

原 著

黒毛和種初産産子における出生後の動静脈血液ガス分圧 及び血液検査値の変化

向井真知子¹⁾ 大塚浩通^{2)†} 田波絵里香²⁾ 小比類巻正幸¹⁾ 小形芳美³⁾

1) 小比類巻家畜診療サービス (〒039-2683 上北郡東北町大平63-3)

2) 北里大学獣医学部 (〒034-8628 十和田市東二十三番町35-1)

3) 山形県農業共済組合連合会庄内家畜診療所 (〒997-0022 鶴岡市切添町3-26)

(2011年5月23日受付・2011年11月16日受理)

要 約

黒毛和種初産産子の出生後の酸塩基平衡の動態を明らかにするため血液ガス並びに血液一般検査を実施した。供試したのは同一牧場で飼育されていた黒毛和種子牛であり、初産牛の産子（初産子牛群，n = 14）と、その対照として経産牛の産子（経産子牛群，n = 16）を用い、出生日を0週とし、以降1，2，4，8週の計5回採血した。動脈血は耳動脈，静脈血は頸静脈から採取し，動静脈血液ガス分圧並びに血液一般検査を実施した。4週及び8週における初産子牛群の静脈血酸素分圧は経産子牛群に比べ有意な低値であった。試験期間を通し肺動脈血酸素分圧較差は両群間に差を認めなかったが，初産子牛群の動脈血酸素含量では有意な低値を持続した。また初産子牛群のヘマトクリット値，赤血球数並びにヘモグロビン量は試験期間中，経産子牛群に比べ低く，これらの項目は1週以降に両群間に有意な差を認めた。以上のことから，初産産子は経産産子に比べ出生後から貧血傾向と動脈血酸素含量の低下が持続することが示唆された。——キーワード：血液ガス，子牛，初産，血液一般検査，黒毛和種。

----- 日獣会誌 65, 193～198 (2012)

黒毛和種子牛は他の品種に比べて下痢や肺炎などを発症しやすい。特に虚弱子牛症候群（WCS）とされる子牛では，初産産子であることや母牛の妊娠末期の栄養状態などが発症に関与し，低体重，白筋症にともなう筋力低下，低酸素症，免疫システムの異常などにより感染症などの疾病を発症しやすいとされる [1-4]。

娩出された新生児は第一呼吸を始めた後，動脈血の酸素分圧が上昇して胎外での心肺機能の適応が進むが，未熟児では心肺機能の低下による酸塩基異常のリスクが高い [5, 6]。虚弱子牛や出生時の事故があった子牛においても循環器や呼吸器の機能が低下し [7]，低酸素血症，高炭酸ガス血症，さらには代謝性アシドーシスなど酸塩基平衡の異常に至り全身臓器に影響が波及する可能性もある。

心肺機能だけでなく，赤血球（RBC）の酸素運搬機能も酸塩基平衡に影響する要因である。WCSと判断された黒毛和種子牛において貧血が観察されており [8]，酸

素運搬能の低下に起因した組織での低酸素状態も WCS のリスク要因として挙げられる。また単子に比べて虚弱であるとされる双子産子では出生後の低酸素分圧に加え低RBCや低Hbが観察されている [9]。重篤な下痢症を呈する黒毛和種子牛では静脈血pHが低下し，アシデミアを生じていることが報告されている [10] が，健康な黒毛和種子牛における出生後の動静脈血液ガス分圧に関する報告はなく，特に臨床的に虚弱とされる初産産子における血液ガス分圧と赤血球動態に関する特徴は不明である。そこで本研究では，健康な初産産子と経産産子の酸塩基平衡を比較するため，血液ガス分析並びに血液一般検査を実施した。

材料及び方法

供試牛は1和牛繁殖農家で出生し，正常に娩出され試験期間中に下痢など疾病の発生のなかった30頭である。初産子牛14頭（母牛の平均年齢 2.1 ± 0.1 歳，在胎日数

† 連絡責任者：大塚浩通（北里大学獣医学部）

〒034-8628 十和田市東二十三番町35-1

☎0176-23-4371 FAX 0176-23-8703

E-mail : otsuka@vmass.kitasato-u.ac.jp

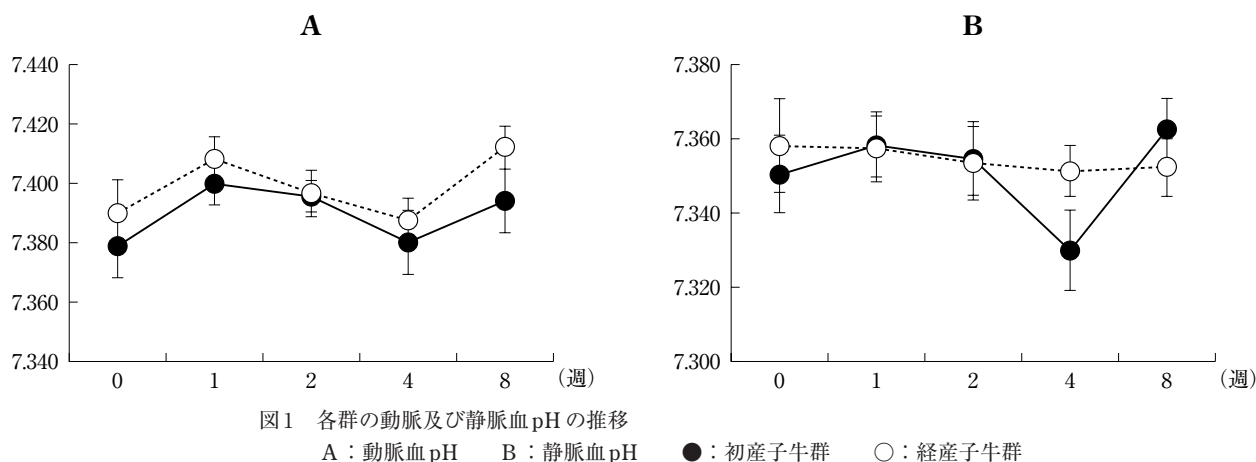


図1 各群の動脈及び静脈pHの推移
A：動脈血pH B：静脈血pH

●：初産子牛群 ○：経産子牛群

288.2 ± 1.6 日，雄 8 頭，雌 6 頭）と経産子牛 16 頭（母牛の平均年齢 6.8 ± 0.6 歳，在胎日数 290.4 ± 1.1 日，雄 11 頭，雌 5 頭）を，それぞれを初産子牛群，経産子牛群として試験に用いた．なお初産子牛 14 頭のすべて，並びに経産子牛 16 頭中 9 頭が人工授精による，またそれ以外は受精卵移植による産子であった．すべての子牛は出生後 3 日から 5 日で母牛から離され，人工哺乳で管理されていた．出生当日における初産子牛群の体重 (30.5 ± 1.0kg) は経産子牛群 (32.6 ± 1.0kg) に比べ低い傾向にあったが，統計的に有意差はなかった．

血液は頸静脈並びに耳動脈からヘパリンナトリウムにて抗凝固処理したシリンジにて血液が空気に触れないように採取し，4℃にて冷蔵保存し採取後 40 分から 60 分の間で血液ガスの分析を実施した．出生当日を 0 週とし，出生後 1 週，2 週，4 週及び 8 週の計 5 回採血し，同時に体重の測定も実施した．検査項目は血液ガス分析として pH，二酸化炭素分圧 (pCO₂)，酸素分圧 (pO₂)，酸素飽和度 (O₂SAT)，重炭酸イオン (HCO₃⁻) を血液ガス分析器 (RAPID Lab 248 Systems, SIEMENS, Munich, Germany) により測定，血液一般検査としてヘマトクリット (Ht)，ヘモグロビン (Hb) 並びに赤血球 (RBC) 数を自動血球測定機 (Celltaca MEK-6358, 日本光電工業株，東京) により測定し，平均赤血球容積 (MCV)，平均赤血球色素量 (MCH) 及び平均赤血球色素濃度 (MCHC) を算出した．また得られた血液ガスの数値から以下の計算式により肺胞気動脈血酸素分圧較差 (A-aDO₂) 並びに動脈血酸素含量 (CaO₂) を算出した．

$$A-aDO_2 = 150 - (PaO_2/0.83) - PaO_2$$

$$CaO_2 = 1.34 \times Hb \times O_2SAT/100 + 0.003 \times PaO_2$$

検査成績は平均 ± 標準誤差として示した．2 群間の比較は同採血日の成績を Mann-Whitney の U 検定により実施し，また同採取週における体重と各検査項目との Spearman の順位相関係数を求め，どちらも 5% 以下の

危険率で有意な差とした．

成 績

初産子牛群の動静脈血 pH は経産子牛に比べ低値で推移した．初産子牛群の静脈血 pH は 4 週において最低値であった．動静脈血の pH は試験期間を通して有意な差は認められなかった (図 1)．

両群の動脈血 pO₂ は 0 週において最低値であり，1 週までに急激に上昇し，それ以降大きな変動がなく安定して推移した．初産子牛群の動脈血 pO₂ は 1 週以降経産子牛群に比べ低値で推移する傾向にあった．初産子牛群の動脈血 pCO₂ は試験期間を通して経産子牛に比べ高値で推移し，2 週において有意な差が認められた．初産子牛群の静脈血 pO₂ は試験期間を通して緩やかに上昇したのに対し，経産子牛群では 4 週と 8 週において初産子牛群に比べ高く推移し，両群間で有意な差が認められた．両群の A-aDO₂ は 0 週で最高値であり，1 週には低下し，それ以降は安定して推移した．A-aDO₂ は両群間に有意な差は認められなかった．初産子牛群の CaO₂ は試験期間を通して経産子牛群に比べ有意な低値を持続した (図 2)．なお，HCO₃⁻ には 2 群間の有意な差は認められなかった．

初産子牛群の Ht，RBC 並びに Hb は試験期間を通して経産子牛群に比べ低く，すべての項目において 1 週以降に両群間で有意な差が認められた．両群の Ht 並びに Hb は 0 週から 2 週まで安定して推移したが，それ以降から徐々に低下した．一方，RBC は 0 週から 2 週までは徐々に上昇する傾向にあったが，その後は安定して推移した．また両群の MCV 及び MCH は 0 週において最高値であり，その後低下した．試験期間を通して初産子牛群のこれらの項目は経産子牛群に比べて低く，MCV は 0 と 1 週において，MCH は 0 週のみ有意な差が認められた．しかし MCHC においては両群間に有意な差は認められなかった (図 3)．

なお，試験期間において初産子牛群の体重は経産子牛

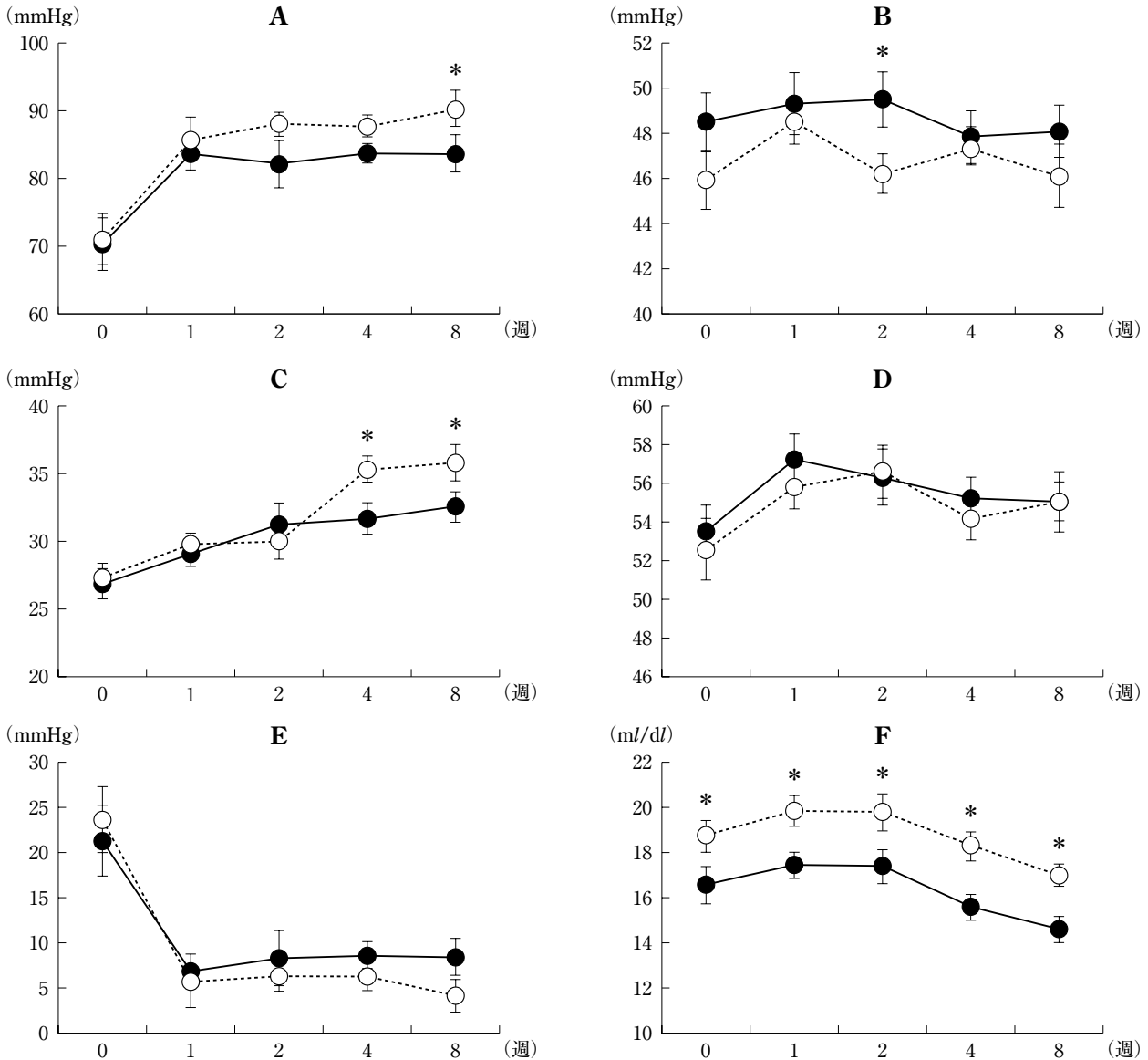


図2 各群の動静脈血 pO_2 , pCO_2 及び $A-aDO_2$, CaO_2 の推移
 A: 動脈血 pO_2 B: 動脈血 pCO_2 C: 静脈血 pO_2 D: 静脈血 pCO_2 E: $A-aDO_2$ F: CaO_2
 ●: 初産子牛群 ○: 経産子牛群 * : 2群間に有意差あり ($P < 0.05$)

群に比べて低く推移したが有意な差は認められなかった。また試験期間において体重と各検査項目に有意な相関は認められなかった。

考 察

健康な新生児の $A-aDO_2$ は経過とともに低下するものの、出生後に死亡する新生児では高く [11, 12], 呼吸障害の未熟児においても高い値を持続することが知られており [13], 換気不全は新生児において致命的な障害をもたらすとされる。本研究では両群の出生後の $A-aDO_2$ の変化がこれまで報告されている健康な新生児での成績と酷似しており、子牛の肺胞換気能の低下は出生1週間後には改善されていることが示唆された。また試験期間を通して両群間の $A-aDO_2$ には有意な差が認めら

れず、健康な子牛の出生後の肺におけるガス交換能は母牛の産次の影響を受けない可能性があった。

一方、初産子牛群の CaO_2 は経産子牛群に比べて出生日から持続的に低値で推移した。 CaO_2 は血液中に実際に含まれている酸素量を示す指標であり、低 CaO_2 では組織における酸素摂取率が低下する [14, 15]。 CaO_2 が低い初産産子は経産産子に比べて出生後から組織での酸素摂取率が低下していると示唆された。初産産子では動脈血 pO_2 並びに Hb が経産子牛群に比べ低い傾向にあったことから、これら項目が初産子牛群の持続的な低 CaO_2 に影響したかもしれない。

初産子牛群では試験期間を通して MCV 及び MCH が低いものの MCHC には差がなかったことから、出生後から初産産子では経産産子に比べて小球性貧血を呈してい

黒毛和種子牛の出生後の血液ガス分圧

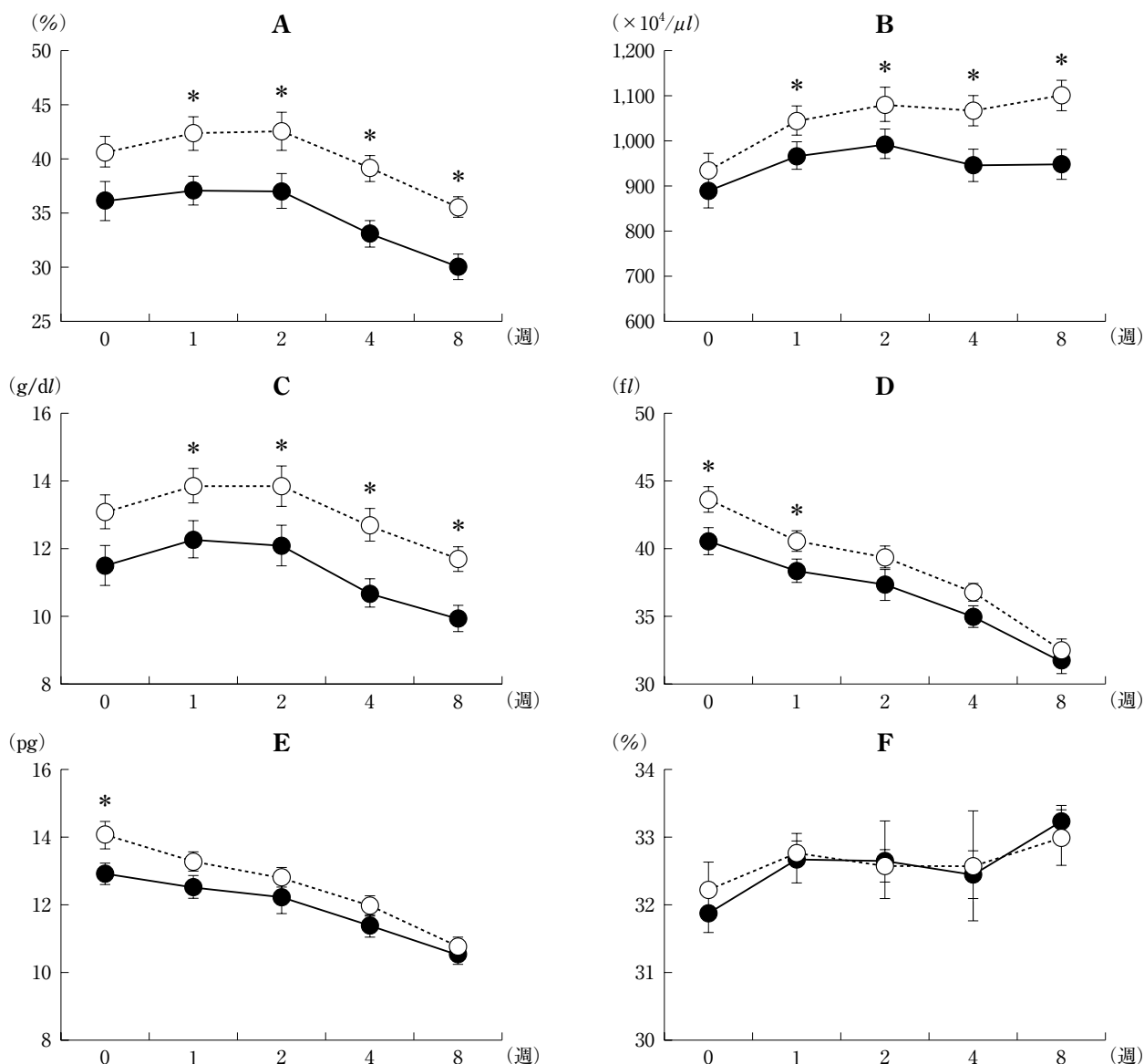


図3 各群のHt, RBC, Hb, MCV, MCH及びMCHCの推移

A: Ht値 B: RBC C: Hb D: MCV E: MCH F: MCHC
 ●: 初産子牛群 ○: 経産子牛群 *: 2群間に有意差あり (P < 0.05)

たことが示唆された。新生児の鉄欠乏性貧血では赤血球が小球となりやすく [16, 17], また虚弱子牛においては鉄欠乏性貧血が観察され, 虚弱体質を誘導する要因の一つとして挙げられている [8]。小赤血球は血球の表面積が低下するため, 肺でのガス交換率が低下する [18]。また貧血のある新生羊では静脈血pO₂値の低下が観察されており [19], 初産子牛群の1から8週までにみられた動脈血の低pO₂に小球性赤血球であったことが影響した可能性がある。一方, 経産子牛群の静脈血pO₂は4週に上昇し, 4と8週において初産子牛群に比べて有意な高値となった。静脈血pO₂値の変化には筋肉など諸臓器の酸素消費が影響するため [20], 両群間において4週以降で組織の代謝に違いがあったかもしれないが, その病態生理は不明であり, 今度の検討が必要である。以上

のことから, 本研究では, 初産産子では出生後から経産産子に比べ貧血傾向と動脈血酸素含量の低下が持続することが示唆された。

引用文献

[1] De Kruif A, Benedictus G: Perinatal mortality and the birth of weak calves, Tijdschr Diergeneeskd, 118, 684-688 (1993)
 [2] Patterson DJ, Bellows RA, Burfening PJ, Carr JB: Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. 1. Calf loss incidence from birth to weaning, backward and breech presentations and effect of calf loss on subsequent pregnancy rate of dams, Theriogenology, 28, 557-571 (1987)
 [3] Takasu M, Shirota K, Ohba Y, Nishii N, Murase T,

- Miyazawa K, Kitagawa H : Thymic hypoplasia in Japanese black calves with stillbirth/perinatal weak calf syndrome, *J Vet Med Sci*, 70, 1173-1177 (2008)
- [4] 田波絵里香, 大塚浩通, 向井真知子, 小比類卷正幸, 安藤貴朗, 小形芳美, 川村清市 : 妊娠末期における母牛の栄養状態が出生後の黒毛和種産子の末梢白血球ピュレーションに及ぼす影響, *日獣会誌*, 62, 623-629 (2009)
- [5] Ghosh PK, Lubliner J, Mogilnar M, Yakirevich V, Vidne BA : Ligation of patent ductus arteriosus in very low birthweight premature neonates, *Thorax*, 40, 533-537 (1985)
- [6] Pryds O : Control of cerebral circulation in the high-risk neonate, *Ann Neurol*, 30, 321-329 (1991)
- [7] Dufty JH, Sloss V : Anoxia in the bovine foetus, *Aust Vet J*, 53, 262-267 (1977)
- [8] Ogata Y, Nakao T, Takahashi K, Abe H, Misawa T, Urushiyama Y, Sakai J : Intrauterine growth retardation as a cause of perinatal mortality in Japanese black beef calves, *Zentralbl Veterinarmed A*, 46, 327-334 (1999)
- [9] Adams R, Garry FB, Aldridge BM, Holland MD, Odde KG : Physiologic differences between twin and single born beef calves in the first two days of life, *Cornell Vet*, 83, 13-29 (1993)
- [10] Nakagawa M, Suzuki K, Taguchi K : Relationship between depression score and acid-base status in Japanese Black calves with diarrhea, *J Vet Med Sci*, 69, 549-552 (2007)
- [11] Chan V, Greenough A, Gamsu HR : High frequency oscillation for preterm infants with severe respiratory failure, *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 70, F44-46 (1994)
- [12] Modanlou HD, Beharry K, Padilla G, Iriye B : Combined effects of antenatal corticosteroids and surfactant supplementation on the outcome of very low birth weight infants, *J Perinatol*, 16, 422-428 (1996)
- [13] Tanswell AK, Clubb RA, Smith BT, Boston RW : Individualised continuous distending pressure applied within 6 hours of delivery in infants with respiratory distress syndrome, *Arch Dis Child*, 55, 33-39 (1980)
- [14] Keykhah MM, Hägerdal M, Welsh FA, Barrer MA, Sisco F, Harp JR : Effect of high vs. low arterial blood oxygen content on cerebral energy metabolite levels during hypoxia with normothermia and hypothermia in the rat, *Anesthesiology*, 52, 492-495 (1980)
- [15] Pierson DJ : Pathophysiology and clinical effects of chronic hypoxia, *Respir Care*, 45, 39-51 (2000)
- [16] Rönnholm KA, Siimes MA : Haemoglobin concentration depends on protein intake in small preterm infants fed human milk, *Arch Dis Child*, 60, 99-104 (1985)
- [17] Strauss RG : Neonatal anemia pathophysiology and treatment, *Immunol Invest*, 24, 341-351 (1995)
- [18] Merrikkh AA, Lage JL : Effect of blood flow on gas transport in a pulmonary capillary, *J Biomech Eng*, 127, 432-439 (2005)
- [19] Van Ameringen MR, Fouron JC, Bard H, Le Guennec JC, Prossmanne J : Oxygenation in anemic newborn lambs with high or low oxygen affinity red cells, *Pediatr Res*, 15, 1500-1503 (1981)
- [20] Kohzuki H, Enoki Y, Shimizu S, Sakata S : High blood O₂ affinity and relationship of O₂ uptake and delivery in resting muscle, *Respir Physiol*, 92, 197-208 (1993)

Changes in Arterial and Venous Blood Gas and Hematologic Levels
in Japanese Black Calves from First Delivered Dam After Birth

Machiko MUKAI*, Hiromichi OHTSUKA†, Erika TANAMI, Masayuki KOHIRUIMAKI
and Yoshimi OGATA

* *Kohiruimaki Animal Medical Service, 63-3 Ohdaira, Tohoku, Kamikita, 039-2683, Japan*

SUMMARY

To clarify changes in the acid-base balance of Japanese Black (JB) calves from first calving dams after birth, we analyzed blood gas and performed hematological examinations. The subjects were Japanese Black (JB) calves housed in one herd, and they were divided two groups : calves from dams experiencing their first calving (Primipara group; n=14), and calves from dams with previous deliveries (Experienced group; n=16) as the control. Samples were collected from the calves five times, on the day of birth (0), and at weeks 1, 2, 4, and 8 after birth. We collected arterial blood from the ear arterial vein and venous blood from the jugular vein, and blood gas and hematologic analysis were performed. Significantly high levels of venous carbon dioxide were noted in the Primipara group at weeks 4 and 8. Although no significant variance in alveolar-to-arterial oxygen difference between two groups was found, oxygen content in the arterial blood in the Primipara group was significantly lower than that in the Experienced group at all times. In addition, there were significantly lower levels of Ht, RBC, and Hb in the Primipara group after week 1. These findings suggest that anemia and lower oxygen content in the arterial blood persisted in JB calves from dams experiencing their first calving, compared with calves from dams with previous calving experience.

— Key words : blood gas, calves, first calving, hematological analysis, Japanese Black.

† *Correspondence to : Hiromichi OHTSUKA (School of Veterinary Medicine, Kitasato University)*

35-1 Higashi, niyu-san-ban-cho, Towada, 034-8628, Japan

TEL 0176-23-4371 FAX 0176-23-8703 E-mail : otsuka@vmas.kitasato-u.ac.jp

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 65, 193 ~ 198 (2012)