

肥育前期にタンパク源飼料として大豆粕を給与した 黒毛和種肥育牛の血中遊離アミノ酸濃度

松田 敬一¹⁾・前田 洋佑²⁾・大塚 浩通³⁾

1) 宮城県農業共済組合連合会家畜診療研修所

2) 北里大学獣医学部

3) 酪農学園大学獣医学群

要 約

近年、黒毛和種肥育牛の大型化が鮮明となり、肥育前期の増体量が大幅に増え、タンパク質の要求量が増加している。そのため、肥育前期に大豆粕などのタンパク源飼料を給与する肥育農家が増えている。しかし、この肥育前期の飼料給与体系での血中遊離アミノ酸濃度の推移を詳しく調査した報告は少ない。今回我々は、肥育前期にタンパク源飼料として大豆粕を給与した黒毛和種肥育牛について、血中遊離アミノ酸濃度の推移を調査した。調査には、10ヶ月齢の黒毛和種肥育牛18頭（去勢9頭、雌9頭）を用いた。1日分の給与量は、10ヶ月齢ではチモシー乾草3kg、稲わら2kg、および配合飼料2kgとした。10ヶ月齢での採血後、大豆粕を0.1kgから給与開始し、大豆粕および配合飼料を徐々に増給して、13ヶ月齢では、チモシー乾草1kg、稲わら2kg、大豆粕0.5kg、および配合飼料4kgとし、16ヶ月齢では、稲わら2kg、大豆粕0.5kg、および配合飼料7kgとした。10ヶ月齢、13ヶ月齢、および16ヶ月齢時に採血し、血中遊離アミノ酸濃度の推移を調査した。全必須アミノ酸および非必須アミノ酸のうちグリシン、アラニン、セリン、およびプロリンは10ヶ月齢に比べ16ヶ月齢で有意に高い値を示した。また、グルタミン、およびチロシンは10ヶ月齢に比べ13、16ヶ月齢で有意に高い値を示した。他のアミノ酸には有意な変化は認められなかった。本試験の結果より、肥育前期にタンパク源飼料として大豆粕を給与した黒毛和種肥育牛では、大豆粕の給与および配合飼料の増給に伴い、アスパラギン、アスパラギン酸、グルタミン、およびアルギニンを除いたアミノ酸が増加することが明らかとなった。今回増加しなかったアミノ酸のうち、アルギニンは多くの哺乳動物において準必須アミノ酸として考えられており、成長期などの生体の状態によっては摂取することが望ましいアミノ酸である。肥育前期は黒毛和種肥育牛にとって成長期であるため、状況によってはアルギニンが不足する可能性も考えられる。そのため、肥育前期の黒毛和種肥育牛に対する効果的なタンパク源飼料の給与には、大豆粕に加えアルギニンの給与を検討する必要があると考えられた。

緒 論

黒毛和種肥育牛において肥育前期は、繁殖農家から肥育農家への移動に伴う子牛用飼料から肥育用飼料への変更、チモシー等の乾草主体の粗飼料から稲わら主体の粗飼料への変更、肥育用飼料給与量の増

量、および大豆粕等のタンパク源飼料の給与などの給与飼料の内容や量が大きく変化する時期である。また、この時期は筋肉や骨格などの成長が著しく¹⁾、去勢牛においては成長ホルモン（GH）分泌量の指標となるインスリン様成長因子-1（IGF-1）の血中濃度が最大となり²⁾ GHの分泌量が増加していると

考えられている。GHは、タンパク質合成促進作用や筋細胞へのアミノ酸取り込みを促進³⁾する作用があり、GH分泌量の高い肥育前期には、筋肉などの成長のために多くのタンパク質が必要である。近年、黒毛和種肥育牛の大型化が鮮明となり、肥育前期の増体量が大幅に増え、タンパク質の要求量が増加している。そのため、肥育前期に大豆粕などのタンパク源飼料を給与する肥育農家が増えている。アミノ酸は、動物においてタンパク質の構成成分となる重要な栄養素であり、生体内で合成することが出来ない必須アミノ酸と、合成することが出来る非必須アミノ酸とに分類されている⁴⁾。黒毛和種肥育牛において、給与飼料中のタンパク源飼料の違いや給与量により血中遊離アミノ酸濃度が変化することは報告されているが⁵⁾、現在黒毛和種肥育農家で一般的に行われている肥育前期の飼料給与体系での血中遊離アミノ酸濃度の推移を詳しく調査した報告は少ない。そこで今回我々は、肥育前期にタンパク源飼料として大豆粕を給与した黒毛和種肥育牛について、血中遊離アミノ酸濃度の推移を調査した。

材料と方法

調査対象牛および群分け：管内6黒毛和種肥育農家に飼養されていた、臨床的に健康な10カ月齢の黒毛和種肥育牛18頭（去勢9頭、雌9頭）を用いた。試験協力農家は同一肉牛部会に加盟しており、基本となる肥育飼養管理方法は同一であった。給与飼料は、粗飼料にはチモシー乾草および県内で収集された稲ワラ、濃厚飼料には大豆粕および同一の配合飼料（現物中%：DM 88%、TDN 70%、CP 11.5%、NDF 21.0%）を用いた。1日分の給与量および飼料養分含量は、10ヶ月齢ではチモシー乾草3kg、稲わら2kg、および配合飼料2kg（乾物中%：TDN 59.8%、CP 9.2%、NDF 55.3%）とした。10ヶ月齢での採血後、大豆粕を0.1kgから給与開始し、大豆粕および配合飼料を徐々に増給して、13ヶ月齢では、チモシー乾草1kg、稲わら2kg、大豆粕0.5kg、および配合飼料4kg（乾物中%：TDN 67.4%、CP 13.1%、NDF 41.1%）とした。また、16ヶ月齢では、稲わら2kg、大豆粕0.5kg、および配合飼料7kg

（乾物中%：TDN 72.2%、CP 13.5%、NDF 32.9%）とした。

調査方法：10ヶ月齢、13ヶ月齢、および16ヶ月齢時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、テルモ株式会社、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を得た。得られた血清は、血中遊離アミノ酸濃度の測定に供した。

血中遊離アミノ酸濃度の測定：血中遊離アミノ酸濃度の測定には、JLC-500/V全自動アミノ酸分析機（日本電子株式会社、東京）を用いて、イオン交換クロマトグラフィ法によりアミノ酸の分離および測定を行った。測定項目は、必須アミノ酸（EAA）としてメチオニン（Met）、リジン（Lys）、スレオニン（Thr）、ヒスチジン（His）、トリプトファン（Trp）、フェニルアラニン（Phe）、バリン（Val）、イソロイシン（Ile）およびロイシン（Leu）を、非必須アミノ酸（NEAA）としてグリシン（Gly）、アラニン（Ala）、アスパラギン（Asn）、アスパラギン酸（Asp）、グルタミン（Gln）、グルタミン酸（Glu）、セリン（Ser）、アルギニン（Arg）、プロリン（Pro）およびチロシン（Tyr）を解析した。

統計方法：統計解析にはSPSS 13.0（エス・ピー・エス・エス株式会社、東京）を用いた。得られた結果は平均値±標準偏差で示した。各検査項目における10ヶ月齢とその後の採材ポイントとの比較について二元配置分散分析をおこないTukeyの方法による多重比較を実施し、危険率5%未満となったものを有意差ありとした。

結 果

EAAであるMet、Lys、Thr、His、Trp、Phe、Val、Ile、Leu、およびNEAAであるGly、Ala、Ser、Proは10ヶ月齢に比べ16ヶ月齢で有意に高い値を示した。NEAAであるGln、およびTyrは10ヶ月齢に比べ13、16ヶ月齢で有意に高い値を示した。NEAAであるAsn、Asp、Glu、およびArgは有意な変化は認められなかった（表1）。

表 1 各群における血中遊離アミノ酸濃度の推移

	10ヶ月齢	13ヶ月齢	16ヶ月齢	
必須アミノ酸 (EAA)	メチオニン (Met) (nmol/mL)	30.2 ± 4.9	38.4 ± 10.1	55.4 ± 25.8 **
	リジン (Lys) (nmol/mL)	158.3 ± 28.8	188.4 ± 46.4	275.1 ± 137.4 **
	スレオニン (Thr) (nmol/mL)	86.3 ± 15.0	97.6 ± 32.6	133.9 ± 60.8 **
	ヒスチジン (His) (nmol/mL)	79.5 ± 16.4	106.1 ± 25.0	152.4 ± 82.8 **
	トリプトファン (Trp) (nmol/mL)	50.3 ± 10.1	73.6 ± 20.1	127.2 ± 66.3 **
	フェニルアラニン (Phe) (nmol/mL)	88.7 ± 17.1	89.8 ± 18.0	140.2 ± 63.4 **
	バリン (Val) (nmol/mL)	358.7 ± 80.1	429.6 ± 97.4	664.1 ± 298.7 **
	イソロイシン (Ile) (nmol/mL)	137.2 ± 28.2	178.6 ± 45.1	259.4 ± 122.4 **
ロイシン (Leu) (nmol/mL)	210.1 ± 43.1	229.5 ± 65.2	374.1 ± 184.4 **	
非必須アミノ酸 (NEAA)	グリシン (Gly) (nmol/mL)	419.7 ± 84.9	457.4 ± 88.6	738.5 ± 518.0 *
	アラニン (Ala) (nmol/mL)	354.4 ± 58.4	349.6 ± 74.5	526.3 ± 254.5 **
	アスパラギン (Asn) (nmol/mL)	39.9 ± 5.3	53.9 ± 16.6	55.7 ± 30.5
	アスパラギン酸 (Asp) (nmol/mL)	16.5 ± 5.3	18.4 ± 5.2	19.8 ± 11.7
	グルタミン (Gln) (nmol/mL)	277.6 ± 39.8	428.4 ± 99.6 **	489.6 ± 227.7 **
	グルタミン酸 (Glu) (nmol/mL)	168.6 ± 40.9	145.6 ± 29.0	194.6 ± 133.3
	セリン (Ser) (nmol/mL)	119.7 ± 23.9	144.7 ± 38.5	202.1 ± 97.1 **
	アルギニン (Arg) (nmol/mL)	383.9 ± 432.0	597.5 ± 468.5	588.3 ± 540.9
	プロリン (Pro) (nmol/mL)	108.5 ± 15.4	121.4 ± 27.4	189.3 ± 84.9 **
	チロシン (Tyr) (nmol/mL)	60.0 ± 13.3	92.7 ± 21.9 *	133.8 ± 57.9 **

mean±SD

10ヶ月齢との有意差 * : p<0.05, ** : p<0.01

考 察

血中遊離アミノ酸濃度は両群の全EAAおよびNEAAのGly、Ala、Gln、Ser、Pro、およびTyrが16ヶ月齢にかけて有意に増加した。松長らは、牛に対する大豆粕の給与により、育成牛では全体的に血中遊離アミノ酸濃度を増加させるが、肥育牛ではEAAのみ増加しNEAAは変化しないと報告している⁵⁾。本試験では、13および16ヶ月齢の牛では10ヶ月齢に比べ配合飼料を増給している事、および10ヶ月齢時に給与していない大豆粕をタンパク源として給与しており、血中遊離アミノ酸濃度の増加はこの給与飼料内容の変化に起因するものと考えられる。また、肥育牛において10～16ヶ月齢の時期は育成牛から肥育牛へと切り替わる時期であり、NEAAのうちAsn、Asp、Glu、およびArgが変化しなかったのは、牛の成長時期が一因である可能性がある。AsnおよびAspは、体内で窒素やエネルギー代謝に関係し、エネルギー源として最も利用されやすいアミノ酸であり⁶⁾、摂取してもすぐ消費されやすいため、血中濃度が大きく変化しなかったものと考えられる。Gluは、ほとんどが骨格筋に存在し、食物による通常レベルの摂取では、小腸の上皮細胞で代謝される^{7,8)}ため、食物からのタンパク質の摂取が血中濃度に反映されなかったものと考えられる。Argは、タンパク質の合成促進や筋肉増強⁹⁾、GH分泌促進作用¹⁰⁾、および若い動物の成長^{11,12)}に関与している。山崎らは、黒毛和種牛は14ヶ月齢を中心に発育すると報告しており¹⁾、本試験期間は牛において増体率の高い時期であるためArgの消費量が多く、血中濃度が増加しなかったものと考えられる。

本試験の結果より、肥育前期にタンパク源飼料として大豆粕を給与した黒毛和種肥育牛では、大豆粕の給与および配合飼料の増給に伴い、全EAAおよびAsn、Asp、Glu、Argを除いたNEAAの血中遊離アミノ酸濃度が増加することが明らかとなった。今回増加しなかったアミノ酸のうち、Argは多くの哺乳動物において準EAAとして考えられており、成長期などの生体の状態によっては摂取することが望ましいアミノ酸である¹³⁾。肥育前期は黒毛和種肥育牛にとって成長期であるため、状況によってはArg

が不足する可能性も考えられる。そのため、肥育前期の黒毛和種肥育牛に対する効果的なタンパク源飼料の給与には、大豆粕に加えArgの給与を検討する必要があると考えられた。

引用文献

- 1) 山崎敏雄, 小沢忍, 塩谷康生, 加藤国雄, 福原利一, 西野武蔵, 土屋平四郎. 1972. 若齡去勢牛の肥育過程における体構成の発達に関する研究 (第4報). 中国農業試験場報告 19 : 39-60
- 2) 松田敬一. 2012. 黒毛和種肥育牛における導入後3ヶ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. 栄養生理研究会報. 56 : 87-92
- 3) Granner DK. 1999. Chapter 45 : Pituitary and Hypothalamic Hormones. In Haper's Biochemistry 25th Edition. Murray RK, Mayes PA, Rodwell VW, Granner DK eds. McGraw-Hill/Appleton & Lange. NY. USA. 550-560
- 4) 小田裕昭. 2007. 必須アミノ酸・非必須アミノ酸その二つを分けるもの. 日本栄養・食糧学会誌 60 : 137-149
- 5) 松長延吉, 銭谷 品, 菅原正人, 日高 智, 左 久. 1997. 蛋白質補給飼料の遠いが育成 肥育牛の血漿遊離アミノ酸 成長ホルモン IGF-1濃度に及ぼす影響. 北畜会報 39 : 57-64
- 6) Lancha AH Jr, Recco MB, Abdalla DS, Curi R. 1995. Effect of aspartate, asparagine, and carnitine supplementation in the diet on metabolism of skeletal muscle during a moderate exercise. Physiol Behav. 57 : 367-371
- 7) Reeds PJ, Burrin DG, Stoll B, Jahoor F. 2000. Intestinal glutamate metabolism. J Nutr. 130 : 978-982
- 8) Curthoys NP, Watford M. 1995. Regulation of glutaminase activity and glutamine metabolism. Annu Rev Nutr. 15 : 133-159
- 9) Elam RP, Hardin DH, Sutton RA, Hagen L. 1989. Effects of arginine and ornithine on strength, lean body mass and urinary hydroxyproline in adult males. J Sports Med Phys Fitness. 29 : 52-56
- 10) Besset A, Bonardet A, Rondouin G, Descomps B, Passouant P. 1982. Increase in sleep related GH and Prl secretion after chronic arginine aspartate administration in man. Acta Endocrinol. 99 : 18-23
- 11) Wu G, Bazer FW, Davis TA, Kim SW, Li P, Marc Rhoads J, Carey Satterfield M, Smith SB, Spencer TE, Yin Y. 2009. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. Amino Acids. 37:153-168
- 12) Scibior D, Czczot H. 2004. Arginine-metabolism and functions in the human organism. Postepy Hig Med Dosw (Online). 58 : 321-332
- 13) Wu G, Morris SM Jr. 2003. Arginine metabolism in mammals. in Metabolic and therapeutic aspects of amino acids in clinical nutrition 2nd Edition. 153~167. CRC Press LLC. USA