

周産期におけるビタミンC製剤の補給が黒毛和種母牛および子牛に及ぼす影響

白井幸路¹⁾、堀井美那²⁾、阿久津友紀子、蓼沼亜矢子²⁾、川田智弘³⁾、松井徹⁴⁾

¹⁾ 県央家畜保健衛生所 ²⁾ 県南家畜保健衛生所 ³⁾ 那須農業振興事務所

⁴⁾ 京都大学大学院農学研究科応用生物科学専攻

要 約

子牛の発育性向上と疾病などによる事故低減を目的とした、栄養飼養管理に基づくほ育育成技術の開発が求められている。免疫力増強作用やストレス低減作用をもつビタミンC (VC) を周産期の黒毛和種親牛に給与し、子牛の発育成績が向上するかどうかを検討した。その結果、分娩当日に母牛の血漿中VC濃度が一時的に低下すること、出生直後の子牛血漿中VC濃度が一時的に高いこと、乳中VC濃度は血漿中よりも高い値を示すが分娩後1週間程度は低くなる傾向があることが明らかとなった。また、分娩予定日7日前からVCを給与すると、母牛で見られた分娩時の血漿中VC濃度低下が抑制された。本試験ではVC給与の有無による子牛の発育に有意な差は認められず、子牛のほ育育成効果は認められなかった。

目 的

生後間もない時期におこる疾病や事故による発育遅延は繁殖経営において大きな問題となることから、栄養飼養管理に基づく発育性の向上と疾病などによる事故を低減するほ育育成技術の開発が求められている。

近年、水溶性ビタミンであるビタミンC (VC) の免疫力増強作用やストレス低減作用に注目が集まっている。牛を含め多くの家畜は肝臓でVCを合成できるためにその要求性は考慮されていなかったが、泌乳牛では夏期高温環境下で、黒毛和種肥育牛では肥育後期で、それぞれ血漿中VC濃度が減少することが報告されている。このことは様々なストレス下において、VCが過剰な消費または合成力の低下により不足していることを示しており、VCの給与によりストレスが低減され飼養成績が向上すると考えられる。特に、肥育牛の肉質向上を目的として、反芻胃内で分解されにくいルーメンバイパス性VC製剤 (VC製剤) を用いた給与試験が多く行われている。

一方で、黒毛和種に対するほ育育成技術の改善を目的としたVC製剤の給与試験はほとんど行われていない。自然哺乳によるほ育が一般的な黒毛和種の母牛は、周産期において分娩や哺乳などの種々のストレス要因にさらされていると考えられる。同時に生まれたばかりの子牛も大きな環境の変化に遭遇している。このようなストレス要因自体を取り除くことができない状況において、VC製剤の給与によりストレス低減や免疫力増強が起り、母牛のほ育育成

能力や子牛の発育成績が向上することが期待できる。

自然ほ乳を行っている生後間もない子牛は母乳以外のものをほとんど摂食しないため、添加剤の給与を行うことは非常に困難である。本研究では、分娩前後の黒毛和種親牛にVC製剤を給与し、VCが母乳を介して子牛に給与することができるか、さらに子牛の発育成績が向上するかどうかを検討した。

材料及び方法

試験1

1. 供試牛および試験区分

当試験場に繋養され、平成18年10月から平成19年2月までに分娩予定であった繁殖雌牛12頭 (母牛) とその産子12頭を用いた。分娩後からVC製剤を給与する試験区1、VC製剤を給与しない対照区1を設定した (表1)。

表1 試験1の供試牛と試験区分

	頭数	産子数	
		雄	雌
VC給与区1	6	3	3
対照区1	6	4	2

2. 供試飼料および給与方法

母牛の飼料は、一日2回、合計で分娩前は配合飼料1kgとチモシー4kg、分娩後は配合飼料2kgとチモシー4kgを給与した。VC製剤は、分娩当日から2週間後まで、ルーメンバイパス性VC製剤 (VC; 30%、

大豆硬化油皮膜；70%、(株)ワイピーテック)をL-アスコルビン酸として80 mg/体重 kg/日、朝の給与時に配合飼料にトップドレス方式で添加し、給与した。

3. 調査項目

(1) 子牛の体重

子牛の体重は出生当日(0日目)および生後4ヶ月後までおおむね4週ごとに測定した。

(2) 血液中ビタミンC濃度

分娩予定7および1日前、分娩当日、分娩後3、7、14および21日目に母牛と子牛の頸静脈から採血を行い、血漿中VC濃度の測定に用いた。分娩予定7および1日前は、それぞれ分娩-7および-1日と示した。採取した血液は直ちに冷却遮光し、遠心分離(3,000 rpm、20分、4℃)を行い、得られた血漿をジチオスレイトール処理し、冷凍して京都大学大学院農学研究科応用生物科学専攻動物栄養科学分野松井徹研究室に搬送し、電気化学検出器を装着したHPLCにより測定した。

(3) 乳中ビタミンC濃度

分娩当日(0日目)、3、5、7、14および21日目の母乳を採取し、遠心分離による脱脂操作を行った後、血漿中VC濃度と同様の方法で乳中VC濃度を測定した。母乳の採取は、採取2時間前から親子がお互いの顔が見える状態で分離し、手絞りで行った。

試験2

1. 供試牛、試験区分および飼料給与方法

当試験場に繋養され、平成20年9月から11月までに分娩予定であった繁殖雌牛6頭(母牛)とその産子6頭を用いた。分娩予定日7日前から分娩2週間後までVC製剤を給与する試験区2、VC製剤を給与しない対照区2を設定した(表2)。飼料およびVC製剤は試験1と同様に行った。

表2 試験2の供試牛と試験区分

	頭数	産子数	
		雄	雌
VC 給与区 2	4	2	2
対照区 2	2	2	0

2. 調査項目

(1) 子牛の体重および体高

出生当日(0日目)、3、7、14、21、28および56日目の体重および体高を測定した。

(2) 血液中ビタミンC濃度

分娩予定日7日前、分娩予定日、分娩当日、分娩後3、7、14、21、28および56日目に母牛と子牛の頸静脈から採血を行い、試験1と同様に血漿中VC濃度の測定に用いた。分娩予定7日前および分娩予定日は、それぞれ分娩-7および-1日と示した。

結果及び考察

試験1において、VC製剤を分娩直後から母牛に給与し、VC製剤給与による血漿中VC濃度、乳中VC濃度および子牛の発育に与える影響を調べた。分娩前(分娩予定日7日および1日前)における母牛の平均血漿中VC濃度は、VC給与区1で 5.52 ± 0.99 mg/L、対照区1で 5.61 ± 0.69 mg/Lであった。母牛の血漿中VC濃度は分娩当日に有意に低下し($P < 0.01$)、VC製剤給与の有無にかかわらず分娩後3日目には分娩前と同程度まで回復していた(図1)。VC給与区1と対照区1で母牛の血漿中VC濃度に有意な差は認められなかった。

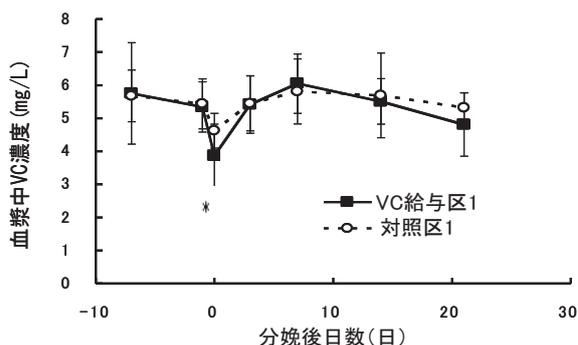


図1 試験1における母牛血漿中VC濃度平均±標準偏差、*; $p < 0.01$

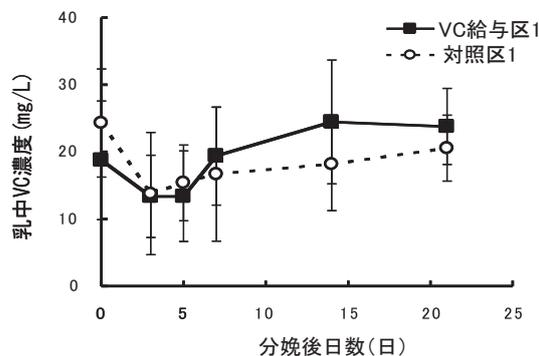


図2 試験1における乳中VC濃度変化平均±標準偏差

図2に母牛の乳中VC濃度変化を示した。母牛の乳中VC濃度は血漿中に比べて高い値を示し、対照区1

では分娩当日 (24.3±8.06 mg/L) に比べ分娩後 3 および 7 日目の乳中 VC 濃度 (3 日目; 13.8±9.11 mg/L, 7 日目; 15.4±5.64 mg/L) が低下している傾向がみられた (3 日目; $P=0.044$, 7 日目; $P=0.053$)。VC 給与区 1 と対照区 1 の乳中 VC 濃度は、いずれの採乳日においても有意な差は認められなかった。

試験 1 における子牛血漿中 VC 濃度変化を図 3 に示した。いずれの区においても、出生当日に母牛の血漿中 VC 濃度と比べて高値であった血漿中 VC 濃度 (VC 給与区; 8.93±1.68 mg/L, 対照区; 9.49±2.93 mg/L) は、出生後 3 日目には分娩前の母牛平均血漿中 VC 濃度と同程度となり、生後 3 週間まで大きな変化は認められなかった。いずれの測定時においても、VC 給与区 1 と対照区 1 で有意な差は認められなかった。

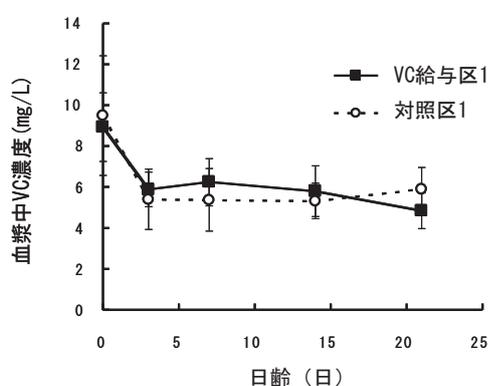


図 3 試験 1 における子牛血漿中 VC 濃度変化
平均±標準偏差

生後約 4 ヶ月後までの子牛の体重変化を図 4 に示した。VC 給与区 1 と対照区 1 で有意な差は認められなかった。

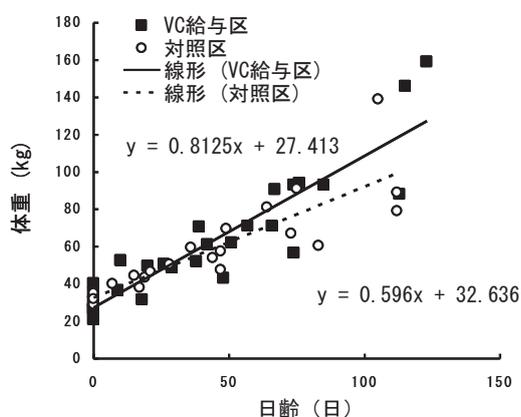


図 4 試験 1 における子牛の体重変化

試験 1 の結果から、分娩当日に母牛の血漿中 VC 濃度が一時的に低下すること、出生直後の子牛血漿

中 VC 濃度が一時的に高いこと、分娩直後から VC 製剤を給与しても母牛・子牛ともに血漿中 VC 濃度に変化はないことが示された。分娩直後の血漿中 VC 濃度低下は、分娩により酸化ストレスが増加し抗酸化物質である VC が減少したためであると考えられる。乳中 VC 濃度は血漿中よりも高い値を示し、VC 製剤給与の有無にかかわらず、分娩後 1 週間程度、通常時より低くなる傾向も明らかとなった。両区において子牛の体重変化に有意な差が認められないことから、VC 製剤を L-アスコルビン酸として 80 mg/体重 kg/日給与しても、子牛のほ育育成に効果は認められないと考えられた。母牛の血漿中 VC 濃度が VC 給与区と対照区ではほぼ同じであったことから、給与した VC は余剰分として尿などと共に排泄されたと考えられる。

試験 2 では分娩前から VC 製剤を給与することにより、試験 1 で明らかとなった分娩当日における一過性の母牛血漿中 VC 濃度の低下が抑制され、ほ育育成技術の向上に効果があるかどうかを検討した。図 5 および 6 に、試験 2 における母牛および子牛の血漿中 VC 濃度変化を示した。なお、分娩予定 7 日前の対照区 2 の血漿は技術的な問題により採取できなかった。いずれの採血日においても、対照区 1 と対照区 2 の血漿中 VC 濃度に有意な差は認められなかった。VC 給与区 2 において、分娩日における母牛の血漿中 VC 濃度が分娩予定 7 日前とほぼ同じ値を示し、一過性の血漿中 VC 濃度の低下が見られなかった (分娩予定 7 日前; 5.59±0.97 mg/L, 分娩日; 5.07±0.69 mg/L)。分娩後血漿中 VC 濃度が低いままの対照区 2 と比べて、VC 給与区 2 の血漿中 VC 濃度は分娩後 3 日目に有意に高い値を示した ($P<0.01$) (図 5)。

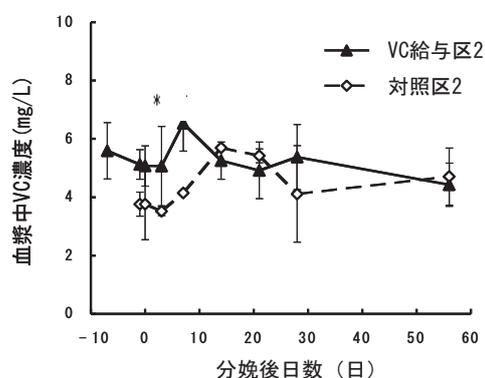


図 5 試験 2 における母牛血漿中 VC 濃度変化
平均±標準偏差、*; $p<0.01$

出生当日において、VC 給与区 2 に対して対照区 2 における子牛血漿中 VC 濃度が高い傾向を示した

($P < 0.1$, 図6)。対照区2における出生日血漿中VC濃度はVC給与区1および対照区1とほぼ同程度の値を示していることから、VC給与区2の出生日血漿中VC濃度が低いと考えられた。出生28日目にはVC給与区2が有意に高い値を示したが、VC製剤給与が終了していることから、VC製剤の影響は低いと考えられた。

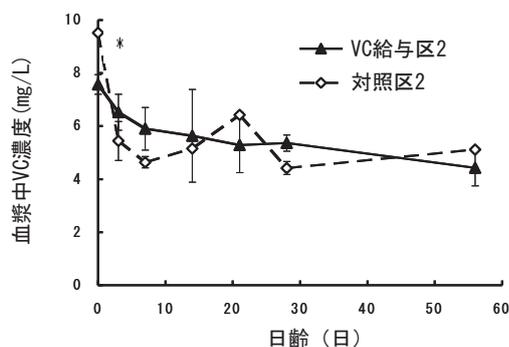


図6 試験2における子牛血漿中VC濃度変化
平均±標準偏差、*； $p < 0.01$

図7および図8に試験2における子牛の体重および体高変化を示した。VC給与区2と対照区2において有意な差は認められなかった。

試験2の結果より、VC製剤の給与は母牛の分娩時における一過性の血漿中VC濃度の低下を抑制し、母牛のストレス低減や免疫増強に関与する可能性があることが明らかとなった。一方で、母牛のVC製剤給与による直接的な子牛の血漿中VC濃度変化が見られなかったこと、および子牛の発育変化に差が認められなかったことから、試験2においてもVC製剤の子牛のほ育育成効果は得られなかった。

本試験では、周産期における母牛へのVC製剤の給与効果として子牛の発育成績のみを期待したが、子牛血漿中のVC濃度は大きく変化せず、発育成績も有意な差が認められなかった。一方で、VC製剤の給与は分娩当日に見られた母牛血漿中VC濃度の一過性の低下を抑制する傾向があり、子牛より母牛に対する効果が大きい可能性が示された。今後は、母牛の繁殖成績などに影響を与えるかなども検討していく必要があると考えられる。本試験は秋から冬にかけて行ったが、夏季暑熱環境下において泌乳牛では酸

化ストレスが増加すると報告されていることから、夏季において実施検討するとVC製剤の添加効果がみられる可能性もある。さらに、母牛の血漿中VC濃度は飼料により異なると考えられることから、飼料の差や飼養管理方法の違いによるVC製剤の効果についても検討していくことにより、栄養飼養管理に基づくほ育育成技術の開発が進むと考えられる。

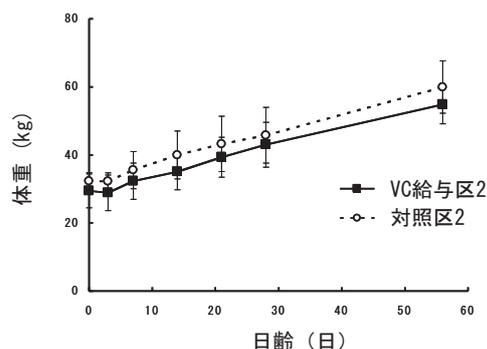


図7 試験2における子牛の体重変化
平均±標準偏差

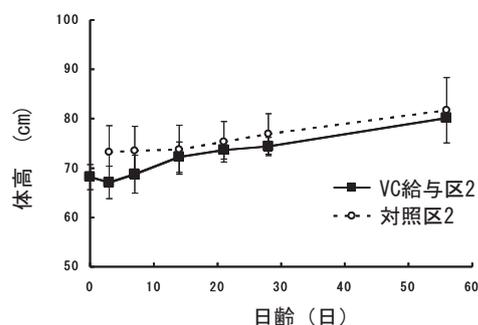


図8 試験2における子牛の体高変化
平均±標準偏差

謝 辞

本研究を行うにあたり、多大な協力を頂いた株式会社ワイピーテック及び栃木県畜産試験場の技官の方々に敬意を表する。

文 献

- 1) Cummins, K. A. and C. J. Brunner. Effect of Calf housing on plasma acerbate and endocrine and immune function. Journal of Dairy Science, 74: 1582-1588. 1991
- 2) 田中正仁, 岩間裕子, 神谷充, 塩谷繁. 乾乳牛における夏季高温環境の酸化ストレス 九州農業研究, 67:81. 2005

- 3) 高橋栄二, 松井徹, 若松繁, 峠紀男, 塩尻泰一, 松山弘明, 田中真哉, 鳥居伸一郎, 矢野秀樹. 肥育牛における血清中ビタミンC濃度 日本畜産学会報, 70: J119-J122. 1999
- 4) 岩本英治, 岡章生. ビタミンAおよびビタミンCの給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響 兵庫県農林技術総合センター研究報告(畜産), 44: 24-29. 2008

Effects of Vitamin C Supply during the Perinatal Period on Japanese Black Dams and Calves

There is an increasing need for the development of nutritional-management-based techniques to foster calves, with a view to promoting their growth and reducing disease-related accidents. We examined the effect of supplying Japanese black dams with vitamin C (VC), which is considered to promote the immune system and reduce stress, during the perinatal period on the development of their calves.

As a result, serum VC concentrations in dams temporarily decreased on the day of parturition. In contrast, serum VC concentrations in calves temporarily increased immediately after parturition. While VC levels are usually higher in milk than in serum, in this study, there was a tendency for them to be low for approximately one week after parturition. Further, when initiating VC supplementation 7 days before parturition, the decrease in serum VC concentrations in dams on parturition was prevented.

However, VC supplementation was not shown to be effective to promote the growth of calves, with no significant growth differences between calves with and without it.