

ISSN 1344-3941
CODEN : NICKA3

Animal Science Journal

Vol.70 No.10
October 1999



Japanese Society of Animal Science

日本畜産学会報

社団法人 日本畜産学会

Animal Science Journal

Official Journal of Japanese Society of Animal Science

President Kohkichi UEHARA

Vice president Tsutomu KONNO, Hideo YANO

Editor-in-Chief : S. SAKAI

Editorial Board : T. HARIGAYA, H. ITABASHI, N. KAKI-ICHI, T. KAMADA,
Y. KANAMARU, Y. KARASAWA, S. KOBAYASHI, Y. SASAKI, S. SUGITA

Executive Editors : T. TANAKA, H. TOMOGANE

Membership includes subscription to the Journal (No. 1-6 in English, No. 7-10 in Japanese) and the privilege of submitting reports for publication. The annual membership fee is 8,000 yen.

Foreign subscribers for the Journal (No. 1-6) have the privilege of submitting reports for publication. The annual subscription rate is 4,000 yen.

All correspondences concerning this Journal should be addressed to : Japanese Society of Animal Science, 201, Nagatani Corporas, Ikenohata 2-9-4, Taito-ku, Tokyo, 110-0008 Japan.

Abbreviation : Anim. Sci. J.

Formerly : The Japanese Journal of Zootechnical Science (Vol. 1-62)
Animal Science and Technology (Vol. 63-69)

日 本 畜 産 学 会 報

社 団 法 人 日 本 畜 産 学 会 発 行

会 長 上 原 孝 吉

副 会 長 紺 野 耕 ・ 矢 野 秀 雄

編集委員長 : 酒 井 仙 吉

編集委員 : 板 橋 久 雄 ・ 柿 市 徳 英 ・ 金 丸 義 敬 ・ 鎌 田 壽 彦 ・ 唐 沢 豊 ・
小 林 信 一 ・ 佐 々 木 義 之 ・ 杉 田 昭 栄 ・ 針 谷 敏 夫

編集理事 : 田 中 智 夫 ・ 友 金 弘

学会事務所 〒110-0008 東京都台東区池之端二丁目九番四号 永谷コーポラス 201号

略称 : 日畜会報

複写される方へ

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(株)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル
学術著作権協会

TEL : 03-3475-5618 FAX : 03-3475-5619

E-mail : kammori@msh.biglobe.ne.jp

アメリカ合衆国における複写については、次に連絡して下さい。

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA

Phone : (978) 750-8400 Fax : (978) 750-4744

http : //www.copyright.com

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

41-6 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

TEL : 81-3-3475-5618 FAX : 81-3-3475-5619

E-mail : kammori@msh.biglobe.ne.jp

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA

Phone : (978) 750-8400 Fax : (978) 750-4744

http : //www.copyright.com

日本畜産学会報

第 70 卷 第 10 号 平成 11 年 10 月

目 次

一般論文

- 哺乳類の毛皮標本からの DNA 抽出ならびに機能遺伝子の回収に関する研究
……………浅野由ミ・上北尚正・河西恭子・遠藤秀紀・山田 格・佐分作久良・
山内啓太郎・東條英昭・名取正彦・館 鄰… J351
- 胚回収後のプロスタグランジン F_{2α} 投与によるウシの卵巣形態と血漿中性ホルモン
濃度の変化……………牛之浜寛治・上村俊一・浜名克己… J363
- ウシ体外作出胚のアシステッドハッチング……………天野朋子・山中昌哉・板垣佳明… J370
- スナネズミ (*Meriones unguiculatus*) における同居時の週齢と交尾経験が繁殖に及ぼす
影響……………甲斐 藏… J377
- ブタ未成熟卵子に対する Butyrolactone-I の卵核胞崩壊抑制効果
…西本凡子・永井 卓・山内伸彦・竹之内直樹・下司雅也・橋爪 力・榊田博司… J384
- 飼料タンパク質の分解率の違いが泌乳牛の窒素およびエネルギー出納に及ぼす影響
……………中井文徳・平嶋善典・上田宏一郎・アグン プルノモアディ・樋口浩二・
永西 修・寺田文典… J390
- 熱処理した *Lactococcus lactis* 添加によるチーズへの γ -アミノ酪酸蓄積法
……………野村 将・染谷幸雄・古川左近・鈴木一郎… J397
- ジャージー種雌牛の肉質と肉色変化……………栗木隆吉・泉本勝利・宮本 拓… J403
- 黒毛和種子牛に対する生後 3 日間のヒトの接触処理がその後の対人反応に及ぼす影響
……………小迫孝実・井村 毅… J409
- 追従反応を利用した初期誘導訓練における黒毛和種子牛の行動
……………小迫孝実・井村 毅… J415
- 日本畜産学会報第 70 巻 5 号和文抄録 …………… J421
- 学会記事…………… J430
-

Animal Science Journal

Vol. 70 No. 10 October 1999

Contents

Regular Papers (in Japanese with English Abstract)

Studies on the Recovery of Genomic DNA and Functional Genes from Mammalian Pelt Specimens Asano Y, Uekita T, Kasai K, Endo H, Yamada T, Saburi S, Yamanouchi K, Tojo H, Natori M, Tachi C	J351
Ovarian Morphological Structures and Plasma Steroid Hormone Profile in Cows Treated with Prostaglandin F _{2α} after Embryo Collection Ushinohama K, Kamimura S, Hamana K	J363
Assisted Hatching of <i>In vitro</i> -produced Bovine Embryos Amano T, Yamanaka M, Itagaki Y	J370
Effects of Age and Sexual Experience at Pairing on the Reproductive Performance in Mongolian Gerbils (<i>Meriones unguiculatus</i>) Kai O	J377
Butyrolactone-I Inhibits Germinal Vesicle Breakdown of Porcine Oocytes Cultured <i>in vitro</i> Nishimoto N, Nagai T, Yamauchi N, Takenouchi N, Geshi M, Hashizume T, Masuda H	J384
Effects of Dietary Protein Degradability on Nitrogen and Energy Utilization of Lactating Cows Nakai F, Hirashima Y, Ueda K, Agung Purnomoadi, Higuchi K, Enishi O, Terada F	J390
Accumulation of γ -Aminobutyric Acid into Cheddar Cheese by Addition of Heat-treated <i>Lactococcus Lactis</i> Cell Nomura M, Someya Y, Furukawa S, Suzuki I	J397
Meat Quality and the Color Changes of Jersey Cows Kuriki T, Izumimoto M, Miyamoto T	J403
Effect of Handling Treatment during Three Days after Birth on the Subsequent Reaction to Humans in Japanese Black Calves Kosako T, Imura T	J409
Behavioral Characteristics of Japanese Black Calves during Leading Training in the First Seven Days after Birth Kosako T, Imura T	J415
Abstracts (in Japanese) Animal Science Journal Vol. 70 No. 5	J421
News and Announcements for Japanese Members	J430

飼料タンパク質の分解率の違いが泌乳牛の窒素 およびエネルギー出納に及ぼす影響

中井文徳・平嶋善典¹・上田宏一郎²・アグン プルノ モアディ³
樋口浩二³・永西 修³・寺田文典³

徳島県畜産試験場, 徳島県上板町 771-1310

¹福岡県農業総合試験場, 筑紫野市 818-0004

²北海道大学農学部, 札幌市北区 060-8589

³農林水産省畜産試験場, 茨城県筑波農林研究団地 305-0901

(1999. 3. 5 受付, 1999. 6. 16 受理)

要 約 飼料タンパク質の第一胃内分解率の違いが泌乳牛の窒素およびエネルギー出納に及ぼす影響を検討するために, 主な飼料タンパク質源として魚粉とビール粕 (LD 区) あるいは大豆粕 (HD 区) で分解率を調整した飼料をホルスタイン種泌乳牛 4 頭に給与して窒素およびエネルギー出納試験を行った。環境条件は気温 18°C, 湿度 60% とし, 1 期 2 週間 (本試験期 5 日) 2 期とするクロスオーバー法で実施した。その結果, 1) 乳量に差はなかったが, LD 区の乳脂率は有意に低下し, 乳タンパク質率, 乳タンパク質生産量は有意に上昇, 増加した。2) 窒素出納は, 窒素摂取量に差はなかったが, LD 区の糞への窒素排泄量, 乳および体蓄積への窒素移行量が増加する傾向にあり, 尿への排泄量は明らかに減少する傾向であった。3) エネルギー出納は, LD 区の糞へのエネルギー損失量がやや多い傾向であったが, 尿, メタンとしてのエネルギー損失量および代謝率に差はなかった。また, LD 区のエネルギー蓄積量が有意に高くなった。4) 摂取代謝エネルギーの生産 (乳エネルギー+蓄積エネルギー) に対する利用効率に差は認められなかった。

以上から, エネルギーおよびタンパク質摂取量が充足した条件下において, 乳成分および窒素出納は飼料タンパク質の分解率の影響を受けたが, エネルギー利用効率はほとんどその影響を受けないことが明らかとなった。

日本畜産学会報, 70 (10) : J390-J396, 1999

反芻家畜に給与される飼料タンパク質はその分解特性によって第一胃内分解率が異なり^{1,11)}, これら飼料タンパク質の分解特性の差異が乳生産に及ぼす効果については多数の成果が報告されている^{3,16,18)}。日本飼養標準乳牛 1994 年版¹²⁾でも高泌乳時の非分解性タンパク質 (UIP) の必要性について解説されており, 今後わが国においても実用化技術としての発展が期待される。

一方, 畜産業が抱える緊急の解決課題である家畜由来する環境負荷低減の観点から, 積極的栄養管理による窒素排泄量の抑制技術が検討されており^{14,19-22)}, 泌乳牛への UIP 給与により尿中への窒素排泄量が減少することが報告されている^{14,21)}。窒素排泄量の抑制問題を家畜のエネルギー利用面からみると, Tyrrell ら²³⁾は要求量以

上の過剰窒素が尿中に排泄される場合のエネルギー損失量を数値的に見積もっており, 尿中への窒素排泄量の減少はエネルギー代謝に少なからず影響を与えるものと指摘している。また, Coppock²⁾は尿中へのエネルギー損失は糞中エネルギーや熱発生量と比較し決して大きくないものの, その減少はエネルギー利用効率に有効に作用するとしている。

しかしながら, 飼料タンパク質の分解性が泌乳牛のエネルギー出納に及ぼす影響について検討した報告は少ない。そこで本実験では, 泌乳牛に第一胃内分解率の異なる飼料タンパク質を給与し, 窒素出納の違いを確認するとともにエネルギー出納に及ぼす影響について検討した。

連絡者: 中井文徳 (fax : 088-694-6211, e-mail : nakai@green.pref.tokushima.jp)

Table 1. Ingredients and chemical composition of diets

Item	Treatment	
	LD	HD
Ingredients (% DM)		
Roughage		
Italian ryegrass wafer	34.6	34.2
Concentrate		
Flaked corn	14.8	11.6
Barley grain	13.5	10.2
Beet pulp	9.8	11.6
Alfalfa meal	9.0	8.1
Soybean meal	4.0	12.6
Fish meal	5.0	—
Brewers grains	4.1	—
Soybean hulls	2.4	7.2
Calcium salts of fatty acids ¹⁾	0.6	1.5
Molasses	2.0	1.9
CaHPO ₄	—	0.9
Mineral and vitamin supplements ²⁾	0.1	0.1
Chemical composition (% DM or MJ/kgDM)		
DM	86.9	86.8
CP	18.3	18.2
UIP (% CP) ³⁾	42.9	32.3
EE	4.9	4.7
NDF	38.8	39.1
GE	18.7	18.5

LD ; low degradable protein, HD ; high degradable protein, DM ; dry matter, CP ; crude protein, UIP ; undegraded intake protein, EE ; ether extracts, NDF ; neutral detergent fiber, GE ; gross energy.

¹⁾ ; Megalac, Volac Ltd.

²⁾ ; Trace minerals (contained 6.0% Zn, 5.0% Mn, 5.0% Fe, 1.0% Cu and 0.1% I), vitamin A, D, E mixture (contained 10,000 IU/g vitaminA, 2,000 IU/g vitaminD₃ and DL- α tocopherol acetate 10 mg/g).

³⁾ ; Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1994).

材料および方法

泌乳前期にあたるホルスタイン種泌乳牛 4 頭を用い、タンパク質分解率の異なる飼料を給与し窒素およびエネルギー出納を測定した。

供試した泌乳牛の平均産次は 2.5 産 (2~3 産)、予備試験開始時の平均分娩後日数は 49 日 (44~59 日) であった。

試験は馴致期 7 日間ののち、予備試験期 9 日間、本試

験期 5 日間の 1 期 14 日間 2 期とした 1 区 2 頭、2 区によるクロスオーバー法により実施した。本試験期は供試牛を開放型呼吸試験装置⁷⁾に収容し、常法¹⁰⁾により窒素およびエネルギー出納試験を実施した。環境条件は気温 18°C、相対湿度 60%とした。

供試飼料の組成および化学成分は表 1 に示したとおりであり、UIP 給与水準は、粗タンパク質 (CP) に対する UIP の割合を 43% に調製した区 (LD 区と略す) と 32% に調製した区 (HD 区と略す) の 2 水準とした。なお、非

分解率の設定は NRC¹¹⁾ を参考に HD 区では UIP が不足しないように、LD 区では分解性タンパク質が不足しないように設定した。飼料給与は、代謝エネルギー (ME) 要求量¹²⁾ を充足する量を 8, 10, 16 および 19 時の 1 日 4 回に分けて給与した。水および固形塩は自由摂取させた。

搾乳は 8 時 30 分、18 時の 2 回とし、本試験期は毎回乳量の計測と分析試料の採取を行った。

飼料の一般成分は常法¹⁰⁾ により、中性デタージェント繊維はデタージェント分析法¹³⁾ により分析した。糞および尿の窒素含量は新鮮物のままケルダール法により分析した。乳成分は赤外線自動分析計 (ミルコスキャン 134 A/B, Foss Electric 社) で分析した。熱量測定は、飼料および糞については通風乾燥後粉砕し、乳および尿については助燃剤を兼ねたポリエチレンフィルム容器内で凍結乾燥⁹⁾、燃研式熱量計 (CA-4PJ, 島津製作所) で分析した。

摂取 ME の生産に対する利用効率 (kp) は次式で求めた。

すなわち、

$$kp = (\text{乳エネルギー} + \text{蓄積エネルギー}) / (\text{摂取ME} - \text{維持に要するME})$$

ここで維持に要する代謝エネルギーは代謝体重あたり 0.4866MJ (116.3 kcal)¹²⁾ として算出した。

統計処理は SAS の GLM プロシジャー¹⁷⁾ より、次のモデルを用いて行った。

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + e_1 + \beta_j + \gamma_k + e_2$$

Y_{ijk} : 測定データ

μ : 総平均

α_i : 群 i の効果

β_j : 飼料 j の効果

γ_k : 試験期 k の効果

e_1, e_2 : 1 次誤差および 2 次誤差

また、飼料の効果については 2 次誤差を用いて F 検定を行い、危険率 5% 以下の場合には有意差があるものと、危険率 10% 以下の場合には傾向があるものと見なした。

結果および考察

1. 飼料摂取量・乳量・乳成分

飼養成績を表 2 に示した。

乾物摂取量については、LD 区においては配合飼料中に魚粉とビール粕を含むが、粗飼料および配合飼料の摂取量にその影響は認められず、両区間に差はなかった。

乳量については両区間に差はみられなかったが、乳脂率については LD 区の 3.32% に対し HD 区 3.70% とな

Table 2. Effects of dietary protein degradability on milk production and composition

Item	Treatment		SE
	LD	HD	
Body weight (kg)	599	593	3.14
DM intake (kg/day)	19.3	19.3	0.49
Roughage	6.6	6.7	0.05
Concentrate	12.7	12.6	0.03
Milk yield (kg/day)	34.9	34.8	0.19
4% FCM yield (kg/day)	31.2	33.2	0.38 ⁺
Milk			
Fat (%)	3.32	3.70	0.06*
Fat (kg/day)	1.15	1.28	0.02 ⁺
Protein (%)	3.09	2.97	0.02*
Protein (kg/day)	1.08	1.04	0.003**
SNF (%)	8.67	8.55	0.02*

FCM; fat-corrected milk, SNF; Solids-not-fat.

⁺; P < 0.1 *; P < 0.05 **; P < 0.01.

り HD 区が有意に高い値となった。乳タンパク質率および乳タンパク質生産量については、逆に LD 区が HD 区に対し、それぞれ 0.12%, 0.04 kg 有意に高い値を示した。この結果、FCM 乳量は HD 区が多くなる傾向であり、無脂固形分率では LD 区が有意に高い値を示した。

飼料タンパク質の分解性が泌乳に及ぼす効果について、Erdman and Vandersall³⁾ は植物性タンパク源によりタンパク質分解率を変えた飼料を給与したところ、乳タンパク質率は分解性の高い飼料の給与で高くなり、乳量、乳脂率はタンパク質分解性により影響を受けなかったとし、Φrskov ら¹⁶⁾ は牧草サイレーズ主体の給与飼料に魚粉を添加したところ、添加量に応じ乳量、FCM 乳量が改善されるとし、Spain and Polan¹⁸⁾ はトウモロコシサイレーズ主体の給与飼料に魚粉を添加することで乳脂率、乳脂肪生産量が減少するとしている。こうした効果の差は飼料構成の違いや UIP 源の種類と量およびその質に影響されるものと考えられるが、本実験のように UIP 源として魚粉を用いた場合、一般的には乳量、乳タンパク質率は改善され乳脂率は低下する傾向にあるとされている³⁾。本実験においても乳量の増加はみられなかったが、乳タンパク質率は上昇し乳脂率は低下することが確認された。

2. 窒素出納

窒素出納成績を表 3 に示した。

両区間の窒素摂取量に差は認められなかったが、日本

Table 3. Effects of protein degradability on nitrogen utilization

Item	Treatment		SE
	LD	HD	
Intake nitrogen (g/day)	566.1	562.3	2.44
Feces	196.4	192.3	0.77 ⁺
Urine	159.8	175.5	3.36 ⁺
Milk	171.2	162.4	1.51 ⁺
Retention	38.7	32.1	1.25 ⁺
Milk + Retention	209.9	194.5	2.31*
Ratio for intake nitrogen (%)			
Feces	34.7	34.2	0.06*
Urine	28.3	31.2	0.49 ⁺
Milk	30.2	28.9	0.30 ⁺
Retention	6.8	5.7	0.22 ⁺

⁺; P<0.1 *; P<0.05.

飼養標準¹²⁾の CP 要求量に対してその充足率は LD 区 111%, HD 区 107% であり, やや過剰であった. 糞中への窒素排泄量, 乳中および体蓄積への窒素移行量は LD 区が HD 区に比べて多くなる傾向であった. また, 尿中への窒素排泄量は LD 区においては明らかに減少する傾向であった. LD 区は HD 区に対し窒素摂取量で 3.8 g 多いが, ほぼ同量の 4.1 g が糞中に排泄され, 乳中と体蓄積に, 尿中への排泄窒素の減少量とほぼ同量の 15.4 g が移行したことになる. 摂取窒素のうち, 乳中と体蓄積に移行した窒素を生産窒素量とすると, LD 区は 209.9 g, HD 区は 194.5 g となり両区間に有意差が認められたが, 生産窒素量に対する乳中移行窒素量の割合は LD 区 82%, HD 区 83% であり差は認められなかった.

摂取窒素に対する割合でみると, 尿中への窒素排泄割合は HD 区が多く, 乳および体蓄積への窒素移行割合は LD 区が多くなる傾向であった. 糞中への窒素排泄割合では両区間に有意差が認められたが, その差は 0.5% に過ぎなかった. 尿中への排泄割合は両区の平均値で 29.8% であり, この値は寺田ら²⁰⁾, 扇ら¹⁴⁾の値に比較して明らかに高い傾向であった. また, 寺田ら²⁰⁾は, 過剰量の CP 給与が尿中への窒素排泄量を増加させることを指摘しており, 既報に比べて尿中窒素排泄量が多かったことも本実験の CP 給与水準 (乾物中 18.2~18.3%) が要求量に対しやや過剰であったことを裏づけていると考えられた.

以上のように, 本実験での CP 給与量が過剰であったことが既往の報告^{14, 21)}と比べ UIP 給与による窒素排泄

量抑制効果が若干低い原因と考えられた. しかし, CP 過剰給与条件下であってもタンパク質分解率の違いは, 窒素の乳中への移行量と尿中への排泄量に明らかに影響することが確認された.

3. エネルギー出納

エネルギー出納成績を表 4 に示した.

代謝体重あたりの総エネルギー (GE), 可消化エネルギー (DE), ME 摂取量に差は認められず, 日本飼養標準¹²⁾に対する ME 充足率は LD 区が 107%, HD 区が 103% であった.

本実験における総エネルギーの消化率 (DE/GE) および代謝率 (ME/GE) は両区の平均値でそれぞれ 72.5% および 64.5% であり, 栗原ら⁸⁾の 63.6% および 55.2%, 早坂ら⁴⁾の 65.0% および 56.6% と比べかなり高い値であった.

エネルギー損失量については, LD 区の糞中へのエネルギー排泄量がやや多くなる傾向であったが, 尿およびメタンとしてのエネルギー損失量ならびに熱発生量に差は認められなかった. 生産に対するエネルギーについては, 乳のエネルギー量は LD 区がやや少ない傾向であり, エネルギー蓄積量は LD 区が有意に多くなる傾向であった.

ME に対する乳エネルギー + 蓄積エネルギー (LE + RE) の割合は LD 区 50.9%, HD 区 50.8% であり差は認められなかった. また, LD 区と HD 区の ME の生産に対する利用効率 kp はそれぞれ 0.679, 0.681 となり差は認められなかった. この値は栗原ら⁸⁾の 58%, Moe ら⁹⁾の 62% よりも高い傾向であったが, エネルギー利用効率は給与飼料の代謝率が上がるほど高くなるとされており¹⁾, 本実験の ME に対する LE + RE の割合および ME の生産に対する利用効率が既往の報告^{4, 8, 9)}と比較して高かったことは, 給与飼料の代謝率と脂肪含量の高さを反映したものと考えられた.

以上述べたように, 本実験ではエネルギーおよび窒素出納はいずれも蓄積を示しており, 窒素については若干過剰であったものと判断された. しかし, 両区間で尿中エネルギー排泄量には差は認められず, 飼料タンパク質の分解性の違いは, 本実験程度の違いであればエネルギー代謝率には影響を及ぼさないものと思われた. また, Tyrrell ら²³⁾は要求量以上の窒素を摂取した場合, 泌乳牛では 1 g 過剰窒素摂取あたり ME で 7.2 kcal の損失につながるとしており, その値を用いて両区のエネルギー損失量を試算すると (日本飼養標準¹²⁾の CP 要求量に比較して窒素として LD 区で 55.4 g, HD 区で 34.5 g 過剰), 1 日あたり LD 区 1.7 MJ, HD 区 1.0 MJ, その差

Table 4. Effects of dietary protein degradability on energy utilization

Item	Treatment		SE
	LD	HD	
Intake energy (MJ/day)			
GE	361.7	357.7	1.51
DE	261.3	260.6	0.69
ME	233.2	230.6	0.99
Energy loss (kJ/kg ^{0.75} /day)			
Feces	832.8	812.3	4.71 ⁺
Urine	68.0	73.3	2.30
Methane	165.0	178.3	5.46
Heat production	948.0	948.0	2.46
Energy of production (kJ/kg ^{0.75} /day)			
Milk	805.5	840.8	7.73 ⁺
Energy retention	180.8	141.5	5.64*
Ratio for intake GE (%)			
Feces	27.8	27.1	0.13 ⁺
Urine	2.3	2.4	0.07
Methane	5.5	6.0	0.17
Heat production	31.6	31.7	0.05
Milk	26.8	28.1	0.30 ⁺
Retention	6.0	4.7	0.16*
DE/GE (%)	72.2	72.9	0.13
ME/GE (%)	64.6	64.5	0.20
EB/ME intake (%)	50.9	50.8	0.16
Efficiency of ME utilization for production (kp)	0.679	0.681	0.008

GE ; gross energy, DE ; digestible energy, ME ; metabolizable energy, EB ; LE+RE : milk energy + retained energy, MEm ; 0.4866 MJ/metabolic body size, kp ; Efficiency of utilization of ME was derived from equation of $kp = EB / (ME \text{ intake} - MEm)$.

⁺ ; P < 0.1 * ; P < 0.05.

は 0.7 MJ/day となり、エネルギーの利用効率にはほとんど影響を与えない程度であった。また、尿中排泄量の増加を損失量として試算すると、逆に HD 区の損失量が LD 区よりも 0.7 MJ/day 多いことになるが、いずれもエネルギー利用効率に大きくは影響しないものと思われた。

以上のことから、尿中窒素排泄量は、飼料中のタンパク質分解率を低く押さえることによって抑制されるが、その効果は CP 水準が高いほど低下すること、また、本実験の条件下においては、タンパク質分解率の違いは尿中エネルギー排泄量やエネルギー利用効率には影響を及ぼさないことが明らかとなった。しかし、本実験はタンパク質がやや過剰ではあるがエネルギー、タンパク質と

も充足された状況下で行っており、Oldham¹⁵⁾の指摘にもあるようにエネルギーおよびタンパク質の供給量比が著しく異なる条件下ではエネルギー利用効率が抑制あるいは改善されることも考えられることから、さらに各種条件下での成績を蓄積する必要があるものと考えられる。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり、実験動物の飼養管理に多大なご協力をいただいた農林水産省畜産試験場企画調整部業務 1 科の各位、化学分析を担当していただいた同試験場栄養部反芻家畜代謝研究室葦沢恵美子氏、染谷深雪氏に深謝いたします。

文 献

- 1) Agricultural Research Council. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 2nd ed. 78-81. Commonwealth Agricultural Bureaux. London. 1980.
- 2) Coppock CE. Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 68 : 3403-3410. 1985.
- 3) Erdman RA, Vandersall JH. Effect of rumen protein degradability on milk yield of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 66 : 1873-1880. 1983.
- 4) 早坂貴代史・田鎖直澄・山岸規昭. ホルスタイン種泌乳牛のエネルギー代謝. 日本畜産学会報, 66 : 374-382. 1995.
- 5) Hussein HS, Jordan RM. Fish meal as a protein supplement in ruminant diets : A review. *Journal of Animal Science*, 69 : 2147-2156. 1991.
- 6) 伊藤 稔・田野良衛. 助燃剤をかねた容器としてポリエチレンフィルムを用いた未乾燥糞および尿の熱量分析法の検討. 畜産試験場研究報告, 32 : 39-43. 1977.
- 7) 岩崎和雄・針生程吉・田野良衛・寺田文典・伊藤 稔・亀岡暁一. 畜産試験場に新設した家畜代謝実験装置について一とくに呼吸試験装置の機能を中心として一. 畜産試験場研究報告, 39 : 41-73. 1982.
- 8) 栗原光規・高橋繁男・相井孝充・久米新一. 泌乳牛のエネルギー代謝に及ぼす環境温度の影響—サイレージおよび乾草給与時—. 日本畜産学会報, 63 : 831-839. 1992.
- 9) Moe PW, Tyrrell HF, Hooven NMJr. Energy balance measurements with corn meal and ground oats for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 56 : 1149-1153. 1973.
- 10) 森本 宏監修. 動物栄養試験法 第1版. 191-257, 280-298. 養賢堂. 東京. 1971.
- 11) National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th revised. 10-20. National Academy Press. Washington, DC. 1988.
- 12) 農林水産省技術会議事務局編. 日本飼養標準・乳牛(1994年版). 中央畜産会. 東京. 1994.
- 13) 農林水産省畜産試験場編. 新しい飼料分析法とその応用. 畜産試験場資料 No. 56-1. 1981.
- 14) 扇 勉・峰崎康裕・西村和行・糟谷広高. 乳牛の糞尿量および糞尿窒素量の低減. 栄養生理研究会報, 42 : 155-165. 1998.
- 15) Oldham JD. Protein-Energy Interrelationships in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 67 : 1090-1114. 1984.
- 16) Ørskov ER, Reid GW, Tait CAG. Effect of fish meal on the mobilization of body energy in dairy cows. *Animal Production*, 45 : 345-348. 1987.
- 17) SAS. SAS/STAT ユーザーズガイド 6.03 版. 569-666. SAS 出版社. 東京. 1990.
- 18) Spain JN, Polan CE, Watkins BA. Evaluating effects of fish meal on milk fat yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 78 : 1142-1153. 1995.
- 19) Tamminga S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, 75 : 345-357. 1992.
- 20) 寺田文典・栗原光規・西田武弘・塩谷 繁. 泌乳牛における窒素排泄量の推定. 日本畜産学会報, 68 : 163-168. 1997.
- 21) 寺田文典・塩谷 繁. 泌乳牛の窒素排泄量に及ぼす魚粉給与と環境温度の影響. 日本畜産学会報, 69 : 620-624. 1998.
- 22) 寺田文典・阿部啓之・西田武弘・柴田正貴. 肥育牛の窒素排泄量の推定. 日本畜産学会報, 69 : 697-701. 1998.
- 23) Tyrrell HF, Moe PW, Flatt WP. Influence of excess protein intake on energy metabolism of the dairy cow. *Proceedings of the 5th Symposium on Energy Metabolism* : 69-72. 1970.

Effects of Dietary Protein Degradability on Nitrogen and Energy Utilization of Lactating Cows

Fuminori NAKAI, Yoshinori HIRASHIMA¹, Koichiro UEDA², Agung PURNOMOADI³,
Koji HIGUCHI³, Osamu ENISHI³ and Fuminori TERADA³

Tokushima Prefectural Livestock Experiment Station, Kamiita-machi, Tokushima-ken 771-1310, Japan

¹ Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino-shi, 818-0004, Japan

² Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo-shi 060-8589, Japan

³ National Institute of Animal Industry, Tsukuba Norin Kenkyu Danchi, Ibaraki-ken 305-0901, Japan

Corresponding : Fuminori NAKAI (fax : +81 (0) 88-694-6211, e-mail : nakai@green.pref.tokushima.jp)

To determine the effects of undegraded intake protein (UIP) on the energy and nitrogen (N) utilization, balance trials were carried out with four early-lactating cows. The trials were conducted using an open circuit respiration apparatus at 18°C and 60% relative humidity. The cows were fed on diet containing fishmeal and brewer's grain (LD, 43% UIP in CP) or soybean meal (HD, 32% UIP) according to cross over design. 1) The results showed no difference ($P > 0.05$) in milk yield between the diets. The diet containing fishmeal and brewer's grain increased the milk protein, but decreased milk fat percentage compared to the diet containing soybean meal. 2) There was no difference in N intake between the diets, however, LD increased the N excretion in feces, N in milk and retained N of cows, and decreased the N excretion in urine compared to the HD. 3) Energy loss in feces of the cows fed LD was higher than that of HD. Energy loss in urine, methane production and energy metabolizability values were almost similar between the diets. Energy retained in the body increased ($P < 0.05$) when cows consumed LD. 4) The efficiency of utilization of metabolizable energy (ME) for milk energy and retention energy (LE+RE) was 68% and no difference was observed between the diets. The results of this study showed that the milk protein content and N balance was influenced by UIP, but not the energy metabolizability and efficiency of utilization of ME for LE+RE.

Animal Science Journal, 70 (10) : J390-J396

Key words : Lactating cows, Protein degradability, Nitrogen balance, Energy balance