

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

家守紹光・小島雄次・山下克之・上田允祥

非分解性蛋白質 (UIP) を多く含む魚粉給与および給与飼料中の粗蛋白質 (CP) 含量が乳牛の乳量、無脂固形分率及び乳蛋白質率に及ぼす影響を明らかにするため、供試牛 8 頭を用いて、ユーデン方格法により試験を実施した。給与飼料中の CP 含量を 14.5, 17.5 % の 2 水準設けた。さらに、各水準で高粗蛋白質飼料として大豆粕のみを用いた飼料と大豆粕の全部または一部を UIP を多く含む魚粉 (乾物当たり 4.2 %) と置き換えた飼料を給与した。(1) 給与飼料中の CP 含量に係わらず、魚粉の給与は大豆粕に比べ、第一胃液のアンモニア態窒素量及び血液中の尿素態窒素量が減少しており、第一胃における蛋白質のバイパス率が増加していることを示唆している。(2) 乳量は CP14.5 % の飼料では魚粉給与により一日当たり 25.8kg が 26.7kg と 0.9kg 増加したが、CP17.5 % の飼料では乳量を増加させる効果が認められなかった。(3) 乳蛋白質率は飼料の CP 含量に係わらず魚粉給与により有意 ($p < 0.05$) に増加したが、無脂固形分率は試験区間に差が認められなかった。以上のことから、魚粉給与は乳蛋白質率の改善に有効であるが、無脂固形分率の改善効果は認められなかった。また、給与飼料の CP 水準が低い場合においては乳量低下を抑制する効果が認められた。

[キーワード: 乳牛, 魚粉, 粗蛋白質, 乳量, 乳蛋白質率, 第一胃液性状]

Effects of Fish Meal and Dietary Protein Levels on lactation Performance of Dairy Cows. KAMORI Tsumimitsu, Yuji KOJIMA, Katsuyuki YAMASHITA and Mitsuyosi UEDA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 181-185 (1995)

The objective of this trial was to investigate the effects of dietary fish meal on Dairy cows. The parameters of this study was based on meals that rich in undegraded intake crude protein in the rumen, crude protein contents of the diets on milk yield and milk composition in Dairy cows. Eight lactating Holstein cows were used in this trial. The experimental design was a double 4×3 Youden square. The cows were fed with four experimental diets. The crude protein contents of dietary dry matter were 14.5 or 17.5 %. Fish meal were supplied with 0 or 4.2% of dry matter, which replaced soybean meal in diets. (1) The cows fed with fish meal had lower ruminal NH_3 and blood urea nitrogen levels than soybean meal, in diets containing 2 types of crude proteins that is 14.5% and 17.5% respectively. This results suggested to increase ruminal undegraded intake crude protein in the meal. (2) There is also an increased 0.9kg/day milk production in diet containing 14.5% crude protein, but wasn't increased in diet containing 17.5% crude protein. (3) Protein content of milk were also increased milk but didn't solids-not-fat content. Dietary fish meal had the capacity to improve milk protein content. When cows fed with lower protein diets, dietary fish meal were capable to inhibit decline of milk product.

[Key words : Dairy cow, Fish meal, Dietary crude protein level, Milk yield, Milk protein, Ruminal fermentation]

結 言

生乳中の乳成分値は生乳取引の基準に使用され、基準値はその時期の生乳の生産状況や消費動向により変化を受ける。生乳取引の基準値は昭和 62 年に乳脂肪率 3.2 % から 3.5 % に引き上げられ、生乳の高品質化をアピールすることにより、生乳の消費拡大が図られた。近年、消費者ニーズの変化やバターの過剰在庫にともなって、生乳取引基準に乳脂肪率とともに無脂固形分率を重視することが検討されており、特にチーズの国内外における需要増加傾向から無脂固形分の中でも乳蛋白質率が重視されると考えられる。

ホルスタイン種牛の乳量、乳成分は夏季の高温環境下において低下する傾向にあり、古くから問題にされている¹⁶⁾。本県における、乳牛の適温上限気温 24℃を越える月は 6 月の上旬から 9 月の下旬までと長期間に亘っており、この期間の乳量、各乳成分の低下が経営に与える影響は大きい。

乳成分中の乳脂肪率は第一胃の揮発性脂肪酸構成、すな

わち酢酸とプロピオン酸の比率を変えると変化し、粗飼料の給与割合を高め、酢酸の比率を高めることにより向上する。しかし、給与飼料中の粗飼料の給与割合を増すことは採食量を落とす結果となり、乳量が低下しやすくなる^{5,8)}。また、第一胃で分解されにくい脂肪酸カルシウムの給与は乳脂肪率の向上に有効であるが、無脂固形分率、乳蛋白質率を低下させる傾向にある^{7,17)}。このように乳成分中の乳脂肪率は飼養技術の改善により比較的向上し易いが、その一方で乳量、無脂固形分率、乳蛋白質率が低下する傾向にある。給与飼料中の粗蛋白質 (CP) 量を増やすことは乳量を変化させるが、乳蛋白質量には影響を与えなかった³⁾。一方、第一胃で分解されにくいように保護されたアミノ酸であるリジン、メチオニンの給与は乳蛋白質率を改善する傾向にある²⁾。飼料中に含まれる CP は第一胃で分解を受ける分解性蛋白質 (DIP) と分解を逃れた非分解性蛋白質 (UIP) に分画される。牛が摂取した DIP は第一胃内の微生物によりアンモニアに分解され、その多くは微生物によ

り良質なアミノ酸に合成され小腸以下で吸収されるが、過剰に生じたアンモニアは利用されことなく尿中に排泄されるため、摂取した CP の利用率が低下することになる。従って、飼料設計に際して、飼料効率を高めるため、CP の分解性を考慮するシステムが提唱されている¹¹⁾。CP 中の UIP 比率は飼料あるいは飼料の処理方法（化学的または熱処理）によって異なる。魚粉と大豆粕は CP を多く含有する飼料であるが、魚粉は CP 中の UIP 比率が 60 % と大豆粕の 35 % に比べて、第一胃における CP の非分解率が高い飼料である。

そこで、本試験では夏季の高温環境下における乳牛の乳量、無脂固形分率、乳蛋白質率の改善を目的に、UIP 比率が低い大豆粕の全部または一部を UIP 比率が高い魚粉に置き換えて給与した場合の採食量、乳量、各乳成分、血液性状及び第一胃液に及ぼす影響を全給与飼料の CP 含量を変えて検討したので、その概要を報告する。

方 法

1 試験区分、飼料給与

福岡県農業総合試験場乳用牛舎にスタンション繋留した分娩後 3～6 カ月目のホルスタイン種牛 8 頭を供試して泌乳試験を実施した。気温は飼料の採食量あるいは生産性に大きく影響を及ぼすため、試験期間は 1993 年 7 月 23 日～9 月 3 日の平均気温が 24℃を越える時期に実施した。実験計画法は 4 試験区×3 期間（1 期 2 週間）のユーデン方格法を用いた。

試験区分は全給与飼料の粗蛋白（CP）含量が 14.5 % で魚粉（ホワイトフィッシュミール）を含まない LS 区、CP 14.5 % で魚粉を乾物割合で 4.2 % 含む LF 区、CP 17.5 % で魚粉を含まない HS 区、そして CP 17.5 % で魚粉を乾物割合で 4.2 % 含む HF 区の 4 試験区を設定した。

各試験区の飼料構成及び成分含量を第 1 表に示した。LF、HF 区の給与飼料は LS、HS 区の給与飼料を基礎飼

第 1 表 供試飼料の構成割合と成分含量

項目 \ 区分	LS 区	LF 区	HS 区	HF 区
構成割合 (%/DM)				
IRS ¹⁾	30.8	30.5	30.6	30.5
アルファルファ乾草	10.4	10.3	10.4	10.3
ビートパルプ	14.7	14.6	12.7	12.7
トウモロコシ	13.3	20.6	6.1	14.6
大 麦	16.6	11.3	18.4	12.2
一般フスマ	6.2	6.1	6.1	6.1
脂肪酸カルシウム	1.4	1.4	1.4	1.4
ミネラル	1.0	1.0	1.0	1.0
大豆粕	5.7	0.0	13.2	7.0
魚 粉	0.0	4.2	0.0	4.2
飼料成分 (%/DM)				
CP	14.5	14.6	17.5	17.4
TDN	74.5	74.3	74.6	74.4
OCW	40.8	39.5	40.2	39.1
ADF	21.2	20.7	21.1	20.6
CF	16.4	16.0	16.1	15.9
EE	4.1	4.4	4.1	4.3

1) イタリアンライグラスサイレージ

料として、その構成飼料である大豆粕の全部または一部を魚粉に置き換えて調製した。なお、各試験区の給与飼料は乾物中の可消化養分総量（TDN）、総繊維（OCW）の含量がほぼ同一になるよう魚粉、大豆粕とともに一部飼料の構成比を変えて調製した。

各牛への飼料給与量は試験開始前の体重、乳量、乳脂肪率から日本飼養標準¹⁴⁾に基づき TDN 要求量の 110 % を給与した。飼料は 1 日 3 回に分けて給与し、粗飼料と濃厚飼料を同時に給与した。粗飼料は細断給与し、ビートパルプを含む濃厚飼料類は混合して給与した。飲水は自由飲水とし、鉱塩は自由に摂取させた。

2 試料採取および分析

本試験では採食量、乳量、乳成分、血液成分、第一胃液性状を調査した。

飼料の残飼量は毎日計量した。そして、各期の最終日を除く、後半 5 日間に採取した残飼は 60℃で 2 日間乾燥して、水分含量を測定した。飼料採食量の集計は各試験期の最終日を除く後半 5 日間の数値を用いた。搾乳は 9:00 と 17:00 の 2 回で、毎搾乳時に乳量を記録した。乳量は各期の最終日を除く、後半 5 日間の数値を集計に用いた。牛乳サンプルは各期の最終日を除く、後半 4 日間採取した。牛乳は近赤外牛乳分析器（ミルコスキャン 203 型）により乳脂肪率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率を、牛乳中体細胞測定器（フォソマチック）により体細胞数を測定した。体重は各期の 9 日目と最終日に測定した。各期最終日には血液及び第一胃液を採取した。血液は 13:00 に尾根部血管から採取し、分離した血清を用いて、臨床化学自動分析装置（RaBA-ACE）により各成分を分析した。第一胃液は飼料給与後 2.5 時間目に当たる 11:30 に経口カテーテルにより採取し、直ちに pH を測定した。第一胃液中のアンモニア態窒素は採取した第一胃液をガーゼ濾過し、3000rpm、20 分の高速遠心によって生じた上澄液を用いて、ケルダール法により測定した。

給与飼料の一般成分である水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維及び粗灰分は常法¹⁰⁾に従って分析し、酸性デタージェント繊維（ADF）は酸性デタージェント処理¹⁸⁾により測定した。また、酵素分析法¹⁾によりアミラーゼ、アクチナーゼ連続処理を行い、その残渣の有機物を総繊維（OCW）として求めた。

データの解析はユーデン方格法によった。各処理の平均値の差の検定は Tukey の多重間比較検定法により行った。

結 果

1 乾物摂取量

供試牛の乾物摂取量、体重を第 2 表に示した。体重は試験期間中に供試牛の一部でわずかな増減が認められたが、試験区間に有意な差は認められなかった。

飼料の残食は各試験区で認められ、飽食状態であった。乾物摂取量は LS、LF、HS、HF 区それぞれ 18.2、18.2、19.2、18.8kg/日と粗蛋白質（CP）含量が高い HS、HF 区で多い傾向が認められ、LS、LF と HS 区間に有意な差（ $p < 0.05$ ）が認められた。魚粉は魚臭が強く牛の嗜好性を落とすと思われたが、魚粉給与が採食量に及ぼす影響はほとんどなく、CP 17.5 % の給与飼料では魚粉給与によりわずかに乾物摂取量が減少する傾向にあったが、有意な差

第2表 体重及び飼料摂取量

項目 \ 区分	LS区	LF区	HS区	HF区
乾物摂取量 ¹⁾ kg/日	18.2a	18.2a	19.2b	18.8
DM/BW ²⁾ %	3.0	3.0	3.2	3.1
体 重 kg	603.2	605.8	604.1	602.1
TDN充足率 ³⁾ %	100.4	98.8	101.9	100.7
CP充足率 ³⁾ %	104.3	103.1	127.1	125.3

1) 異符合間に5%水準で有意差あり。

2) 体重当たり乾物摂取量

3) 日本飼養標準の養分要求量に対する養分充足率

ではなかった。

日本飼養標準¹⁴⁾を基に算出した供試牛の養分要求量に対する養分摂取量の充足率はLS, LF, HS, HF区それぞれ可消化養分総量(TDN)が100.4, 98.8, 101.9, 100.7%で各試験区とも同程度であり, CPが104.3, 103.1, 127.1, 125.3%で, 給与飼料中のCP含量が14.5%であるLS, LF区に比べ, CP17.5%のHS, HF区で約25%高い充足率を示した。魚粉給与によるTDN, CP充足率の違いは認められなかった。

2 乳量, 乳成分

乳量, 乳成分を第3表に示した。乳量はLS, LF, HS, HF区それぞれ25.8, 26.7, 26.6, 26.6kg/日で, 試験区間に有意な差が認められなかったが, LS区が他の区に比べ, 一日当たり約1 kg低い乳量であった。

乳脂肪率はLS, LF, HS, HF区それぞれ3.83, 3.75, 4.09, 3.93%で給与飼料のCP含量が17.5%であるHS, HF区がCP14.5%のLS, LF区に比べ有意に高く($P < 0.01$), 魚粉を給与したLF, HF区が魚粉無給与のLS, HS区に比べ有意な差ではないが, 低下する傾向にあった。乳脂肪量はLS, LF, HS, HF区それぞれ988.2, 1,001.4, 1,082.6, 1,048.5g/日であった。乳脂肪量は飼料のCP含量の違いによる差が認められ, LSとHS, HF区間及びLFとHS区間に有意な差($P < 0.05$)が認められた。

乳蛋白質率はLS, LF, HS, HF区それぞれ3.05, 3.12, 3.05, 3.15%で, 魚粉を給与したLF, HF区が魚粉無給与のLS, HS区に比べ有意に高い($P < 0.01$)傾向にあった。乳蛋白質量はLS, LF, HS, HF区それぞれ777.1,

第3表 乳量, 乳成分¹⁾

項目 \ 区分	LS区	LF区	HS区	HF区
乳 量 kg/日	25.8	26.7	26.6	26.6
乳 脂 量 g/日	988.2a	1001.4ac	1082.6b	1048.5bc
乳 蛋 白 量 g/日	777.1A	828.3B	806.0a	836.9Bb
乳 糖 量 g/日	1152.9	1184.0	1175.7	1178.8
無脂固形分量 g/日	2194.5	2270.5	2250.6	2261.3
体 細 胞 数 ×千個	13.07	14.45	16.20	14.45
乳 成 分 (%)	-----			
乳脂肪率	3.83AC	3.75A	4.09B	3.93BC
乳蛋白質率	3.05A	3.12B	3.05A	3.15B
乳 糖 率	4.48a	4.44	4.44	4.43b
無脂固形分率	8.55	8.54	8.50	8.52

1) 各項目の大文字異符合間に1%, 小文字異符合間に5%水準で有意差あり。

828.3, 806.0, 836.9g/日であった。飼料のCP含量に係わらず魚粉を給与したLF, HF区は魚粉無給与のLS, HS区に比べて, 乳蛋白質量を有意に増加させ, LSとLF区間及びHSとHF区間に5%水準, LSとHF区間に1%水準で有意な差が認められた。

無脂固形分率は試験区間に差が認められなかったが, 乳糖率ではLSとHF区間に5%水準で有意な差が認められた。体細胞数は試験区間に差が認められなかった。

3 第一胃液性状及び血液成分

第一胃液性状及び血液成分を第4表に示した。飼料給与後2.5時間目の第一胃液のpHは各試験区ともpH6.7を示し, 正常範囲にあった。アンモニア態窒素量はLS, LF, HS, HF区それぞれ10.0, 7.7, 17.0, 14.8mg/dlと給与飼料のCP含量が低いLS, LF区, あるいは同一CP含量間では魚粉を給与したLF, HF区で明らかにアンモニア態窒素量が低下していた。

血中の尿素態窒素も第一胃液のアンモニア態窒素と良く似た傾向を示した。なお, HS区の尿素態窒素は20.9mg/dlと正常値20mg/dlを超えていた。ヘマトクリット値は正常範囲の下限値である30.0を下回っており, 養分摂取量は各試験区とも不足していることを示している。CP含量が14.5%のLS, LF区のヘマトクリット値はCP17.5%のHS, HF区に比べ, 有意な差でないが低い値を示している。血中の総蛋白質, トリグリセライド, β リポ蛋白は各試験区とも正常値を示していた。 β リポ蛋白は魚粉を給与したLF, HF区で高い傾向にあった。

第4表 第一胃液性状及び血液成分

項目 \ 区分	LS区	LF区	HS区	HF区
第一胃性状				
pH	6.69	6.72	6.70	6.69
アンモニア態窒素 mg/dl	10.02	7.68	17.03	14.75
血液成分				
ヘマトクリット値	27.34	26.44	29.22	28.91
総蛋白質 g/dl	7.40	7.33	7.24	6.99
尿素態窒素 mg/dl	10.82	9.47	20.91	18.13
トリグリセライド mg/dl	14.69	15.19	14.69	13.44
β リポタンパク mg/dl	85.96	96.96	88.15	02.77

考 察

高温環境下あるいは泌乳初期の牛は採食量が少なく, 十分な栄養量が確保し難い状況にある。採食量が少ない状況下で最大の生産量を得るためには摂取した養分を効率よく消化吸収する必要がある。従って, 飼料効率を高めるため, 飼料の粗蛋白質(CP)の分解性を考慮するシステムが提唱されている。しかし, CPの分解率が低い飼料を給与しても生産性に及ぼす効果は一律でなく, 効果が認められない報告^{4,6,9,12)}もある。これは給与飼料中のCP含量, すなわちCP要求量に対する充足率が影響していることが考えられる。

魚粉と大豆粕はともにCP含量が高い飼料であるが, 魚粉はCP中の非分解性蛋白質(UIP)含量が60%と大豆粕の35%に比べ, CPの第一胃で微生物の分解を逃れる

割合が多い飼料である¹¹⁾。本試験においても大豆粕の一部を魚粉に置き換え、魚粉を乾物当たり 4.2 % 加えた給与飼料は魚粉に置き換えない給与飼料に比べ、第一胃のアンモニア態窒素量及び血液中の尿素態窒素量が減少し、血中のβリポ蛋白量が増加している。この事より本試験で用いた大豆粕の全部または一部を魚粉に置き換えた給与飼料の CP は魚粉に置き換えない給与飼料に比較して、第一胃で分解されずバイパスする CP 割合が増加したことを示唆している。また、βリポ蛋白値は肝臓からの脂質の受容体である血中の蛋白質の有効度に関与しており¹⁵⁾、魚粉給与により蛋白質供給量が増加したことを示している。

魚粉給与による採食量の変化は小さく、むしろ採食量は給与飼料の CP 含量を高めることにより増加した。CP 含量が増加することにより第一胃液中の微生物数が増加し、構造化炭水化物の消化を早め、採食量が増加したと推察される。このことは給与飼料の CP 含量を高めることにより、乳脂肪量が増加していることから裏づけられる。

本試験の日本飼養標準¹⁴⁾の養分要求量に対する TDN 充足率は各試験区とも 100 % であり、CP 充足率は CP14.5 % の飼料を給与した LS, LF 区はそれぞれ 100 % で、CP 17.5 % の HS, HF 区はそれぞれ 125 % であった。しかし、牛の栄養状態を示す血中ヘマトクリット値は各区とも正常域値よりわずかに低く、栄養が不足していることを示しており、この栄養状態は CP 含量が 14.5 % の給与飼料が CP 17.5 % の給与飼料に比べ、悪い状態であった。暑熱時にはエネルギー消費量は 10 ~ 20 % 増加するため¹⁴⁾、供試牛が必要とする養分要求量は充足されていなかったと考えられる。

魚粉給与は CP14.5 % の給与飼料では乳量、乳蛋白質率を改善したが、CP17.5 % では乳量の改善は認められず、乳蛋白質率のみの改善であった。このことより飼料中の CP の第一胃バイパス率を高めることによる生産性に対する効果は飼料の CP の供給量によって異なることを示唆している。

乳牛の第一胃に生息する微生物は飼料中の CP の内、DIP を利用して増殖し、第一胃から流出した微生物は蛋白質源として乳牛に利用される。しかし、この微生物による体蛋白質の合成は効率が悪く、栄養損失が生じる。

従って、飼料からの CP 供給量が日本飼養標準における乳牛の要求量の 100 % あるいはこれ以下の場合、第一胃の CP 分解率が低い魚粉給与は小腸以下で吸収される蛋白質量の増加と微生物による体蛋白質の再合成過程における栄養損失が減少するため、乳量、乳蛋白質率に対する改善効果が高まったと考えられる。しかし、飼料からの CP 給与量が多い場合、第一胃液中のアンモニア態窒素濃度が高まり、これを利用して微生物が増殖し、十分な量の微生物態蛋白質が合成供給され、牛が要求する蛋白質量に近づくため、魚粉給与による生産性に対する改善効果は低下し、乳蛋白質率のみの改善になったと考えられる。

ただし、給与飼料中の CP 含量が 17.5 % と高く、魚粉を給与しない HS 区では第一胃のアンモニア態窒素濃度は 17.0mg/dl と高く、血中の尿素態窒素も 20.9mg/dl と正常値 20mg/dl を越えており、この飼料を長期間給与した場合、繁殖機能が低下する恐れもあり、給与飼料中の CP 含量は 17.5 % が限界と考えられる。

本試験では魚粉給与による生乳中の無脂固形分率の改善

効果は認められなかった。無脂固形分を構成する乳蛋白質は向上したが、乳糖は変化していないことから乳蛋白質が増加した量だけ無機成分が減少していると考えられる。無脂固形分率の向上には無機成分の低下を抑制する必要がある。

第一胃をバイパスさせる蛋白質はその質も重要である。コーングルテンミールは魚粉と同じく CP の非分解率が 55 % と高い飼料¹¹⁾であるが、リジン、メチオニン含量がそれぞれ 1.2, 1.7 % と魚粉のそれぞれ 5.1, 2.1 % に比べ低く¹³⁾、生産性の改善効果がないという報告⁴⁾もある。従って、今後は、乳用牛に供給する飼料中の CP の第一胃で分解を受ける DIP と分解を逃れた非分解性蛋白質 (UIP) 割合とともに UIP のアミノ酸組成の検討を進める必要がある。

以上、夏季の高温環境下において観察される泌乳牛の採食量減少にともなう乳蛋白質率の低下に対して、CP 含量が 14.5, 17.5 % のいずれの飼料においても魚粉を加えることにより抑制でき、更に CP 含量が 14.5 % の給与飼料の場合、乳量の改善効果があることが示された。

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) 石垣 勇・玉城正信・千葉好夫 (1991) バイパスアミノ酸給与による乳量、乳質低下防止試験。沖縄畜試研報 29 : 15-21
- 3) 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 (1987) 泌乳初期乳生産に対する飼料中粗蛋白質含量の影響。千葉畜センター特別研報 1 : 6-23
- 4) 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 (1987) 飼料蛋白質の第一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 : 42-57
- 5) 藤城清司・新城恒二・玉江俊嗣・石崎重信・杉本 裕・三井安麿・細谷肇 (1991) 飼料中の NDF 水準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 2 : 8-9
- 6) 橋口峰雄・永住浩治・津曲博文 (1991) 搾乳牛に対する黄粉と魚粉の給与が泌乳性に及ぼす影響。宮崎畜試研報 4 : 15-19
- 7) 城内 仁 (1989) 乳牛飼料へのバイパス油脂添加による乳脂率向上効果。昭和 63 年度福岡試験研究成果 : 256
- 8) 家守紹光・城内 仁・磯崎良寛・山下克之・津留崎正信 (1993) 給与飼料中の OCW 含量が乳牛の泌乳性と第一胃内性状に及ぼす影響。福岡農総試研報 C12 : 1-4
- 9) KUNG, Jr. L. and J. T. HUBER (1983) Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts sources and degradability. J. Dairy Sci. 66 : 227
- 10) 森本宏 (1971) 動物栄養試験法。養賢堂 : 280-297
- 11) National Research Council (1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, d. c. : National

Academy Press

- 12) NETEMEYER, D. T., L. J. BUSH, J. W. WORD and S. A. JAFRI (1982) Effect of heating soybean meal for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65 : 235
- 13) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1987) 日本標準飼料成分表. 東京: 中央畜産会, 229P.
- 14) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1987) 日本飼養標準. 東京: 中央畜産会, 147P.
- 15) RONALD L. Searcy (1969) [瀬山義幸・林秀 徳・春木文枝・山下三郎訳, 1978] 診断生化学. 東京: 廣川書店, 533 p.
- 16) 柴田正貴 (1983) 高温環境下における乳牛のエネルギー代謝と乳生産. 九農試報 23 (2): 253-319
- 17) 白石恭二・黒川洋介・石橋英二 (1990) 脂肪酸カルシウムの給与量の違いが乳量・乳成分に及ぼす影響. 佐賀畜試成績 26 : 1-7
- 18) VAN Sest, 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