

若狭牛の低コスト肥育技術の確立 (第 3 報)

山本竜也・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として特定したリジンとメチオニンのバイパスアミノ酸飼料をそれぞれ農家で飼養されている黒毛和種去勢牛に給与した結果を報告する。バイパスリジン飼料を給与した場合には、増体量および胸最長筋面積が増加する傾向を示したが、バイパスメチオニン飼料を給与したことによる変化は見られなかった。

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

CPTPP（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）等の自由貿易網の拡大，輸出国の作況や紛争の余波による穀物国際価格の変動等，畜産経営を圧迫する要素が多くあることから，和牛生産農家の競争力強化のため，肥育期間を短縮した低コストな生産構造への転換が求められている²⁾。

そのため，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⁷⁾。

しかしながら，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一方，枝肉重量の減少や肉質の低下に伴う枝肉販売価格の下落が懸念される⁸⁾。実際に本県が行った黒毛和種雌牛を用いた肥育試験では，肥育飼料への切替時期を 2 カ月早め，肥育前期の濃厚飼料給与量を増やし，当時の本県平均出荷月齢の 28 カ月齢より 3 カ月早い 25 カ月齢で出荷したところ，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¹³⁾。

これに対し，増体改善については，交雑種去

勢牛に対するバイパスタンパク質の給与効果が報告されている¹⁰⁾。また，6 カ月齢で肥育を開始した黒毛和種去勢牛に対し，肥育前期にバイパスタンパク質を追加給与することで，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¹¹⁾。しかし，肉用牛飼育において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%前後が最適とされており，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窒素（BUN）の上昇を引き起こすことが知られている⁹⁾。これは牛に悪影響を及ぼす¹²⁾だけではなく，窒素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¹⁸⁾。

ところで，タンパク質は約 20 種類のアミノ酸から構成されており，牛にとっては，自身で合成でき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⁹⁾。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。一般に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⁹⁾，交雑種肥育牛においてはメチオニンやリジンの影響が報告されている⁴⁾¹⁷⁾。し

かし黒毛和種肥育牛に対するアミノ酸給与が肥育成績に及ぼす報告は少ない。そこで、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を調査した。

前報¹⁵⁾では、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測定した結果から、Ala, Gly, His, Met, Thr, Lys の 6 種類が黒毛和種肥育牛の増体に影響するアミノ酸である可能性を示した。本報では、これらのうち、植物性タンパク質に含有量が少ないリジンとメチオニンに着目し、農家の黒毛和種去勢牛にいずれかを給与し、体重や胸最長筋面積への影響について調査を行った結果について報告する。

材料および方法

1 供試牛

バイパスリジン給与試験

前報¹⁵⁾で調査した農家（以下 A 農家とする）の黒毛和種去勢牛 3 頭を対照区、同農家において通常の肥育体系に加えバイパスリジン飼料（AjiPro-L,味の素ヘルシーサプライ株式会社）を給与した黒毛和種去勢牛 3 頭をリジン給与区とした（表 1）。

バイパスメチオニン給与試験

前報で調査した別の農家（以下 B 農家とする）の黒毛和種去勢牛を対照区、同農家においてバイパスメチオニン飼料（メプロン, Evonik industries）を給与した黒毛和種去勢牛 3 頭をメチオニン給与区とした（表 2）。

表 1 A 農家の供試牛試験区分と血統

個体番号	試験区	性別	導入月齢 (カ月齢)	出荷月齢 (カ月齢)	父	母の父
1	対照区	去勢	9	25	百合勝安	隆之国
2	対照区	去勢	9	26	美津照重	耕富士
3	対照区	去勢	9	27	芳之国	芳之国
4	リジン給与区	去勢	9	24	幸忠栄	福之国
5	リジン給与区	去勢	9	25	百合勝安	美徳国
6	リジン給与区	去勢	9	24	福増	百合花

表 2 B 農家の供試牛試験区分と血統

個体番号	試験区	性別	導入月齢 (カ月齢)	出荷月齢 (カ月齢)	父	母の父
1	対照区	去勢	10	27	芳之国	金幸
2	対照区	去勢	9	26	耕富士	忠富士
3	対照区	去勢	8	26	耕富士	勝平正
4	メチオニン給与区	去勢	9	25	忠勝晴	安重勝
5	メチオニン給与区	去勢	9	24	勝洋	第22平茂
6	メチオニン給与区	去勢	8	24	福増	平茂勝

2 給与飼料体系

(1) リジン給与区

農家 A の通常の給与飼料体系に加えて、バイパスリジン飼料を朝の飼料給与時に濃厚飼料に混ぜて 120g/日頭給与した。また、給与期間は 9 カ月齢から 18 カ月齢とした。

(2) メチオニン給与区

農家 B の通常の給与飼料体系に加えて、バイパスメチオニン飼料を朝の飼料給与時に濃厚飼料に混ぜて 50g/日頭給与した。また、給与期間は 9 カ月齢から 18 カ月齢とした。

3 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°C, 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。

(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, 胸最長筋面積を推定した。

(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し, 遠心分離によって血漿を採取した。既報¹⁵⁾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。分析項目は, 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) とした。

結 果

1 血液生化学検査

バイパスリジン給与試験において, 農家 A の対照区は, NH₃ は 28~50μg/dl, Glu は 71~99μg/dl, GOT は 51~153U/l, BUN は 10~20mg/dl, TP は 6.3~7.7g/dl, Alb は 3.1~3.8g/dl, TCHO は 99~301mg/dl, IP は 5.5~9.0mg/dl, Ca は 8.5~10.6mg/dl の範囲で推移した。リジン給与区は, NH₃ は 31~73μg/dl, Glu は 69~100μg/dl, GOT は 52~193U/l, BUN は 8~19mg/dl, TP は 5.8~7.9g/dl, Alb は 2.9~3.6g/dl, TCHO は 84~236mg/dl, IP は 4.1~9.8mg/dl, Ca は 8.0~10.3mg/dl の範囲で推移した。

バイパスメチオニン給与試験において, 農家 B の対照区は, NH₃ は 33~85μg/dl, Glu は 66~91μg/dl, GOT は 50~431U/l, BUN は 5~20mg/dl, TP は 6.3~8.8g/dl, Alb は 2.9~4.0g/dl, TCHO は 64~256mg/dl, IP は 6.0~11.5mg/dl, Ca は 8.6~10.6mg/dl の範囲で推移した。メチオニン給与区は, NH₃ は 27~67μg/dl, Glu は 73~91μg/dl, GOT は 43~109U/l, BUN は 4~17mg/dl, TP は 5.9~8.0g/dl, Alb は 2.9~3.9g/dl, TCHO は 53~207mg/dl, IP は 6.2~10.4mg/dl, Ca は 8.7~11.0mg/dl の範囲で推移した。

2 体重

バイパスリジン給与試験

9カ月齢から24カ月齢までリジン給与区が対照区と比べて平均体重 (図1) および通算増体量が高い傾向にあった。

バイパスメチオニン給与試験

9カ月齢から24カ月齢まで平均体重 (図2) および通算増体量とも対照区と同程度であった。

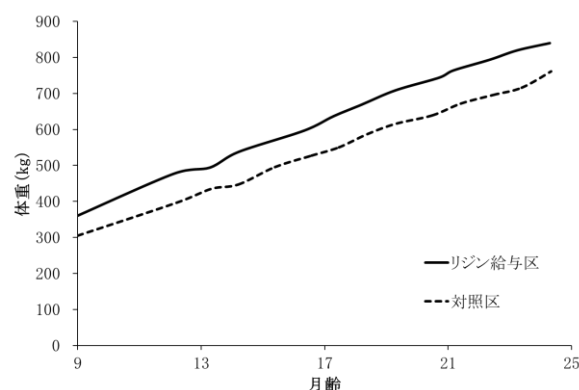


図1 リジン給与による体重の推移

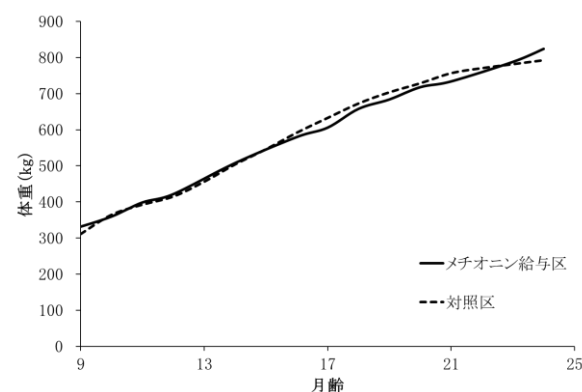


図2 メチオニン給与による体重の推移

3 推定胸最長筋面積

バイパスリジン給与試験

17 カ月齢までは両区ともに同程度を示し、18 カ月齢以降はリジン給与区の増加量が大きくなったと判断した (図 3)。また、出荷前の胸最長筋面積は、リジン給与区で 64.6 cm²、対照区で 57.6 cm²と推定した。

バイパスメチオニン給与試験

13 カ月齢の時点ではメチオニン給与区の方が高く、その後 17 カ月齢で同程度となった。その後、18 カ月齢より再びメチオニン給与区の増加量が大きくなったと診断した (図 4)。出荷前の胸最長筋面積は、メチオニン給与区で 63.4 cm²、対照区で 57.1 cm²と推定した。

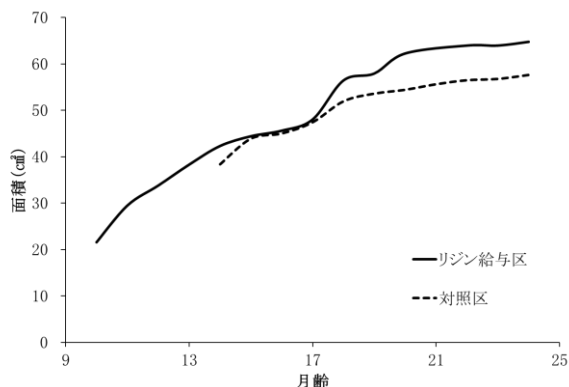


図 3 リジン給与による推定最長筋面積の推移

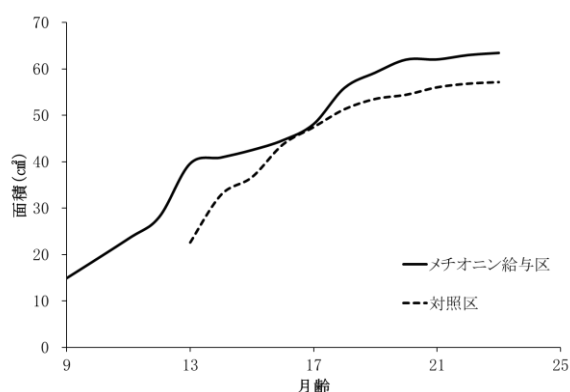


図 4 メチオニン給与による推定最長筋面積の推移

4 枝肉成績

バイパスリジン給与試験

出荷月齢の低いリジン給与区のほうが枝肉重量および胸最長筋面積が大きい傾向がみられた (表 1)。また、バラの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑 (BMS No.)、肉色 (BCS No.)、締り、きめ、脂肪色 (BFS No.) においては同程度であった。

バイパスメチオニン給与試験

出荷月齢はメチオニン給与区の方が低かったが、枝肉重量、胸最長筋面積、バラの厚さ、歩留基準値、脂肪交雑 (BMS No.)、肉色 (BCS No.)、締り、きめ、脂肪色 (BFS No.) の項目においてほぼ同程度であった (表 2)。

表 1 農家 A の枝肉成績

試験区	リジン給与区	対照区
出荷月齢 (か月齢)	25.0 ± 0.2	26.5 ± 0.7
枝肉重量 (kg)	543.3 ± 26.7	494.0 ± 48.3
胸最長筋面積 (cm ²)	64.7 ± 2.4	57.7 ± 3.9
バラの厚さ (cm)	8.6 ± 0.5	8.0 ± 0.6
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.6 ± 0.2	3.0 ± 0.6
歩留基準値	74.4 ± 0.7	73.3 ± 0.5
脂肪交雑 (BMS No.)	10.3 ± 1.7	10.3 ± 0.5
肉色 (BCS No.)	3.7 ± 0.5	4.0 ± 0.0
しまり	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0
きめ	5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0
脂肪色 (BFS No.)	2.3 ± 0.5	3.0 ± 0.0

(平均値 ± 標準偏差)

表 2 農家 B の枝肉成績

試験区	メチオニン給与区	対照区
出荷月齢 (か月齢)	24.7 ± 0.3	26.5 ± 0.6
枝肉重量 (kg)	518.5 ± 33.5	524.5 ± 26.8
胸最長筋面積 (cm ²)	55.0 ± 1.6	54.0 ± 2.9
バラの厚さ (cm)	7.8 ± 0.3	7.9 ± 1.0
皮下脂肪の厚さ (cm)	1.9 ± 0.2	4.0 ± 0.6
歩留基準値	73.6 ± 0.3	71.5 ± 0.4
脂肪交雑 (BMS No.)	6.0 ± 1.4	8.0 ± 0.8
肉色 (BCS No.)	3.3 ± 0.5	4.3 ± 0.5
しまり	4.3 ± 1.0	5.0 ± 0.0
きめ	4.3 ± 1.0	4.6 ± 0.5
脂肪色 (BFS No.)	2.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0

(平均値 ± 標準偏差)

5 血漿中遊離アミノ酸濃度
バイパスリジン給与試験

リジン給与区は給与開始後より血漿中リジン濃度の増加がみられた (図 5)。また、トリプトファンにおいてわずかな増加は見られたが他の 18 種のアミノ酸については、リジン給与による血漿中濃度の変化は見られなかった。

トリプトファンの血漿中濃度については変化が見られた。

考 察

バイパスリジン給与試験

血液生化学検査のすべての項目で農家 A の対照区とリジン給与区は過去の肥育試験¹⁴⁾や血

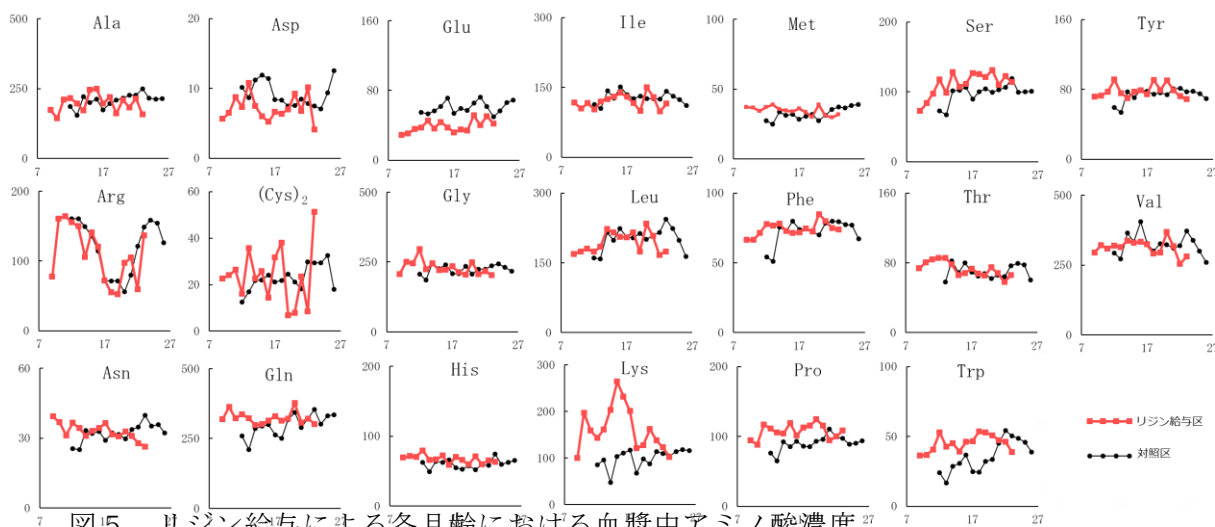


図 5 リジン給与による各月齢における血漿中アミノ酸濃度
(縦軸：濃度 (nmol/ml)、横軸：月齢 (カ月齢))

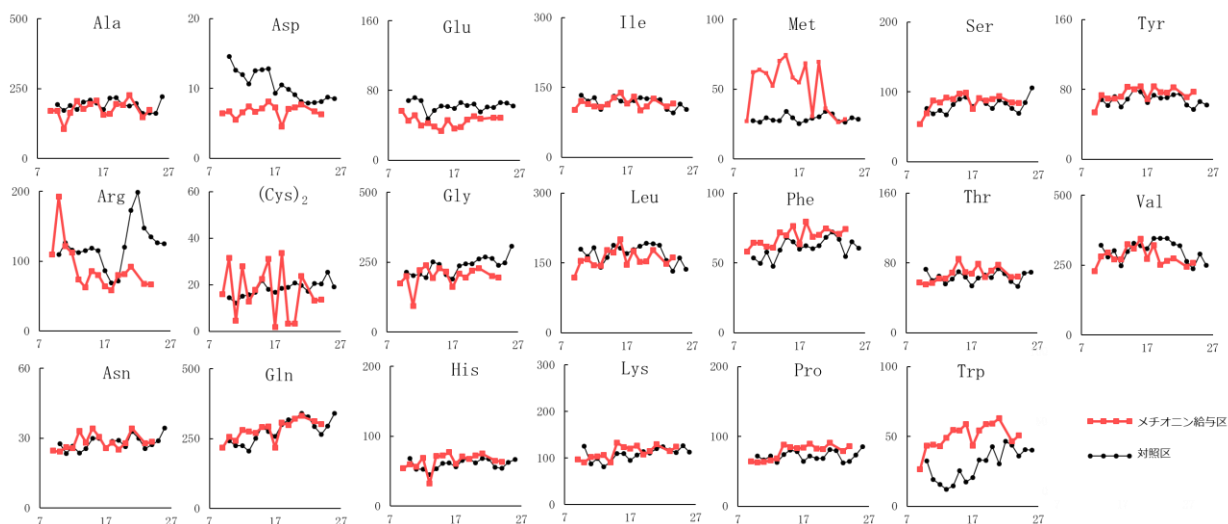


図 6 メチオニン給与による各月齢における血漿中アミノ酸濃度
(縦軸：濃度 (nmol/ml)、横軸：月齢 (カ月齢))

バイパスメチオニン給与試験

メチオニン給与区は給与開始後より血漿中メチオニン濃度の増加がみられた (図 6)。また、メチオニン給与区と対照区でアスパラギン酸、

液生化学検査⁵⁾¹¹⁾に関する報告と同様の傾向を推移しており、異常は認められなかった。また、タンパク質の過剰摂取によって血中尿素窒素

(BUN)が増加した⁹⁾との報告があるが、リジン給与区において上昇は見られなかった。給与飼料中の粗タンパク質 (CP) 含量に関わらず、バイパスリジンの給与が可能であることが示唆された。

体重は対照区と比較してリジン給与区の方が高く推移した。リジン給与区の方が導入時体重が大きかったが、導入後の通算増体量の比較でもリジン給与区の方が高い傾向が見られた。

胸最長筋面積の経時的変化については、17カ月齢までは両区ともに同程度で推移した。18カ月齢以降においてはリジン給与区が高く推移し、24カ月齢では7.2 cm²程度高いと推定した。既報を基に体重および胸最長筋面積の増加が特に大きい9~18カ月齢¹⁶⁾をバイパスリジンの給与期間と設定したが、本試験ではリジン給与区において給与期間と体重等が著しく増加した期間は必ずしも一致してはいなかった。また、肉用牛交雑種へのバイパスリジン給与試験においては、増体への影響はなく、摂食量や胸最長筋面積の増加、皮下脂肪の減少¹⁷⁾が報告されており、本試験の結果と一致する部分があった。このため、給与期間や体重および胸最長筋面積への影響については今後も検証する必要があると思われた。

枝肉成績については、対照区と比較して出荷月齢が1.5か月程度低いリジン給与区で枝肉重量および胸最長筋面積が高くなる傾向を示した。また、胸最長筋面積については出荷前に超音波診断装置で推定した値とほぼ同程度を示した。BMS No.は月齢とともに増加する⁹⁾ことが報告されているが、本試験では同程度であった。また、その他の項目においても両区で違いは見られなかった。

血漿中遊離アミノ酸濃度は、リジン給与区では9カ月齢より給与したことに伴い血漿中リジン濃度も増加した。このことから、バイパスリジン飼料は小腸管にて吸収されたと推定できた。また、他の19種のアミノ酸濃度は対照区とほとんど違いは見られず、リジン給与による影響は見られなかった。

バイパスメチオニン給与試験

血液生化学検査のすべての項目で農家Bの結果はA農家と同様の傾向を示し、異常は見られなかった。また、リジンと同様にメチオニン給与区において血中尿素窒素 (BUN) の上昇は見られなかったことから、給与飼料中の粗タンパク質 (CP) 含量に関わらず、バイパスメチオニンの給与が可能であることが示唆された。体重は対照区とメチオニン給与区で同程度を推移し、メチオニン給与による影響は見られなかった。

胸最長筋面積の経時的変化については、17カ月齢までは両区ともに同程度で推移し、18カ月齢以降においてはメチオニン給与区が高く推移したと推定した。しかしながら、枝肉成績の結果では、両区の胸最長筋面積は同程度であり、今後、超音波画像診断による推定法について再検討が必要である。

枝肉成績については、体重、胸最長筋面積を含むすべての項目において差は認められなかった。しかし、黒毛和種去勢牛に20カ月齢より2カ月間バイパスメチオニンを給与することで胸最長筋面積が有意に増加した³⁾という報告もあり、給与期間について再度検討する必要があると思われた。一方で、2か月程度出荷月齢の早いメチオニン給与区が対照区と同程度の枝肉重量を示したことから、産肉性としてはメチオニン給与の効果があったと考えられた。

血漿中遊離アミノ酸濃度の変化において、メチオニン給与区では9カ月齢より給与を開始したことに伴い血漿中メチオニン濃度が高まった。このことから、バイパスメチオニン飼料は小腸管にて吸収されたと推定できた。また、メチオニン給与区と対照区でアスパラギン酸とトリプトファンの血漿中濃度に変化が見られたがメチオニン給与との関係性については検証中である。

本試験は、各農家での調査を基に行っており、調査牛の血統や出荷月齢、各調査牛毎の採食量の把握が難しいなどの課題があった。現在、当場では各種条件を揃え、個体毎の採食量が把握できる施設においてリジン・メチオニンの同時給与による肥育試験を行っており、追って報告する。

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)井上哲郎・岩永安史・上野健・小田恭平, ルーメンバイパスメチオニンの給与が黒毛和種去勢牛の枝肉成績に及ぼす効果, 長崎県試験研究成果情報, <https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/the-me/result/R2seika-jouhou/shidou/S-02-47.pdf>
- 4)Klemesrud MJ・Klopfenstein TJ・Lewis AJ, Metabolizable methionine and lysine requirements of growing cattle, *Journal of Animal Science*, 78:199-206, 2000
- 5)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
- 6)村澤七月・中橋良信・浜崎陽子・日高智・堀武司・加藤貴之・口田圭吾, 月齢による黒毛和種の脂肪交雑の変化とそれに対する種雄牛の影響, 日本畜産学会報, 81:37-45, 2010
- 7)農林水産省, 家畜改良増殖目標, 2015
- 8)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
- 9)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
- 10)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
- 11)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
- 12)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
- 13)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
- 14)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
- 15)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
- 16)田賀千尋・川森庸博, 若狭牛の低コスト肥育技術の確立 (第 2 報), 福井県畜産試験場研究報告, 34:1-7, 2021
- 17)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
- 18)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

Low Cost Producing System of Wakasa-Gyu, Japanese Black, by Shortening the Fattening Period (The 3rd Report)

Tatsuya YAMAMOTO and Nobuhiro KAWAMORI
Fukui Prefectural Livestock Experiment Station

Abstract

The influences of feeding the amino acids on body weights and *M.longissimus thoracis* cross-sectional areas of Japanese Black were examined in order to shorten fattening period while keeping carcass weight and meat quality . As the third report of this examination, rumen-protected lysine or methionine feed, the amino acids which were identified as affecting body weight and *M.longissimus thoracis* cross-sectional areas, were fed to Japanese Black steers on the farms separately. Rumen protected lysine fed group showed a tendency to increase body weight and *M.longissimus thoracis* cross-sectional areas while no effect was observed in rumen-protected methionine fed group.

Keyword: Japanese Black, shortening the fattening period, lumen bypass amino acid