

## 第二リン酸カルシウム給与が黒毛和種去勢肥育牛の産肉性に及ぼす影響

岩木史之\*・岡 章生\*

### 要 約

第二リン酸カルシウムの給与飼料への添加が産肉性に及ぼす影響を検討するため、黒毛和種去勢肥育牛6頭を用い、第二リン酸カルシウム添加区(3頭)、無添加飼料給与区を対照区(3頭)とした。

- 1 体重及び増体量は両区の間には有意な差は見られなかった。
- 2 枝肉重量、胸最長筋面積、脂肪交雑、肉色、バラ厚、皮下脂肪厚及び筋間脂肪厚は両区で有意な差は見られなかった。
- 3 枝肉の脂肪酸割合やアミノ酸組成に差はなかった。
- 4 以上の結果から、黒毛和種去勢牛の肥育飼料に第二リン酸カルシウムの添加は必要ないと考えられる。

### Effect of Dietary Supplementation with Dibasic Calcium Phosphate on Growth and Meat Quality in Japanese Black Steers

Fumiyuki IWAKI and Akio OKA

### Summary

The effects of dietary supplementation with dibasic calcium phosphate on growth and meat quality in Japanese Black steers were investigated. Six steers were divided into two groups: a dietary supplementation with dibasic calcium phosphate group and a standard dietary group.

- (1) There were no significant differences in body weight and average daily gain between the two groups.
- (2) There were no significant differences in carcass weight, longissimus muscle areas, marbling, color, rib thickness, subcutaneous fat thickness nor intermuscular fat thickness between the two groups.
- (3) There were no significant differences in flavor and taste between the two groups.
- (4) These results suggest that dietary supplementation with dibasic calcium phosphate are not necessary for Japanese Black steers.

キーワード：第二リン酸カルシウム添加, 黒毛和種去勢肥育牛, 産肉性, 枝肉性状, 美味しさ

### 緒 言

日本飼養標準では黒毛和種去勢肥育牛のカルシウム要求量は、NRC標準に準拠し体重、蛋白質蓄積量及び増体量に対するそれぞれの要求量の和をカルシウムの吸収率で割り、1日当たり約20~30gと定められている<sup>1)</sup>。しかし、野外では飼料中のカルシウムについてはあまり重要視されておらず、要求量を満たしていないこともある。また、一部の農家では経験的に、カルシウムの多給

が肉質に悪影響を及ぼすと考えられており、骨軟化症などのカルシウムの欠乏を起こす危険性も考えられる。しかしながら、黒毛和種去勢肥育牛においてカルシウムが産肉性及び枝肉の美味しさに及ぼす影響を検討した報告はない。そこで、カルシウム無添加の肥育用飼料に一般的なカルシウム補助剤である第二リン酸カルシウム剤を添加することで、カルシウムが黒毛和種去勢肥育牛の産肉性に及ぼす影響を検討した。

2002年8月30日受理

\* 農林水産技術総合センター畜産技術センター

材料及び方法

11か月齢の黒毛和種去勢肥育牛6頭を用い、基本給与

飼料への第二リン酸カルシウムの添加の有無により第二リン酸カルシウム区（昭長土井産子3頭）及び無添加の対照区（昭長土井産子2頭，谷美土井産子1頭）に分けた。供試牛は各牛房にウォーターカップを備えた屋根付きの牛舎に，1牛房3頭で肥育した。供試牛は，11か月齢から31か月齢までと畜するまでの間，毎月体重を測定した。給与した配合飼料は表1に示した通りである。第二リン酸カルシウム区のみ食品添加用の第二リン酸カルシウムを基本給与飼料に対して1%の割合で配合したものを給与した。給餌は朝夕2回配合飼料と粗飼料を3頭分をまとめて給与し，残飼は毎日測定した。脂肪交雑に影響するビタミンA<sup>2)</sup>の投与は，11か月齢時の採血直後及び26か月齢時の体重測定後に全頭100万IUを経口投与した。また，20-25か月齢及び26か月齢以降では，配合飼料1kg当りそれぞれ500IU及び1000IUとなるように総合ビタミン剤を添加し給与した。

2 血液性状

血液は11か月齢から31か月齢までの間，2か月間隔で真空採血管で採取した。血液は採取後すぐに，3500rpm，15分で遠心分離し，血清を分析時まで-40℃で凍結保存した。一般の生化学検査は血液自動分析機（富士ドライケム5500，フジフィルム）で血清中総コレステロール，尿素態窒素，GOT，グルコース，カルシウム及び無機リンを測定した。また，同時に血清中ビタミンA濃度を

表1 給与飼料

| 項目          | 月 齢   |         |         |
|-------------|-------|---------|---------|
|             | 11-15 | 16-18   | 19-31   |
| <b>濃厚飼料</b> |       |         |         |
| 配合割合 (%)    |       |         |         |
| 大麦 (脱皮)     | 0     | 25      | 35      |
| トウモロコシ      | 40    | 30      | 30      |
| 一般フスマ       | 50    | 30      | 30      |
| 大豆粕         | 10    | 15      | 15      |
| 給与量 (kg)    | 4.5   | 4.5-6.0 | 6.0-8.0 |
| 分析値 (%)     |       |         |         |
| 粗蛋白質        | 15.40 | 16.26   | 12.97   |
| カルシウム       | 0.07  | 0.08    | 0.05    |
| TDN*        | 71.07 | 73.13   | 73.32   |
| <b>粗飼料</b>  |       |         |         |
| 給与量 (kg)    |       |         |         |
| チモシー乾草      | 3.0   | 0.0     | 0.0     |
| 稲わら         | 0.0   | 3.0-2.5 | 2.5-0.8 |
| 分析値 (%)     |       |         |         |
| 粗蛋白質        | 5.1   | 3.5     | 3.5     |
| カルシウム       | 0.1   | 0.3     | 0.3     |
| NDF         | 55.7  | 55.4    | 55.4    |

\* : TDN は日本標準飼料成分表 (2001年版) データによる計算値

高速液体クロマトグラフで測定した。

3 枝肉性状

枝肉性状は，と畜後5日目に第6~7肋間の枝肉断面の胸最長筋内，筋間及び皮下脂肪を採取すると共に，第3~7肋間の胸最長筋を採取した。採取した材料は測定時まで-40℃で凍結保存した。脂肪はガスクロマトグラフにより，ミリスチン酸，ミリスチオレイン酸，ペンタデカン酸，パルミチン酸，パルミトオレイン酸，ヘプタデカン酸，ヘプタデセン酸，ステアリン酸，オレイン酸，リノール酸，エイコセン酸，エイコサジエン酸，エイコサトリエン酸，エイサコペンタエン酸の14種類の脂肪酸を測定し，各脂肪酸の割合を分析した<sup>5)</sup>。採取した胸最長筋は，脂肪含量を測ると共に，1%のスルホサリチル酸でホモジナイズした後3500rpm，15分で遠心分離した上清を用い，アミノ酸自動分析機 (L-8800，日立製作所) を用い遊離アミノ酸量の分析を行った。

また，枝肉は日本格付協会の牛枝肉取引規格に従って評価した。

4 統計処理

データは平均値及び標準偏差で示した。対照区と第二リン酸カルシウム区の比較には Student's t-test あるいは Welch's t-test を用い，P < 0.05 の差を有意であるとした。

結 果

1 飼料摂取量

全飼料中のTDN摂取量は，対照区が第二リン酸カルシウム区と比較して多い傾向が見られたが，体重及び1日増体量は両区の間には有意な差は認められなかった (表2)。

2 血液性状

血清中総コレステロール，尿素態窒素，GOT 及び第

表2 飼料中主要成分の1日当たり摂取量と体重及び1日増体量

| 項目             | 第二リン酸カルシウム区 |      | 対照区    |      |
|----------------|-------------|------|--------|------|
|                | 平均値         | 標準偏差 | 平均値    | 標準偏差 |
| <b>摂取量 (g)</b> |             |      |        |      |
| 粗蛋白質           | 1075.0      |      | 1121.3 |      |
| カルシウム          | 24.4        |      | 6.8    |      |
| リン             | 48.0        |      | 35.6   |      |
| TDN            | 5078.0      |      | 5288.7 |      |
| <b>体重</b>      |             |      |        |      |
| 試験開始時          | 260.0       | 17.1 | 265.0  | 5.1  |
| 試験終了時          | 637.0       | 48.9 | 655.3  | 49.5 |
| 1日増体量 (kg)     | 0.60        | 0.06 | 0.63   | 0.11 |

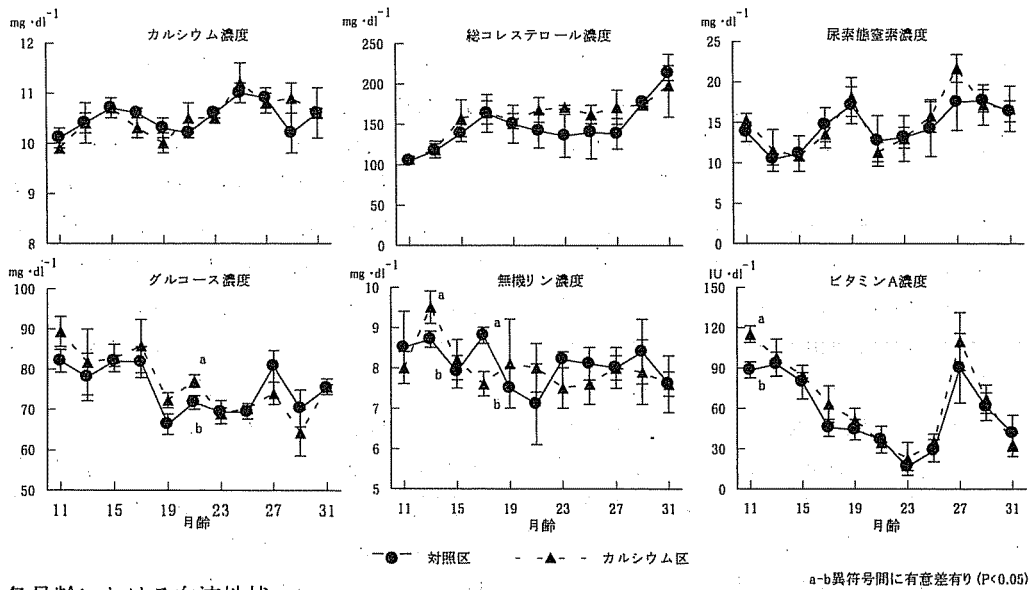


図1 各月齢における血液性状

表3 枝肉脂肪の脂肪酸割合(%)

| 項目                     | 第二リン酸カルシウム区 |      | 対照区   |        |
|------------------------|-------------|------|-------|--------|
|                        | 平均値         | 標準偏差 | 平均値   | 標準偏差   |
| 胸最長筋内脂肪                |             |      |       |        |
| ペンタデカン酸                | 0.32        | 0.04 | 0.43  | 0.05 * |
| パルミチン酸                 | 28.27       | 0.66 | 26.31 | 0.99   |
| パルミトイル酸                | 4.05        | 0.15 | 3.87  | 0.12   |
| ヘプタデカン酸                | 0.78        | 0.05 | 1.02  | 0.10 * |
| ステアリン酸                 | 10.85       | 0.21 | 11.10 | 0.76   |
| オレイン酸                  | 48.55       | 0.24 | 49.32 | 1.70   |
| モノ不飽和脂肪酸 <sup>1)</sup> | 54.89       | 0.53 | 55.65 | 2.01   |
| 筋間脂肪                   |             |      |       |        |
| ペンタデカン酸                | 0.34        | 0.02 | 0.45  | 0.04   |
| パルミチン酸                 | 23.05       | 0.69 | 22.30 | 1.81   |
| パルミトイル酸                | 4.83        | 0.44 | 4.26  | 0.23   |
| ヘプタデカン酸                | 0.70        | 0.02 | 0.96  | 0.03 * |
| ステアリン酸                 | 9.21        | 1.26 | 9.00  | 2.28   |
| オレイン酸                  | 53.99       | 0.62 | 54.60 | 4.02   |
| モノ不飽和脂肪酸 <sup>1)</sup> | 61.88       | 0.35 | 61.84 | 4.25   |
| 皮下脂肪                   |             |      |       |        |
| ペンタデカン酸                | 0.41        | 0.03 | 0.52  | 0.03 * |
| パルミチン酸                 | 25.28       | 0.86 | 23.77 | 1.12   |
| パルミトイル酸                | 7.16        | 0.86 | 6.74  | 1.13   |
| ヘプタデカン酸                | 0.60        | 0.06 | 0.78  | 0.04 * |
| ステアリン酸                 | 6.13        | 0.69 | 7.06  | 1.36   |
| オレイン酸                  | 51.20       | 1.21 | 51.32 | 2.21   |
| モノ不飽和脂肪酸 <sup>1)</sup> | 62.55       | 1.65 | 62.24 | 2.00   |

1) モノ不飽和脂肪酸: ミリストレイン酸, パルミトレイン酸, ヘプタデセン酸, オレイン酸, エイコセン酸の合計

\*: 第二リン酸カルシウム区との間に有意差あり (P < 0.05)

第二リン酸カルシウム濃度は、両区の間には有意な差は認められなかった。しかし、グルコース濃度は21か月齢で、無機

表4 胸最長筋内遊離アミノ酸量(μmol/100g of meat)

| 項目            | 第二リン酸カルシウム区 |        | 対照区     |       |
|---------------|-------------|--------|---------|-------|
|               | 平均値         | 標準偏差   | 平均値     | 標準偏差  |
| ホスホセリン        | 18.1        | 1.2    | 20.6    | 1.0   |
| アスパラギン酸       | 7.1         | 3.2    | 3.5     | 0.7   |
| スレオニン         | 168.2       | 13.6   | 195.3   | 9.2   |
| セリン           | 223.4       | 15.0   | 251.5   | 12.0  |
| グルタミン酸        | 362.5       | 47.7   | 434.1   | 102.3 |
| グリシン          | 563.0       | 74.3   | 567.3   | 40.5  |
| アラニン          | 2043.5      | 66.1   | 2108.0  | 163.2 |
| バリン           | 233.5       | 6.9    | 271.9   | 37.0  |
| メチオニン         | 73.7        | 7.7    | 83.4    | 4.1   |
| シスタチオニン       | 26.6        | 1.8    | 21.3    | 1.6 * |
| イソロイシン        | 152.3       | 16.5   | 171.1   | 5.4   |
| γ-アミノ-n-ブチリン酸 | 8.5         | 0.3    | 10.9    | 0.8 * |
| カルノシン         | 8335.0      | 622.3  | 8511.8  | 979.2 |
| アルギニン         | 293.4       | 6.8    | 290.1   | 16.0  |
| 総アミノ酸量        | 17916.7     | 1010.3 | 18072.6 | 967.2 |

\*: 第二リン酸カルシウム区との間に有意差あり (P < 0.05)

表5 枝肉性状及び胸最長筋内脂肪割合

| 項目                       | 第二リン酸カルシウム区 |      | 対照区   |      |
|--------------------------|-------------|------|-------|------|
|                          | 平均値         | 標準偏差 | 平均値   | 標準偏差 |
| 枝肉重量(kg)                 | 399.5       | 34.0 | 421.2 | 33.9 |
| 胸最長筋面積(cm <sup>2</sup> ) | 49.0        | 3.5  | 53.3  | 11.0 |
| ばらの厚さ(cm)                | 7.0         | 1.1  | 6.6   | 0.1  |
| 皮下脂肪の厚さ(cm)              | 3.4         | 0.6  | 2.9   | 0.7  |
| 脂肪交雑(BMS No.)            | 7.3         | 0.6  | 6.3   | 1.2  |
| 肉色(BCS No.)              | 3.3         | 0.6  | 4.0   | 0.0  |
| 筋間脂肪厚(mm)                | 66.7        | 7.6  | 69.0  | 5.3  |
| 胸最長筋内脂肪割合(%)             | 36.2        | 2.5  | 39.1  | 1.0  |

リン濃度は13及び17か月齢で、ビタミンA濃度は11か月齢でそれぞれ両区の間には有意な差が認められた(図1)。

### 3 枝肉性状

各部位の脂肪酸割合は、全ての部位で対照区のヘプタデカン酸が多く、胸最長筋内と皮下脂肪では対照区のペンタデカン酸が多くなった。しかし、モノ不飽和脂肪酸割合は全ての部位で、両区の間には差が認められなかった(表3)。胸最長筋内遊離アミノ酸量は第二リン酸カルシウム区でシスタチオン(Cysti)が多く、対照区で $\gamma$ -アミノ-n-ブチリン酸(g-ABA)が多くなった。しかし、総アミノ酸量は両区の間には有意な差は認められなかった(表4)。脂肪含量も両区の間には有意な差は認められなかった。

枝肉成績は、枝肉重量、胸最長筋面積、ばらの厚さ、皮下脂肪の厚さ、脂肪交雑、肉色、及び筋間脂肪厚に有意な差は認められなかった(表5)。

### 考 察

今回用いた給与飼料は、日本飼養標準で定められた肥育牛におけるカルシウムの必要量である1日あたり20~30gを満たしておらず、また、市販の配合飼料よりカルシウムの含量は少ないと考えられる。しかし、第二リン酸カルシウムを飼料添加すると飼料摂取量は少なくなった。摂餌状態を確認してみると、供試牛に第二リン酸カルシウムを避ける行動が見られたことから、第二リン酸カルシウムの嗜好性は良くないように考えられた。体重及び増体量は両区の間には差は認められなかったが、炭酸カルシウムを飼料添加した場合と同様の結果となることが報告されている<sup>2)</sup>。血液性状では、血清中の第二リン酸カルシウム濃度は両区間に差が認められなかった。炭酸カルシウムを単独で給与した場合、血清中カルシウム濃度は上昇しないが、ビタミンD<sub>3</sub>を同時給与すると血清中カルシウム濃度が上昇する<sup>2)</sup>ことから、第二リン酸カルシウム単独の給与では吸収は少ないと考えられる。また、総コレステロール濃度、グルコース濃度、尿素窒素濃度及びGOT濃度に差が見られないことから、エネルギー摂取量、蛋白質摂取量及び肝機能に第二リン酸カルシウム添加は影響しないことが考えられる。試験開始時の血中ビタミンA濃度は第二リン酸カルシウム区が低い値となっていたが、これは育成時の飼養方法の差によるもので、11か月齢時のビタミンA投与後では差は見られなくなった。牛肉の美味しさは枝肉脂肪の脂肪酸組成や赤身のアミノ酸組成等が影響することが知られている<sup>7)</sup>。牛肉の風味や香味は枝肉脂肪の脂肪酸組成が大きく影響し、オレイン酸などのモノ不飽和脂肪酸が多い程風味が良いと言われている<sup>1, 8)</sup>。ペンタデカン酸やヘプタデカン酸の割合は第二リン酸カルシウム給与の影響

が見られたが、モノ不飽和脂肪酸割合に差が認められず、肉の風味に差はないと考えられる。筋肉中のアミノ酸量はCystiやg-ABAに第二リン酸カルシウムの影響が見られたが、これらの遊離アミノ酸の味に対する影響は明らかになっておらず、美味しさに影響するグルタミン酸やアラニン等<sup>7, 8)</sup>に差がないことから、第二リン酸カルシウムの添加は肉の美味しさには影響しないと考えられる。

枝肉成績、増体量及び美味しさの成分に両区の間で差が認められなかったことから、黒毛和種去勢肥育牛ではカルシウム剤の添加は産肉性に影響せず、意識的に添加する必要はないと考える。

### 引用文献

- (1) Dyden, F. D. and J. A. Marchello. (1970) : Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles : J. Anim. Sci. 31, 36-41
- (2) J. A. Scanga, K. E. Belk, J. D. Tatum, and G. C. Smith (2001) : Supranutritional oral supplementation with vitamin D<sub>3</sub> and calcium and the effects on beef tenderness : J. Anim. Sci. 79, 912-918
- (3) Melton, S. L., M. Amiri, G. W. Davis, and W. R. Backus (1982) : Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-, grain- and grain-finished steers : J. Anim. Sci. 55, 77-87
- (4) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (2000) : 日本飼養標準肉用牛 (2000年度版) (中央畜産会)
- (5) Oka, A, F. Iwaki, T. Dougo, S. Ohtagaki, M. Noda, T. Shiozaki, O. Endoh and M. Ozaki (2002) : Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers : J. Anim. Sci. 80, 1005-1011
- (6) Oka, A, T. Dohgo, M. Juen, T. Saito (1998) : Effect of vitamin A on beef quality, weight gain, and serum concentrations of thyroid hormones, insulin-like growth factor-I, and insulin in Japanese Black steers : Anim. Sci. and Technol. 69, 90-99
- (7) 渡辺乾二・佐藤泰 (1974) : 肉の風味 : 日畜会報 45, 113-128
- (8) 渡辺彰・滝本勇治・西村宏一・常石栄作 (1988) : 肥育牛の各種筋肉間における熟成後の遊離アミノ酸およびタウリン含量の差異 : 日畜会報 60, 303-305