乳牛の乾乳後期における第一胃内容および尿性状の簡易臨床検査所見と各種周産期疾病発生との関係

山岸則夫¹⁾ 李 仁炯²⁾ 大星健治¹⁾ 安藤道雄³⁾ 高木光博⁴⁾ 中川 昭⁵⁾

¹⁾帯広畜産大学大動物特殊疾病研究センター、²⁾帯広畜産大学臨床獣医学講座、

³⁾宗谷南部地区農業改良普及センター、⁴⁾鹿児島大学農学部、

⁵⁾あきら家畜医院（北海道大樹町）

Relationship between Periparturient Disorders and Simple Clinical Parameters for the Ruminal Contents and Urine during the Close-up Period in Dairy Cows

N. Yamagishi¹⁾, I. Lee²⁾, K. Oboshi¹⁾, M. Ando³⁾,
M. Takagi⁴⁾, A. Nakagawa⁵⁾

¹⁾Research Center for Animal Hygiene and Food Safety and ²⁾Dept. of Vet. Clin. Sci., Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,

³⁾Souya Southern Region Agricultural Improvement and Extension Center,

⁴⁾Fac. Of Agric, Kagoshima University,

⁵⁾Akira Veterinary Hospital (Taiki, Hokkaido)

要 約 1牛群で2年間に分娩したホルスタイン経産牛のべ160頭に対し、乾乳後期に、毎週1回一定時刻に臨床検査（第一胃の内容量および性状、尿pHおよびケトン体濃度のスコア評価）を行い、それらの所見と周産期疾病との関係を検討した。さらに、血液生化学検査を行い、上記の臨床検査の有用性を判断した。周産期疾病は160頭中64頭に発生し、その内訳はケトosis（n=27）、第四胃変位（n=17）、産褥期子宮疾患（n=12）ならび乳熱（n=8）であった。周産期疾病の罹患牛では、分娩1週前に分娩2週間前に比べて第一胃の内容量と尿pHのスコアが有意な低値を示した。血液検査所見において、周産期疾病の罹患牛では、健康牛に比べて血清FFA濃度の高値やBUN、T-Cho、Glu、iPとMg濃度の低値傾向が認められ、エネルギーバランスの低下が示唆された。乾乳後期における定期的な臨床検査によって、周産期疾病の発生を予測することは可能と思われた。

——キーワード：乾乳後期、同産期疾病、第一胃、乳牛、尿検査

家畜臨床誌 27(1):13-19, 2004

Received 15 April 2004 / Accepted 7 May 2004

*Correspondence to N.Yamagishi, Research Center for Animal Hygiene and Food Safety, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555, Japan. (〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2-11)

ABSTRACT Data from 160 multiparous Holstein cows during the close-up period were collected for the evaluation of the clinical parameters (the volume and nature of the ruminal ingesta, urine pH and keton body) to predict periparturient diseases. Blood chemistry was also analyzed to assess feasibility of practical application of these parameters. 64 of the 160 cows experienced periparturient diseases such as ketosis (n=27), abomasum displacement (n=17), puerperal uterus diseases (n=12) and milk fever (n=8). The scores for the volume of the ruminal ingesta and urinary pH significantly decreased from 2-week to 1-week prepartum in the cows having periparturient diseases. The blood chemistry profile revealed high concentration of FFA and low levels of BUN, T-Cho, Glu, iP and Mg in the cows with periparturient diseases, suggesting disrupted energy balance during the close-up period. Our data suggested that these clinical parameters in cows during the close-up period were useful to predict the periparturient diseases, if examined routinely.

—Key Words : close-up period, periparturient diseases, rumen, dairy cows, urinalysis

.....Jpn. J. Vet. Clinics 27(1):13-19,2004

緒 言

乳牛におけるケトosis、第四胃変位、産褥期の子宮疾患、乳熱などの周産期疾病の発生は乾乳期からの飼養管理の失宜と関係が深く、この時期の栄養状態や乾物摂取量の安定化を計ることが疾病予防の基本である [3, 8, 10, 17]。その上で、乾乳期において、各個体ごとに疾病の予兆を摘発できれば、いっそう効果的な予防対策が実施可能となる [16]。このような観点から、我が国では、血液代謝プロファイルテストに関する研究が数々なされており、いずれも一定の成果を収めている [12, 13, 16]。しかし、多くの酪農家にとっては、高頻度に血液代謝プロファイルテストを導入することは経済的に困難である。したがって、日常的な牛群管理において、安価かつ簡便で、その場で判定でき、しかも誰でも実施可能な検査手段があれば有用と思われる。そこで、本研究では、乾乳後期の乳牛に対して第一胃内容と尿性状の簡易臨床検査を行い、周産期疾病の予兆発見の観点から、その有用性について検討した。

材料および方法

供試牛群：北海道十勝管内で搾乳牛約100頭を飼養する一般酪農家の牛群を対象にした。搾乳牛は牛舎内のタイストールにて飼養され、毎日朝夕搾乳された。乳牛は分娩前約60日から乾乳とし、分娩予定日2～3週間前まで屋外のパドックにて飼養された（乾乳前期）。分娩予定日2～3週間以内（乾乳後期）は、屋外の屋根付きペンにて飼養された。同ペンにて分娩後、直ちに子牛は離さ

れ、その後搾乳牛舎内に繋留された。飼料として定期的に実施される粗飼料成分分析の結果をもとに設計した泌乳期、乾乳前期および乾乳後期用の各TMRが毎日作成され、1日1回、一定の時間帯（午前8時から10時）に給餌された。

供試牛、簡易臨床検査および採血：2001年4月から2003年3月までに分娩した経産乳牛107頭、のべ160頭の乾乳後期牛群を対象とし、これらの乳牛を診療記録をもとに、乾乳後期から分娩後3週間までの間に周産期疾病の発生を認めなかった健康牛と、ケトosis、第四胃変位、産褥期子宮疾患、乳熱などの各周産期疾病の罹患牛とに区分した（表1）。週1回の定期往診時の一定時間帯（午後2～3時）に、第一胃内容と尿性状の簡易検査ならびに採血を行った。本牛群では毎月一回の牛群検定にあわせて、Fergusonらの方法 [6] に準じてボディコンディションスコア（BCS）を測定していた。したがって、本研究では、研究期間中に分娩した経産乳牛の月齢、産次、前期空胎日数、前乳期305日実乳量、分娩前1～2ヶ月ならびに分娩前1ヶ月以内のBCSなどの背景情報についても整理した。

第一胃内容および尿性状の簡易臨床検査：第一胃の簡易臨床検査は、我々が既に報告した左臍部触診による方法 [18] によって、第一胃内容量（RV）と第一胃内容性状（RC）を評価した。すなわち、RVは腰椎横突起から下腹にかけての左臍部の触診による第一胃の充満程度を、スコア0（腹側1/2以下）、1（腹側1/2以上、2/3以下）、2（腹側2/3以上）の3段階に、また、RCはスコ

表1 周産期疾病の定義および発生状況

周産期疾病	定 義	発生状況	
		頭数	分娩後日数
健康牛	畜主の観察および獣医師の定期検診時において、食欲低下などの異常所見を認めないもの	96	
ケトーシス	他の原発性疾患がなく、食欲低下や尿ケトン体検査（80mg/dl以上）などの所見から獣医師が診断：獣医師による数日間のブドウ糖注射液の点滴投与により治癒（7頭）、数日間のプロピレングリコールもしくはグリセリンの経口投与を畜主へ依頼し治癒（20頭）	27	－1～18
第四胃変位	獣医師が診断：外科的整復手術を実施し治癒	17	4～17
産褥期子宮疾患	難産や胎盤停滞に起因した、発熱や食欲不振などの所見から産褥熱と獣医師が診断：治療によって治癒	12	1～8
乳熱	起立不能、弛緩麻痺、体温低下などの所見から獣医師が診断：1～2回のカルシウム剤の静脈内投与により治癒	8	0～16

ア0（第一胃内容は均一でルーメンマットの形成を認めない）、1（第一胃内容は2層構造だが、ルーメンマットは薄く脆弱）、2（第一胃内容は2層構造で、しっかりと硬いルーメンマットが形成）の3段階にスコア化した。尿性状の簡易臨床検査は、N-マルティスティックス（パイエルメディカル、東京）を用いて尿pH（U-pH）とケトン体濃度（U-Ket）を定量し、U-pHは5.0～8.5まで0.5間隔の7段階に、U-Ketはスコア0（尿中濃度4mg/dl以下）、1（5～14mg/dl）、2（15～39mg/dl）、3（40～79mg/dl）、4（80～159mg/dl）および5（160mg/dl以上）の5段階にスコア化した。

血液生化学検査：正中尾静脈もしくは同動脈から、血清分離用真空採血管（テルモ；東京）および血糖測定用フッ化ナトリウム加真空採血管（テルモ；東京）を用いて採血した。採取血液は直ちに氷水中に入れて3時間以内に大学内へ搬入し、血清および血漿を分離後、血液自動分析装置（TBA-30R；東芝ラボメディカル；東京）による血液生化学検査に供した。測定項目は、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ（AST）、血中尿素窒素（BUN）、総コレステロール（T-Chol）、遊離脂肪酸（FFA）、血糖（Glu）、カルシウム（Ca）、無機リン（iP）、マグネシウム（Mg）の8項目とした。

統計処理：月齢や乳量などの背景情報については、健康牛と周産期疾病の各発生牛の各項目に関してKruskal-Wallis検定を行い、いずれかの群間に有意差ありと判定された場合、Mann-Whitney検定によって各周産期疾病発生牛と健康牛との差を比較した。

第一胃内容および尿の簡易臨床検査所見ならびに血液生化学検査成績の継時推移の解析には、乾乳後期を実際の分娩日を基準に分娩2週前（分娩8～14日前）と分娩1週前（分娩1～7日前）の2つに区分した。第一胃内容と尿性状の簡易臨床検査所見では、まず、健康牛

（n=96）と周産期疾病罹患牛（n=64）の2群の乾乳後期の各時期における差についてMann-Whitney検定にて比較した。さらに、乾乳後期の各時期の簡易臨床検査と血液生化学検査のすべて所見について、健康牛（n=96）とケトーシス（n=27）、第四胃変位（n=17）、産褥期子宮疾患（n=12）、乳熱（n=8）の各罹患牛の5群に区分してKruskal-Wallis検定とMann-Whitney検定を用いて解析し、各周産期疾病と健康牛との差をそれぞれ検定した。

第一胃内容および尿の簡易臨床検査所見ならびに血液生化学検査成績の周産期疾病発生への影響を判定するために、健康牛には1、いずれかの周産期疾病の罹患牛には0のダミー変数を与え、各周産期疾病ごとに各検査成績との相関性の強さをSpearman順位相関係数検定にて評価した。

統計処理にはStatView J-4.5 software（Abacus Concept, Inc.；USA）を用い、 $P<0.05$ の場合に有意差ありと判定した。

成 績

背景情報：乳熱罹患牛は健康牛に比べ有意に月齢が高かった（表2）。ケトーシス罹患牛では、前期空胎日数が有意に長く、分娩1～2ヶ月でのBCSが有意に高かった。

簡易臨床検査および血液生化学検査所見の継時的推移：健康牛と周産期疾病罹患牛の2群について簡易臨床検査所見の推移を比較したところ、周産期疾病罹患牛のRVおよびU-pHの各スコアは分娩1週前で分娩2週間前に比べて有意に低値を示した（図1）。健康牛と周産期疾病の各罹患牛の5群に区分して簡易臨床検査および血液生化学検査所見の推移を比較したところ、第四胃変位罹患牛では分娩2週前のMg値と分娩1週前の血清Ca値が、

表2 健康牛と各周産期疾病の罹患牛における背景情報

	健康牛 (n=96) 平均(標準偏差)	ケトーシス牛 (n=27) 平均(標準偏差)	第四位変位牛 (n=17) 平均(標準偏差)	産褥期子宮疾患牛 (n=12) 平均(標準偏差)	乳熱牛 (n=8) 平均(標準偏差)
月齢	56.8 (17.7)	63.0 (19.7)	61.2 (17.2)	69.4 (25.9)	76.3 (15.6)**
産次	3.2 (1.2)	3.5 (1.4)	3.4 (1.3)	4.1 (1.5)	4.1 (1.2)
前期空胎日数	127.4 (69.7)	209.3 (125.6)**	139.5 (96.3)	159.1 (66.8)	189.2 (108.3)
305日実乳量	10613.1 (1983.8)	11024.5 (1305.9)	11210.5 (1607.3)	11560.6 (1255.5)	11294.5 (1188.4)
ボディコンディションスコア					
分娩1～2ヶ月前	3.68 (0.37)	3.92 (0.40)**	3.69 (0.52)	3.79 (0.33)	3.59 (0.40)
分娩1ヶ月前以内	3.68 (0.37)	3.83 (0.33)	3.62 (0.47)	3.81 (0.40)	3.59 (0.40)

健康牛の値との有意差：* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$

図1 健康牛(□; n=96)と周産期疾病罹患牛(●; n=64)における乾乳後期の第一胃内容および尿性状の簡易臨床検査成績(平均値)の推移

RV：第一胃内容量、RC：第一胃内容性状、U-pH：尿pH、U-Ket：尿ケトン体濃度、-2週：分娩2週前、-1週：分娩1週前
同時期の健康牛の値との有意差：* $P < 0.05$

産褥期子宮疾患罹患牛では分娩2週前のMg値がそれぞれ健康牛に比べて有意な低値を示した(表3)。

乾乳後期における簡易臨床検査および血液生化学検査所見と各周産期疾病との相関性：乾乳後期の簡易臨床検査所見において、ケトーシス罹患牛ではRCのスコアが、産褥期子宮疾患罹患牛ではU-pHが、乳熱罹患牛ではRVとU-Ketのスコアが有意な負の相関を示した(表4)。血液生化学検査所見では、ケトーシスおよび第四胃変位罹患牛では共通して、BUNとMg値が有意な負の相関を、FFA濃度が正の相関を示した。産褥期子宮疾患罹患牛では、BUNとMg値が負の相関を、FFA濃度が有意な正の相関を示した。乳熱罹患牛では、T-CholとiP値が有意な負の相関を示した。

考 察

牛では左臍部の腰椎横突起から下腹部までの範囲を力強く触診(external ruminal palpation)することによって、第一胃内容の量や性状、さらに発酵状況に関する情報が得られることが知られている[2, 7, 15]。本法は採食量の測定が困難である一般の臨床現場でも、その客観的評価が可能となり、有用な臨床検査手段になるとと思われる。妊娠末期の乳牛では、子宮は第一胃腹囊の下に滑り込み、第一胃の容量は三分の一程度まで減少する[9]と言われている。さらに、周産期疾病罹患牛では、乾乳期の乾物摂取量は健康牛より18%減少する[20]ことが知られている。したがって、我々は乾乳後期の乳牛を対象とし今回行った第一胃内容の臨床簡易検査によって周産期疾病罹患牛の採食量減少を察知し、周産期疾病の予測に役立てたいと考えた。その結果、健康牛と周産期疾病罹患牛の2群の比較では、周産期疾病罹患牛で分娩1週前にRVスコアの低下が観察された(図1)。さらに、疾病別に相関関係を解析すると、乳熱およびケトーシスの罹患牛においてRVとRCのスコアはそれぞれ負の相関を示した(表4)。したがって、第一胃内容の簡易臨床検査によって周産期疾病の発生をある程度事前予測することは可能と思われた。

尿試験紙を用いた尿性状の簡易臨床検査も、臨床現場では有用な手法と考えられる。本研究では、U-Ketはいずれの周産期疾病とも関係を見出せなかった。しかし、U-pHでは、その継時的推移において周産期疾病罹患牛は健康牛に比べて分娩1週前に低く、周産期疾病との相関性の解析では、産褥期子宮疾患において有意な負の相関を示した。産褥期子宮疾患の罹患牛においてのみU-pHが低下した理由は定かでないが、本研究の場合には、産褥期子宮疾患罹患牛で血清FFA濃度における正の相関やGluとMg値における負の相関が見られたことから、

表3 健康牛と各周産期疾病の罹患牛における第一胃内容と尿の簡易臨床検査所見と血液生化学検査所見

項目(単位)	分娩2週前					分娩1週前				
	健康牛 (n=96)	ケトーシス牛 (n=27)	第四胃変位牛 (n=17)	産褥期子宮疾患牛 (n=12)	乳熱牛 (n=8)	健康牛 (n=96)	ケトーシス牛 (n=27)	第四胃変位牛 (n=17)	産褥期子宮疾患牛 (n=12)	乳熱牛 (n=8)
第一胃内容と尿の簡易臨床検査 ¹⁾										
RV 平均値	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1.2
RC 平均値	1.8	1.3	1.4	2.0	2.0	1.7	1.3	1.6	1.5	1.5
U-pH 平均値	7.4	7.0	7.6	6.5	7.0	7.0	6.8	6.6	6.3	6.2
U-Ket 平均値	0.2	0.4	0.2	0	0	0.2	0.6	0.4	0	0.5
血液生化学検査										
AST (IU/L) 平均値	59.6	55.9	59.9	57.8	64.7	62.8	69.6	61.3	78.0	55.3
(標準偏差)	(9.7)	(11.5)	(11.8)	(9.4)	(15.5)	(10.3)	(19.6)	(9.5)	(41.4)	(8.8)
BUN (mg/dl) 平均値	9.2	6.2	6.6	11.0	8.7	9.7	8.0	8.3	9.9	5.7
(標準偏差)	(3.4)	(2.6)	(3.6)	(3.8)	(1.4)	(3.7)	(3.6)	(3.6)	(3.9)	(1.8)
T-Chol (mg/dl) 平均値	100.1	89.3	94.3	99.5	88.7	85.3	84.8	79.8	108.4	66.5
(標準偏差)	(24.2)	(13.0)	(12.9)	(19.6)	(23.2)	(23.4)	(24.5)	(13.7)	(41.8)	(8.9)
FFA (mEq/L) 平均値	0.247	0.355	0.323	0.259	0.202	0.347	0.418	0.469	0.722	0.274
(標準偏差)	(0.126)	(0.297)	(0.257)	(0.141)	(0.136)	(0.204)	(0.160)	(0.226)	(0.239)	(0.165)
Glu (mg/dl) 平均値	63.1	60.6	60.0	59.0	65.5	61.3	60.9	61.8	38.0	58.0
(標準偏差)	(4.8)	(6.7)	(4.5)	(7.8)	(3.5)	(7.5)	(7.0)	(12.3)	(11.5)	(5.7)
Ca (mg/dl) 平均値	9.5	9.3	9.4	9.4	9.6	9.4	9.5	8.8**	9.0	9.5
(標準偏差)	(0.6)	(0.5)	(0.4)	(0.6)	(0.9)	(0.7)	(0.5)	(0.7)	(0.4)	(0.6)
iP (mg/dl) 平均値	6.1	5.6	5.9	6.0	5.3	6.1	5.8	5.7	5.2	5.4
(標準偏差)	(1.1)	(0.8)	(0.9)	(1.5)	(0.9)	(1.2)	(0.8)	(0.9)	(1.3)	(0.5)
Mg (mg/dl) 平均値	2.4	2.2	2.0*	2.0*	2.0	2.2	2.1	1.9	1.7	2.0
(標準偏差)	(0.5)	(0.4)	(0.3)	(0.2)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.1)	(0.4)

¹⁾各項目のスコアは離散変数であるので、平均値のみを示す。RV：第一胃内容量，RM：第一胃内容性状，U-pH：尿pH，U-Ket：尿中ケトン体濃度。同時期の健康牛の値との有意差：*P<0.05，**P<0.01。

表4 各周産期疾病と各種検査成績との相関係数

項目	ケトーシス	第四胃変位	産褥期子宮疾患牛	乳熱
第一胃内容と尿の臨床簡易検査 ¹⁾				
RV	-0.120	-0.061	-0.075	-0.187*
RC	-0.201*	-0.137	-0.050	0.016
U-pH	-0.085	-0.041	-0.183*	-0.184*
U-Ket	0.085	0.013	-0.075	0.025
血液生化学検査				
AST	0.043	-0.066	-0.011	-0.095
BUN	-0.282**	-0.203	0.104	-0.120
T-Chol	-0.117	-0.096	0.093	-0.177*
FFA	0.200*	0.178*	0.214*	-0.125
Glu	-0.095	-0.063	-0.263**	-0.013
Ca	0.052	-0.141	-0.155	0.024
iP	-0.136	-0.139	-0.131	-0.189*
Mg	-0.177*	-0.264**	-0.264**	-0.152

¹⁾RV：第一胃内容量，RM：第一胃内容性状，U-pH：尿pH，U-Ket：尿中ケトン体濃度。
有意な相関係数：*p<0.05、**p<0.01。

エネルギーバランスの低下による代謝性アシドーシスも想定される。

乾乳後期の血液性状と周産期疾病との間には関係があるとの報告は多い。Kida [12] は乾乳期のアルブミン、T-Chol、Mg値が低く、FFA濃度が高い牛群では周産期疾病が多いと報告している。佐藤ら [16] は乾乳後期の高FFAと低Ca値が周産期疾病の発生に関連することを

言及し、Drackley [3] は分娩前7日以内にFFAが高値を示した乳牛ではケトーシス、第四胃変位、もしくは胎盤停滞を発症すると述べている。本研究では、第四胃変位と産褥期子宮疾患の罹患牛にて血清CaおよびMg濃度が低値を示した。さらに、Spearman順位相関係数検定では、ケトーシスおよび第四胃変位罹患牛でBUNとMg値が負のおよびFFAが正の相関を、産褥期子宮疾患

ではFFAが正の相関およびGluとMg値が負の相関を、さらに乳熱罹患牛ではT-ChoとiP値が負の相関を示した。一般に、血清BUNならびにMg濃度は、それぞれ、エネルギーとタンパクの摂取 [11] ならびに乾物摂取量 [12] に関係するとされている。血清T-Cho濃度は線維の摂取 [4] と関連し、さらに肝機能に伴うエネルギー代謝を反映する [13, 19]。また、血清FFAは負のエネルギーバランスによる体脂肪動員によって上昇し [3, 10]、血清中のCaやiPはタンパクやエネルギーの摂取を反映する [11, 13] ことが示されている。したがって、本研究における血液生化学検査所見は乾乳後期における採食量の低下を反映したものであり、Zametら [20] が報告したように、採食量の低下は周産期疾病発生の誘引の一つになると考えられた。

ケトーシス罹患牛では乾乳期のBCSが高く、前期空胎日数が延長していた。その理由として、本牛群では全ての泌乳牛は泌乳期や乳量に関係なく泌乳最盛期を想定したエネルギー価の飼料が給餌されていたので、空胎日数の延長によって泌乳後期に過肥になり、さらにそのまま乾乳期を迎えることで乾物摂取量の低下から体脂肪の動員を招き [1, 17]、ケトーシスに至ったと考えられた。また、本研究においても乳熱罹患牛は高齢であり、これまでの報告 [5, 14] と一致していた。

乾乳後期の乳牛を対象とした第一胃内容と尿性状の簡易臨床検査を定期的に活用することによって、周産期疾病の事前予測はある程度可能と考えられた。とくに、高齢で、前期空胎日数が延長しBCSが高い個体では、RVやU-pHのスコアの低下によって、ケトーシスや乳熱の発症牛を事前に摘発できると考えられた。しかしながら、いっそう精度の高い予測には、時々、定期的な血液生化学検査を実施し、牛群の栄養状態を多角的に把握することが望ましいと思われる。

謝 辞

本研究に際し、終始快くご協力を頂いた(有)サクセス・ファームの宿田成宏氏ならびに従業員の皆様に深謝する。なお、本研究の一部は文部科学省「21世紀COEプログラム」補助金(A-1)によって行われた。

引用文献

1. Busato, A., Faissler, D., Kupfer, U. and Blum, J. W. (2002). Body condition score in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. *J. Vet. Med.*, A49: 455-460.
2. Constable, P. D. (1993). Introduction to the ruminant forestomach. In: *Current Veterinary Therapy 3: Food Animal Practice* (Howard, J. L. ed), 706-711. W. B. Saunders, Philadelphia.
3. Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82: 2259-2273.
4. Eicher, R., Liesegang, A., Bouchard, E. and Tremblay, A. (1999). Effects of cow-specific factor and feeding frequency of concentrate on diurnal variations of blood metabolites in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 60: 1493-1499.
5. Erb, H. N. and Grohn, Y. T. (1988). Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 2557-2571.
6. Ferguson, J. D., Galligan, D. T. and Thomsen, N. (1994). Principal descriptions of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2695-2703.
7. Garry, F. (1990). Evaluating motility disorders of the bovine forestomach. *Vet. Med.* 85: 634-642.
8. Gerloff, B. J., Herdt, T. H. and Emery, R. S. (1986). Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 188: 845-850.
9. Goff, J. P. and Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80: 1260-1268.
10. Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Animal Sci.* 73: 2820-2833.
11. Ingraham, R. H. and Kappel, L. C. (1988). Metabolic profiling testing. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 4: 391-411.
12. Kida, K. (2002). Use of every ten-day criteria for metabolic profile test after calving and dry off in dairy herds. *J. Vet. Med. Sci.* 64: 1003-1010.
13. Kronfeld, D. S., Donoghue, S., Copp, R. L., Stearns, F. M. and Engle, R. H. (1982). Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. *J. Dairy Sci.* 65: 1925-1933.
14. Kume, S., Nonaka, K. and Oshita, T. (2003). Relationship between parity and mineral status in dairy cows during the periparturient period. *Anim. Sci. J.* 74: 211-215.

15. Leek, B. F. (1983). Clinical diseases of the rumen:
A physiologist's view. *Vet. Rec.* 113: 10-14.
16. 佐藤繁、小野秀弥、植松正巳、畠山直一郎、角田元
成 (2003). 周産期疾患の発症乳牛における乾乳期の
血中成分. *家畜臨床誌* 26: 21-26.
17. Shever, R. D. (1997). Nutritional risk factors in
the etiology of left displaced abomasums in dairy
cows: A review. *J. Dairy Sci.* 80: 2449-2453.
18. 山岸則夫、大星健治、李仁炯、高木光博、安藤道雄、
中川昭 (2003). 分娩後の乳牛に対する大量溶液の強
制経口投与がその後の第一胃内容量と血液生化学性状
へ及ぼす影響. *臨床獣医* 21: 32-35.
19. 山田恭嗣、中尾敏彦、園中篤、南繁、宮野正章、中
尾茂、森好政晴、河田啓一郎 (1994). 乳牛の栄養状
態と周産期疾病および受胎成績. *日獣会誌*. 47: 322-
326.
20. Zamet, C. N., Colenbrander, V. F., Callenhan, C. J.,
Chew, B. P., Erb, R. E. and Moeller, N. J. (1979).
Variables associated with peripartum traits in
dairy cows. I. Effect of dietary forages and disor-
ders on voluntary intake of feed, body weight and
milk yield. *Theriogenology*. 11: 229-224.