

若狭牛の低コスト肥育技術の確立 (第 2 報)

田賀千尋・川森庸博

要 約 枝肉重量および肉質を維持しつつ肥育期間を短縮することを目的に、黒毛和種肥育牛に特定のアミノ酸を給与することが体重や胸最長筋面積に及ぼす影響について調査を行った。本報では体重や胸最長筋面積に影響を及ぼすアミノ酸を特定するため、黒毛和種去勢牛の血漿中遊離アミノ酸濃度、体重および推定胸最長筋面積を毎月 1 回測定した。体重は 19 カ月齢まで、胸最長筋面積は 17 カ月齢まで大きく成長することが明らかとなった。また、これらの時期において減少傾向もしくは変化のみられなかったアラニン、グリシン、ヒスチジン、リジン、メチオニン、スレオニンが体重や胸最長筋面積に影響を及ぼすアミノ酸の可能性が示唆された。

キーワード：黒毛和種、肥育期間短縮、血漿中遊離アミノ酸

諸 言

環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定 (CPTPP) 等の自由貿易網の拡大、輸入国の作況や貿易紛争の余波に伴う穀物国際価格の変動等、和牛肥育経営の不安要素が多くあることから、和牛生産の競争力強化のため、枝肉重量と肉質の変化に留意しながら肥育期間を短縮する効率的な生産構造への転換が必要とされている²⁾。

また、2015 年の家畜改良増殖目標では、2025 年までに黒毛和種の出荷月齢を 29 カ月齢から 24~26 カ月齢まで短縮することを目標としている¹⁾。

肥育期間を短縮することで飼料費の削減や牛舎の回転率向上を図ることができる一方で、枝肉重量の減少や肉質の低下に伴う枝肉販売価格の低下が懸念される¹³⁾。本県における黒毛和種雌牛の肥育試験において、肥育飼料への切替開始時期を 2 カ月早め、肥育前期の濃厚飼料給与量を増やし、本県平均出荷月齢の 28 カ月齢から 3 カ月早い 25 カ月齢での出荷を行った²²⁾。その結果、枝肉重量については 28 カ月齢出荷と比べて小さくなる傾向が見られ、脂肪交雑については有意に低くなった。

増体改善については、交雑種去勢牛においてバイパスタンパク質に効果があることが報告されている¹⁸⁾。また、黒毛和種去勢牛においても、肥育前期にバイパスタンパク質を補給することで、6 カ月齢で肥育を開始し、24 カ月齢で出荷したときの肥育成績が向上する可能性が示唆されている¹⁾。しかし、肉用牛では飼料の摂取量と飼料エネルギーの利用効率を最大にするためには飼料中粗タンパク質 (CP) 含量は 12%前後が最適であり、タンパク質の過剰給与は、第一胃内アンモニア濃度および血中尿素態窒素 (BUN) の上昇を引き起こすことが知られている¹⁵⁾。これは牛に悪影響を及ぼす^{15) 21)}だけではなく、家畜排せつ物による環境汚染の増大という点からも問題となる²⁶⁾。

タンパク質は約 20 種類のアミノ酸から構成されており、これらのアミノ酸は牛の体内で合成される非必須アミノ酸と、飼料や第一胃内微生物から供給されなければならない必須アミノ酸がある¹⁵⁾。タンパク質を有効利用するには、アミノ酸の要求量を求め、アミノ酸の不足をなくすることが重要である。反芻家畜については、発育の際に不足しがちなアミノ酸としてメチオニン、リジン、イソロイシンなどがあげられており¹⁵⁾、肉用交雑種においてメチオニンやリジ

ンが発育に効果があることが報告されている⁶⁾
25)。しかし黒毛和種肥育牛においてアミノ酸給
与が肥育成績に及ぼす報告は少ない。そこで、
枝肉重量および肉質を維持しつつ肥育期間を短
縮することを目的に、黒毛和種肥育牛に不足す
るアミノ酸を給与することが体重や胸最長筋面
積に及ぼす影響を調査することとした。

前報²⁴⁾では、牛の採血時間および血漿中遊
離アミノ酸濃度の分析手法について検討し、配
合飼料給与前後 2 時間以内に EDTA-2K 加真空
採血管を用いて得た血漿を 6%スルホサリチル
酸 (SSA) で除タンパクし、分析に供すること
と結論づけた。本報ではこれらの結果を用いて
黒毛和種去勢牛の月齢に伴う血漿中遊離アミノ
酸濃度を測定し、黒毛和種肥育牛に不足するア
ミノ酸について検討した。

材料および方法

1 供試牛

県内和牛肥育農家 6 戸の黒毛和種去勢牛計 25
頭を導入から出荷まで毎月 1 回調査した。導入
時の月齢は 7~13 カ月齢、出荷時の月齢は 25~
28 カ月齢であった。

2 調査項目

(1) 血液生化学検査

頸静脈からヘパリンリチウム加真空採血管
(ベノジェクト II 真空採血管, テルモ株式会社,
東京) で採血した。富士ドライケム 7000V (富
士フィルム株式会社, 東京) を用い、全血から
アンモニア濃度 (NH₃), 遠心分離 (3,000rpm,
4℃, 15 分) によって採取した血漿から総コレ
ステロール (TCHO), グルコース (Glu), グル
タミンオキザロ酢酸トランスアミナーゼ
(GOT), 尿素態窒素濃度 (BUN), 総タンパク
質 (TP), アルブミン (Alb), リン (IP) およ
びカルシウム (Ca) を測定した。ビタミン A 濃
度は高速液体クロマトグラフィー (島津製作所,
京都) およびカラム (Shim-pack CLC-ODS
6.0mmID×15cm, 島津製作所, 京都) を用いて
分析した。

(2) 体重

体重計 (TRU-TEST イージーウェイ 5i, 富士
平工業株式会社, 東京) を用いて体重を測定し
た。

(3) 推定胸最長筋面積

超音波診断装置 (HS-1600V, 本多電子株式会
社, 愛知) および肉質測定用プローブ
(HLV-7212M, 本多電子株式会社, 愛知) を用
いて測定した。超音波診断装置はフォーカス
2.0MHz, アコースティックパワー 60, ゲイン
80, ダイナミックレンジ 55 に設定した。測定は
牛体左側の脇から拳 1 つ (約 10cm) 後ろに食用
油を塗り、牛体にプローブを密着させて行った¹⁶⁾。
ImageJ (ver.1.52a, Wayne Rasband, National
Institutes of Health, USA) により画像処理を行
い、算出した胸最長筋面積を推定胸最長筋面積
とした。

(4) 血漿中遊離アミノ酸濃度

EDTA-2K 加真空採血管 (ベノジェクト II 真
空採血管, テルモ株式会社, 東京) を用いて頸
静脈から採血を行い、遠心分離によって血漿を
採取した。前報²⁴⁾に従って調製したサンプル
を、アミノ酸分析 HPLC システム (島津製作所,
京都) を用いてポストカラム蛍光誘導体化検出
法により分析した。必須アミノ酸 (EAA) とし
てヒスチジン (His), イソロイシン (Ile), ロイ
シン (Leu), リジン (Lys), メチオニン (Met),
フェニルアラニン (Phe), スレオニン (Thr),
トリプトファン (Trp), バリン (Val), 非必須
アミノ酸 (NEAA) としてアラニン (Ala), ア
ルギニン (Arg), アスパラギン (Asn), アスパ
ラギン酸 (Asp), シスタチオニン ((Cys)₂),
グルタミン (Gln), グルタミン酸 (Glu), グリ
シン (Gly), プロリン (Pro), セリン (Ser),
チロシン (Tyr) を分析項目とした。

(5) 統計処理

統計処理は R (ver3.6.3, R Foundation for
Statistical Computing, オーストリア) を用いて
月齢と血漿中遊離アミノ酸濃度の相関係数を求
めた。

結 果

1 血液生化学検査

平均 TCHO は導入時で約 106mg/dl だったが、飼料摂取量の増加に伴い、最大 211mg/dl まで増加した。ビタミン A コントロールにより、ビタミン A 濃度は導入後の約 120IU/dl から 20 カ月齢にかけて約 50IU/dl まで減少した。その他の項目について、NH₃ は 40~51μg/dl, Glu は 76~89μg/dl, GOT は 49~97U/l, BUN は 8~17mg/dl, TP は 6.6~7.2g/dl, Alb は 3.5~3.6g/dl, IP は 7.4~9.5mg/dl, Ca は 9.1~10.1mg/dl の範囲で推移しており、異常はみられなかった。

2 体重

体重は 7 カ月齢の 278kg から 28 カ月齢の 800kg まで増加した (図 1)。期間日増体量 (DG) は 19 カ月齢まで 1.0kg/日を超えており、最大値は 15 カ月齢の 1.2kg/日だった。DG は徐々に小さくなり、出荷直前の 25~28 カ月齢では約 0.5kg/日だった。

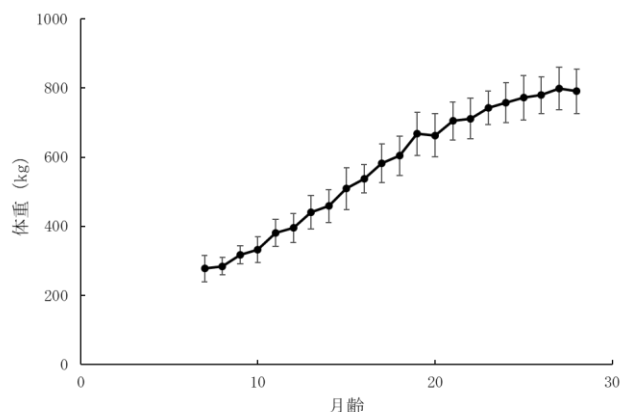


図 1 体重 (平均±標準偏差)

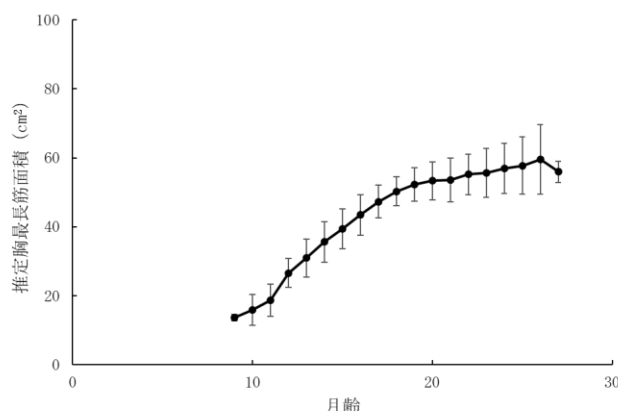


図 2 推定胸最長筋面積 (平均±標準偏差)

3 推定胸最長筋面積

推定胸最長筋面積は 9 カ月齢から 28 カ月齢にかけて平均 61.9cm² まで大きくなった (図 2)。1 日あたりの増加量では、17 カ月齢まで 0.10cm²/日以上増加しており、最大増加量は 12 カ月齢の 0.26cm²/日だった。18 カ月齢以降の増加量は

徐々に緩やかになり、出荷直前では 0.05cm²/日前後で推移した。

4 血漿中遊離アミノ酸濃度

20 種類の血漿中遊離アミノ酸濃度の推移を図 3 に示した。DG が 1.0kg/日以上だった 19 カ

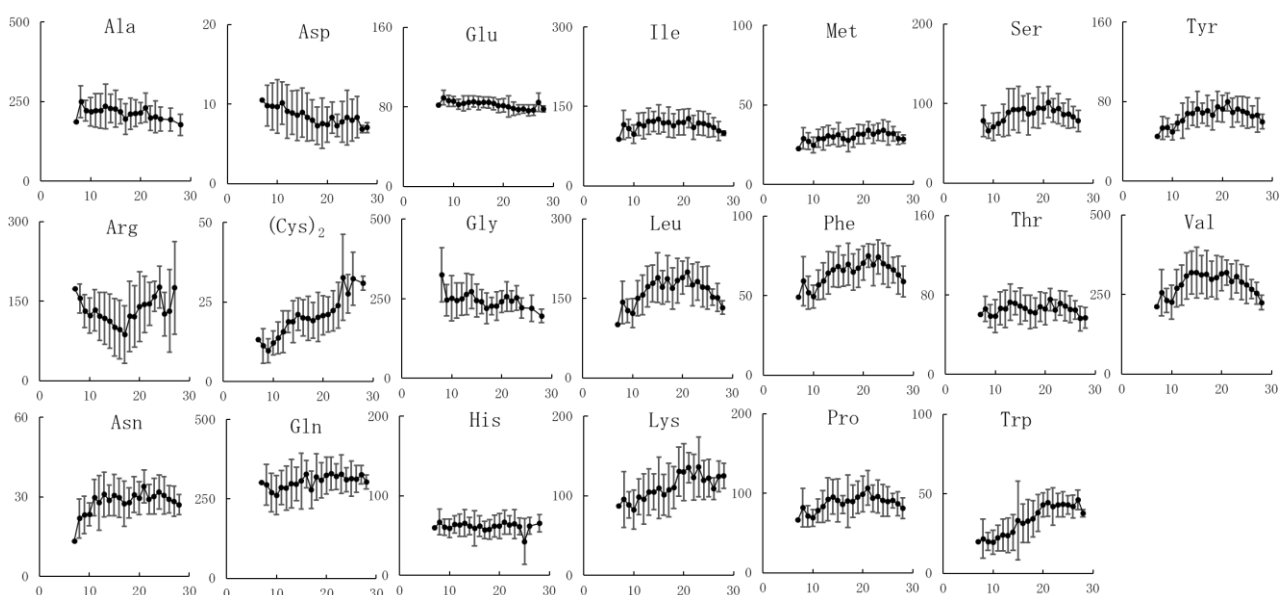


図 3 血漿中遊離アミノ酸濃度 (横軸: 月齢 (カ月齢), 縦軸: 濃度 (nmol/dl), 平均±標準偏差)

月齢までに月齢と負の相関を示し、減少傾向を示したのは Ala, Arg, Asp, Glu, Gly, His の 6 種類だった。また、相関係数が 0.2 以下であり、月齢に伴ってほとんど変化しなかったアミノ酸は Met, Thr の 2 種類だった。Lys は推定胸最長筋面積が増加する 17 カ月齢までほとんど一定の値を推移しており、相関係数は 0.2 以下だったが、17 カ月齢以降徐々に増加した。

考 察

血液生化学検査のすべての項目で月齢に伴う変動は本県における過去の肥育試験²³⁾や血液生化学検査^{19) 7)}に関する報告と同様の傾向を推移しており、異常はなかった。このことから、今回の調査牛 25 頭のデータを考察に用いることとした。

体重は標準発育曲線¹⁵⁾の上限値よりも大きく推移しているが、これは黒毛和種の改良により増体能力が向上している¹²⁾ことによると考えられる。松田⁷⁾の報告では、10~16 カ月齢に DG は最も高く、徐々に小さくなっている。筋肉の発達は約 18 カ月齢でピークを迎え、21~22 カ月齢まで続くとされている¹⁷⁾。本試験でもこれらと同様の結果が得られており、体重は 7 カ月齢から 19 カ月齢まで大きく増加した。

胸最長筋面積の経時的変化について、12 カ月齢まで⁴⁾もしくは 14 カ月齢²⁷⁾まで増加速度は大きくなり、その後は出荷まで鈍る傾向があることが報告されている。一方で、胸最長筋面積は 9 カ月齢以降 21 カ月齢にかけて大きくなる¹⁴⁾、あるいはおおむね 15~20 カ月齢までが胸最長筋面積の発育に重要な時期である²⁸⁾といった報告があり、何カ月齢まで胸最長筋面積が大きくなるかについては報告によって幅がある。胸最長筋面積の増加パターンは枝肉実測値により異なる⁵⁾とされており、本試験においても増加パターンが若干異なる個体がみられたことから、胸最長筋面積の推移は個体差を留意する必要があるといえる。

血漿中遊離アミノ酸濃度の変化から牛の制限アミノ酸を特定しようとする試みは数多く報告

^{9) 3)}されており、リジン²⁰⁾やメチオニン¹⁰⁾が制限アミノ酸である可能性が示されている。本試験においても体重や胸最長筋面積の増加する 17 カ月齢までに、リジンやメチオニンを含めた 9 種類のアミノ酸が減少傾向もしくは一定の値を推移する傾向を示したことから、制限アミノ酸である可能性が高いと考えられた。

松田ら⁸⁾は肥育前期に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を測定したところ、10~16 カ月齢の時期に Asn, Asp, Glu, Arg で有意な変化が認められず、これらのアミノ酸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を示唆している。この報告の中で Asn および Asp は体内でエネルギー源として消費されているため、Glu は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ため、Arg はタンパク質の合成促進や筋肉増強、成長ホルモン分泌促進作用等に関与しているため、血漿中遊離アミノ酸濃度は変化しなかったと考えられている。本試験での結果においても同様のことが考えられ、これらのアミノ酸は体重や胸最長筋面積を増加させるアミノ酸ではない可能性が高く、残る Ala, Gly, His, Met, Thr, Lys の 6 種類が黒毛和種肥育牛の増体改善に効果的なアミノ酸である可能性が考えられた。

今後はこれらの特定したアミノ酸を黒毛和種去勢牛に給与することで体重や胸最長筋面積に及ぼす影響を検討する。

文 献

- 1) 安部亜津子・成相伸久・入江正和・高野彰文・荒川泰卓・小櫃剛人, 黒毛和種去勢牛 24 カ月齢出荷体系における肥育前期のバイパスタンパク質飼料補給が肥育成績に及ぼす影響, 日本畜産学会報, 89 (3) :329-337, 2018
- 2) 農畜産業振興機構, 肥育期間短縮に取り組む黒毛和種肥育経営, 畜産の情報, 12:64-74, 2016
- 3) 浜田龍夫・新林恒一, 血漿遊離アミノ酸パターンは泌乳牛の蛋白質栄養の有効な評価尺度になりうるか, 栄養生理研究会報, 31

- (2) :175-183, 1987
- 4) 原田宏, 肉用牛における居肉形質の超音波推定法に関する研究, 宮崎大学農学部研究報告, 29 (1) 1-65, 1982
 - 5) 川田智弘・枝野龍之・堀井美那・半田真明・蓼沼亜矢子・阿久津友紀子・白井幸路・野沢久夫・岡英雄, 超音波肉質診断技術に基づいた肉牛肥育診断システムの確立に関する研究, 栃木県畜産酪農研究センター研究報告, 1:55-64, 2012
 - 6) Klemesrud MJ・Klopfenstein TJ・Lewis AJ, Metabolizable methionine and lysine requirements of growing cattle, *Journal of Animal Science*, 78:199-206, 2000
 - 7) 松田敬一, 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 (2) 87-92, 2012
 - 8) 松田敬一・前田洋佑・大塚浩通, 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, 宮城県獣医師会会報, 68 (4) 199-202, 2015
 - 9) 松本光人・藤田忠久・小野寺文・佐藤博・渡邊彰・花坂昭吾・甫立孝一・長澤孝志・古谷修, 牛の血漿リジン濃度に及ぼす飼料条件の影響, 東北農業試験場研究報告, 90:77-91, 1995
 - 10) 松長延吉・銭谷晶・菅原正人・日高智・左久, 蛋白質補給飼料の違いが育成, 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, 1997
 - 11) 農林水産省, 家畜改良増殖目標, 2015
 - 12) 農林水産省生産局畜産部畜産振興課, 肉用牛の改良増殖をめぐる情勢, 2019
 - 13) 中武好美・鍋倉弘良・竹之山慎一, 肥育開始月齢および出荷月齢の違いが黒毛和種肥育牛に及ぼす影響, 宮崎県畜産試験場試験研究報告, 26:17-21, 2014
 - 14) 南部愛, 超音波診断による黒毛和種肥育牛の肉質推定技術～産肉形質の経時変化と枝肉出荷成績の関係～, 富山県農林総合技術センター畜産研究所 畜研だより, 2017
 - 15) 農業・食品産業技術総合研究機構編, 日本飼養標準・肉用牛(2008年版), 中央畜産会, 東京, 2009
 - 16) 独立行政法人家畜改良センター, 家畜改良センター技術マニュアル 12 超音波診断装置による牛の肉質診断法, 2004
 - 17) (社) 全国家畜畜産物衛生指導協会企画, 生産獣医療システム肉牛編, 社団法人農山漁村文化協会, 東京, 1999
 - 18) Oney CR・Hilscher FH・Bondurant RG・Watson AK・Erickson GE・Klopfenstein TJ, Effect of increasing supplemental rumen undegradable protein (RUP) on performance of calves fed a silage growing diet, *Nebraska Beef Cattle Reports*, 1011:27-28, 2017
 - 19) 乙丸孝之助・志賀英恵・鹿海淳子・柳田孝司, 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, 産業動物臨床医誌, 5 (4) 185-190, 2015
 - 20) Schwab CG・Bozak CK・Whitehouse NL・Olson VM, Amino Acid Limitation and Flow to the Duodenum at Four Stages of Lactation. 2. Extent of Lysine Limitation, *Journal of Dairy Science*, 75 (12) 3503-3518, 1992
 - 21) 嶋澤光一・橋元大介・中山昭義, 濃厚飼料中の分解性蛋白質割合の違いが黒毛和種去勢牛の粗飼料利用性に及ぼす影響, 西日本畜産学会報, 47:73-77, 2004
 - 22) 田賀千尋・川森庸博, 美味しさ成分が高まる若狭牛飼養技術の確立(第4報), 福井県畜産試験場研究報告, 33:1-9, 2020
 - 23) 田賀千尋・加藤武市・川森庸博, 県産飼料のみで飼育した若狭牛生産の試み(第2報), 福井県畜産試験場研究報告, 33:10-16, 2020
 - 24) 田賀千尋・川森庸博, 若狭牛の低コスト肥育技術の確立(第1報), 福井県畜産試験場研究報告, 33:17-21, 2020
 - 25) Teixeira PD・Tekippe JA・Rodrigues LM・Ladeira MM・Pukrop JR・Kim YHB・Schoonmaker JP, Effect of ruminally protected arginine and lysine supplementation on serum amino acids, performance, and carcass traits of

feedlot steers, *Journal of Animal Science*, 97
(8) :3511-3522, 2019

- 26) 寺田文典・阿部啓之・西田武弘・柴田正貴,
肥育牛の窒素排泄量の推定, 日本畜産学会報,
69 (7) :697-701, 1998
- 27) 徳丸元幸・堤知子・大園正陽, 黒毛和種去
勢肥育牛の超音波診断装置を用いた枝肉形
質の早期推定, 4:1-8, 1999
- 28) 梅北信二郎・猪八重悟・竹迫良和, 超音波
生体診断装置を用いた肉用牛の産肉形質の
推定, 鹿児島県畜産試験場研究報告,
25:41-47, 1993

Low cost producing system of Wakasa-gyu, Japanese black, by shortening the fattening period (the 2nd report)

Chihiro TAGA and Nobuhiro KAWAMORI
Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

Abstract

The influences of feeding the amino acids on weights and *M.longissimus thoracis* cross-sectional areas of Japanese Black were examined in order to shorten fattening period while keeping carcass weight and quality of beef. As the second report of this examination, the concentrations of the plasma free amino acids, the weights and the estimated *M.longissimus thoracis* cross-sectional areas of Japanese Black steers were analyzed once a month to consider which amino acid might effect the growth of weight and *M.longissimus thoracis* cross-sectional area. The relatively higher growth rates of the weight and the estimated *M.longissimus thoracis* cross-sectional area were found in 9-19 month old steers and 9-17 month old steers respectively. The concentrations of alanin, glycine, histidine, lysine, methionine and threonine showed the tendencies to decline or remain constant in these period; therefore feeding these amino acids might have the possibilities to influence on the growth of weight and *M.longissimus thoracis* cross-sectional area.

Keyword: Japanese Black, shortening the fattening period, plasma free amino acid