

乳牛における給与飼料中の蛋白質の 第1胃における分解率の違いが 乳量・乳成分・乳中窒素の構成に及ぼす影響

柿原孝彦・梅田剛利・原田美奈子・小島雄次¹⁾
(畜産研究所・¹⁾ 福岡県両筑家畜保険衛生所)

乳牛における給与飼料中の蛋白質の第1胃内分解率が乳量、乳成分、乳中窒素の構成に及ぼす影響を明らかにするため、乳牛6頭を用い、大豆粕と魚粉を使って給与蛋白質の第1胃内分解率(以下分解率)を制御して、高分解区(給与蛋白質の分解率67%)、中分解区(分解率63%)、低分解区(分解率59%)の3処理を設け、ラテン方格法により試験を実施した。その結果、飼料蛋白質源の大豆粕の一部を魚粉で代替した中分解区と低分解区は乳牛の代謝体重当たり乾物摂取量が減少し、乳量がやや減少する傾向であった。低分解区では第1胃液中のアンモニア態窒素、血中尿素態窒素が高分解区より低くなった。また、低分解区の乳中窒素の構成では、ホエー態窒素の含量が高まり、それに伴って蛋白態窒素含量も高まり、非蛋白態窒素の含量は低下する傾向にあった。

[キーワード: 乳牛, 蛋白質, 魚粉, 乳蛋白質, カゼイン, ホエー]

Effects of Degradability in Intake Protein from Milk Production and in the Milk Composition by Lactating Holstein Cows. KAKIHARA Takahiko, Taketoshi UMEMA Minako HARADA and Yuji KOJIMA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818 - 8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 20 : 79 - 83 (2001)

To determine the effects of intake protein degradability on the dry matter yield, milk yield and milk composition, trials were carried out with six lactating dairy cows. The cows were fed with three experimental diets: high-degradable protein diet (HD, degradable CP percentage of 67%), medium-degradable protein diet (MD, degradable CP percentage of 63%), and low-degradable protein diet (LD, degradable CP percentage of 59%). Soybean meal comprised 10% of the HD diet, and, replacing the soybean meal, fishmeal was supplied to 2% of the MD diet or 5% of the LD diet. The experimental design was by a 3 × 3 Latin square with the dairy cows each being administered, each for 2 weeks.

Total N, casein N, whey N, and non protein nitrogen (NPN) were measured from milk samples taken in the last 3 days of each period. The diet containing fishmeal (MD, LD) decreased dry matter intake per metabolic body size and tended to decrease the milk yield. LD lowered the level of ruminal NH₃ and blood urea N more than the other treatments. LD also tended to increase the percentage of milk protein N, and, also, the whey N. However, the LD caused the percentage of NPN to decrease.

[keywords: dairy cow, protein, fishmeal, milk protein, casein, whey]

緒 言

農産物の高品質化が求められる中で、カロリー重視から栄養バランス重視へ消費者ニーズが変化するに伴い、乳製品中の乳蛋白質の量や構成について関心が高まっている。通常、生乳中の蛋白質として定量される成分には、蛋白態窒素としてカゼイン、ホエー、さらに非蛋白態窒素(NPN)が含まれる。真の乳蛋白質としては前2者が相当し、NPNは食品栄養としての価値が低い^{24,25)}。今後の乳牛飼養ではこれら乳中窒素の構成を考慮した乳質改善を図る必要がある。

一方、乳牛に給与される飼料中粗蛋白質(以下、CP)は、飼料の種類により第1胃内における分解率(以下、分解率)が異なるとされており^{4,18)}、この第1胃内分解特性を判定する試み^{19,26)}や、分解特性の差異が乳生産に及ぼす影響についての研究^{2,3,6,10,11,14,15,17,28)}が多数なされた結果、日本飼養標準²⁰⁾においてもCPの分解率を用いた給与技術が取り上げられるようになった。

給与CPの分解率を調整すれば、乳中窒素(乳蛋白質)

の構成やその他の乳成分が影響を受けると推測されるが、乳中窒素の構成に対する影響について検討した報告は少ない。そこで、本研究では蛋白質飼料として魚粉と大豆粕を用い、給与CPの分解率の違いが乳量、乳成分、特に乳中窒素の構成に与える影響を検討したので報告する。

材料及び方法

1 試験区分、飼料給与

試験区分及び供試飼料の構成、化学成分を第1表に示した。供試牛は平均産次2.7産の泌乳中期(分娩後2~3月)ホルスタイン種6頭(乳量30kg程度)を用いた。給与試験は1区2頭、3区によるラテン方格法とし、予備期間9日間、本試験期5日間の1期14日間で3期実施した。試験は1997年2月13日から3月27日(42日間)に行った。

試験処理はCPの主な供給源である大豆粕の一部を魚粉で代替することにより、TDN、CPおよび繊維の水準が一定で、CP分解率が異なる3種類の供試飼料を調製

第1表 各処理の給与飼料配合割合と飼料成分

項目	HD	MD	LD
構成割合 (%/DM)			
イタリアンライグラス乾草	23.3	24.4	25.2
スーダングラス乾草	8.1	8.0	7.8
アルファルファ乾草	9.4	9.4	9.1
一般フスマ	5.8	5.8	5.6
ビートパルプ	9.7	9.7	9.4
大麦	18.3	11.6	11.3
トウモロコシ	13.4	19.4	20.7
大豆粕	10.1	7.7	4.9
魚粉	-	2.0	4.2
脂肪酸Ca	0.8	0.8	0.8
ミネラル添加剤	1.2	1.2	1.2
飼料成分 (%/DM)			
TDN	73.5	73.5	73.4
CP	16.1	16.2	16.4
分解率	67.1	62.6	58.9
EE	3.3	3.5	3.6
CA	7.4	7.6	7.7
OCC	53.8	53.9	54.2
OCW	38.8	38.6	38.0
NDF	34.6	34.6	34.3
ADF	21.0	21.0	20.8

- 1) EE: 粗脂肪 CA: 粗灰分 OCC: 細胞内容物
 OCW: 総繊維 NDF: 中性デタージェント繊維
 ADF: 酸性デタージェント繊維

し給与した。すなわち、大豆粕を乾物当たり約10%配合した高分解区(以下、HD区)、大豆粕の約25%を魚粉で代替した中分解区(以下、MD区)、大豆粕の約50%を魚粉で代替した低分解区(以下、LD区)の3水準とした。

飼養形態はフリーストール方式、給与飼料は混合飼料(TMR)の不断給与とし、ドアフィーダにより個体管理を実施した。TMRは1日1回調製(DM60%)し、朝夕の搾乳終了後に給与した。搾乳は9時、17時からの2回とした。水及び鉍塩は自由に摂取させた。

2 調査方法

乳量、体重は毎日搾乳時に計測した。乳成分は本試験期間の最終日を除く3日間測定し、平均した。乳成分の分析方法は、近赤外牛乳分析機(ミルコスキャン133B型)により乳脂肪率、乳糖率、無脂固形分率を測定した。また、蛋白態窒素は乳サンプルに24%トリクロル酢酸を同量添加して混合、凝固物をケルダール分析することにより、カゼイン態窒素は(以下、カゼイン)同じくN/10規定塩酸を徐々に滴下してpH4.6に調整し、凝固物をケルダール分析することにより測定した²⁵⁾。さらに、乳サンプルをそのままケルダール分析することにより全窒素を測定し、これらの成分の差し引きによりホエー態窒素(以下、ホエー)、非蛋白態窒素(以下、NPN)を算出した。また、全窒素含量に6.38を乗じて²⁵⁾乳蛋白質率を算出した。

血液採取は各期最終日の13時に尾根部静脈血管から行い、分離した血漿を用いて血液化学自動分析機(京都第一科学SP-4410)により血糖、総蛋白質、アルブミ

第2表 体重及び飼料摂取量

処 理		HD	MD	LD
DMI	kg	24.4	23.7	23.8
体重	kg	673	674	676
DMI/MBW	g	185a	180b	179b
TDN 摂取量	kg	18.0	17.4	17.5
CP 摂取量	kg	3.93	3.84	3.90
TDN 充足率	%	113	112	114
CP 充足率	%	124	124	127
乾物消化率	%	77.1	76.9	77.8
CP 消化率	%	78.0	77.2	79.3

- 1) DMI: 乾物摂取量 MBW: 代謝体重
 2) 充足率は日本飼養標準(99年版)より試算
 3) a, b: P<0.05

第3表 乳量及び乳成分

処 理		HD	MD	LD
乳量	kg	31.1	30.1	29.9
FCM	kg	32.1	31.1	31.0
乳脂肪率	%	4.23	4.23	4.26
乳蛋白質率	%	3.58	3.59	3.64
乳糖率	%	4.36	4.33	4.33
SNF	%	8.90	8.90	8.92
乳生産粗効率	%	33.6	33.5	33.3

- 1) FCM: 脂肪補正乳量 SNF: 無脂固形分

ン、尿素窒素(BUN)、総コレステロール、カルシウム、GOTを計測した。

第一胃液は、各期最終日の朝搾乳終了後約3時間目に当たる13時30分に経口カテーテルにより採取し、直ちにpHを測定後、ガーゼで濾過し、3,000rpm、20分の遠心分離によって得られる上澄み液を測定に用いた。アンモニア態窒素(NH₃-N)はケルダール法により、揮発性脂肪酸(VFA)はガスクロマトグラフで測定した。

給与飼料はイタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草、アルファルファ乾草、一般フスマ、ビートパルプ、大麦、トウモロコシ、大豆粕、魚粉、脂肪酸Ca、ミネラル添加剤を用い第1表に示すと通りの配合割合で調製した。飼料の一般成分は常法¹⁶⁾により分析し、中性デタージェント繊維(NDF)、酸性デタージェント繊維(ADF)はデタージェント分析法³⁰⁾により測定した。また、総繊維(OCW)、高消化性繊維(Oa)、低消化性繊維(Ob)は酵素分析法¹⁾により測定した。CP分解率は日本飼養標準²⁰⁾に記載された各供試飼料の数値を用いて算出した。各飼料成分値から日本標準飼料成分表(95年版)¹⁹⁾の消化率を用いてTDN摂取量を試算した。

飼料成分の消化率を算出するため、酸化クロムカプセル(カプテック)²⁹⁾を投与し1日2回ずつ3日間糞を採取して混合し、糞中の酸化クロム含量を定量²⁷⁾する事により排糞量を推定した。

データの統計処理はSASのGLMプロシジャ²³⁾により行った。危険率5%以下の場合には有意差があると判断した。また、危険率10%以下の場合には傾向があるものと見なして本文中に記述した。

第4表 乳中窒素の構成 %

処 理	HD	MD	LD
全窒素	0.560(100)	0.563(100)	0.570(100)
カゼイン	0.426(76.0)	0.427(75.9)	0.433(75.9)
ホエー	0.096(17.1)	0.097(17.3)	0.103(18.1)
カゼイン+ホエー	0.522(93.1)	0.524(93.2)	0.536(94.0)
NPN	0.039(6.9)	0.039(6.9)	0.034(6.0)

1) カゼイン:カゼイン態窒素 ホエー:ホエー態窒素
NPN:非蛋白態窒素

第6表 血液性状

処 理		HD	MD	LD
GLU	mg/dl	65.7	62.8	62.5
TP	g/dl	7.65	7.70	7.58
BUN	mg/dl	15.8 a	14.8 ab	14.0 b
Alb	mg/dl	4.13	4.15	4.17
T-Cho	mg/dl	190.7	195.0	193.0
GOT	IU/L	66.3	67.5	83.2
Ca	mg/dl	10.0	10.1	9.9

1) GLU:グルコース TP:総蛋白質
BUN:尿素態窒素 Alb:アルブミン
T-Cho:総コレステロール
2) a, b: p<0.05 SAS (GLM)

結 果

1 乾物摂取量と消化率

供試乳牛の飼料摂取状況を第2表に示した。魚粉を添加した飼料について、嗜好性が低下する状況が観察され、MD, LD区でHD区に対して乾物摂取量(以下DMI)が減少する傾向であった。さらに、代謝体重当たりのDMIはMD, LD区がHD区に対し有意に低下した。TDNやCPの充足率はほぼ同水準で、いずれも100%以上に充足されていた。乾物消化率には差が認められなかったが、CPの消化率についてはLD区が他の区に対してやや高い傾向であった。

2 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を第3表に示した。乳量は魚粉を添加したMD, LD区がHD区に対して低下する傾向であった。また、乳脂肪率、乳糖率、無脂固形分率については、各区間にほとんど差は認められなかった。乳蛋白質率についても有意差はなかったが、LD区は他の区に対して、やや高くなる傾向であった。また、乳中窒素をカゼイン、ホエー、NPNに分けて分析し、その構成を第4表に示した。有意差は無かったが、LD区は他の区に対してホエーが高まり、NPNが低下する傾向で、カゼインとホエーを足した蛋白態窒素の含量も向上する傾向にあった。

3 第1胃液性状

第1胃液性状について第5表に示した。第1胃液のpHには処理間で差が認められなかった。同様に有機酸組成についても、酢酸、プロピオン酸、酪酸共にほとんど処理間差が認められなかった。しかし、アンモニア態窒素については、給与蛋白質の分解率が高まると上昇する傾向であり、HD区はMD, LD区より有意に高くなった。

第5表 第1胃液性状

処 理		HD	MD	LD
pH		6.83	7.00	6.68
VFA モル比				
酢酸	%	66.8	67.3	66.2
プロピオン酸	%	18.9	18.7	18.8
酪酸他	%	14.7	14.3	15.1
A/P比		3.54	3.59	3.53
NH ₃ -N	mg/dl	8.97a	6.90b	6.50b

1) NH₃-N:アンモニア態窒素
2) a, b: p<0.05 SAS (GLM)

4 血液性状

朝の飼料給与と開始3時間後に採取した血液性状について第6表に示した。血糖(GLU)総蛋白質(TP)アルブミン(Alb), 総コレステロール(T-Cho)カルシウム(Ca)については処理間差が認められなかった。しかし、血中尿素態窒素(BUN)については、給与CPの分解率が高い区ほど上昇する傾向にあり、HD区はLD区より有意に高くなった。

考 察

本研究では乳牛の第1胃におけるCPの分解率がDMI, 乳量, 及び乳蛋白質の構成にいかに関与しているか調査することを主眼とし、飼料設計に当たっては日本飼養標準⁹⁾に基づきCP分解率の差を最大8%程度つけて比較した。乳牛に対し給与飼料のCP分解率を高めると、第1胃液のアンモニア態窒素濃度が高まる^{8,11,14,15)}ことが報告されているが、本研究でも同様の傾向が認められ、第5表に示すようにHD区とLD区で第1胃液中のアンモニア態窒素割合に有意な差が認められている。これに対し、第1胃液中のVFAモル比には各処理間で差がなく、CP分解率の影響は第1胃中の蛋白質の分解に留まり、繊維と炭水化物の分解にはほとんど影響を与えず、ルーメン内の恒常性も保たれていたことが示唆された。

DMIは魚粉を給与したMD, LD区でやや減少する傾向にあり、代謝体重当たりのDMIでは有意に減少した。各処理の乳量に有意な差はなく、HD区に対し、MD, LD区でやや減少する傾向にあった。魚粉を用いたCP分解率変化の乳量に対する影響については多く検討されているが、CP分解率を低下させることにより乳量の増加を認めた報告^{2,3,6,7,12,15,21)}が多い。しかし、採食量が低下した報告^{5,8,31)}や乳量の増加効果がないとする報告^{8,17,28)}も見られ、本研究ではこれらと同様の結果を得た。CP分解率を低く抑えて(MD, LD区)も、その効果が乳量に対して認められなかったのは、DMIが低下したことが要因の一つと推察される。また、もう一つの要因と考えられるのは高いCPの充足率(約120%)である。本研究では、CP分解率が乳中窒素構成に与える影響を調査するため、比較的高いCP給与水準で試験実施した。この場合、分解性に係わらず、CPが充足され易くなるため、家守ら¹⁵⁾も報告しているように、分解率の違いが乳量に影響を及ぼさなくなると推察される。CP分解率の乳量への影響については魚粉の嗜好性や、CPの給与水準等について、いくつか異なる水準を設けて検討を加えてい

くことが必要と考えられる。

CP分解率の乳成分に与える影響は、総じて少ない結果であった。ただし、乳中窒素の構成については、CP分解率を低く設定した場合(LD区)、ホエー含量が高まり、反対にNPNが低くなる傾向にあり、蛋白態窒素(カゼイン+ホエー、真の蛋白質に該当)は高まる傾向にあった。飼料CPの分解率が乳成分に及ぼす影響については、分解率を低下させることで乳蛋白質率の向上を認めた報告^{6,7,12,15)}が多いが、乳中窒素の構成については、まだ十分な知見が得られていない。一般的に、CP給与量が多いと乳中のNPNが上昇し、少ないと減少する^{9,24,25)}と言われている。第1胃に供給されるエネルギーとCPのバランスが崩れ、微生物によるCPの分解消化量が供給量に追いつかず、第1胃で過剰なアンモニアが発生した場合、これが血液中に吸収されてBUNが上昇し²²⁾、さらに乳中に移行してNPNが上昇⁹⁾するものと考えられる。本研究のLD区のようにCP分解率を低く抑えた場合、第1胃での過剰なアンモニア発生が押さえられ、乳中のNPNの減少を導くと共に、CPが無駄なく分解消化吸収されることで乳中の蛋白態窒素の向上にも寄与した可能性がある。カゼインよりホエーの方が変動した理由については不明であるが、アミノ酸だけから合成されるホエーの方が、合成経路が複雑なカゼイン(リンや、一部糖が結合)よりも変動しやすいことも考えられる。以上の傾向は飼料CP分解率の適正化による乳中窒素(乳蛋白質)の成分構成を改善する可能性を示すものとして注目される。しかし、効果としては未だ小さく、今後、様々な条件について検討を重ねることが必要と考えられた。

引用文献

- 1) 阿部亮・堀井聡(1979)細胞膜物質の定量における中性デタージェント法の酵素分析との比較. 日草誌 **25** (1): 70 - 75.
- 2) 足立憲隆・鈴木和明・笠井勝美・廣木政昭・武田正寛・木船厚恭・生方順亮・土屋友充・長谷川鬼子男・富田道則・福島毅・稲葉満・武井一男・酒井喜義・吉井邦雄・小塩静夫・東井滋能・藤野日出海・森下賀之・栗原昭広・入江明夫・野中敏道・圓山繁・中島宣好・大山政勝・新宅敏博(1997)飼料給与法の改善による高品質乳の生産と繁殖性に関する研究. 第1年次. 茨城畜試研報 **25**.
- 3) 足立憲隆・鈴木和明・武田正寛・木船厚恭・生方順亮・斎野哲朗・土屋友充・富田道則・福島毅・稲葉満・武井一男・北山智広・吉井邦雄・小塩静夫・東井滋能・藤野日出海・森下賀之・石井亮・入江明夫・野中敏道・圓山繁・中島宣好・大山政勝・新宅敏博(1998)飼料給与法の改善による高品質乳の生産と繁殖性に関する研究. 第2年次. 茨城畜試研報 **27**.
- 4) Agricultural Reseach Council.(1980) The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux. London.
- 5) Atwal, A. S. and J. D. Erfle (1992) Effects of feeding fish meal to cows on digestibility, milk production, and milk composition. J. Dairy Sci. **75**: 502 - 507.
- 6) Broderick, G. A.(1992) Relative value of fish meal versus solvent soybean meal for lactating dairy cows fed alfalfa silage as sole forage. J. Dairy Sci. **75**: 174 - 183.
- 7) Bruckental, I, D. Drori, M. Kaim, H. Lehrer, and Y. Folman (1989) Effects of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high - producing primiparous and multiparous dairy cows. Animal Production. **48**: 319 - 329.
- 8) Christensen, R. A., G. L. Lynch and J. K. Clark (1993) Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk components by lactating holstein cows. J. Dairy Sci. **76**: 3490 - 3496.
- 9) Deperters, E. J. and J. D. Ferguson (1992) Nonprotein nitrogen distribution in the milk of cows. J. Dairy Sci. **75**: 3192 - 3209.
- 10) Erdman, R. A. and J. H. Vandersall (1983) Effect of rumen protein degradability on milk yield of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. **66**: 1873 - 1880.
- 11) 藤城清司・新城恒二・玉江俊嗣・石崎重信・杉本裕・前之園孝光・山田真希夫・真田雅・後藤幸雄・阿部正夫・鮎詫安司・田崎稔・大野光男・須藤平次郎・苦米地達生・斎藤友喜・砂川政広・遠畑亮・関口博・坂田雅史・川手秀一・関日出子・河野英俊・桜井和巳・長坂悦男・霜村博文・小柴哲也・吉田宮雄・井上直人・井出忠彦・中田基家・直江俊郎・岩井威道・小林又・原田英雄・高橋昭彦・神谷勝則・加藤泰之・板橋久雄・小林剛・松本光人・伊藤稔・岩崎和雄・寺田文典・高橋正也・針生程吉・宍戸弘明・亀岡暄一(1987)飼料蛋白質の第1胃内分解性の差異が泌乳初期乳生産に及ぼす影響. 千葉畜センター特別研報 **1**: 24 - 57.
- 12) Hussein, H. S. and R. M. Jordan (1991) Fish meal as a protein supplement in ruminant diets. J. Anim. Sci. **69**: 2147 - 2156.
- 13) 入来常德・大川勇・阿部又信(1983)濃厚飼料多給条件における飼料蛋白質の第1胃内分解程度の相互比較. 日畜会報 **54** (9): 518 - 524.
- 14) 香川裕一・生田健太郎・山口悦司・高田修(1996)飼料蛋白質のルーメンバイパス率が泌乳最盛期の乳牛の乳生産に及ぼす影響. 兵庫農技研報(畜産) **32**: 49 - 52.
- 15) 家守紹光・小島雄次・山下克之・上田允祥(1995)乳用牛に対する魚粉給与と粗蛋白質水準が乳量、乳成分に及ぼす影響. 福岡農総試研報 **14**: 181 - 185.
- 16) 森本弘(1971)動物栄養試験法. 養賢堂: 280 - 297.
- 17) 中井文徳・平島善典・上田宏一郎・アグンブルノモアルディ・樋口浩二・永西修・寺田文典(1999)飼

- 料蛋白質の分解率の違いが泌乳牛の窒素及びエネルギー出納に及ぼす影響. 日畜会報 **70** (10): J390 - J396.
- 18) National Research Council (1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, d.c. National Academy Press.
- 19) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1995) 日本標準飼料成分表. 東京: 中央畜産会.
- 20) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) 日本飼養飼料標準. 東京: 中央畜産会.
- 21) Ørskov, E. R., G. W. Reid and C. A. G. Tait (1987) Effect of fish meal on the mobilization of body energy in dairy cows. *Animal Production*. **45**: 345 - 348.
- 22) Roseler, D. K., J. D. Ferguson, C.J. Sniffen, J. Herrema (1993) Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* **76**: 525 - 534.
- 23) SAS. (1990) SAS/STAT ユーザーズガイド 6. 03版. 東京: SAS出版社.
- 24) 佐藤博・花坂昭吾・松本光人 (1994) 牛乳中の真の蛋白質割合と乳牛の栄養摂取状態との関係. 日畜会報 **65** (9): 850 - 855.
- 25) 佐藤博・西口靖彦・天野宏志・山本和利・秋山俊彦・木之下明弘 (1995) コーンサイレージおよび牧草サイレージ飼養の乳牛への蛋白質飼料の補給が牛乳の蛋白質成分に及ぼす影響. 日畜会報 **66** (9): 780 - 786.
- 26) 渋井仁志・河井武則・加藤信人・阿部又信 (1983) 濃厚飼料多給時の牛の第1胃内における飼料蛋白質の分解特性. 日畜会報 **54** (9): 511 - 517.
- 27) 武政正明 (1992) リン酸カリ試薬による酸化クロム定量法の改良. 畜産試験場研報 **52**: 7 - 13.
- 28) 寺田文典・塩谷繁 (1998) 泌乳牛の窒素排泄に及ぼす魚粉給与と環境温度の影響. 日畜会報 **69** (6): 620 - 624.
- 29) 梅村恭子 (1996) 放牧家畜の採食量推定法に関する新しい情報. 畜産の研究 **50** (8): 47 - 52.
- 30) Van Soest, P. J. and R. H. Wine (1967) Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell - Wall Constituents. *J. Assn. Official Anal. Chem.* **50**: 50 - 55.
- 31) Wohlt, J. E., S. L. Chmiel, P. K. Zajac, L. Backer, D.B. Blethen and J. E. Evans (1991) Dry matter intake, milk yield and composition, and nitrogen use in Holstein cows fed soybean, fish or corn gluten meals. *J. Dairy Sci.* **74**: 1609 - 1618.