黒毛和種肥育牛の肥育後期におけるビタミンC製剤の給与が 血液成分と枝肉成績に及ぼす影響

松田敬一^{1)†}

高橋千賀子¹⁾

1) 宮城県農業共済組合連合会 家畜診療研修所

(2014年5月8日受付・2014年6月9日受理)

要 約 黒毛和種肥育牛における肥育後期へのビタミンC (VC) 製剤の給与が血液成分と枝肉成績に及ぼす影響を調査した。通常の肥育飼料に加えVC製剤 (ビタミンCを70%含有した大豆硬化油被覆製剤) を1日30g給与した15頭を給与群、非給与の15頭を対照群とした。VC製剤給与前の24カ月齢から出荷まで、1カ月に1回採血を行い血液生化学検査結果の推移を調査した。出荷時の枝肉成績を調査し両群間で比較検討した。血漿VC濃度、血清ビタミンA (VA) 濃度および血清総コレステロール (Tcho) 濃度等の血液生化学検査結果の推移には有意な変化は認められなかった。枝肉成績では、牛脂肪交雑基準Beef Marbling Standards (BMS) (給与群: 8.40 ± 1.64 , 対照群: 7.27 ± 1.44)、ロース芯面積 (給与群: $68.7 \pm 8.6 \text{ cm}^2$, 対照群: $62.1 \pm 10.2 \text{ cm}^2$)、および内臓価格 (給与群: 1頭当たり15,199±984円, 対照群: 1頭当たり13,907±1,837円) において給与群が対照群に比べて有意に高い値を示した。BMSに重要な影響を及ぼすと考えられているVAや、枝肉成績をモニタリングする重要な指標であるTchoなどの血液検査成績には有意な差がない状態で、給与群においてBMSおよびロース芯面積が有意に増加したことから、肥育後期におけるVC製剤の給与はBMSおよびロース芯面積を増加させる可能性が示唆された。

——キーワード: BMS, 枝肉成績, 黒毛和種肥育牛, ロース芯面積, ビタミンC

産業動物臨床医誌 5(1): 9-14, 2014

1. はじめに

現在、黒毛和種肥育農家は、素牛価格の高騰、飼料等の肥育経費の増加および枝肉価格の低迷により厳しい経営状態に陥っている。そのため、枝肉成績を向上させて、より付加価値の高い牛肉を生産する必要がある。枝肉成績は、歩留まり等級および各付け等級により決定され、格付け等級には牛脂肪交雑基準Beef Marbling Standards (BMS) の高低が大きく影響している。肥育期間中にビタミンA (VA) を欠乏状態にするとBMSが増加すること [1]、VAの代謝産物であるレチノールが牛の脂肪細胞の分化を抑制することなどの報告 [2] から、肥育期間中の給与VA量を調節して牛の血中VA濃度を低くコントロールする飼養管理が一般的に行われている [3-5]。しかし、VAコントロールの失敗により、極端にVA量が低下して、食欲低下、筋肉水腫 [6]、視力の低下 [7]、肝機能障害 [8, 9] などのVA欠乏症に

陥る牛も発生し、重度の場合には死産事故にも繋がる可能性がある。そのため、VAコントロール以外にも枝肉成績を向上させる技術の開発が望まれている。

近年、培養試験によりビタミンC (VC) が脂肪前駆細胞から脂肪細胞へ分化する反応を促進すると報告 [10, 11] され、実際に黒毛和種肥育牛に給与して枝肉成績が向上した事例も報告されている [12-14]。家畜においてVCは体内で合成されるものではあるが、黒毛和種牛では、肥育の経過に伴い血漿中VC濃度が低下すると報告されており [15]、肥育後期にはVCが欠乏している可能性が示唆される。また、牛などの反芻動物では経口的に摂取したVCのほとんどがルーメン内で分解されるため、VC給与による効果を得るためには、ルーメンバイパス率の高い製剤を使用する必要がある [16]。しかし、ルーメンバイパス率の高いVC製剤は高価であり、長期間の給与はコスト的に問題がある。そこで、今回我々は

† 連絡責任者: 松田敬一 (宮城県農業共済組合連合会 家畜診療研修所)

〒981-3602 宮城県黒川郡大衡村大衡字平林39-4 ☎ 022-345-2239 FAX 022-345-0891

E-mail: matsuda@nosaimiyagi.or.jp

黒毛和種肥育牛において、血漿中VC濃度が低下するとされている肥育後期に対するルーメンバイパス処理されたビタミンC（VC）製剤であるVC 70%含有の大豆硬化油被覆製剤の給与が、牛の血液成分および枝肉成績に及ぼす影響を調査した。

2. 材料および方法

調査期間は平成24年12月～平成25年11月までの1年間とした。調査対象牛は、宮城県大崎市管内の2肥育農家に飼養されていた、肥育後期である24カ月齢の黒毛和種肥育牛とした。調査に協力していただいた2農家は同一の肥育部会員であり、同じ牛舎内で1つの飼育区画に4頭ずつ牛を入れて飼育していた。平成24年12月の試験開始時に2区画の8頭、平成25年1月に2区画の8頭、2月に2区画8頭、および3月に2区画から6頭の計30頭を用いた。調査開始から出荷前日まで、通常の給与飼料に加えてVC 70%含有の大豆硬化油被覆製剤（テクノコートV70：ワイピーテック、東京）を1日30g給与した15頭を給与群、VCを給与しない15頭を対照群とした。両群ともに、肥育素牛は全頭を県内の家畜市場から導入しており、血統は宮城県の茂金系種雄牛および気高系種雄牛の交配が主とした構成で、両群に大きな差はなかった。粗飼料には県内で収集された稲わらを、濃厚飼料は同じ配合飼料を使用し、基本となる肥育飼養管理法は同一であった（表1）。また、血液検査結果により血清VA濃度が30IU/dl以下に低下していた場合は、適宜VA製剤（レチノンカプセル：あすかアニマルヘルス、東京）を25万IU経口給与した。

調査方法は、VC給与直前の24カ月齢で採血を行った

後、出荷まで1カ月おきに頸静脈より血清分離用凝固促進剤入真空採血管（ベノジェクトⅡVP-AS109K：テルモ、東京）および血漿分離用ヘパリン加真空採血管（ベノジェクトⅡVP-H100K：テルモ、東京）を用いて採血を実施した。採血後1時間以内に遠心分離を行い、血清分離用凝固促進剤入真空採血管から血清、および血漿分離用ヘパリン加真空採血管より血漿を得た。得られた血漿からは、血漿VC濃度を測定した。また、血清からは血清VA濃度、血清ビタミンE（VE）濃度、血清総コレステロール（Tcho）濃度、血清尿素窒素（BUN）濃度、および血清アルブミン（Alb）濃度を測定した。血漿VC濃度は、イオンペア逆相高速液体クロマトグラフィー法を用いて測定した。血清VA濃度および血清VE濃度は、逆相高速液体クロマトグラフィー法を用いて測定した。血清Tcho濃度および血清BUN濃度は酵素法を用いて測定した。血清Alb濃度はブロムクレゾールグリーン法を用いて測定した。加えて、出荷時の枝肉成績として、格付け等級、BMS、胸最長筋面積（ロース芯面積）、バラ厚、牛肉色基準Beef Color Standard（BCS）、きめ、締り、牛脂肪色基準Beef Fat Standard（BFS）、枝肉重量、枝肉単価、内臓価格、および販売価格を調査した。格付け等級について、A 4以上の牛の数÷調査頭数×100を上物率（%）、およびA 5の牛の数÷調査頭数×100をA 5率（%）とした。血液検査成績については各群の推移を比較検討し、枝肉成績は各項目を比較検討した。

得られた結果は平均値±標準誤差で示した。統計解析方法は、血液検査成績の群間の比較を、反復測定二元配置分散分析を行い行い群間効果を求めた。また、各群における24カ月齢とその後の採材ポイントとの比較は一

表1. 調査対象牛における飼料給与状況

	肥育前期 (10～13カ月齢)	肥育中期 (14～23カ月齢)	肥育後期 (24～30カ月齢)
給与飼料（kg/日）			
配合飼料 A ¹⁾	3.0		
配合飼料 B ²⁾	3.0	10.0	9.0
大豆粕	0.5		
稲ワラ	2.0	2.0	1.5
乾草（チモシー）	2.0		
飼料養分含量（乾物中%）			
TDN	68.1	73.5	74.3
CP	13.4	11.8	12.0
NDF	41.3	31.4	30.3
ビタミンA給与量（IU/日） ³⁾	15,760	5,970	5,160

1) 現物中% DM 88%, TDN 68%, CP 13.5%, NDF 24.2%

2) 現物中% DM 88%, TDN 70%, CP 11.5%, NDF 21.0%

3) 配合飼料A：1,700 IU/kg, B：420 IU/kg, 稲ワラ：400 IU/kg, 乾草：7,000 IU/kg として算出

元配置分散分析をおこないTurkyの方法による多重比較を実施した。枝肉成績の各群間の比較は、F検定を用いて等分散とされたものにはstudentのt検定、非等分散とされたものにはWelchのt検定を用いて行った。上物率およびA 5率の比較は、Fisherの直接確率計算法を用いた。各検定ともに、危険率5%未満を有意差ありとした。

3. 結 果

血液検査結果の推移は、血漿VC濃度、血清VA濃度、血清VE濃度、血清Tcho濃度、血清BUN濃度、および血清Alb濃度のすべての検査項目において、2群間で有意な差は認められなかった。また、各検査項目で各群共に24カ月齢とその後の採材ポイントの間で有意な変化は認められなかった（表2）。

枝肉成績は、格付け等級において上物率が給与群および対照群共に93%であった。またA 5率は給与群53%および対照群40%と2群間に有意な差は認められなかったが、給与群の方が高値の傾向を示した。BMS（給与群：8.40±1.64、対照群：7.27±1.44）、ロース芯面積（給与群：68.7±8.6cm²、対照群：62.1±10.2cm²）、および内臓価格

（給与群：15,199±984円、対照群：13,907±1,837円）は、給与群が対照群に比べて有意に高い値を示した。バラ厚、BCS、きめ、締り、BFS、枝肉重量、枝肉単価、および販売価格では有意な差は認められなかった（表3）。

4. 考 察

本試験の結果より、肥育後期の黒毛和種肥育牛に対するVC製剤の給与は、BMSおよびロース芯面積を増加させ枝肉成績を向上させるものと考えられた。また、対照群に比べ給与群で内臓価格が高かったことから、VC製剤の給与は肥育管理における肝臓等の内臓への負担を軽減する可能性が示唆された。

VCは、強い抗酸化作用を持つだけでなく[17]、コラーゲン等の細胞外基質の生産に必要な栄養素である[18]。鳥居らは、VCが黒毛和種牛から単離した脂肪前駆細胞の脂肪細胞への分化を促進すると報告している[11]。黒毛和種肥育牛にVCを給与した報告では、桑原らは、VC 60%含有のコーティング処理製剤を肥育中期から後期に給与するとBMSが改善する[19]。明間らは、VC 90%含有の大豆硬化油被覆製剤を肥育中期から出荷ま

表2. 各群における血液生化学検査成績の推移

		24カ月齢	25カ月齢	26カ月齢	27カ月齢	28カ月齢	29カ月齢
血漿ビタミンC濃度 (μg / ml)	給与群	14.1 ± 2.6	16.1 ± 2.1	16.1 ± 2.1	17.5 ± 2.8	18.8 ± 2.8	18.1 ± 4.3
	対照群	15.6 ± 2.2	14.6 ± 2.0	16.7 ± 2.9	15.8 ± 2.2	13.7 ± 1.8	12.5 ± 1.8
血清ビタミンA濃度 (IU / dl)	給与群	73.9 ± 9.0	59.1 ± 5.9	56.5 ± 4.5	53.5 ± 9.2	59.7 ± 5.2	73.1 ± 8.6
	対照群	69.1 ± 11.1	67.5 ± 7.4	53.5 ± 6.6	52.5 ± 3.5	52.4 ± 6.6	56.4 ± 6.1
血清ビタミンE濃度 (IU / dl)	給与群	427.7 ± 37.1	480.3 ± 37.4	505.6 ± 29.0	489.2 ± 42.4	522.3 ± 25.4	513.0 ± 27.8
	対照群	432.0 ± 34.1	425.7 ± 31.6	429.4 ± 38.5	500.8 ± 22.5	518.1 ± 34.7	493.6 ± 21.5
血清総コレステロール濃度 (mg / dl)	給与群	165.7 ± 9.3	170.1 ± 11.1	170.7 ± 9.1	167.3 ± 7.7	174.4 ± 6.3	165.9 ± 7.6
	対照群	173.9 ± 6.7	164.4 ± 7.1	155.9 ± 9.2	164.0 ± 8.2	159.0 ± 9.6	157.3 ± 7.2
血清尿素窒素濃度 (mg / dl)	給与群	14.7 ± 0.7	13.8 ± 0.6	13.5 ± 0.5	13.6 ± 0.6	13.5 ± 0.5	12.8 ± 0.4
	対照群	14.7 ± 0.5	14.0 ± 0.4	13.9 ± 0.5	14.1 ± 0.4	13.9 ± 0.5	14.0 ± 0.5
血清アルブミン濃度 (mg / dl)	給与群	3.59 ± 0.06	3.60 ± 0.06	3.69 ± 0.05	3.69 ± 0.05	3.76 ± 0.05	3.74 ± 0.05
	対照群	3.60 ± 0.04	3.69 ± 0.08	3.66 ± 0.06	3.70 ± 0.06	3.71 ± 0.06	3.75 ± 0.07

mean ± S.E.

表3. 各群における枝肉成績

	上物率 (%)	A5率 (%)	BMS	ロース芯面積 (cm ²)	バラ厚 (cm)	BCS	きめ	締り	BFS	枝肉重量 (kg)	枝肉単価 (円)	内臓価格 (円)	販売価格 (円)
給与群	93.0	53.0	8.4 [*] (1.6)	68.7 [*] (8.6)	8.9 (0.6)	3.7 (0.5)	4.7 (0.5)	4.5 (0.7)	3.0 (0.0)	526.6 (35.9)	1,925 (130)	15,199 [*] (984)	1,030,737 (98,407)
対照群	93.0	40.0	7.3 (1.4)	62.1 (10.2)	9.2 (1.0)	3.7 (0.5)	4.7 (0.5)	4.5 (0.7)	3.0 (0.0)	530.1 (56.5)	1,892 (145)	13,907 (1,837)	1,020,147 (150,889)

mean (S.E.)

※：対照群との有意差, $p < 0.05$

で投与するとBMSが高くなる [13], および肥育中期のみの投与でもBMSが高くなる [20]. 大橋らは, ルーメン内で安定的なVCであるL-Ascorbl-2-phosphate Mg・5H₂Oの肥育後期への給与がBMSおよびロース芯面積等の肉質を改善する [21], など様々な報告がされている. 既報の成績を分析したメタアナリシスによっても, 黒毛和種肥育牛に対するVCの投与がBMSを有意に増加させることが証明されている [14]. VC 70%含有の大豆硬化油被覆製剤を用いた本試験の結果では, BMSに重要な影響を及ぼすと考えられているVA [3-5] や, 枝肉成績をモニタリングする重要な指標であるTcho [5, 22] などの血液検査成績には有意な差がない状態で, 投与群においてBMSおよびロース芯面積が有意に増加したことから, 肥育後期におけるVC製剤の給与がBMSおよびロース芯面積の改善に影響したものと考えられた. 山崎らは, ロース芯の発育期は0.6カ月齢から18.5カ月齢の間で, その最大発育月齢は9.6カ月齢としており, 脂肪交雑は10カ月齢から24カ月齢にかけて増加すると報告している [23]. 本試験の結果より, 一般的にロース芯面積や脂肪交雑が増加しないとされている24カ月齢以降の肥育後期においても, VCの給与によりそれらの成績を増加させられる可能性が示唆された. しかし, その詳細なメカニズムは明らかとなっておらず, 今後の検討が必要と考えられた.

内臓価格の内訳では, 横隔膜 (ハラミ) および肝臓の価格が大きな割合を占めている. 特に肥育牛では, 肝臓が廃棄される事が多く, 肝臓廃棄の有無が内臓価格に影響する. 肝臓廃棄は出血肝や鋸屑肝などの肥育期間中の肝炎が原因で発生することが多い. 渡辺らは, 肥育牛の肝炎はVAやVE等の抗酸化ビタミンの低下が原因の一つである [24] と報告している. VCは強い抗酸化作用があるため [17], 本試験で認められた給与群の内臓価格の高値は, 肥育期間中のVA等の抗酸化ビタミンの低下による肝機能障害をVCが軽減させた可能性があると考えられた. 今後は, 肥育牛における肝臓機能とVCの関係を明らかにする必要がある.

血漿VC濃度は, 畜舎環境 [25] や暑熱 [26] などのストレスで低下し, 黒毛和種牛では, 肥育の経過に伴い血漿中VC濃度が低下すると報告されている [15]. また, 牛へのVC製剤の給与は給与量の増加に伴って, 血漿中や尿中のVC濃度を増加するとの報告もある. 森らは [27], VCの給与がBMSやロース芯面積を改善させるが, 血中には反映しにくいと報告している. また, 明間らも [20] もVCの給与により, BMSの改善は見られたが, 血中VC濃度は変化しなかったと報告しており, VCは特定の貯蔵器官をもたず, 余剰な分は速やかに尿中に排泄されることが影響していることを示唆している. 本

試験結果では, 給与群および対照群共に血漿中VC濃度は多くの既報 [13, 19, 20] より高めで推移し, 2群間に有意な差は認められなかった. これは, 本試験に協力していただいた農家は比較的成绩が安定しており, 牛舎環境も良好な農家であり, 肥育牛に対するストレスが少なく, VCの消費が少なかったためと考えられた.

今回用いたVC製剤の給与費用を1日80円とすると, 180日間の給与で14,400円の費用が発生する. これは枝肉重量が平均500kgと仮定すると, 枝肉価格が30円増加すれば回収できる金額である. 試験結果において枝肉の販売価格は, 給与群1頭当たり1,030,737円および対照群1頭当たり1,020,146円であり, その差は10,591円と費用を上回ることができなかった. これは, 本試験牛の出荷時期はA4価格が比較的高く, A5価格が低かったことが影響していると思われる. しかし, 今後は肉質を改善させうる最低量を確認して, 費用対効果を上げる投与量を検討する必要があると考えられた.

以上本試験の結果より, 黒毛和種肥育牛における肥育後期へのVC 70%含有の大豆硬化油被覆製剤の給与は, BMS, ロース芯面積および内臓価格を増加させるため, 枝肉成績を改善させる肥育管理方法として活用できるものと考えられた.

5. 謝 辞

本試験に対して御指導, 御協力をいただいた関係各位に深謝すると共に, 試験製剤を御提供いただいた株式会社ワイピーテックに対して深謝する.

6. 引用文献

1. 甫立京子: ビタミンAと肥育牛の肉質との関係, 栄養生理研報, 39, 157-171 (1995)
2. Ohyama M, et al.: The interaction between vitamin and thiazolidinedione on bovine adipocyte differentiation in primary culture, J Anim Sci, 76, 61-65 (1998)
3. Oka A, et al.: Influence of vitamin A on the quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black cattle, Meat Sci, 48, 159-167 (1998)
4. 松田敬一, 他: 黒毛和種肥育牛の飼料の中性デタージェント繊維含有および血清ビタミンA値と枝肉成績の関連, 日獣会誌, 57, 227-230 (2004)
5. 松田敬一: 黒毛和種肥育牛における導入後3カ月間の平均日増体重による分類と肥育に伴う血液成分の関係, 栄養生理研報, 56, 87-92 (2012)
6. 甫立京子, 他: 黒毛和種肥育牛のビタミンA欠乏時の栄養状態と筋肉水腫との関係, 日獣会誌, 57, 371-376 (2004)
7. 松田敬一, 他: 黒毛和種肥育牛における血中Vitamin

- A濃度と瞳孔反射の関係, 家畜診療, 47, 239-244 (2000)
8. 松田敬一: 黒毛和種肥育牛に対するウルソデオキシコール酸の長期間低用量投与が血中成分と枝肉成績に及ぼす影響, 産業動物臨床医誌, 1, 184-189 (2010)
9. 渡辺大作, 他: 黒毛和種肥育牛の血漿 γ -グルタミルトランスフェラーゼ (GGT) と月齢および血液成分との関連, 産業動物臨床医誌, 1, 177-183 (2010)
10. Kawada T, et al.: Comparative investigation of vitamins and their analogues on terminal differentiation, from peradipocytes to adipocytes, f 3T3-L1 cells, Comp Biochem Physiol, 96, 323-326 (1990)
11. 鳥居伸一郎, 他: 黒毛和種から単離した脂肪前駆細胞の脂肪細胞への分化におけるビタミン及び脂肪酸の影響, 肉用牛研報, 60, 27-28 (1995)
12. 大橋秀一, 他: 和牛の肉質向上に対するビタミンCの効果, 愛知県農総試報, 32, 207-214 (2000)
13. 明間基生, 吉田 靖: ビタミンC添加剤給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響, 福井畜試研報, 19, 7-12 (2006)
14. 広岡博之: 黒毛和種肥育牛におけるビタミンC投与がBMSナンバーに及ぼす影響—メタアナリシスによるアプローチ—, 肉用牛研報, 87, 37-40 (2009)
15. 高橋栄二, 他: 肥育牛における血清中ビタミンC濃度, 日畜会報, 70, J119-J122 (1999)
16. Padilla L, et al.: The effect of vitamin C supplementation on plasma concentration and urinary excretion of vitamin C in cattle, J Anim Sci, 85, 3367-3370 (2007)
17. Schaefer DM, et al.: Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef, J Nutr, 125, 1792S-1798S (1995)
18. Nandan D, et al.: Ethyl-3, 4-dihydroxybenzoate inhibits myoblast differentiation: evidence for an essential role of collagen, J Cell Biol, 10, 1673-1679 (1990)
19. 桑原栄一郎, 他: 肥育牛におけるビタミンC添加の効果, 家畜診療, 51, 489-496 (2004)
20. 明間基生, 他: ビタミンC添加剤給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響—第2報—, 福井畜試研報, 21, 27-32 (2008)
21. 大橋秀一, 他: 和牛におけるビタミンC投与が肉質に与える影響, 愛知農総試報, 31, 235-252 (1999)
22. 渡辺大作, 他: 黒毛和種肥育牛における肥育成績と血清ビタミンA, ビタミンE, および総コレステロールの関係, 栄養生理研報, 43, 119-128 (1999)
23. 山崎敏雄: 肥育度と月齢が肉牛の肉量肉質に及ぼす影響, 草地試報, 18, 69-77 (1981)
24. 渡辺大作, 他: 肥育牛に見られる急性肝炎の診断と原因に関する検討, 東北家畜臨床研報, 8, 56-63 (1995)
25. Cummins KA, et al.: Effect of calf housing on plasma ascorbate and endocrine and immune function, J Dairy Sci, 74, 1582-1588 (1991)
26. Padilla L, et al.: Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows, Livestock Sci, 101, 300-3004 (2006)
27. 森 昌昭, 他: 黒毛和種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効果, 三重科技試報, 109-114 (2005)

The effect of vitamin C supplementation during the late fattening stage on blood components and carcass characteristics in Japanese Black cattle

K. Matsuda^{1)†}, C. Takahashi¹⁾

1) *Miyagi Prefectural Federation of Agricultural Mutual Aid Association Livestock Medicine Training Center*

ABSTRACT We investigated the effect of vitamin C (VC) supplementation during the late fattening stage on blood components and carcass characteristics in Japanese Black cattle. Fifteen cattle were treated with 30 g per day of a VC product (containing 70% VC coated with hydrogenated soybean oil) in addition to their regular fattening feed, and 15 cattle were untreated as controls. Blood samples were obtained monthly for biochemical analysis starting at the age of 24 months (pre-treatment) until slaughter. Slaughterhouse carcass performance data were compared between the groups. Blood biochemistry values, including plasma VC, plasma vitamin A (VA) and total serum cholesterol (Tcho), did not show significant changes over time. For the carcass data, the treated group showed significantly greater values compared to the control group for beef marbling standard (BMS) (8.40 ± 1.64 vs. 7.27 ± 1.44), rib eye area ($68.7 \pm 8.6 \text{ cm}^2$ vs. $62.1 \pm 10.2 \text{ cm}^2$) and offal value ($\text{¥}5,199 \pm 984$ vs. $\text{¥}13,907 \pm 1837$). Thus, greater BMS and rib eye area were achieved in the treatment group without significant changes in plasma VA, which is thought to have a major effect on BMS, as well as in serum Tcho, an important indicator for monitoring carcass quality. This finding suggests that VC supplementation during the late fattening stage is useful for increasing the meat quality.

—**Key Words** : BMS, carcass characteristics, Japanese black fattening cattle, rib eye area, vitamin C

† Correspondence to : Keiichi Matsuda (Miyagi Prefectural Federation of Agricultural Mutual Aid Association Livestock Medicine Training Center)
39-4 Hirabayashi, Ohira, Kurokawa, Miyagi 981-3602, Japan
TEL 022-345-2239 FAX 022-345-0891 E-mail : matsuda@nosaimiyagi.or.jp

.....Jpn. J. Large Anim. Clin. 5(1): 9-14, 2014