

## 育成期に給与する濃厚飼料の粗蛋白質水準が 黒毛和種去勢牛の発育に及ぼす影響

坂瀬充洋\*・福島護之\*・野田昌伸\*\*・田中幹雄\*・武田和士\*

### 要 約

育成期に給与する濃厚飼料の粗蛋白質水準が黒毛和種去勢牛の発育に及ぼす影響を検討した。3か月齢の黒毛和種雄子牛20頭を、給与する濃厚飼料の乾物中のCP水準で3区(15%区:n=7, 20%区:n=7, 25%区:n=6)に分けて、9か月齢まで試験を実施した。濃厚飼料は体重の1.5%給与し、粗飼料は自由採食とした。

- 1 一日あたりの増体量は、25%区が15%区及び20%区に比較して有意に大きかった。
- 2 体高、胸囲及び腹囲については、各区で有意な差はみられなかった。
- 3 CPの摂取量は、25%区が最も多く、20%区、15%区の順に少なくなり、各区で有意な差がみられた。濃厚飼料及び粗飼料の摂取量は各区で有意な差はみられなかった。
- 4 血中インスリン様成長因子-I濃度は、25%区が15%区及び20%区に比較して常に高い値で推移した。

以上のことから、黒毛和種子牛にCP水準25%の濃厚飼料を給与すると、育成期の一あたりの増体量が向上することが明らかになった。また、その増体にはインスリン様成長因子-Iの増加が関与している可能性が示唆された。

## Influence of Crude Protein Levels in Concentrate on Growth in Japanese Black Steers during the Growing Period

Mitsuhiro SAKASE, Moriyuki FUKUSHIMA, Masanobu NODA,  
Mikio TANAKA and Kazuhito TAKEDA

### Summary

We investigated the effects of crude protein (CP) levels in concentrate on growth in Japanese Black steers during the growing period. Twenty Japanese Black male calves of 3 months old were assigned randomly to three groups, which differed in CP level (15, 20 or 25%: DM basis) in concentrate. They were tested until 9 months old and fed with restricted concentrate to the amount of 1.5% of body weight but roughage ad libitum.

- (1) The average daily gain (ADG) was significantly greater in the CP 25% group than in the CP 15% and 20% groups.
- (2) There was no significant difference among the groups in withers height, chest girth and abdominal girth.
- (3) Intake of CP increased significantly as the amount of CP in concentrate increased. There was no significant difference among the groups in concentrate and roughage intakes.
- (4) Plasma insulin-like growth factor (IGF) -I concentrations were higher in the CP 25% group than in the CP 15% and 20% groups.

These results suggested that the feeding concentrate containing 25% CP during the growing period improves

2007年8月31日受理

\* 兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター

\*\* 兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター

ADG in Japanese Black steers. The elevations in plasma IGF-I concentrations in the CP 25% group might play some role in growth.

**キーワード：黒毛和種子牛，粗蛋白質水準，育成期，発育，インスリン様成長因子 - I，飼料摂取量**

## 緒 言

黒毛和種子牛の育成期の飼料給与については，可消化養分総量（TDN）を基にした濃厚飼料の給与水準が詳細に検討されている<sup>1,2)</sup>。その結果，黒毛和種子牛の育成期の飼料給与は，一般的に濃厚飼料を制限給与し，粗飼料を自由採食とする粗飼料多給の飼養形態が推奨されている。

一方，蛋白質はエネルギーと同様で家畜の成長に必要な栄養素であり<sup>3)</sup>，育成期における蛋白質の摂取量は子牛の発育に影響を及ぼすと考えられる。近年，乳用子牛のほ乳期に，高蛋白質飼料を給与することで発育が向上するとの報告がある<sup>4,5)</sup>。しかし，黒毛和種去勢牛の育成期（3～9か月齢）に給与する濃厚飼料の粗蛋白質（CP）水準に関する報告はほとんどない。黒毛和種去勢牛の育成期に給与する濃厚飼料の適正な CP 水準を決定することは，育成期における発育向上に大きく寄与すると考えられる。

そこで，本試験では黒毛和種去勢牛の育成期に給与する濃厚飼料の最適な CP 水準を明らかにするため，育成期に給与する濃厚飼料の CP 水準が発育に及ぼす影響を検討した。

## 材料及び方法

### 1 供試牛及び試験区分

兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センターで生産された3か月齢の黒毛和種雄子牛20頭を用いた。育成期に給与する濃厚飼料の乾物中の CP 水準で試験区分を3区（15%区；n = 7, 20%区；n = 7, 25%区；n = 6）設定して，9か月齢まで試験を実施した。供試牛をいずれも5か月齢で観血的に去勢した。試験は2002年10月から2004年4月の間に，各区とも2回反復して実施した。

### 2 供試飼料及び給与方法

濃厚飼料には，一般フスマ，加熱圧ペントウモロコシ及び大豆粕で自家配合した飼料（15%区の配合割合 = 3：6：1, 20%区の配合割合 = 3：5：2, 25%区の配合割合 = 3：4：3；一般フスマ：加熱圧ペントウモロコシ：大豆粕）を用いた。粗飼料にはチモシー乾草を用い

表 1 供試飼料の成分値

分析項目	濃厚飼料 <sup>1)</sup>			粗飼料
	15%	20%	25%	
乾物(%) <sup>2)</sup>	83.7	86.1	86.5	88.3
可消化養分総量(%) <sup>3)</sup>	81.8	79.0	79.0	57.8
粗蛋白質(%) <sup>3)</sup>	16.0	19.2	25.7	7.0
粗脂肪(%) <sup>3)</sup>	3.7	3.1	3.0	2.6
総繊維(%) <sup>3)</sup>	26.8	22.0	23.7	68.6

<sup>1)</sup>自家配合後の分析値 <sup>2)</sup>原物ベース <sup>3)</sup>乾物ベース

た。濃厚飼料及び粗飼料の飼料分析に基づく養分含量を表1に示す。飼料給与方法については，供試牛をドアフィーダーを用いて個体管理し，濃厚飼料は体重の15%の分量を朝夕2回に分けて給与し，粗飼料は自由採食とした。

### 3 調査項目

#### (1) 体重，体高，胸囲及び腹囲

体重，体高，胸囲及び腹囲を1か月毎に測定した。

#### (2) 飼料摂取量

給与飼料の残飼を個体毎に毎日1回午前中に計量した。CPの充足率は日本飼養標準に基づいて算出した。

#### (3) 血液性状

試験開始から1か月毎に血清分離剤入り及びヘパリン添加真空採血管を用いて頸静脈から血液を採取した。採取後は，直ちに保冷し，1時間以内に遠心分離（3,000回転/分，15分間）して，血清及び血漿を測定日まで-30℃で保存した。生化学自動分析装置（日立自動分析装置7700シリーズ，日立ハイテク）を用いて，血清中グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（GOT）をUV法で，グルタミンルトランスフェラーゼ（GGT）をJSCC準拠法で，尿素窒素（BUN）をウレアーゼ-GLDH法でそれぞれ測定した。血漿中インスリン様成長因子（IGF-I）濃度を市販キット（NON-EXTRACTION IGF-I ELISA, DSL）を用いてELISA法で測定した。

### 4 統計処理

体重，一日あたりの増体量（DG），体高，胸囲，腹囲，

栄養指数（体重 / 体高），飼料摂取量及び飼料効率を平均値 ± 標準誤差で表した．上記項目の有意差検定には SPSS（SPSS Version 11.5）を用いて，3区間の分散分析実施後，最小有意差法を用いて多重比較検定を実施した．

血液性状を平均値 ± 標準誤差で表した．血中濃度に及ぼす処理，月齢及び処理と月齢の交互作用の効果については，SPSS の GLM プロシーチャーを用いた反復測定分散分析で解析した．更に，各月齢における試験区間の有意差検定には最小有意差法を用いて多重比較検定を実施した．有意確率 P 値が P < 0.05 の時，有意差ありとした．

**結 果**

1 体重，DG，体高，胸囲，腹囲及び栄養指数

発育成績を表 2 に示す．DG の平均値は，15%区 0.79 ± 0.01kg，20%区 0.77 ± 0.01kg，25%区 0.83 ± 0.02kg であり，25%区の DG が15%区及び20%区のそれに比較して有意に高い値を示した．9か月齢時の平均体重は15%区では225.3kg，20%区では221.6kg，25%区では236.5kg であった．体高，胸囲，腹囲及び栄養指数については各区間に有意な差はみられなかった．

2 飼料摂取量及び飼料効率

試験期間中の CP 摂取量は，25%区が最も多く，20%

表 2 発育成績

項 目	15%	20%	25%
体重 (kg)			
開始時	83.7 ± 5.0	84.1 ± 4.0	86.3 ± 5.2
終了時	225.3 ± 6.0	221.6 ± 5.0	236.5 ± 7.1
DG (kg)	0.79 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.77 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.02 <sup>b</sup>
体高 (cm)			
開始時	85.0 ± 1.7	85.7 ± 1.0	85.1 ± 1.9
終了時	110.6 ± 0.8	112.5 ± 0.7	112.3 ± 0.8
増加量	25.6 ± 1.0	26.8 ± 0.7	27.2 ± 1.5
胸囲 (cm)			
開始時	98.4 ± 2.5	98.1 ± 2.2	100.7 ± 3.1
終了時	136.9 ± 2.3	136.0 ± 1.2	140.3 ± 2.0
増加量	38.4 ± 0.8	37.9 ± 1.4	39.7 ± 1.2
腹囲 (cm)			
開始時	117.6 ± 4.5	117.9 ± 3.8	117.8 ± 4.7
終了時	165.3 ± 2.2	165.3 ± 2.0	167.8 ± 2.8
増加量	47.7 ± 3.1	47.4 ± 3.5	50.0 ± 3.4
栄養指数 (終了時)	2.04 ± 0.06	1.96 ± 0.04	2.10 ± 0.05

a, b : 異符号間に有意差あり (P < 0.05)

区，15%区の順に少なくなり，各区間に有意な差が認められた（表 3）．濃厚飼料，粗飼料，TDN 及び DM 摂取量と飼料効率については，各区間に有意な差はみられなかった．

CP の充足率は，25%区が最も高く，20%区，15%区の順に低く推移した（図 1）．

3 血液性状

血清中 GOT 濃度については，月齢の効果に有意な差がみられたが，処理及び処理と月齢の交互作用の効果につ

表 3 飼料摂取量及び飼料効率

項 目	15%	20%	25%
濃厚飼料(kg)	453.6 ± 18.2	456.1 ± 13.2	483.0 ± 10.3
粗飼料(kg)	437.7 ± 32.6	433.5 ± 16.9	444.3 ± 24.2
TDN(kg)	533.9 ± 28.1	531.2 ± 14.0	557.0 ± 18.2
CP(kg)	87.9 ± 4.3 <sup>a</sup>	102.6 ± 2.7 <sup>b</sup>	134.8 ± 3.5 <sup>c</sup>
DM(kg)	766.1 ± 42.6	775.4 ± 21.0	810.2 ± 28.6
飼料効率	3.8 ± 0.1	3.9 ± 0.1	3.7 ± 0.1

a, b, c : 異符号間に有意差あり (P < 0.01)

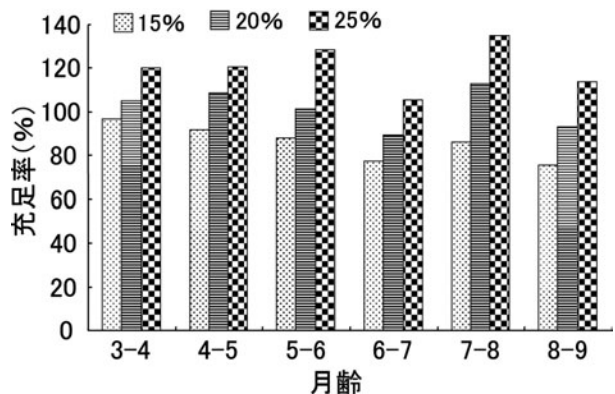


図 1 C P の充足率

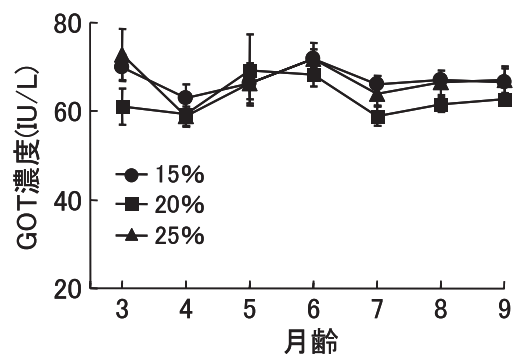


図 2 血中 GOT 濃度の推移

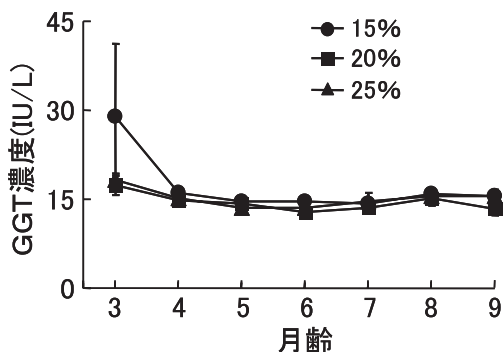


図3 血中GGT濃度の推移

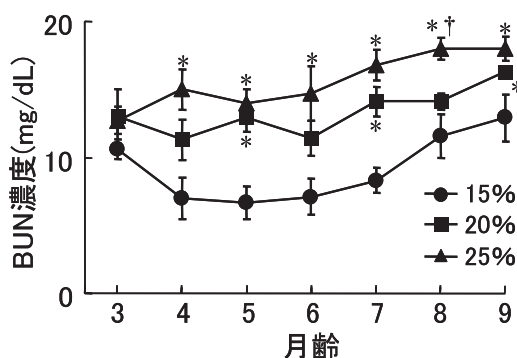


図4 血中BUN濃度の推移

\* :15%区と比較して  $P < 0.05$

† :20%区と比較して  $P < 0.05$

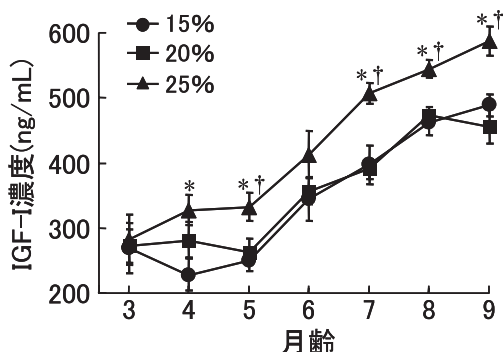


図5 血中IGF-I濃度の推移

\* :15%区と比較して  $P < 0.05$

† :20%区と比較して  $P < 0.05$

いては有意な差がみられなかった(図2)。血清中GGT濃度については、月齢、処理及び処理と月齢の交互作用の効果のいずれにおいても有意な差はみられなかった(図3)。

血清中BUN濃度については、月齢及び処理の効果に有意な差がみられたが、処理と月齢の交互作用の効果には有意な差がみられなかった(図4)。25%区の血清中BUN濃度は、15%区と比較して、4か月齢から9か月齢まで有意に高い値を示し、20%区と比較して8か月齢で有意に高い値を示した。20%区の血清中BUN濃度は、15%

区と比較して、5、7及び9か月齢で有意に高い値を示した。

血漿中IGF-I濃度については、処理及び月齢の効果に有意な差がみられたが、処理と月齢の交互作用の効果には有意な差がみられなかった(図5)。25%区の血漿中IGF-I濃度は、15%区と比較して、4、5、7、8及び9か月齢で、20%区と比較して、5、7、8及び9か月齢で有意に高い値を示した。

### 考 察

本試験では、育成期に給与する濃厚飼料のCP水準が黒毛和種去勢牛の発育に及ぼす影響を検討した。その結果、CP水準が25%の濃厚飼料を給与すると育成期のDGは向上することが判明した。黒毛和種去勢牛の育成期に個体毎の飼料摂取量を計量して、CPの摂取量と発育の関係を明らかにした報告は見あたらない。また、25%区のCPの充足率は日本飼養標準の約120%であった。このことから、黒毛和種去勢育成牛の場合、CPの摂取量が日本飼養標準の値より約20%高い値でも発育は良好であることが判明した。

本試験では、25%区のCP充足率が日本飼養標準の約120%で推移した。過剰なCPの摂取は第一胃内で多量のアンモニアを生じさせ、アンモニア中毒を起こすことが報告されている<sup>6)</sup>。血中BUN値は蛋白質代謝の指標であり、血中濃度が20mg/dlを超えるとCPの過剰摂取といわれているが、今回の試験では全ての試験区において血中濃度が20mg/dl以下で推移した。このことから、本試験においては、CPの過剰摂取はないものと考えられる。また、肝機能の指標である血中GOT及びGGT値についても試験区間に差がなく、正常範囲内で推移した。このことから本試験のCPの摂取量では肝機能への悪影響もないものと考えられる。

育成期に給与する濃厚飼料のCP水準と飼料摂取量の関係を検討したところ、濃厚飼料のCP水準は粗飼料の摂取量に影響を及ぼさないことが判明した。このことから、今回、CPの摂取量のみ試験区間で顕著な差がみられたことは、濃厚飼料のCP水準の違いが直接反映したものと考えられる。

本試験では、CPの摂取量が増加することでDGが向上する機序を解析するため、試験開始から1か月間隔で血中IGF-I濃度の動態を調査した。その結果、25%区の血中IGF-I濃度は試験開始から常に他の2区と比較して高い値で推移した。IGF-Iは、成長ホルモンの刺激により主として肝臓で産生・分泌される。IGF-Iには細胞の分

化や増殖作用があり、骨成長にも促進的に働くことが知られており、GHの成長促進作用は主としてIGF-Iを介して行われる<sup>7)</sup>。また、過去に、育成牛の血中IGF-I濃度とDGの間には有意な正の相関関係があると報告されている<sup>8)</sup>。これらのことから、今回の試験において、25%区のDGが大きい値を示したことについては、IGF-Iの増加が関与している可能性が考えられる。

今回、25%区の血中IGF-I濃度が高い値で推移した。血中IGF-I濃度はエネルギーバランスの指標としても用いられ、摂取エネルギーが少ないと低下することが知られている<sup>9,10,11)</sup>。今回の試験では、CPの摂取量のみ試験区間に差がみられ、その他の飼料摂取量には大きな差が認められなかった。このことから、25%区でみられた血中IGF-I濃度の上昇はCPの摂取量が関与している可能性が考えられる。しかし、今回の試験では、20%区と15%区との間で、CPの摂取量に差がみられたにもかかわらず、血中IGF-I濃度の動態については両区間に差がみられなかった。近年、栄養の摂取状況が肝臓でのGHの反応性及び血中IGF-I濃度に影響を及ぼすと言われている<sup>12)</sup>。このことから、今回の試験における20%区と15%区のCPの摂取量の差では肝臓でのGHの反応性及びIGF-Iの分泌量に差を生じるまでの影響はなかった可能性が考えられる。今後は、CPの摂取量の違いによる肝臓でのGHの反応性について詳細に検討する必要がある。

#### 引用文献

- (1) 大木場格・仁田脇一義・村田定信(2000): 子牛育成期の粗飼料多給が肥育成績に及ぼす影響: 宮崎県畜産試験場報告 13, 35-40
- (2) 野田昌伸・坂瀬充洋・福島護之・岡 章生・岩木史之(2005): 黒毛和種去勢牛の育成時の飼料給与方法がその後の産肉性に及ぼす影響: 兵庫農技総セ研報 41, 29-34
- (3) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(2000): 日本飼養標準肉用牛(2000年版) 7
- (4) Blome, R. M., J. K. Drackley, F. K. McKeith, M. F. Hutjens and G. C. McCoy(2003): Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein: J. Anim. Sci. 81, 1641-1655
- (5) Brown, E. G., M. J. Vandehaar, K. M. Daniels, J. S. Liesman, L. T. Chapin, D. H. Keisler and M. S. Weber Nielsen(2005): Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves: J. Dairy Sci. 88, 585-594
- (6) 佐々木康之・小原嘉昭(1998): 反芻動物の栄養生理学(農山漁村文化協会) 52
- (7) 日本比較内分泌学会(1996): ホルモンの分子生物学 2 成長ホルモン・プロラクチンファミリー(学会出版センター) 47-48
- (8) Stick, D. A., M. E. Davis, S. C. Loerch and R. C. M. Simmen(1998): Relationship between blood serum insulin-like growth factor I concentration and postweaning feed efficiency of crossbred cattle at three levels of dietary intake: J. Anim.Sci.76,498-505
- (9) Zulu, V. C., T. Nakao and Y.Sawamukai(2002): Insulin-like growth factor-I as a possible hormonal mediator of nutritional regulation of reproduction in cattle: J. Vet. Med. Sci. 64, 657-665
- (10) Spicer, L. J., W. B. Tucker and G. D. Adams(1990): Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior: J. Dairy Sci. 73, 929-937
- (11) Breier, B. H., J. J. Bass, J. H. Butler and P. D. Gluckman(1986): The somatotrophic axis in young steers: Influence of nutritional status on pulsatile release of growth hormone and circulating concentrations of insulin-like growth factor-I: J. Endocrinol. 111, 209-215
- (12) Smith, J. M., M. E. Van Amburgh, M. C. Diaz, M. C. Lucy and D. E. Bauman(2002): Effect of nutrient intake on the development of the somatotrophic axis and its responsiveness to GH in Holstein bull calves: J. Anim. Sci. : 80, 1528-1537