

## ビタミン A 及びビタミン C の給与が 黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響

岩本英治\*・岡 章生\*

### 要 約

ビタミン C (VC) 及びビタミン A (VA) の給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響について検討した。10か月齢の黒毛和種去勢牛16頭を用いて、VC 給与-VA 給与群 (4頭)、VC 給与-VA 制限群 (4頭)、VC 無給与-VA 給与群 (4頭)、VC 無給与-VA 制限群 (4頭) の4群を設けた。VC 給与群には19~30か月齢まで L-アスコルピン酸として20mg/体重 kg/日給与した。VA 給与群には10~30か月齢まで、VA 制限群には28~30か月齢時にそれぞれ100万 IU/月を経口投与した。

- 1 飼料摂取量、体重及び1日平均増体量に対する VC 及び VA の影響は認められなかった。
- 2 脂肪交雑では VA を制限することにより有意に増加したが、VC による影響は認められなかった。
- 3 胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成では VA を給与することによりパルミトレイン酸が有意に増加し、ステアリン酸が有意に減少した。しかし、VC の脂肪酸組成に対する影響は認められなかった。
- 4 以上のことから、黒毛和種去勢牛の産肉性に対する VC (20mg/体重 kg/日) 給与の影響及び VC と VA 給与による交互作用は認められないことが明らかとなった。

## Effects of Dietary Supplementations of Vitamin A and Vitamin C on Growth and Carcass Characteristics of Japanese Black steers

Eiji IWAMOTO and Akio OKA

### Summary

We investigated the effects of dietary supplementations of vitamin C (VC) and/or vitamin A (VA) on growth performance and carcass characteristics in Japanese Black steers. Sixteen 10-month-old Japanese Black steers were divided into four groups: supplemental VC (20mg/kg body weight (b.w.) /day during 19-30 month of age) and supplemental VA (1000,000IU/month during 10-30 month of age) (n=4), supplemental VC and restricted VA (1000,000IU/month during 28-30 month of age) (n=4), no supplemental VC and supplemental VA (n=4) and no supplemental VC and restricted VA (n=4).

- (1) VC and VA supplementations did not affect feed intake, growth rate and body weight.
- (2) The restriction of VA increased marbling score. However, VC supplementation did not affect marbling score.
- (3) VA supplementation increased a percentage of palmitoleic acid and decreased a percentage of stearic acid in intramuscular lipid.
- (4) These results suggest that VC supplementation (20mg/kg b.w. /day) does not affect on growth performance and carcass characteristics in Japanese Black steers.

**キーワード：ビタミン C，ビタミン A，黒毛和種去勢牛，枝肉形質**

2007年8月30日受理

\* 兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター

緒 言

肥育牛に給与するビタミン A (VA) を制限すると、枝肉の脂肪交雑が改善されることが報告されている<sup>9)</sup>。しかし、その一方で VA 制限による肝機能の低下や増体性の低下が問題となっている。また、ビタミン C (VC) は生体内で酸化還元酵素の補酵素として作用し、家畜において多量の VC 投与によって免疫力が増強し、ストレスが軽減されることが示唆されている<sup>2)</sup>。牛では VC は体内で合成されるため、一般的に給与する必要はないと言われている。しかし、肥育牛では月齢が進むと血液中濃度が低下することが報告されており<sup>12)</sup>、肥育後期には VC の補給が必要であると考えられる。そこで、VC 及び VA の給与が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

1 供試牛

供試牛として父牛が福俊土井である10か月齢の黒毛和種去勢牛16頭を用いて、VC 給与-VA 給与群、VC 給与-VA 制限群、VC 無給与-VA 給与群、VC 無給与-VA 制限群の4群を設けた。VC としてバイパス VC 製剤(VC 30%バイパス, ASCOR CHIMICI 社)を用い、給与群では19-

30か月齢まで L-アスコルビン酸として20mg/体重 kg/日給与した。VA(エクセレント A-1000 理研畜産化薬(株))は給与群では10~30か月齢まで、制限群では28~30か月齢時にそれぞれ100万 IU/月を経口投与した。飼料は各群とも同一のものを給与した。濃厚飼料として大麦、加熱圧ペントウモロコシ、一般フスマ及び大豆粕を配合した前期(TDN:71.1%,粗蛋白質:15.8%),中期(TDN:72.6%,粗蛋白質:13.5%)及び後期配合(TDN:73.6%,粗蛋白質:13.1%)を用いた。濃厚飼料は15か月齢までは制限給餌とし、その後は飽食とした。粗飼料としてチモシー乾草(10-12か月齢)と稲ワラ(13か月齢以降)を制限給餌した。各群ごとにオガクズを敷き詰めた屋根付きの牛房(4m x 6m)で飼養し、Calan Broadbent Feeding System (American Calan Inc.) で個別に飼料を与えた。各牛房には自動給水器と送風機を1基設置し、鉍塩を常時置いた。体重は毎月測定した。なお、供試牛はすべて同時に試験を開始し、30か月齢でと畜した。

2 血液成分

2か月間隔で血液を採取し、血漿中 VA, VC, -カロチン, ビタミン E, 総コレステロール, 尿素窒素, グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ(GOT)及

表1 飼料摂取量、TDN摂取量及び飼料効率に対するビタミンC及びAの影響

項 目	ビタミンC		ビタミンA		有 意 性	
	+	-	+	-	ビタミンC	ビタミンA
飼 料 摂 取 量 (kg)						
濃 厚 飼 料	3705.3	3537.0	3664.9	3577.4	ns	ns
粗 飼 料	1232.7	1253.7	1237.2	1249.3	ns	ns
T D N 摂 取 量 (kg)	3207.7	3091.7	3179.3	3120.0	ns	ns
飼 料 効 率	9.9	9.8	9.9	9.8	ns	ns

飼料効率: TDN摂取量/増体量 ns:有意差なし(P<0.05)

表2 体重及び一日増体量(DG)に対するビタミンC及びAの影響

項 目	ビタミンC		ビタミンA		有 意 性	
	+	-	+	-	ビタミンC	ビタミンA
体 重 (kg)						
10か月齢	286.0	287.3	287.1	286.3	ns	ns
16か月齢	385.4	395.9	392.3	389.0	ns	ns
30か月齢	613.5	606.5	611.8	608.3	ns	ns
一日平均増体量(g)						
10-16か月齢	0.55	0.60	0.58	0.57	ns	ns
16-30か月齢	0.50	0.47	0.49	0.48	ns	ns
10-30か月齢	0.52	0.51	0.52	0.50	ns	ns

ns:有意差なし(P<0.05)

γ-GTP濃度を測定した。総コレステロール、尿素窒素、GOT及びγ-GTPは血液自動分析機（富士ドライケム5500、富士フィルム）により測定した。VA、VC、β-カロチン及びビタミンEは高速液体クロマトグラフで分析した。

3 枝肉形質

枝肉格付は日本食肉格付協会が牛枝肉取引規格に従って評価した値を用いた。また、第6-7肋間の胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成をOkaら<sup>8)</sup>の方法に準じて測定した。

4 統計処理

変動要因としてVA給与、VC給与及びVA給与とVC給与の交互作用をとりあげ、SAS 1997のGLMプロシージャにより有意差の検定を行った。

結 果

1 交互作用

すべての結果において、VCとVA給与による交互作用は認められなかった。

2 試験牛の途中廃用

VC無給与-VA制限群の2頭を脂肪壊死症により、それぞれ26か月齢及び27か月齢時に廃用した。なお、これら2頭のデータは試験成績から除外した。

3 飼料摂取量、TDN 摂取量及び飼料効率

濃厚飼料摂取量、粗飼料摂取量及びTDN 摂取量はいずれの群においても有意な差はなく、これらの項目に対するVC及びVAによる影響は認められなかった（表1）。

4 体重及び1日増体量

体重及び1日増体量はいずれの群においても有意な差はなく、これらの項目に対するVC及びVAによる影響は認められなかった（表2）。

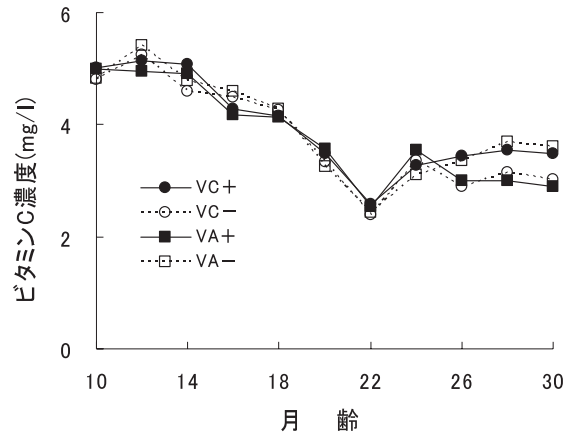


図2 血漿中ビタミンC濃度の推移

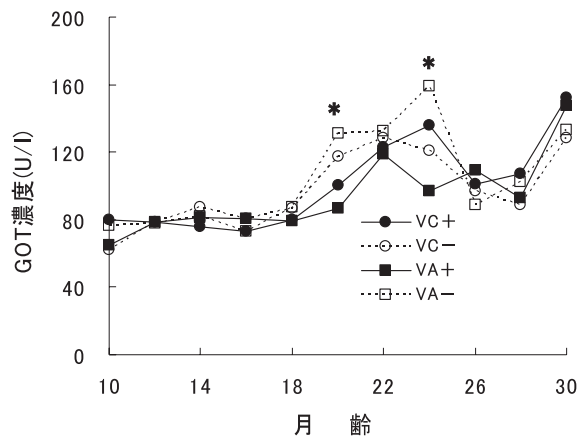


図3 血漿中GOT濃度の推移  
\*: ビタミンAの影響あり (P < 0.05)

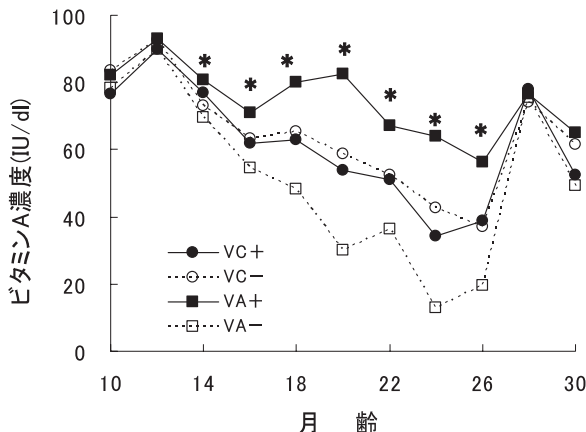


図1 血漿中ビタミンA濃度の推移  
\*: ビタミンAの影響あり (P < 0.05)

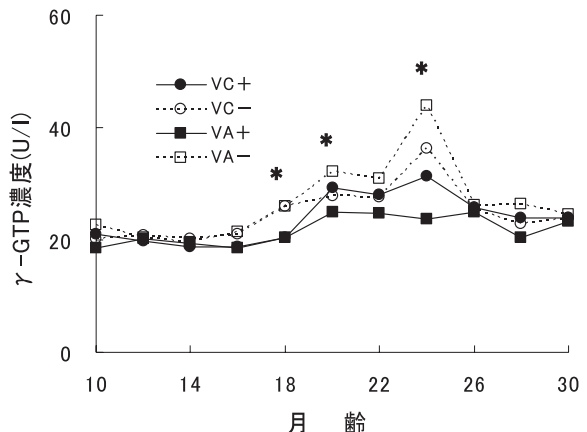


図4 血漿中γ-GTP濃度の推移  
\*: ビタミンAの影響あり (P < 0.05)

5 血液成分

血漿中 VA 濃度は VA を給与した群が高値で推移し、14か月齢から26か月齢時において VA を制限した群に比べて有意に高くなった(図1)。血漿中 VC 濃度は VC 及び VA の有意な影響はなく、肥育月齢の増加に伴って減少し、22か月齢時で最も低い値を示した(図2)。血漿中 GOT 濃度はいずれの群とも20か月齢から24か月齢及び30か月齢時に高値を示し、20か月齢時及び24か月齢時に VA を制限した群が VA を給与した群に比べて有意に高くなった(図3)。血漿中 -GTP 濃度はいずれの群とも18か月齢から24か月齢にかけて高値で推移し、18、20及び24か月齢時に VA を制限した群が VA を給与した群に比べて有意に高くなった(図4)。血漿中 -カロチン、ビタミン E、総コレステロール及び尿素窒素濃度については VC 及び VA の有意な影響はなく、これらの項目に対する VC 及び VA の影響は認められなかった。

6 枝肉形質

枝肉形質では、脂肪交雑 (BMSNo.) は VA を制限した群が VA を給与した群に比べて2.1高く、有意な差が認められた(表3)。枝肉重量、肉色、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚及び歩留基準値については VC 及び VA の有意な影響は認められなかった。また、胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成では、VA を給与した群が VA を制限した群に比べてパルミトリン酸割合が有意に多く、ステアリン酸割合が有意に少なくなった(表4)。

考 察

本試験では飼料摂取量及び増体量に対する VA 及び VC の影響は認められなかった。VA と増体性との関係については多くの報告があり<sup>4,7,9,11)</sup>、血液中 VA 濃度が概ね30IU/dl 以下に低下すると増体量が著しく低下する。この場合、飼料摂取量の低下を伴っている場合が多く、このことが増体量の低下に影響していると考えられる。本試験における VA を制限した群の血液中の VA 濃度は24

表3 枝肉成績に対するビタミンC及びAの影響

項 目	ビタミンC		ビタミンA		有 意 性	
	+	-	+	-	ビタミンC	ビタミンA
枝 肉 重 量 (kg)	368.5	369.1	366.8	370.9		
脂肪交雑値 (BMSNo)	5.0	5.6	4.3	6.4	ns	*
肉 色 (BCSNo)	4.0	3.9	4.1	3.8	ns	ns
ロース芯面積 (cm)	43.4	47.4	44.9	45.9	ns	ns
バ ラ 厚 (cm)	6.6	6.5	6.6	6.6	ns	ns
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	2.2	2.3	2.2	ns	ns
歩留基準値 (%)	72.9	73.4	73.0	73.2	ns	ns

\* 有意差あり (P < 0.05) ns : 有意差なし (P < 0.05)

表4 筋肉内脂肪の脂肪酸組成に対するビタミンC及びAの影響 (%)

項 目	ビタミンC		ビタミンA		有 意 性	
	+	-	+	-	ビタミンC	ビタミンA
ミ リ ス チ ン 酸	2.5	2.4	2.5	2.5	ns	ns
ミ リ ス ト レ イ ン 酸	0.9	0.9	1.0	0.9	ns	ns
パ ル ミ チ ン 酸	25.0	24.2	24.8	24.4	ns	ns
パ ル ミ ト レ イ ン 酸	3.9	4.0	4.2	3.6	ns	*
ス テ ア リ ン 酸	11.6	11.7	11.9	12.4	ns	*
オ レ イ ン 酸	51.6	52.3	52.3	51.7	ns	ns
リ ノ ー ル 酸	1.9	1.8	1.8	1.9	ns	ns
飽 和 脂 肪 酸	40.5	39.7	39.5	40.7	ns	ns
モノ不飽和脂肪酸割合	57.6	58.4	58.7	57.3	ns	ns
多価不飽和脂肪酸割合	1.9	1.9	1.9	2.0	ns	ns

\* 有意差あり (P < 0.05) ns : 有意差なし (P < 0.05)

から26か月齢にかけて30IU/dl以下となっているものの試験終了時での飼料摂取量及び増体量に対するVAの影響は認められなかった。本試験ではVAを制限した群においても28か月齢以降に100万IU/月のVAを給与した。そのため、28か月齢以降の血液中のVA濃度はVAを給与した群と同様に高く推移し、これが飼料摂取量及び増体量を改善し、両群に差が認められなかったものと考えられる。VCと飼料摂取量及び増体性との関係については、いくつか報告<sup>5,6,10</sup>はあるが結果は一貫していない。丸山ら<sup>6</sup>は黒毛和種の飼料摂取量及び増体量に対するVCの影響は少なく、本試験と同様な結果を報告している。

血液成分では血漿中VA濃度はVAを給与した群は給与しない群に比べて高値で推移した。しかし、血漿中VC濃度ではいずれの群においても肥育月齢の増加に伴い減少した。また、VCを給与した群は給与しない群に比べて26か月齢以降高い値を示したものの有意な差は認められなかった。高橋ら<sup>12</sup>は肥育牛における血清中VC濃度は個体により大きく変動し、肥育の進行に伴い低下すること報告している。また、森ら<sup>5</sup>は黒毛和種雌肥育牛の肥育前期にL-アスコルビン酸として36g/頭/日給与し、血漿中VC濃度に及ぼす影響を検討し、VCを給与した群と給与しない群で血漿中のVC濃度に差がないことを認め、本試験と同様な結果を報告している。本試験ではVCの給与量をL-アスコルビン酸として20mg/kg体重/日で検討したが、血漿中のVC濃度に差が認められないことを考えると、さらに、給与量及び給与期間の検討が必要であると考えられる。血漿中総コレステロール濃度及び尿素窒素濃度は試験期間中においてVC及びVA投与による顕著な影響は認められなかった。これは飼料摂取量の結果からもわかるようにエネルギー及びタンパク質の摂取量に差がなかったことを裏付けるものである。血漿中GOT濃度、 $\gamma$ -GTP濃度及びVA濃度ではVAを制限した群と給与した群の間に肥育中期以降で有意な差が認められた。Oka<sup>9</sup>らは血清中のVA濃度と肝機能との関連を指摘しており、VAを制限した群における肥育中期のGOT濃度及び $\gamma$ -GTP濃度の上昇は血漿中VA濃度の低下による肝機能低下によるものと考えられる。

枝肉形質では、VAを制限した群はVAを給与した群に比べて脂肪交雑が改善された。VAと脂肪交雑との関係については多くの報告があり<sup>4,7,9,11</sup>、VAを制限すると脂肪交雑が改善し、その時期はおよそ23か月齢以前であるといわれている。本試験ではこれまでの報告と一致する結果が得られた。一方、VCについては脂肪交雑に対する影響は認められなかった。Toriiら<sup>13</sup>はウシ脂肪細胞分化に及ぼすVC影響を検討し、肥育牛の血漿に存在する

濃度範囲のVCにより脂肪細胞分化が促進されることを明らかにしている。このことからVC給与が黒毛和種の肉質改善に及ぼす影響についていくつか報告されているが<sup>5,6,10</sup>、飼料摂取量及び増体量と同様に結果は一貫していない。大橋ら<sup>10</sup>や丸山ら<sup>6</sup>は黒毛和種の枝肉形質に対するVCの影響は少ないとし、本試験と同様な結果を報告している。

筋肉内脂肪の脂肪酸組成では、VAを給与した群が制限した群に比べてパルミトレイン酸割合が有意に多く、ステアリン酸割合が有意に少なくなった。Gorocicaら<sup>12</sup>はアンガスの交雑種を用いてVAとローストした大豆の給与が脂肪交雑と枝肉脂肪の脂肪酸組成に対する影響について報告しているが、VAは脂肪酸組成に影響しないことを認めている。Gorocicaら<sup>12</sup>の試験期間は168日間と本試験に比べてかなり短い。枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼすVAの効果は、VAの給与期間によって異なる可能性が考えられる。一方、VCについては枝肉脂肪の脂肪酸組成に対する影響は認められなかった。大橋ら<sup>10</sup>はVCの給与が枝肉脂肪の脂肪酸組成に影響することを報告している。しかし、大橋ら<sup>9</sup>の報告ではVCを給与した群と給与しない群で供試牛の父牛が異なっている。枝肉脂肪の脂肪酸組成は黒毛和種の中でも系統によって異なることが報告されており<sup>8</sup>、大橋ら<sup>10</sup>の試験での脂肪酸組成には遺伝的影響が大きかったものと推測される。

本試験において、VC無給与-VA制限群の2頭が脂肪壊死症により、それぞれ26か月齢及び27か月齢に途中廃用になった。牛の脂肪壊死症には遺伝的要因が関与していることが報告されている<sup>1</sup>。本試験には本牛が脂肪壊死症を発症し廃用となった福俊土井の産子を用いた。このため、本試験の供試牛は遺伝的に脂肪壊死症を発症する可能性が高いと推測される。しかし、VC無給与-VA制限群以外の処理群では脂肪壊死症の発症は認められなかった。このことから、VAを制限する飼養環境においてVCの給与により脂肪壊死の発症が軽減される可能性が示唆され、今後、VA及びVC給与と脂肪壊死症との関係についてさらに検討が必要であると考えられる。

以上のことから、黒毛和種去勢牛の産肉性に対するVC(20mg/体重kg/日)給与の影響及びVCとVA給与による交互作用は認められないことが明らかとなった。そのため、今後、産肉性に対するVCの給与量及び給与期間、さらに血漿中VC濃度との関係について検討が必要であると考えられる。

## 謝 辞

本研究を行うに際し、VCの分析に多大の労を頂いた、



京都大学大学院農学研究科松井 徹教授に感謝の意を表する。

### 引用文献

- (1) 阿部 榮・小川晃弘・渡辺栄次・矢口直安・酒井淳一・酒井建夫 (1998): 黒毛和種肥育牛における脂肪壊死の発生と種雄牛の系統: 日獣会誌 51, 187-189
- (2) Cummins, K. A. and C. J. Brunner(1991): Effect of calf housing on plasma ascorbate and endocrine and immune function: J. Dairy Sci. 74, 1582-1588
- (3) Gorocica-Buenfil, M. A., F. L. Fluharty, C. K. Reynolds and S. C. Loerch(2007): Effect of dietary vitamin A concentration and roasted soybean inclusion on marbling, adipose cellularity, and fatty acid composition of beef: J. Anim. Sci. 85, 2230-2242
- (4) 木下正徳・山岡達也・内田健史 (1997): ビタミン A 及び栄養水準の適正制御による高品質牛肉生産技術の開発 ビタミン A 投与量及び投与時期の検討 (第2報): 大分畜試報告 26, 48-53
- (5) 森 昌昭・Licza Padilla・松井 徹・矢野秀雄・松井靖典・山田陽稔 (2006): 農家における黒毛和種雌肥育牛へのビタミン C 補給が血漿中ビタミン C 濃度および肥育成績に及ぼす影響: 肉用牛研究会報 81, 15-19
- (6) 丸山 新・坂口慎一・矢野秀雄 (2001): 黒毛和種肥育牛へのビタミン C 投与の影響: 岐阜畜試研報 1, 36-40
- (7) Oka, A., T. Dohgo, M. Juen and T. Saito(1998): Effect of vitamin A on beef quality, weight gain, and serum concentrations of thyroid hormones, insulin-like growth factor-I, and insulin in Japanese Black steers: Anim. Sci. Technol. (Jpn) 69, 90-99
- (8) Oka, A., F. Iwaki, T. Dohgo, S. Ohtagaki, M. Noda, T. Hiozaki, O. Endoh and M. Ozaki(2002): Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steer: J. Anim. Sci. 80, 1005-1011
- (9) Oka, A., Y. Maruo, T. Miki, T. Yamasaki and T. Saito(1998): Influence of vitamin A on the beef quality of the Tajima strain of Japanese Black cattle: Meat Sci. 48, 159-167
- (10) 大橋秀一・滝澤秀明・森田 宏 (1999): 和牛におけるビタミン C 給与が肉質に与える影響: 愛知農総試研報 31, 253-258
- (11) Perry, T. W., W. M. Beeson, W. H. Smith, R. B. Harrington and M. T. Mohler(1968): Interrelationships among vitamin A, E and K when added to the rations of fattening beef cattle: J. Anim. Sci. 27, 190-194
- (12) 高橋栄二・松井 徹・若松 繁・岬 紀男・塩尻泰一・松山隆次・村上弘明・田中真哉・鳥居伸一郎・矢野秀樹 (1999): 肥育牛における血清中ビタミン C 濃度: 日畜会報 70, J119-J122
- (13) Trii, S., M. Ohyama, T. Matsui and H. Yano(1998): Ascorbic acid-2-phosphate enhances adipocyte differentiation of cultured stromal vascular cells prepared from bovine perirenal adipose tissue: Anim. Sci. Technol. (Jpn) 69, 439-444