

粗飼料多給飼養下の乳牛における 泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化

タンゼン・高橋 正樹・西道由紀子・佐々木千鶴*・八代田真人
中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦

北海道大学農学部畜産科学科, 札幌市 060-8559

*現所属 北海道立新得畜産試験場, 新得町 081-0038

Changes of blood compositions through the lactation
stage and dry period in dairy cows under high roughage feeding system.

Thant ZIN, Masaki TAKAHASHI, Yukiko NISHIMICHI, Chizuru SASAKI, Masato YAYOTA,
Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO and Masahiko OKUBO

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060-8559

キーワード: 血液成分, 乳牛, 泌乳期, 乾乳期, 粗飼料多給

Key words: Blood composition, Dairy cow, Lactation period, Dry period, High roughage feeding

要 約

粗飼料多給飼養下の乳牛における泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化について飼料摂取との関係から検討した。その結果, 泌乳期ではそのステージの違いにより給与飼料や摂取量および乳量が異なり, また, 乾乳期では給与飼料や摂取量が異なることから, その血液成分が変化することが示された。特に, BUN 濃度は放牧時の総 CP 摂取量が同様であったにもかかわらず, アルファルファサイレージにくらべてコーンサイレージを給与した場合で低い値となった。これには CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると考えられた。

緒 言

一般に, 乳牛において栄養の「入」と生産による「出」の不均衡は血液成分値に異常をもたらす。PAYNE *et al.* (1970) は 1 農家の乳牛群を乳期別に分け, それら牛群の血液成分を測定し, 基準値と比較することによって飼養管理上の問題点を見い出す, 代謝プロファイルテスト (MPT) を提唱した。北海道においても, MPT を実施する場合に必要な血液成分の標準値 (北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988), および MPT の実施事例 (北海道立滝川畜産試験場, 1986; 木田, 1996) が報告されている。また, 著者らは, 集約放牧下の泌乳牛における飼料摂取量と血中グルコース (GLU), 総コレステロール

(TCHO), トリグリセリド (TG), 総タンパク質 (TP), アルブミン (ALB), 尿素態窒素 (BUN) およびアンモニア (NH₃) 濃度との関係について既に報告した (Thant ZIN *et al.*, 1998)。これら血液成分は泌乳ステージとも深く関係している (Hewett, 1974) が, 同一牛について泌乳期, 乾乳期を通じて血液成分の変化を検討した事例は少ない。

そこで本研究では, 粗飼料多給飼養下の乳牛における泌乳期, 乾乳期を通じての血液成分の変化について飼料摂取との関係から検討した。

材料と方法

本研究では, 北海道大学農学部附属農場において 1997 年 1 月から 4 月までに分娩したホルスタイン種乳牛 6 頭 (平均体重 620 kg) を供試した。試験期間は, 1997 年 5 月から 98 年 6 月までであり, 分娩から約 40 週の泌乳期を経て, 乾乳期約 12 週, および次回分娩後泌乳 12 週までであった。

給与飼料は, 1997 年の夏季である泌乳 6 週から 28 週においては, 1 日 2 回計 5 時間のストリップ放牧 (期待摂取量 8~10 kgDM/日/頭) を行い, その他, アルファルファサイレージ (4~15 kg/日/頭), 乾草 (3 kg/日/頭) および濃厚飼料を牛舎内で給与した。泌乳 30 週~40 週は冬季舎飼期であり, コーンサイレージ (26~30 kg/日/頭) とアルファルファサイレージ (6~8 kg/日/頭) を混合給与し, その他乾草 (3 kg/日/頭) および濃厚飼料を給与した。飼料の給与基準は, 維持と 13 kg の産乳 (乳脂率 4%) に相当する TDN 量 (日本飼養標準, 1994) を粗飼料から給与し, 不足分を

濃厚飼料で補うこととした。なお、濃厚飼料給与量は乳量の10~28%量に相当した。

乾乳期も冬季舎飼期であり、基本的には乾草を自由採食させたが、一部コーンサイレージ(5~10 kg)も給与した。また、分娩予定日3週間前から1日1頭当り0.5 kg, 2週間前から1 kg, および1週間前から2 kgの濃厚飼料を給与した。

次の分娩の泌乳2週から12週は1998年の夏季であり、1997年と同様の放牧(期待摂取量8~10 kgDM/日/頭)を行ったが、その他の粗飼料としてはコーンサイレージ(7~35 kg/日/頭)のみを給与した。

飼料摂取量は月2回測定し、飼料中の粗蛋白質(CP)含量はKjeldahl法(AOAC, 1970)により測定した。乳成分組成は月2回、赤外線牛乳分析器(Milko-Scan S 50, Foss Electric社製, デンマーク)を用いて乳脂肪率, 乳蛋白質率および乳糖率を測定した。また、血液サンプルは泌乳期は月2回, 乾乳期は月1回, 14:00に尾根部より採取し、直ちに2,000 gで15分間遠心分離後、動物用生化学自動分析装置(富士ドライケム3000 V, フジフィルム社製, 日本)を用いて血漿中のGLU, TCHO, TG, TP, ALB, BUN, NH₃, CaおよびP濃度を測定した。

なお、泌乳期は分娩後12週までを初期, 13~24週を中期, および25~40週を後期としてデータをとりまとめた。統計解析は、乳期を要因とする一元配置法に基づいて分散分析を行い、平均値の差の検定はフィッ

シャーのLSD法によった(新城, 1986)。

結果および考察

1997年の泌乳初期, 中期, 後期, 乾乳期および1998年の泌乳初期における総乾物摂取量, 総CP摂取量, 体重, 乳量および乳成分をTable 1に示した。総乾物摂取量および乳量は泌乳初期が最も高く, 1997年と1998年では差がなかった。総CP摂取量は泌乳ステージが進むにつれて減少する傾向にあり, 乾乳期で最も低かった。また, 泌乳初期では, 放牧時の併給粗飼料として1997年のアルファルファサイレージに対して, 1998年ではコーンサイレージであったが, 両年の総CP摂取量はほぼ同様であった。体重は泌乳ステージが進むにつれて増加する傾向にあり, 乾乳期で最も高かった。乳脂肪および乳蛋白質率は泌乳ステージが進むにつれて高くなる傾向にあった。乳糖率は1998年の泌乳初期が他に比べて高い傾向にあった。

血中GLU, TCHO, TG, TP, ALB, BUN, NH₃, CaおよびP濃度をTable 2に示した。これらの値は, 北海道の酪農家での調査に基づき作成した標準値(北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988)のほぼ範囲内であった。GLU濃度は, 泌乳初期において1997年に比べ1998年で低い値を示したが(P<0.01), 1997年の泌乳期および乾乳期では差は認められなかった(Table 2, Figure 1)。PAYNE *et al.* (1970)は, GLU濃度は飼料からのエネルギー

Table 1 Feed intake, body weight, milk yield and milk components in different lactation stage and dry period

Stage of lactation	TDMI (kg)	TCPI (kg)	BW (kg)	Milk yield (kg)	Milk components		
					fat(%)	protein(%)	lactose(%)
Early stage in 1997	20.1±3.1 ^C	3.2±0.5 ^C	623±25 ^A	34.0±3.1 ^C	3.54±0.2 ^{1A}	3.19±0.1 ^A	4.84±0.1 ^A
Mid stage	18.5±1.5 ^C	3.2±0.3 ^C	647±7 ^{AD}	24.5±2.0 ^B	3.69±0.2 ^{AB}	3.23±0.0 ^A	4.83±0.1 ^A
Late stage	16.0±1.1 ^B	2.6±0.3 ^B	654±9 ^{BD}	16.6±2.0 ^A	4.03±0.2 ^C	3.41±0.2 ^B	4.83±0.0 ^A
Dry period	13.5±0.6 ^A	1.8±0.2 ^A	697±41 ^C	—	—	—	—
Early stage in 1998	21.3±2.2 ^D	2.9±0.3 ^{BC}	659±11 ^D	33.8±1.9 ^C	3.79±0.2 ^{BC}	3.33±0.1 ^B	5.04±0.1 ^B

Values are mean ± standard error

A, B, C, D: Values in each row with different superscripts are significantly different at 1% level

TDMI=Total DM intake, TCPI=total CP intake, BW=Body weight

Table 2 Concentrations of blood compositons in different lactation stage and dry period

Stage of lactation	Glucose (mg/dl)	TCHO (mg/dl)	TG (mg/dl)	TP (g/dl)	Albumin (g/dl)	BUN (mg/dl)	Ammonia (μg/dl)	Calcium (mg/dl)	P (mg/dl)
Early stage in 1997	67±5.5 ^B	185±25 ^B	12.2±1.3 ^A	7.2±0.4	3.8±0.1 ^b	16.3±4.4 ^B	80±13	10.3±0.4 ^b	5.4±0.2 ^a
Mid stage	64±2.8 ^B	193±3 ^B	13.8±4.3 ^A	7.1±0.1	3.7±0.1 ^b	20.8±2.3 ^D	83±70	9.8±0.4 ^{ab}	6.3±0.7 ^{bc}
Late stage	63±3.5 ^B	180±17 ^B	14.9±2.9 ^A	6.8±0.1	3.5±0.1 ^a	18.9±2.5 ^C	92±11	9.5±0.2 ^a	6.9±0.6 ^c
Dry period	63±3.1 ^B	91±6 ^A	27.3±1.0 ^B	7.1±0.4	3.7±0.2 ^{ab}	13.7±3.0 ^B	92±37	9.9±0.5 ^{ab}	7.1±1.5 ^c
Early stage in 1998	47±5.4 ^A	173±38 ^B	12.1±4.1 ^A	7.1±0.3	3.6±0.1 ^a	9.7±1.3 ^A	85±20	10.0±0.2 ^b	5.9±0.4 ^{ab}

Values are mean ± standard error

a, b, c: Values in each row with different superscripts are significantly different at 5% level

A, B, C, D: Values in each row with different superscripts are significantly different at 1% level

TCHO=Total cholesterol, TG=Triglyceride, TP=Total protein, BUN=Blood urea nitrogen, P=Phosphorus

摂取量の変動を表わす確かな指標であり、エネルギー摂取量が低くなると血中GLU濃度が低下すると述べている。本研究では1997および1998年の泌乳初期はほぼ同様な総乾物摂取量であった(Table 1)。しかし、1997年に比べ1998年の体重が大きいため(Table 1)、代謝体重当りのエネルギー摂取量が低く、そのため1998年でのGLU濃度が低かった可能性がある。TCHO濃度は乾乳期が泌乳期に比べて低く($P < 0.01$)、分娩後急激に高くなり、泌乳中期から後期ではほぼ一定であった(Table 2, Figure 1)。この変化は、北海道の乳牛における血液成分調査結果(北海道立滝川畜産試験場, 1985; 農林水産省北海道農業試験場, 1988)でのTCHO濃度の変化とほぼ同様であった。TG濃度は乾乳期が泌乳期に比べて高かったが(Table 2, Figure 1) ($P < 0.01$)、これは分娩1週間前のTG濃度が25.1 mg/dlであったのに対して分娩1週間後では8.9 mg/dlであったとの報告(HOLTER *et*

al., 1990)と一致した。また、泌乳期では初期が最も低く、ステージが進むにつれて高くなる傾向にあった(Figure 1)。

TPおよびALB濃度(Figure 2)は泌乳期では初期が最も高く、ステージが進むにつれて低くなる傾向にあったが大きな差ではなかった。HEWETT(1974)はTP濃度について本研究と同様な結果を示している。すなわち、TP濃度は泌乳ステージにより変化し、分娩後2カ月の泌乳最盛期では7.3 g/dlであったがその後減少し、最盛期以降は6.9 g/dl程度でほぼ一定だったとしている。一方、ALB濃度については泌乳ステージに必ずしも影響されなかった(HEWETT, 1974)としており、本研究の結果とは異なった。

BUN濃度は、1997年の泌乳初期から中期にかけて増加し($P < 0.01$)、後期および乾乳期にかけて減少した($P < 0.01$) (Table 2, Figure 3)。HEWETT(1974)も本研究と同様なBUNの経時変化を報告している。

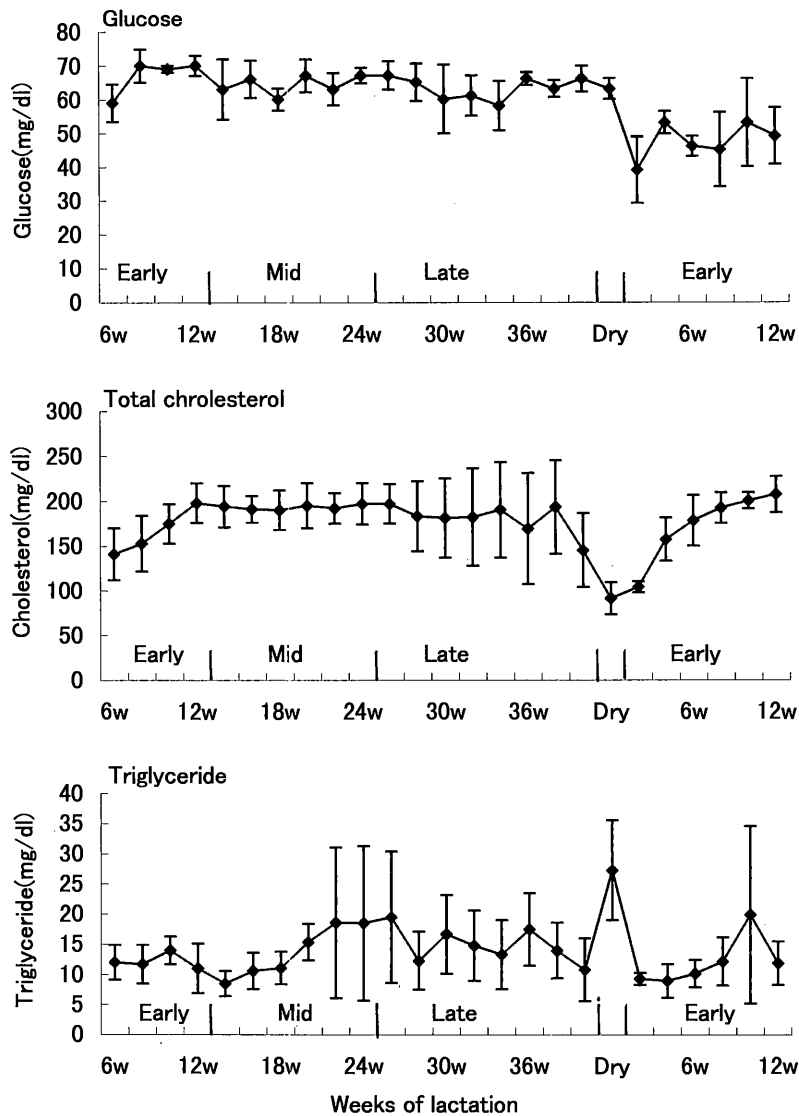


Figure 1 Concentrations of plasma glucose, total cholesterol and triglyceride in lactation stage and dry period

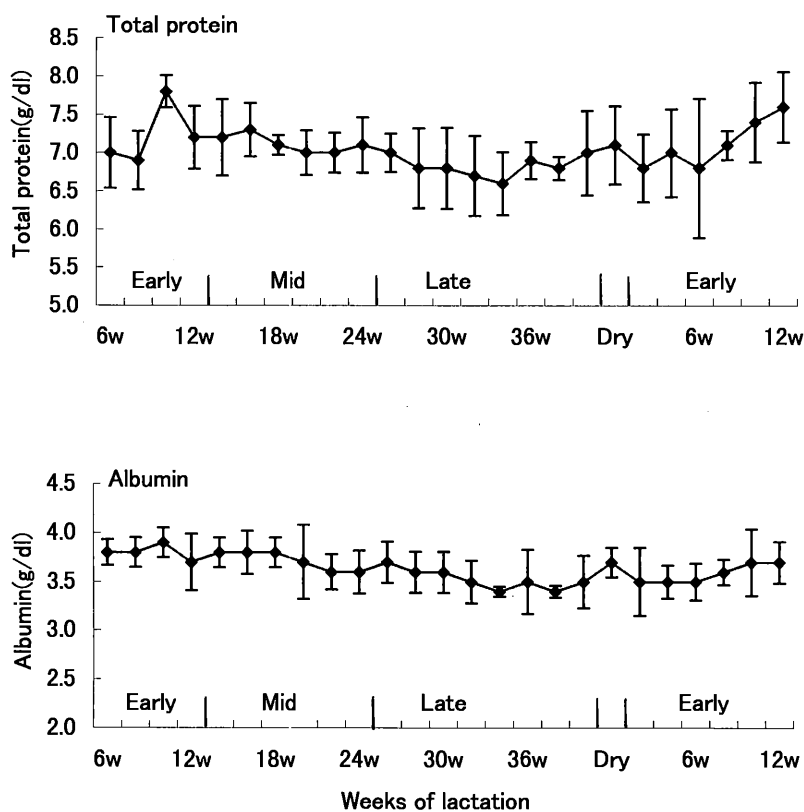


Figure 2 Concentrations of plasma total protein and albumin in lactation stage and dry period

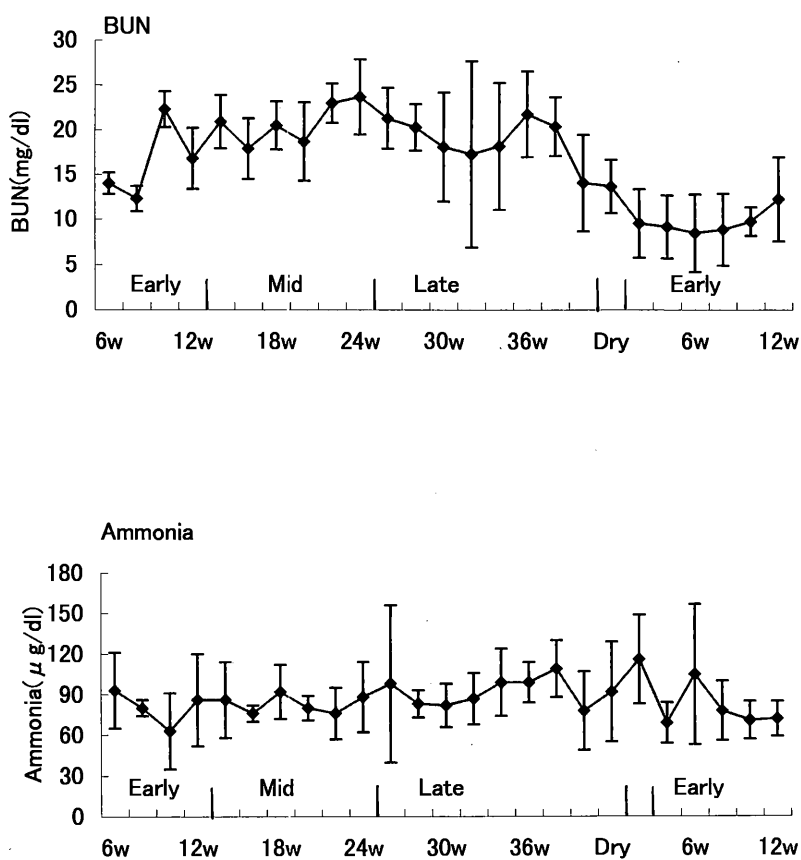


Figure 3 Concentrations of plasma BUN and ammonia in lactation stage and dry period

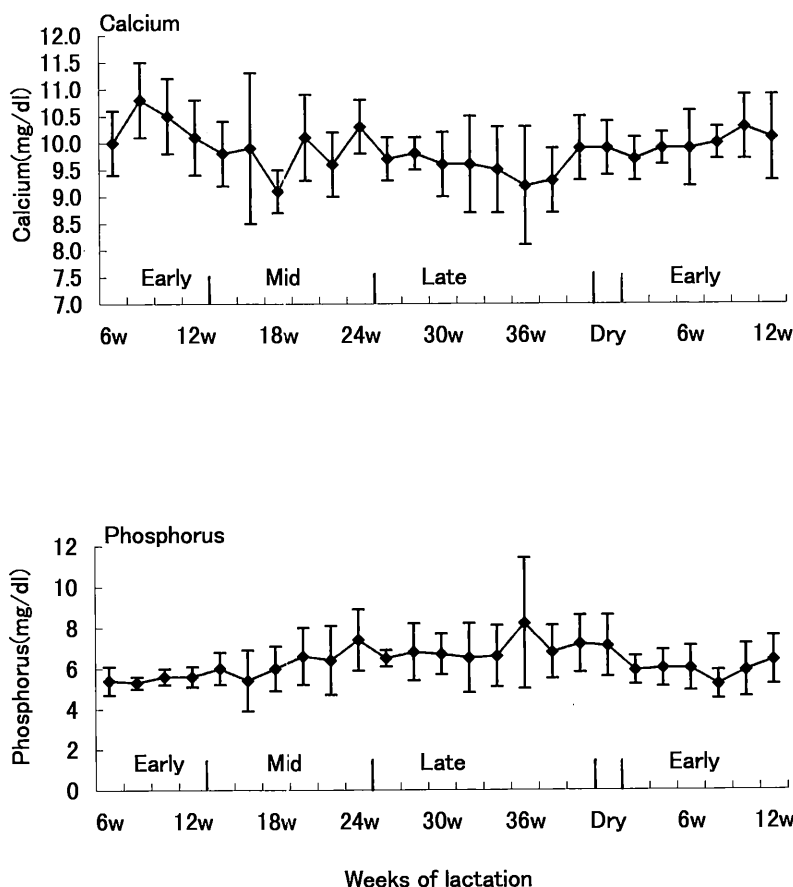


Figure 4 Concentrations of plasma calcium and phosphorus in lactation stage and dry period

また、泌乳初期では1997年に比べ1998年で低い値を示した ($P < 0.01$) (Table 2). Lee *et al.* (1978) は、BUN 濃度に影響を与える主要な要因は CP 摂取量であると述べている。本研究では1997および1998年の泌乳初期はほぼ同様な CP 摂取量であった (Table 1)。しかし、1997年に比べ1998年の体重が大きい (Table 1)、体重当りの CP 摂取量が低く、そのため1998年での BUN 濃度が低かった可能性がある。また、1997年の泌乳初期では放牧時の併給粗飼料としてアルファルファサイレージを給与していたが、1998年はコーンサイレージを給与していた。BUN 濃度への影響は CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると推察されるが、今後の検討課題である。また、 NH_3 濃度は泌乳期および乾乳期を通じてほぼ一定であった (Table 2, Figure 3)。

LANE *et al.* (1968) は、血中ミネラル濃度は泌乳ステージ、妊娠ステージおよび乳量等により影響を受けるとしている。Ca 濃度は泌乳初期で他の泌乳ステージおよび乾乳期にくらべ高い傾向にあった (Table 2, Figure 4)。一方、P 濃度は泌乳初期において他の泌乳ステージおよび乾乳期にくらべ低い値であった ($P < 0.05$) (Table 2, Figure 4)。

以上のように、乳牛は泌乳期ではそのステージの違いにより給与飼料や摂取量および乳量が異なり、また、乾乳期では給与飼料や摂取量が異なることから、その血液成分が変化することが示された。本研究では血液成分の変化と栄養状態との関係については十分な検討はできなかった。しかし、BUN 濃度は放牧時の総 CP 摂取量が同様であったにもかかわらず、アルファルファサイレージにくらべてコーンサイレージを給与した場合で低い値となった。これには CP 摂取量の他に炭水化物摂取量およびそれと CP 摂取量とのバランス等が関連していると考えられ、今後検討する予定である。

文 献

- Association of Official Analytical Chemists (1970) Official methods of analysis, 11th ed., A. O. A. C., Washington, D. C.
- HEWETT, C. (1974) On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. Acta. Vet. Scand. (Suppl.), 50: 1-152.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1985) 北海道における乳牛の健康指標作成に関する試験。昭和 59 年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-14.

- 北海道立滝川畜産試験場 (1986) 北海道における乳牛の代謝プロファイルテストに関する試験, 昭和60年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-18.
- HOLTER, J. B., J. SLOTRICK, H. H. HAYES, C. K. BOZAK, W. E. URBAN Jr. and M. L. MCGILLIARD (1990) Effect of pre-partum dietary energy on body condition score, post-partum energy, nitrogen partitions and lactation production responses. *J. Dairy Sci.*, **73**: 3502-3511.
- 木田克弥 (1996) 牛群検診と個体能力の向上. 1-90. 酪農総合研究所. 札幌.
- LANE, A. G., J. R. CAMPBELL and G. F. KRAUSE (1968) Blood mineral composition in ruminants. *J. Anim. Sci.*, **27**: 766-770.
- LEE, A. J., A. R. TWARDOCK, R. H. BUBAR, J. E. HALL and C. L. DAVIS (1978) Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **61**: 1652-1670.
- 農林水産省北海道農業試験場 (1988) ルーメンバランスと血液代謝像に基づいた高泌乳牛の飼料給与診断法. 昭和62年度北海道農業試験会議成績会議資料, 1-19.
- PAYNE, J. M., S. M. DEW, R. MANSTON and M. FAULKS (1970) The use of a metabolic profile tests in dairy herds. *Vet. Rec.*, **87**: 150-157.
- 新城明久 (1986) 生物統計学入門. 46-83. 朝倉書店. 東京.
- Thant ZIN, M. TAKAHASHI, Y. NISHIMICHI, C. SASAKI, M. YAYOTA, T. TOKITA, H. NAKATSUJI, S. KONDO and M. OKUBO (1998) The relationship between feed intake and blood compositions in lactating cows under intensive grazing system. 第94回日本畜産学会大会講演要旨, 24.