消化養分総量)	73.6	71.5

1) CP18.9%、TDN82.8%

2) 設計値

飼料用玄米は、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。稲WCSは、黄熟期のクサユタカを細断型ロールベ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。

### 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計測し、水分測定値をもとに算出した。

3) 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、毎週、生乳を朝夕採取し、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。

4) 第一胃内容液性状

第一胃内容液を5週目と10週目の2回、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（ディスプレイザブル血球計算板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、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 体重およびBCS

分娩後10週間の平均体重と平均BCSを表3に示した。分娩直後の体重を100とした時の体重比の推移(図1)をみると、試験区の1頭で分娩直後の体重の落ち込みが大きかった。また、対照区では、6週目まで体重の落ち込みがみられたが、試験区では、体重の回復は早い傾向を示した。

表3. 分娩後10週間の平均体重と平均BCS

区 分	試験区①	試験区②	対照区①	対照区②
牛番号	708	808	704	903
体 重	580	571	712	636
BCS	3.34	2.93	3.41	3.36

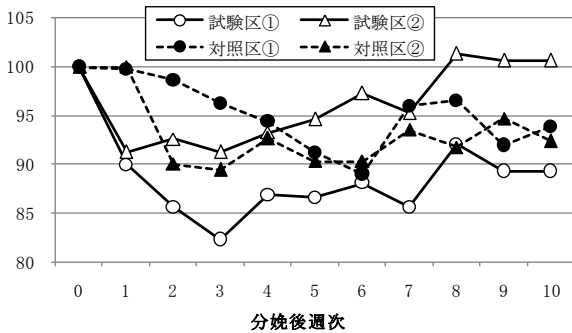


図1. 体重比の推移

BCSの推移を図2に示した。試験区の1頭で分娩後8週目からBCSが増加した。他の3頭は同じ傾向を示した。

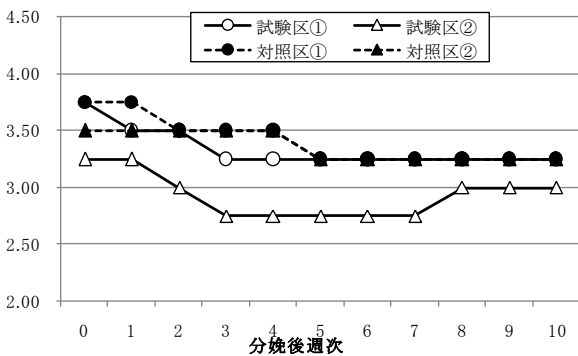


図2. BCSの推移

### 2 乾物摂取量 (DMI)

DMIは、両区間で差は認められなかった(表4)。試験区のDMI/体重比は、5週目以降ほぼ4%以上を確保できており、対照区よりも採食性は高

かった(図3)。なお、飼料用玄米は、原物で1日あたり約4-5kgを採食していた。

表4. 乾物摂取量

区 分	試験区①	試験区②	対照区①	対照区②
牛番号	708	808	704	903
DMI(kg)	18.7	21.3	21.1	18.3
DMI/体重(%)	3.3	3.7	3.0	2.9
(2-6週目)	(2.7)	(3.3)	(2.7)	(2.4)
(7-10週目)	(4.1)	(4.3)	(3.4)	(3.6)

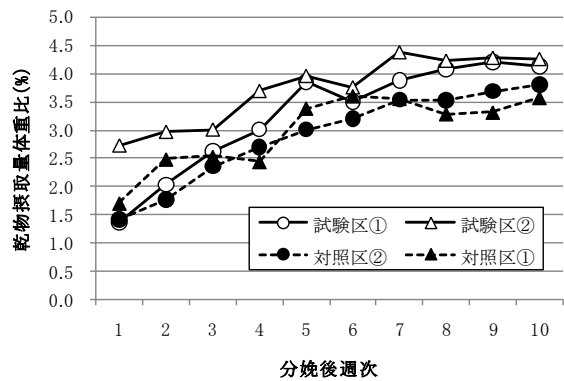


図3. 乾物摂取量/体重比の推移

### 2 泌乳成績

表5に泌乳成績を示した。4%脂肪補正乳量(FCM乳量)をみると、両区で差は認められなかった(図4)。乳生産効率に両区で大きな差は無く、乳蛋白生産効率は、試験区でやや高くなっていた。また、乳中尿素態窒素(MUN)は、試験区で低かった。

表5. 分娩後10週間の泌乳成績

項 目	試験区①	試験区②	対照区①	対照区②	
牛番号	708	808	704	903	
最高乳量	kg/日	46.5	47.2	41.2	41.0
最高乳量到達週	週目	8	7	7	12
乳量	kg/日	37.9	37.8	34.7	32.8
FCM乳量	kg/日	38.4	36.1	38.3	37.3
乳生産効率	%	49.1	46.0	47.6	53.5
乳蛋白生産効率	%	41.4	34.9	30.9	31.1
乳脂肪率	%	3.77	4.34	4.76	5.13
乳蛋白質率	%	2.74	2.88	2.97	2.74
無脂固形分率	%	8.17	8.34	8.72	8.26
乳糖率	%	4.42	4.46	4.73	4.51
乳中尿素態窒素	mg/dl	5.4	6.5	10.1	9.1
体細胞数	千個/ml	197	44	29	58

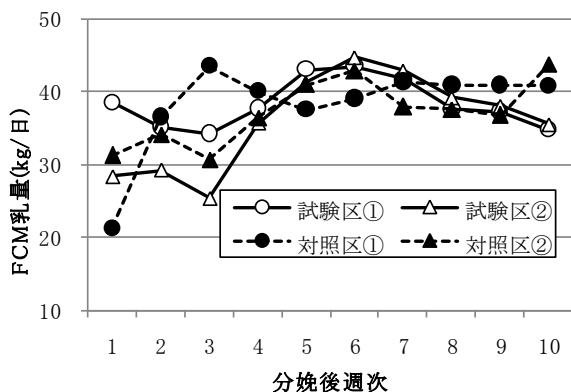


図4. FCM乳量の推移

### 3 第一胃内容液性状

経口採取した第一胃内容液の性状について、pHは、各個体で差はみられなかった。また、アンモニア態窒素は、試験区で低かった。プロトゾア数は、どの個体も標準的な値であった。

表6. 第一胃内容液性状

項目	試験区①	試験区②	対照区①	対照区②
牛番号	708	808	704	903
pH	7.18	7.09	7.18	7.14
アンモニア態窒素(mg/dl)	6.3	7.0	11.2	7.7
プロトゾア数( $10^5$ /ml)	1.0	1.5	2.2	1.4

※分娩後5週目・10週目の平均、経口採取

### 4 血液性状

BUN(血中尿素態窒素)、ALB(アルブミン)、TCHO(総コレステロール)が試験区で低く推移した(図5)。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7)。

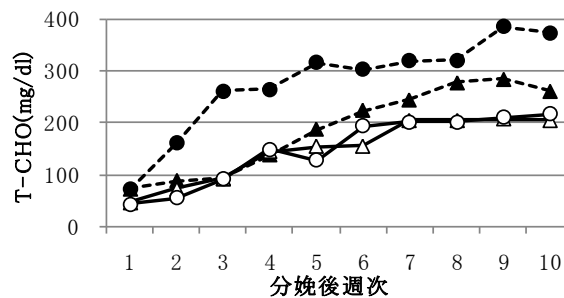
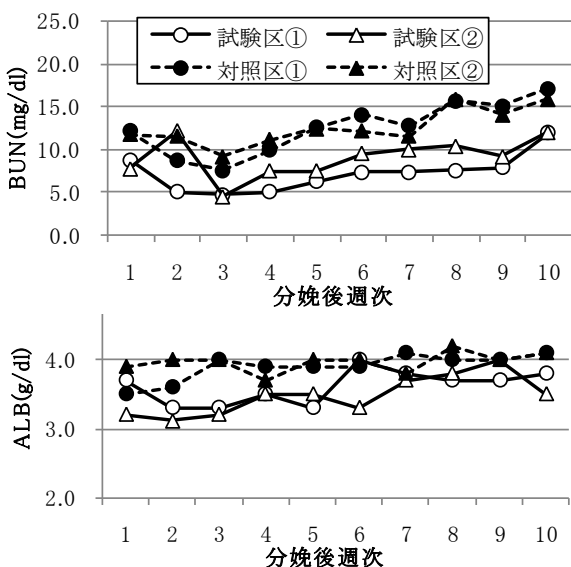


図5. BUN、T-CHO、ALBの推移

表7. 血液生化学性状

項目	試験区①	試験区②	対照区①	対照区②
牛番号	708	808	704	903
GLU(mg/dl)	57	60	65	62
BUN(mg/dl)	7.2	9.1	12.6	12.5
TP(mg/dl)	7.6	7.8	7.9	8.2
ALB(mg/dl)	3.6	3.5	3.9	4.0
TCHO(mg/dl)	149	148	277	187
Ca(mg/dl)	10.6	10.2	10.6	11.0
P(mg/dl)	5.6	6.0	5.6	5.6
GOT(IU/l)	103	127	81	93
GGT(IU/l)	41	35	31	31

※分娩後10週間の平均

## 考 察

本試験では、稲WCSと飼料用玄米を併給し低蛋白質水準とした飼料が泌乳前期牛の乳生産に及ぼす影響について検討した。

乾物摂取量(DMI)について、対照区では10週目までに体重あたりのDMIが3.5%程度までしか増加しなかった。NDF含量が40%を超えて高かったことにより、DMIが抑制されていたと考えられる。一方、試験区では7-10週目で体重あたりのDMIが4%以上を確保できており、稲WCSや飼料用玄米の給与は、嗜好性やDMIに影響を及ぼすものではなかった。

稲WCSの穂部や飼料用玄米はデンプン含量が多く、試験区ではNFC含量が40%を超えていた。さらに、給与した飼料用米は粉碎粒度が細かく、第一胃内で発酵されやすいことから、ルーメンアシドーシスの発生が懸念された。しかし、乾物摂取量の低下や採食速度の低下は認められず、ルーメン発酵は安定していたと考えられる。NFCとNDFのバランスをとることが、正常なルー

メン発酵の維持、DMIや乳量の最大化に必要とされる。そして、飼料中のNFC含量が40%と多くなる場合、NFC/NDF比0.9~1.2で高い乳量が得られるといわれている(Nocekら, 1988)。試験区において、粉碎玄米は洗い出し糞中に全く確認されなかったものの、稲WCS穂部の粃(子実)の多くが未消化で糞中に排せつされていた。試験区のNFC/NDF比は、設計値では1.27で至適範囲(0.9~1.2)を超えて高かったが、子実排せつによるエネルギー損失のため、実際に利用されたNFCは少なかったと推察される。

関ら(2011)は、泌乳前期牛に対して、乾物重量換算で全飼料中に稲WCSを25%、挽き割り処理した飼料用玄米を25%給与した試験を実施しているが、アシドーシスの危険性は小さく、産乳性に影響はないとしている。

ところで、圧ペントウモロコシや圧ペン大麦の代替とした関らの試験と異なり、本試験では、配合飼料の代替として、飼料用玄米を用いたため、低蛋白質水準となる。低蛋白質水準の飼料給与については、既報と同じ傾向にあった。すなわち、①低蛋白質水準とした試験区は、対照区と比較して乾物摂取量が多くなる傾向がある。②低蛋白質水準としても、乳量や乳成分率に影響を及ぼさず、乳蛋白質生産効率が高くなる。第一胃内アンモニア態窒素、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低くなる。③代謝障害や繁殖障害に対する明確な改善効果は認められないが、低蛋白質水準で、分娩後の体重の落ち込みが軽く、早期に体重が回復する個体が多い。

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。泌乳中後期牛を用いた前報では、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は標準値(MUN: 8~16mg/dl, BUN: 10~20mg/dl)の範囲内であった。しかし、泌乳前期牛を用いた今回の試験では、乳量に見合う蛋白質合成が追い付かず、これらの値は標準値を下回り、蛋白質不足を反映していると考えられた。乳生産に影響はみられなかったが、今後、長期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り、深沢(2012)の指摘するように、玄米の代替に伴い低下する

CPを補うことも重要である。また、飼料用米の粉碎程度により粒度分布が異なり、ルーメン内の消化速度などに影響している。最適なルーメン発酵、すなわち菌体蛋白質生産を最大にするためには、エネルギー(NFC)と蛋白質の分解パターンをシンクロさせることが重要であり、飼料用米の粉碎粒度と分解特性にまで踏み込んだ検討が必要になる。

以上のことから、泌乳前期の乳牛では、稲WCSとの組み合わせで飼料用玄米を濃厚飼料の43%(飼料全体の22.5%)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明らかとなった。

今後、飼料自給率向上のため、国産飼料である飼料用稲の利用拡大が期待される。

## 参考文献

- (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.
- 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
- (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).
- 深沢芳隆・脇本亘・本谷直. ホルスタイン種乳牛における破碎玄米の配合飼料50%代替給与が産乳性、ルーメン液・血液性状、窒素出納および乾物消化率に及ぼす影響. 関東地区産学会報, 63(1):1-7. 2012
- Nocek, J. E. et al., Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production, J. Dairy Sci., 71(8):2070-2107, 1988
- 佐藤智之・森永史昭・明間基生・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1報) - 食品残さを利用した低蛋白質飼料給与の効果 -, 福井県畜産試験場研究報告, 22:15-19, 2009
- 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  
一, 福井県畜産試験場研究報告,  
23:1-6, 2010

関誠ら. トウモロコシと大麦を飼料用玄米に代  
替した発酵TMRの給与が泌乳前期の乳生産  
に及ぼす影響. 日本草地学会誌, 57 (別)  
:79. 2011

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

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).

## **Effects of Dietary Protein Levels on Lactation Performance of Dairy Cows. ( vol.5 )**

**- The Effect of Low Protein Level Feed Using Both Brown Rice  
and Rice Whole Crop Silage in Early Lactation Cow-**

Takuya WADA, Kouichi TAKABATAKE and Morinaga Fumiaki<sup>1)</sup>

Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

<sup>1)</sup>Fukui Prefectural Okuetsu General Office of Agriculture and Forestry

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. Four Holstein cows in early lactation were used for 10 weeks feeding test. Control diet (CON) contained 35% grass silage, 35% formula feed, 10% flaked barley (dry matter basis). Experimental diet (EX) contained 20% rice WCS, and 34% (at the level of 43% in the concentrate) crushed brown rice as a substitute of formula feed and all flaked barley. Crude protein level of EX was adjusted to 14% by using soy bean meal, however lower than that of CON(16%).

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 both crushed brown rice and rice WCS.

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 early lactating cows.

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