鹿児島県における黒毛和種肥育去勢牛の血液生化学的性状

乙丸孝之介^{1)†} 志賀英恵²⁾ 鹿海淳子²⁾ 柳田孝司²⁾

1) 鹿児島大学共同獣医学部 2) 鹿児島県 農業共済組合連合会

(2014年8月20日受付・2014年10月3日受理)

要 約 鹿児島県内で飼養されていた黒毛和種肥育去勢牛に対して、肥育ステージごとの血液生化学的検査を行った。供試牛は、102農場にて飼養されていた臨床的に健康な9～30カ月齢の黒毛和種肥育去勢牛2,207頭で、これらを肥育前期（9～13カ月齢：418頭）肥育中前期（14～16カ月齢：448頭）、肥育中後期（17～19カ月齢：443頭）、肥育後期（20～23カ月齢：447頭）、仕上げ期（24～30カ月齢：451頭）の各肥育ステージに分類した。血清アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、 γ -グルタミルトランスフェラーゼ活性値の平均値は、肥育中前期以降で前期と比較し高値であった。血清アルブミンの平均値は、中前期以降では3.3g/dl以上であった。総コレステロールの平均値は前期で107mg/dlであったが、中前期以降では137mg/dl以上であった。血清ビタミンAの平均値は前期で93IU/dlであったが、肥育ステージが進むにつれ低下し、仕上げ期では43IU/dlであった。血清ビタミンEの平均値は前期で172 μ g/dlであったが、中前期以降では200 μ g/dl以上であった。これらのことから、鹿児島県内で飼養されていた黒毛和種肥育去勢牛の各肥育ステージにおける血液生化学的検査値は、それぞれ異なることが示唆され、今後、生産病の診断および予防を行う上で1つの指標となると考えられた。

——キーワード：肥育去勢牛，黒毛和種牛，血清成分値，ビタミンA，ビタミンE

.....産業動物臨床医誌 5(4): 185-190, 2015

1. はじめに

代謝プロファイルテストは牛群の血液生化学的検査値から、問題点を見つけ出し、生産病の診断と予防を行うものである。黒毛和種肥育牛は、一般的に脂肪交雑の促進を目的にビタミンA（VA）の制限された飼料を給与されている [1, 2]。肥育牛の血液生化学的検査値は、去勢牛と雌牛では異なることが報告されている [3-7]。鹿児島県における黒毛和種肥育牛の肥育ステージごとの血液生化学的検査値は、これまで雌牛については報告されているが [8]、去勢牛については報告されていない。そこで、本研究では、鹿児島県内で飼養されていた臨床的に健康な黒毛和種肥育去勢牛を対象に、肥育ステージごとの血液生化学的検査を行い基準値の設定を行った。

2. 材料および方法

供試牛：2010年4月から2014年3月までの間に、鹿児島県内の102農場にて飼養され、前後1カ月間に治療歴

がなく、臨床的に健康な黒毛和種肥育去勢牛2,207頭を用いた。供試牛は、各肥育ステージにより肥育前期（9～13カ月齢：418頭）、肥育中前期（14～16カ月齢：448頭）、肥育中後期（17～19カ月齢：443頭）、肥育後期（20～23カ月齢：447頭）仕上げ期（24～30カ月齢：451頭）に分類した。1農場につき約20頭前後の供試牛を選定し分類した。すべての供試牛は、舎内で飼育され、いずれの農場でも9～13カ月齢以降はVAが制限された濃厚飼料を給与されていた。また、VA欠乏症あるいは欠乏が疑われる肥育牛には農場により異なるものの、飼料への添加あるいは経口投与などによりVAが補給されていた。供試牛からは、頸静脈より血清分離用真空採血管（ベノジェクトⅡVP-S100K，テルモ，東京）を用いて採血を行った。採取した血液は遮光下で2～3時間常温に静置したのち、3,000rpmで20分間遠心して血清を分離し、-20℃で測定日まで保存した。

血液生化学検査：血清中のアスパラギン酸アミノトラ

† 連絡責任者：乙丸孝之介（鹿児島大学共同獣医学部）
〒890-0065 鹿児島市郡元1丁目21番24号 ☎ 099-285-8750 FAX 099-285-8751
E-mail : otomaru@vet.kagoshima-u.ac.jp

ンスフェラーゼ (AST), γ -グルタミルトランスフェラーゼ (GGT), 尿素窒素 (UN), 総蛋白 (TP), アルブミン (Alb), 総コレステロール (T-Cho), カルシウム (Ca) および無機リン (iP) については自動分析装置 (7180型, 日立ハイテックフィールドインテグレーション, 東京) にて測定を行った。血清グロブリン (Glb) 値は, TP値からAlb値を引いて求めた。

VAおよびビタミンE (VE) の測定: 血清VAおよびVEの測定は, 高速液体クロマトグラフィー (高速液体クロマトグラフLC-2000, 日本分光, 東京) により測定した [9, 10]。

統計方法: 得られたデータは平均±標準偏差で示した。各肥育ステージの数値の比較には一元配置分散分析を行い, 有意な差を認めた場合にはTukey-Kramer法により検定した。また, 血清成分間の相関分析はPearson

の相関係数を求め, いずれも5%未満の危険率を有意な差とした。統計解析にはSPSS Statistics 21 (IBM, 東京) を用いた。

3. 結 果

各肥育ステージにおける血液生化学的検査値を表1に示した。血清AST活性値の平均は肥育前期では64IU/ℓであったが, 中前期以降では69IU/ℓ以上で前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。血清GGT活性値の平均は肥育前期では16IU/ℓであったが, 中前期以降では19IU/ℓ以上であり, 前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。血清UNの平均値は肥育前期では11.4mg/dℓであったが, 中前期以降では13.8mg/dℓ以上あり前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。血清TPの平均値は前期では6.4g/dℓであったが, 肥育ステージが進むにつ

表1. 鹿児島県内の黒毛和種肥育去勢牛の肥育ステージにおける血液生化学的検査値

項目		肥育前期 (9～13カ月齢) n=418	肥育中前期 (14～16カ月齢) n=448	肥育中後期 (17～19カ月齢) n=443	肥育後期 (20～23カ月齢) n=447	仕上げ期 (24～30カ月齢) n=451
AST	(IU/ℓ)	64 ± 17	69 ± 23**	72 ± 26**	69 ± 23**	69 ± 21**
GGT	(IU/ℓ)	16 ± 7	19 ± 6**	21 ± 8**	21 ± 7**	21 ± 7**
UN	(mg/dℓ)	11.4 ± 4.1	13.8 ± 3.7**	14.1 ± 3.3**	14.0 ± 2.9**	14.0 ± 3.3**
TP	(g/dℓ)	6.4 ± 0.4	6.5 ± 0.4**	6.6 ± 0.4**	6.7 ± 0.4**	6.9 ± 0.4**
Alb	(g/dℓ)	3.2 ± 0.2	3.3 ± 0.2**	3.4 ± 0.2**	3.4 ± 0.2**	3.4 ± 0.2**
Glb	(g/dℓ)	3.2 ± 0.4	3.2 ± 0.2	3.3 ± 0.4**	3.3 ± 0.4**	3.5 ± 0.4**
T-Cho	(mg/dℓ)	107 ± 29	137 ± 36**	151 ± 37**	156 ± 34**	156 ± 37**
Ca	(mg/dℓ)	9.7 ± 0.4	9.6 ± 0.4**	9.6 ± 0.4**	9.5 ± 0.4**	9.5 ± 0.4**
iP	(mg/dℓ)	7.9 ± 0.8	7.8 ± 0.7*	7.4 ± 0.7**	7.2 ± 0.7**	6.9 ± 0.7**
VA	(IU/dℓ)	93 ± 21	76 ± 24**	55 ± 23**	44 ± 17**	43 ± 18**
VE	(μg/dℓ)	172 ± 91	267 ± 104**	321 ± 107**	345 ± 113**	340 ± 115**

数値は平均±標準偏差。肥育前期との有意差: * $p<0.05$, ** $p<0.01$ 。

表2. 鹿児島県内の黒毛和種肥育去勢牛の各血清項目間の相関

	GGT	UN	TP	Alb	Glb	T-Cho	Ca	iP	VA	VE
AST	0.450***	0.082***	0.105***	-0.085***	0.161***	0.043*	-0.059**	-0.060**	-0.155***	-0.003
GGT		0.087***	0.230***	0.390	0.213***	0.223***	-0.014	-0.164***	-0.228***	0.186***
UN			0.098***	0.152***	0.008	0.318***	-0.152***	0.035	-0.081***	0.257***
TP				0.340***	0.825***	0.198***	0.088***	-0.255***	-0.336***	0.159***
Alb					-0.245***	0.382***	0.198***	-0.100***	0.056**	0.339***
Glb						-0.022	-0.028	-0.202***	-0.314***	-0.038
T-Cho							0.019	-0.213***	-0.240***	0.772***
Ca								0.009	0.181***	-0.068**
iP									0.362***	-0.204***
VA										-0.266***

数値は相関係数を示す。

交差する項目間の有意差: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ 。

れ上昇した。血清Albの平均値は肥育前期では3.2g/dℓであったが、中前期では3.3g/dℓ、中後期以降では3.4g/dℓであり、前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。血清T-Choの平均値は肥育前期では107mg/dℓであったが、中前期では137mg/dℓ、中後期以降では150mg/dℓ以上であり、前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。血清VAの平均値は肥育前期では93IU/dℓであったが、中前期以降では前期と比較し有意に低下し ($p<0.01$)、仕上げ期では43IU/dℓであった。血清VEの平均値は肥育前期では172μg/dℓであったが、中前期以降では200μg/dℓ以上であり、前期と比較し有意な高値であった ($p<0.01$)。各項目間の相関を表2に示した。血清ASTは血清GGT活性値、UN、TP、GlbおよびT-Cho値との間で有意な正の相関 (それぞれ $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.05$,) 、血清Alb、Ca、iPおよびVA値との間で有意な負の相関がみられた (それぞれ $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.001$)。血清GGTは血清UN、TP、Glb、T-ChoおよびVE値との間で有意な正の相関 (それぞれ $p<0.001$)、血清iPおよびVA値との間で有意な負の相関がみられた (それぞれ $p<0.001$)。血清UN値は血清TP、血清Alb、T-ChoおよびVE値との間で有意な正の相関がみられた (それぞれ $p<0.001$)。血清Albは血清TP、T-Cho、Ca、VAおよびVE値との間で有意な正の相関がみられた (それぞれ $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.001$)。血清VE値は血清T-Cho値との間で有意な正の相関がみられた ($p<0.001$)。

4. 考 察

VAは視力維持、活性酸素や過酸化脂質の除去因子として、粘膜の保護などに重要な役割を持つとされている [11, 12]。肥育牛においては、VAは脂肪代謝や脂肪細胞の増殖と分化に関与し [13]、VA制限により肉質が向上したという報告も多い [1, 2, 14, 15]。しかしながら、黒毛和種肥育牛ではVA低下に関連すると考えられる飼料摂取量の減少、筋間水腫、肝障害などの発生が報告され [16, 17]、血清VA 40IU/dℓ以下では欠乏症のおそれがあるとされている [18]。本研究では、血清VA値は肥育前期で最も高く、肥育ステージが進むにつれ低下し、仕上げ期では43IU/dℓであった。このことから、仕上げ期にはVA欠乏のおそれがある状態におかれていることが示唆された。また、肥育牛の性別による血清中のVA値の比較において、これまでホルスタイン種と黒毛和種の交雑種では、去勢牛のVA値は雌牛より低値であると報告されている [5, 6]。また、黒毛和種肥育牛において同様の飼料を給与した時に、去勢牛の方が雌牛よりも血清VA値の低下が早いという報告があり [18]、去勢牛は雌牛よりもVA要求量が多いと考えられている。

このため、同一条件下でVA制限飼育された肥育去勢牛は肥育雌牛よりもVA欠乏を早期に起こす可能性がある。本研究における肥育去勢牛の血清VA値は、鹿児島県の黒毛和種肥育雌牛におけるこれまでの報告 [8] (肥育前期87IU/dℓ、中前期78IU/dℓ、中後期53 IU/dℓ、後期45IU/dℓ、仕上げ期39IU/dℓ) と比較し、中前期および後期でわずかに低い傾向、肥育前期、中後期および仕上げ期でわずかに高い傾向であった。このことは、鹿児島県内の黒毛和種肥育雌牛および去勢牛では、血清VA値が肥育中後期から後期にかけて欠乏症を起こさない程度の低値となるようにVAは制限給与され、後期から仕上げ期にかけては適宜VAを給与され血清VA値が低値で維持されていることを示していた。

血清T-Cho値はエネルギー摂取量を反映するため、飼料摂取量の指標として有効であるとされている [19]。また、Adachiら [20] は、肉質成績に優れ、かつ低疾病発生率である農場における14～30カ月齢の黒毛和種肥育去勢牛の血清T-Cho値は、129～149mg/dℓであったと報告している。本研究における血清T-Cho値は、14カ月齢以降で137～156mg/dℓであり、特に17カ月齢以降の中後期以降では150mg/dℓ以上で推移し、Adachiらの報告した値よりも高い傾向であったことから、供試牛は十分にエネルギーを摂取していたものと考えられた。また、この変化は給与飼料中の中性デタージェント繊維含量を高く維持し、高肉質等級の成績を得た報告における推移と類似していた [14]。このように血清VA値を欠乏値に近い状態まで低下させながら血清T-Cho値は高値を持続させる、すなわち食欲を落とさずにVAコントロールを行う肥育管理技術が、鹿児島県の黒毛和種肥育牛生産の重要なポイントになっていると考えられた。

血清UN値とAlb値は、それぞれ短期と長期の蛋白質摂取量を反映するとされている [21, 22]。本研究では、中前期以降、血清UN値は13.8mg/dℓ以上、血清Alb値は3.3g/dℓ以上であり、前期と比較し高値で推移し、血清UN値と血清Alb値は有意な正の相関を示した。また、この変化は黒毛和種肥育去勢牛における報告と類似していた [23, 24]。このことから、供試牛は発育に必要な蛋白質を十分に摂取していたものと考えられた。

牛の肝障害のマーカーとして血清ASTとGGT活性値が広く用いられている [17, 23, 25]。血清AST活性値は乳牛においてはT-Cho値と正の相関を示すと報告され [26]、血清GGT活性値は、黒毛和種肥育去勢牛において、UN値との間で正の相関、VA値との間で負の相関を示すとされ [23]、高いエネルギー摂取や蛋白摂取は肝機能に障害を与える可能性があると考えられている [23]。本研究における血清AST活性値およびGGT活性値は肥育中前期以降で上昇したが、この時期は血清UNおよび

T-Cho値が上昇し、血清VA値が低下した時期と重なる。また血清ASTおよびGGT活性値は、血清T-ChoおよびUN値との間で有意な正の相関、血清VA値との間で有意な負の相関がみられた。このことから、血清AST活性値およびGGT活性値の上昇はVAの低下、ならびにエネルギーおよび蛋白摂取の増加などにより、何らかの肝臓障害が起きた可能性が考えられた。

VEは生体の抗酸化剤として作用し、生体膜の安定性を保持するとされている [27]。また、肥育牛において血清VE値は、血清T-Cho値と相関し飼料摂取状況の指標となるとされている [15, 18]。さらに、Adachiら [2] は、宮崎県で飼養されていた黒毛和種肥育去勢牛の血清VE値は、200 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 未満であったと報告している。本研究における血清VE値は中前期以降200 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 以上であり、また、血清VE値は血清T-Cho値との間で0.772という極めて高い相関がみられた。これは渡辺 [18] が報告した黒毛和種肥育牛の血清VE値と血清T-Cho値の相関係数0.77とほぼ一致していた。このことから、供試牛は中前期以降、飼料摂取量の増加によりVEを多く摂取していたことが示唆された。

本研究では、中前期以降、血清Alb値、T-Cho値およびVE値は安定して高かったことから、供試牛はVA低下などによる食欲低下を最小限に留め、一定の飼料摂取量を維持していたものと考えられた。

本研究の成績から、鹿児島県内で飼養されていた黒毛和種肥育去勢牛の各肥育ステージにおける血液生化学的検査値が示され、それらの値は各肥育ステージでそれぞれ異なることが示唆された。本研究の成績は、今後、生産病の診断および予防を行う上での指標の1つとなると考えられた。

5. 引用文献

1. 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)
2. Adachi K, et al.: Serum vitamin A and vitamin E in Japanese Black fattening cattle in Miyazaki prefecture as determined by automatic column-switching high performance liquid chromatography, *J Vet Med Sci*, 58, 461-464 (1996)
3. Walker DK, et al.: Effects of ractopamine and sex on serum metabolites and skeletal muscle gene expression in finishing steers and heifers, *J Anim Sci*, 88, 1349-1357 (2010)
4. 林 孝, 他: 肉牛枝肉形質と肥育過程における各種血漿成分の関係の解析, *日畜会報*, 74, 537-545 (2003)
5. Taylor RL, et al.: Hepatic and blood concentrations of carotene and vitamin A in unsupplemented range cattle, *J Anim Sci*, 27, 1477-1486 (1968)
6. 伊藤 貢, 広岡博之: 黒毛和種とホルスタイン種の交雑種における血清ビタミンAおよび総コレステロール濃度と枝肉形質との関連性, *日畜会報*, 74, 43-49 (2003)
7. Kato Y, et al.: Genetic parameters of serum vitamin A and total cholesterol concentrations and the genetic relationships with carcass traits in an F1 cross between Japanese Black sires and Holstein dams, *J Anim Sci*, 89, 951-958 (2011)
8. 乙丸孝之介, 他: 鹿児島県における黒毛和種肥育雌牛の血液生化学的性状, *産業動物臨床医誌*, 3, 169-173 (2012)
9. De Leenheer A, et al.: Determination of serum alpha-tocopherol (vitamin E) by high-performance liquid chromatography, *Clin Chem*, 24, 585-590 (1978)
10. 牧村 進, 他: 黒毛和種牛の血清および肝臓中のレチノール, β -カロチンおよび α -トコフェロールの高速液体クロマトグラフィーによる同時定量, *日獣会誌*, 44, 328-332 (1991)
11. 野呂明弘, 他: 牛における血清過酸化脂質と生体抗酸化因子の変動, *日獣会誌*, 43, 489-493 (1990)
12. Samokyszyn VM, Marnett LJ: Inhibition of liver microsomal lipid peroxidation by 13-cis-retinoic acid, *Free Radic Biol Med*, 8, 491-496 (1990)
13. Torii S, et al.: Development of intramuscular fat in Wagyu beef cattle depends on adipogenic or antiadipogenic substances present in serum, *Anim Sci*, 63, 73-78 (1996)
14. 松田敬一, 他: 黒毛和種牛の飼料中NDFおよび血清VA値と枝肉成績との関係, *日獣会誌*, 57, 227-230 (2004)
15. 渡辺大作, 他: 黒毛和種牛における肥育成績と血清ビタミンA,E,および総コレステロールの関連性, *栄養生理研報*, 43, 119-128 (1999)
16. 甫立京子, 他: 黒毛和種去勢牛のビタミン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)
17. 渡辺大作: 黒毛和種肥育牛に発生する急性肝炎の臨床病理学に関する研究, *東北家畜臨床研誌*, 1, 177-183 (1993)
18. 渡辺大作: 産肉成績とビタミン類の関わり, *生産獣医医療システム肉牛偏3*, 90-101, 農山漁村文化協会, 東京 (1999)
19. 渡辺大作: 黒毛和種肥育牛における代謝プロファイルテストの意義と実践, *家畜診療*, 48, 279-286 (2001)

20. Adachi K, et al. : Values of the serum components in Japanese black beef steers at farms with high productivity and low frequencies of disease and death in Miyazaki Prefecture, J Vet Med Sci, 59, 873-877 (1997)
21. 桑波田雅士 : 栄養状態によるアルブミン合成の調節機構に関する研究, 栄食誌, 64, 215-219 (2011)
22. Hoffman PC, et al. : Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers, J Dairy Sci, 84, 843-847 (2001)
23. 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)
24. 渡辺大作, 他 : 黒毛和種肥育去勢牛の月齢および血液成分と白血球ポピュレーションとの関連性, 産業動物臨床医誌, 2, 20-29 (2011)
25. Rico AG, et al. : Blood and tissue distribution of gamma glutamyl transferase in the cow, J Dairy Sci, 60, 1283-1287 (1977)
26. Cavestany D, et al. : Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles, J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med, 52, 1-7 (2005)
27. Packer L : Protective role of vitamin E in biological systems, Am J Clin Nutr, 53, 1050-1055 (1991)

Serum biochemical values in Japanese Black fattening steers in Kagoshima Prefecture

K. Otomaru^{1)†}, H. Shiga²⁾, J. Kanome²⁾, K. Yanagita²⁾

1) *Joint Faculty of Veterinary Medicine, Kagoshima University*

2) *Veterinary Clinical Training Center, Kagoshima Prefectural Federation of
Agricultural Mutual Aid Associations*

ABSTRACT Serum biochemical values were determined in 2207 clinically healthy 9- to 30-month-old Japanese Black fattening steers from 102 farms in Kagoshima Prefecture to establish reference ranges and to compare the values among age groups. Serum samples were collected in five stages during fattening (early stage: 9~13 months old, 418 samples; early middle stage: 14~16 months old, 448 samples; late middle stage: 17~19 months old, 443 samples; late stage: 20~23 months old, 447 samples; finishing stage: 24~30 months old, 451 samples). The mean activities of serum aspartate aminotransferase and gamma-glutamyl transferase in the early middle to finishing stages were higher than those in the early stage. The mean concentration of serum albumin was above 3.3 g/dl from the early middle to finishing stages. The mean concentration of total cholesterol was 107 mg/dl in the early stage and was above 137 mg/dl after the early middle stage. The mean concentration of serum vitamin A was 93 IU/dl in the early stage and then decreased gradually to 43 IU/dl in the finishing stage. The mean concentration of serum vitamin E was 172 µg/dl in the early stage and was above 200 µg/dl after the early middle stage. These results suggest that serum biochemical values of Japanese Black fattening steers in Kagoshima Prefecture are variable depending on the stage of fattening. The data in this study provide useful reference for the diagnosis and prevention of production diseases.

—**Key Words** : fattening steer, Japanese Black cattle, serum component values, vitamin A, vitamin E

† Correspondence to : Konosuke Otomaru (Joint Faculty of Veterinary Medicine, Kagoshima University)
1-21-24 Kōrimoto, Kagoshima 890-0065, Japan
TEL 099-285-8750 FAX 099-285-8751 E-mail : otomaru@vet.kagoshima-u.ac.jp

.....Jpn. J. Large Anim. Clin. 5(4): 185-190, 2015