

## 肥育中期以降の粗飼料給与レベルが但馬牛去勢牛の 増体と肉質に及ぼす影響

岡 章生\*・岩木史之\*・道後泰治\*

### 要 約

同一父牛の産子である但馬牛去勢牛12頭を用い、肥育牛の増体と肉質に対する肥育中期以降の粗飼料給与レベルの影響を調べた。粗飼料の給与レベルが異なる3区を設定した。全飼料中粗飼料からの可消化養分総量 (TDN) 給与割合が、肥育中期 (16-22か月齢) と肥育後期 (23-30か月齢) でそれぞれ20%と15%を高粗飼料 (H) 区、15%と10%を中粗飼料 (M) 区、10%と5%を低粗飼料 (L) 区とした。粗飼料はイナワラのみを給与し、濃厚飼料は中期配合 (TDN: 72.4%, 粗蛋白質: 15.3%) と後期配合 (TDN: 73.0%, 粗蛋白質: 13.3%) を与えた。

- 1 増体量及び胸囲は、M及びL区に比べH区が低い傾向を示した。
- 2 枝肉性状に関しては、脂肪交雑、肉色、筋間脂肪厚及び皮下脂肪厚は各区で顕著な差が認められなかったが、枝肉重量とロース芯面積についてはH区に減少が、また、L区のロース芯に4頭とも変形が見られた。
- 3 枝肉脂肪の全不飽和脂肪酸割合は各区の間で有意な差は見られなかったが、リノール酸割合についてはL区に対してH区の有意な低下が認められた。
- 4 但馬牛去勢牛の粗飼料給与レベルは、粗飼料からのTDN 給与割合として肥育中期では15%、後期では10%が適当と考えられた。

### Effects of Dietary Roughage Level on Growth and Meat Quality in the Tajima Strain of Japanese Black Steers at Middle- and Late-Fattening Stages

Akio OKA, Fumiyuki IWAKI and Taiji DOGO

### Summary

The effects of roughage level on growth, beef quality during the middle- and late-fattening stages in the Tajima strain of Japanese Black steers were investigated. Twelve steers, which were 16 months old were divided into 3 groups: a high roughage group (H), a medium roughage group (M) and a low roughage group (L). The animal in H, M and L groups were fed a diet containing 20%, 15% and 10% roughage on a TDN basis, respectively, during the middle fattening stage (16 to 22 months of age). Then they were fed a diet containing 15%, 10% and 5% roughage, respectively, during the late fattening stage (23 to 30 months of age).

- (1) Average daily gain and heart girth tended to be lower in H than in M and L.
- (2) Carcass weights and longissimus muscle areas tended to be lower in H than in M and L. There were no significant differences in marbling, color, subcutaneous fat thickness nor intermuscular fat thickness among the groups. All the longissimus muscles in L changed shape.
- (3) The total unsaturated fatty acid content among the groups was not significantly different, however, the percentage of linolic acid in H was lower than that in L.
- (4) These results suggest that feeding 15% roughage on a TDN basis at the middle stage and 10% roughage at the late stage gives a preferable carcass for the meat industry.

キーワード：黒毛和種去勢牛、粗飼料、肉質、増体、脂肪酸組成

## 緒 言

肥育牛に濃厚飼料を多給すると粗飼料を多給したときよりも増体が良くなるが、粗飼料給与量が極端に少ないと第一胃の機能低下により増体量が低下することがある。黒毛和種肥育牛において肥育前期（9-15か月齢）には良質な粗飼料の給与が必要であり、粗飼料からの TDN 給与割合は30%程度が適当と考えられている<sup>3)</sup>。また、牛肉の風味に大きく関与する脂肪酸組成は、肥育期間中の粗飼料給与レベルに影響されるとの報告もある<sup>5, 6, 10)</sup>。しかし、但馬牛肥育牛における肥育中期以降（16か月齢以降）の粗飼料給与レベルに関する報告はない。

そこで、但馬牛肥育牛の最適な粗飼料給与レベルを明らかにするため、その増体と肉質に対する肥育中期以降の粗飼料給与レベルの影響を検討した。

## 材料及び方法

### 1 供試牛及び区分

同一父牛（谷美土井）の産子である16か月齢の去勢牛12頭を用い、粗飼料の給与レベルにより3区（各4頭）に分けた。今回の試験で用いた粗飼料給与レベルは、野外で応用可能な範囲内とした。すなわち、全飼料中粗飼料からの可消化養分総量（TDN）給与割合が肥育中期（16-22か月齢）と肥育後期（23-30か月齢）で、それぞれ、高粗飼料（H）区は20%と15%、中粗飼料（M）区は15%と10%、低粗飼料（L）区は10%と5%とした。粗飼料としてはイナワラのみを給与し、濃厚飼料としては、大麦、加熱圧ペントウモロコシ、一般フスマ及び大豆粕を25：30：35：10の割合で配合した中期配合（TDN：72.4%、粗蛋白質：15.3%）と同じく35：30：30：5の割合で配合した後期配合（TDN：73.0%、粗蛋白質：13.3%）を与えた。給餌は朝夕2回行い、残飼を毎日測定した。体重、体高、胸囲は毎月測定し、30か月齢でと畜した。

### 2 血液性状

血液は飼料給与後4～5時間後に16か月齢から2か月間隔で採取し、血清中総コレステロール、尿素窒素、遊離脂肪酸、GOT、 $\gamma$ -GTP及び $\beta$ -カロチンを測定した。総コレステロール、尿素窒素、GOT及び $\gamma$ -GTPについて血液自動分析機（富士ドライケム5500、富士フィルム）により測定し、遊離脂肪酸はキット（NEFA-Cテストワコー、和光純薬）を用い測定した。 $\beta$ -カロチンは高速液体クロマトグラフで分析した。

### 3 第一胃液性状

第一胃液を16、22および30か月齢時の飼料給与前に採取し、そのpHはpHメータで採材直後に、揮発性脂肪

酸はガスクロマトグラフでそれぞれ測定した。

### 4 枝肉性状

枝肉性状は日本食肉格付協会の牛枝肉取引規格に従って評価した。また、枝肉断面の筋肉内（ロース芯）、筋間、皮下および腎臓周囲の脂肪を採取し、ガスクロマトグラフによりミリスチン酸（C14：0）、ミリストオレイン酸（C14：1）、パルミチン酸（C16：0）、パルミトオレイン酸（C16：1）、ステアリン酸（C18：0）、オレイン酸（C18：1）、リノール酸（C18：2）、リノレン酸（C18：3）、アラキジン酸（C20：0）の組成を分析した。

### 5 統計処理

試験区を変動因とする分散分析を行い、有意性の検出を5%水準で行った。また、データは平均値±標準偏差で示した。

## 結 果

### 1 飼料摂取量

飼料摂取量はTDN換算でM区が多くH区が少ない傾向を示した（表1）。H区は粗飼料の残飼が多く、当初の設定より粗飼料からのTDN給与割合が低くなったが、M区及びL区ではほぼ設定通りの粗飼料給与割合となった（表1）。

### 2 体重、体高及び胸囲

体重はばらつきが大きく、各区の間に有意な差は認められなかったものの、H区がM区及びL区よりも小さい傾向を示した（表2）。一日増体量は中期では各区とも約0.7kgであったが、後期にはH区が0.46kgと他区よりも低くなった。また、体高は各区で差が見られなかったが、H区の胸囲は他区に比べ小さい傾向が見られた（表2）。

表1 1頭当たりのTDN摂取量および飼料効率

| 項 目            | 高粗飼料 | 中粗飼料 | 低粗飼料 |
|----------------|------|------|------|
| TDN 摂取量 (kg)   |      |      |      |
| 濃厚飼料           | 2118 | 2341 | 2398 |
| 粗 飼 料          | 350  | 298  | 174  |
| 合 計            | 2468 | 2639 | 2572 |
| 粗飼料 TDN 割合 (%) |      |      |      |
| 中期 (16-22か月齢)  | 17.1 | 14.1 | 9.5  |
| 後期 (23-30か月齢)  | 11.8 | 9.1  | 4.7  |
| 飼料効率*          | 10.2 | 9.4  | 9.4  |

\*：TDN 摂取量/増体重

表2 体重、体高および胸囲

| 項目            | 高粗飼料         | 中粗飼料         | 低粗飼料         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 体重 (kg)       |              |              |              |
| 16か月齢 (試験開始時) | 386.0 ± 22.3 | 384.3 ± 21.7 | 390.3 ± 12.3 |
| 22か月齢         | 514.3 ± 54.0 | 521.3 ± 25.7 | 523.3 ± 22.5 |
| 30か月齢 (試験終了時) | 626.8 ± 69.7 | 663.8 ± 49.9 | 664.8 ± 31.4 |
| 1日増体量 (kg)    |              |              |              |
| 中期 (16-22か月齢) | 0.68 ± 0.18  | 0.73 ± 0.03  | 0.71 ± 0.13  |
| 後期 (23-30か月齢) | 0.46 ± 0.15  | 0.58 ± 0.11  | 0.58 ± 0.04  |
| 全期間           | 0.56 ± 0.11  | 0.65 ± 0.07  | 0.63 ± 0.08  |
| 体高 (cm)       |              |              |              |
| 16か月齢 (試験開始時) | 124.6 ± 2.4  | 125.2 ± 3.9  | 126.0 ± 3.0  |
| 30か月齢 (試験終了時) | 138.0 ± 2.7  | 138.0 ± 3.6  | 138.8 ± 3.3  |
| 胸囲 (cm)       |              |              |              |
| 16か月齢 (試験開始時) | 173.5 ± 3.5  | 175.5 ± 3.0  | 176.2 ± 1.3  |
| 30か月齢 (試験終了時) | 214.8 ± 9.7  | 223.3 ± 4.8  | 223.0 ± 3.9  |

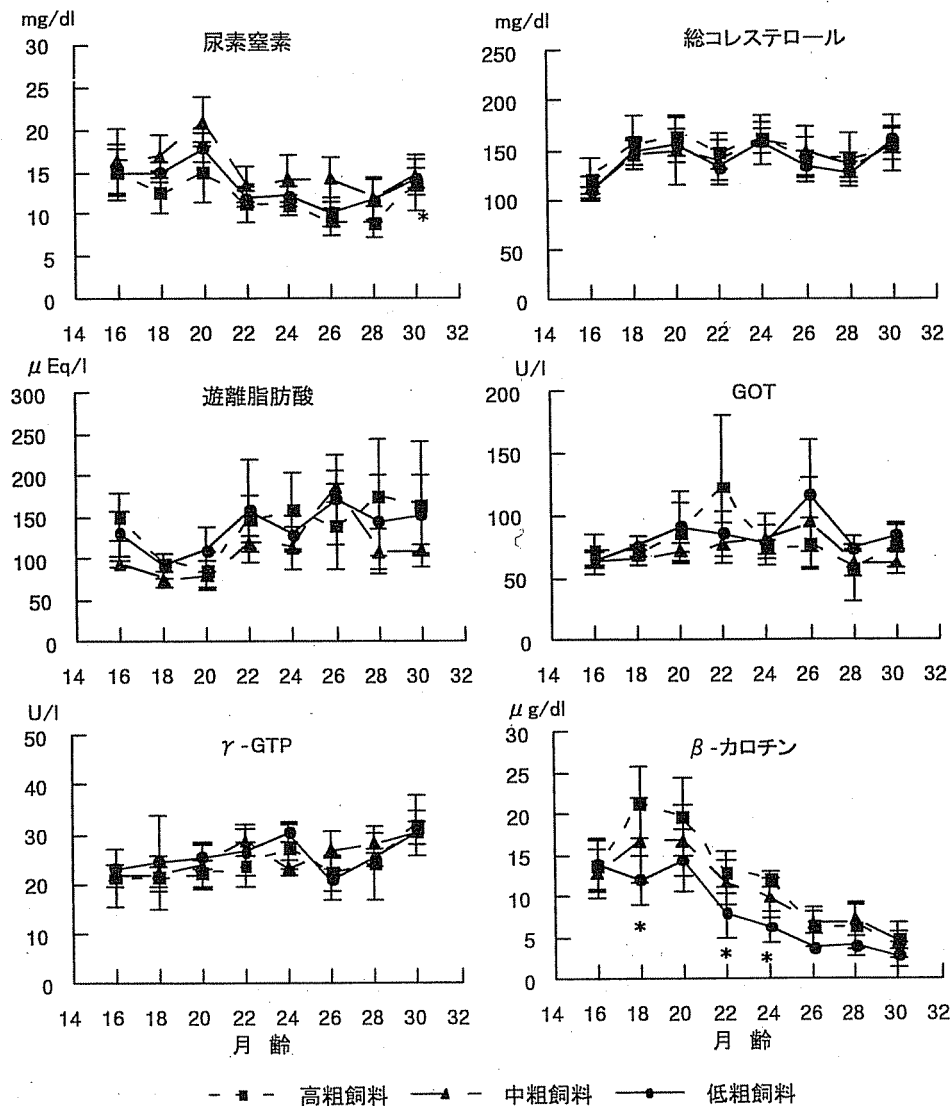


図1 血清中尿素窒素、総コレステロール、遊離脂肪酸、GOT、 $\gamma$ -GTP及び $\beta$ -カロチン濃度の推移  
 \*高粗飼料区と低粗飼料区間に有意差あり (P<0.05)

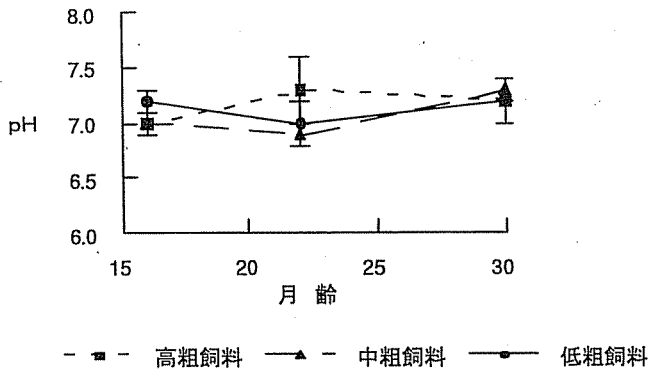


図2 第一胃液のpHの推移

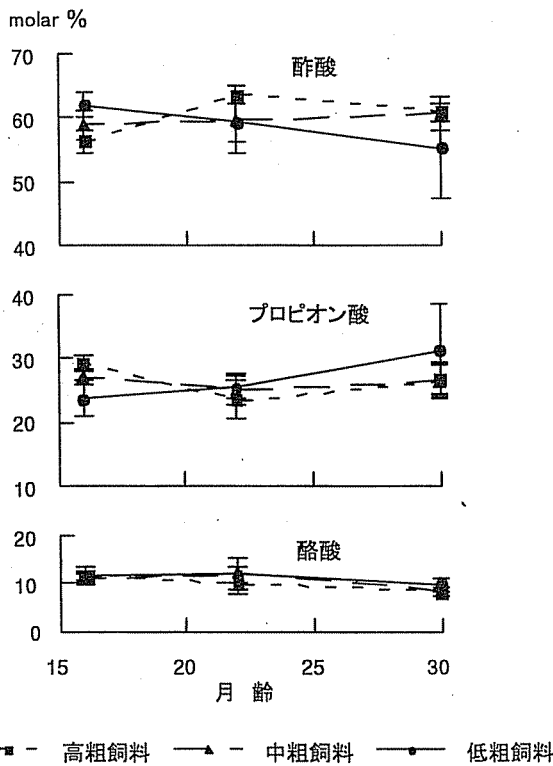


図3 第一胃液中揮発性脂肪酸の推移

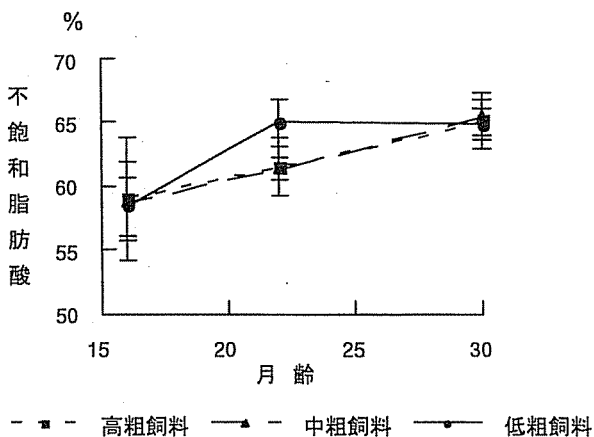


図4 皮下脂肪の不飽和脂肪酸割合の推移

表3 枝肉性状

| 項目                        | 高粗飼料         | 中粗飼料         | 低粗飼料         |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 枝肉重量 (kg)                 | 394.3 ± 47.6 | 419.7 ± 34.0 | 423.4 ± 21.6 |
| 脂肪交雑 (BMS No)             | 6.0 ± 2.2    | 6.3 ± 2.2    | 6.3 ± 2.2    |
| 肉色 (BCS No)               | 4.3 ± 0.5    | 4.0 ± 0.8    | 4.0 ± 0.8    |
| ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> ) | 48.5 ± 6.8   | 55.3 ± 5.7   | 51.3 ± 6.2   |
| 筋間脂肪厚 (cm)                | 6.8 ± 0.6    | 7.1 ± 0.2    | 7.0 ± 0.9    |
| 皮下脂肪厚 (cm)                | 2.5 ± 0.8    | 2.1 ± 0.2    | 2.7 ± 0.5    |

表4 枝肉脂肪の脂肪酸組成 (%)

| 項目            | 高粗飼料                   | 中粗飼料                    | 低粗飼料                   |
|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>皮下脂肪</b>   |                        |                         |                        |
| C16:0         | 24.8 ± 1.0             | 25.0 ± 1.2              | 25.3 ± 0.8             |
| C16:1         | 7.4 ± 0.7              | 6.9 ± 1.4               | 6.5 ± 0.6              |
| C18:0         | 6.4 ± 0.3              | 6.0 ± 1.1               | 6.2 ± 0.7              |
| C18:1         | 52.2 ± 1.3             | 52.7 ± 0.5              | 52.7 ± 1.8             |
| C18:2         | 2.4 ± 0.2 <sup>a</sup> | 2.7 ± 0.3 <sup>ab</sup> | 2.7 ± 0.1 <sup>b</sup> |
| 不飽和*          | 65.1 ± 1.1             | 65.5 ± 1.8              | 64.9 ± 1.9             |
| <b>筋間脂肪</b>   |                        |                         |                        |
| C16:0         | 23.2 ± 2.1             | 23.7 ± 1.4              | 23.0 ± 1.1             |
| C16:1         | 4.7 ± 1.0              | 4.7 ± 0.7               | 4.5 ± 0.2              |
| C18:0         | 10.3 ± 1.4             | 9.5 ± 1.1               | 9.5 ± 0.8              |
| C18:1         | 54.6 ± 2.5             | 54.5 ± 1.9              | 55.0 ± 2.1             |
| C18:2         | 2.2 ± 0.2 <sup>a</sup> | 2.5 ± 0.4 <sup>ab</sup> | 2.6 ± 0.1 <sup>b</sup> |
| 不飽和*          | 63.5 ± 3.0             | 63.7 ± 2.4              | 64.3 ± 2.2             |
| <b>ロース芯脂肪</b> |                        |                         |                        |
| C16:0         | 26.9 ± 2.0             | 26.9 ± 2.3              | 27.3 ± 1.5             |
| C16:1         | 4.1 ± 0.5              | 4.0 ± 0.5               | 3.7 ± 0.2              |
| C18:0         | 11.0 ± 0.7             | 10.2 ± 0.9              | 11.1 ± 1.1             |
| C18:1         | 51.1 ± 2.0             | 51.8 ± 2.2              | 50.4 ± 3.1             |
| C18:2         | 2.1 ± 0.1 <sup>a</sup> | 2.3 ± 0.3 <sup>ab</sup> | 2.4 ± 0.1 <sup>b</sup> |
| 不飽和*          | 59.0 ± 1.7             | 59.6 ± 3.0              | 58.2 ± 3.0             |
| <b>腎臓脂肪</b>   |                        |                         |                        |
| C16:0         | 25.2 ± 1.4             | 27.0 ± 0.8              | 23.7 ± 1.7             |
| C16:1         | 2.3 ± 0.5              | 2.6 ± 0.6               | 2.3 ± 0.3              |
| C18:0         | 19.1 ± 2.0             | 17.2 ± 2.7              | 18.7 ± 1.2             |
| C18:1         | 46.9 ± 1.4             | 46.4 ± 2.5              | 48.8 ± 3.3             |
| C18:2         | 2.3 ± 0.2              | 2.2 ± 0.5               | 2.6 ± 0.4              |
| 不飽和*          | 52.6 ± 2.0             | 52.6 ± 3.2              | 54.8 ± 3.0             |

\* : 不飽和脂肪酸は C14:1, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 の合計

### 3 血液成分

血液成分では総コレステロール、尿素窒素及び遊離脂肪酸は試験期間を通じて顕著な変化は認められず、各区間に有意な差は見られなかった(図1)。GOT、γ-GTPは各区間で有意な差が見られなかったが、GOTは20～26か月齢で全体的に高い傾向を示した。β-カロチンは各区とも月齢が進むにつれて低下したが、L区はH区に比べ有意に低い値を示した(図1)。



写真1 各区の枝肉断面

#### 4 第一胃液性状

第一胃液の pH については、22か月齢時にH区が他区よりも高い傾向を示したが、30か月齢では差は見られなかった(図2)。揮発性脂肪酸組成では、酢酸はL区が他区に比べ低い傾向を示し、プロピオン酸はL区が高い傾向を示した(図3)。

#### 5 枝肉成績

枝肉性状に関しては、脂肪交雑、肉色、筋間脂肪厚及び皮下脂肪厚は各区で顕著な差が認められなかったが、枝肉重量とロース芯面積についてはH区に減少傾向が見られた(表3)。また、L区のロース芯は写真1に示すように4頭とも変形が認められた。

#### 6 脂肪酸組成

皮下脂肪の脂肪酸組成は各区とも肥育が進むにつれて不飽和脂肪酸の割合が増加したが、22か月齢ではL区の不飽和脂肪酸割合が他の区に比べ高い傾向を示した(図4)。枝肉脂肪の脂肪酸組成では、腎臓周囲脂肪の不飽和脂肪酸割合はL区で低い傾向が認められたが、他の部位では各区で顕著な差は見られなかった(表4)。しかし、胸最長筋、筋間及び皮下脂肪のC18:2割合については、L区に対してH区の有意な低下が認められた(表4)。

### 考 察

粗飼料からのTDN 給与割合は、H区では粗飼料の残飼がみられ当初の設定よりも低くなり、後期には11.8%

となった。このことは但馬牛去勢牛の肥育後期の粗飼料給与割合がTDN 換算で10%を超えると全体の飼料摂取量が低下する可能性を示している。肥育牛では、粗飼料を多給するよりも濃厚飼料を多給する方が飼料効率が良くなると言われている<sup>1, 2, 7, 9)</sup>。本試験においても一日増体量は後期にH区が他の区よりも低くなり同様の結果が得られた。

血液成分では各区の総コレステロール、尿素窒素および遊離脂肪酸に有意な差が認められなかったことから、各区の牛の栄養状態に極端な差はなかったと考えられる。また、 $\beta$ -カロチンはL区がH区よりも有意に低い値を示したが、これは $\beta$ -カロチンを含んでいる粗飼料の給与量の差によるものと推察される。

一般的に粗飼料を多給すると第一胃液の酢酸割合が増え、濃厚飼料を多給するとプロピオン酸割合が増加すると言われている。今回の試験では同様の傾向は認められたが、粗飼料給与レベルに極端な差を設定していなかったため有意な差はみられなかったものと考えられる。

枝肉性状では、脂肪交雑、肉色、皮下脂肪厚は各区で顕著な差は認められなかった。粗飼料を多給すると蓄積脂肪が少なくなることが報告されている<sup>5, 10, 11)</sup>。しかし、これらの報告での粗飼料給与割合は、粗飼料からのTDN 割合として25%あるいは放牧と本試験よりも多くなっている。したがって、今回の試験で用いた粗飼料給与割合では脂肪交雑に影響しないと考えられる。また、ロース芯の変形についての詳細な報告はないが、肉牛生産者の

間では肥育前期に濃厚飼料を多給すると変形が多くなると言われている。今回の試験では肥育前期までは各区とも十分な粗飼料（全飼料中粗飼料からのTDNが30%）を給与し、中期以降（16か月齢以降）の粗飼料給与レベルに差をつけたところ、L区の4頭全てにロース芯の変形が認められた。したがって、肥育中期の粗飼料給与レベルがロース芯の変形に影響すると推察される。

肥育牛の体脂肪の脂肪酸組成は、月齢あるいは肥育の程度が進むにつれて不飽和脂肪酸の割合が増加すると言われており<sup>4,8)</sup>、今回の試験においても皮下脂肪の不飽和脂肪酸割合は月齢が進むにつれて増加しており同様の結果が得られた。脂肪酸組成は、粗飼料の給与割合が増加すると不飽和脂肪酸割合が低下するとの報告があり<sup>5, 6, 12, 13)</sup>、今回の試験でも22か月齢の皮下脂肪の不飽和脂肪酸割合はL区が高い傾向を示した。枝肉脂肪の脂肪酸組成ではC18:2がL区よりもH区で有意に高くなったが、全不飽和脂肪酸割合は各区で差が見られなかった。木村ら<sup>9)</sup>は黒毛和種を用いて全飼料中粗飼料からのTDN給与割合を25%と15%とし、脂肪酸組成への影響を調べた結果、25%区は15%区に比べC18:0が高く、C18:1が低くなったと報告している。これらのことから粗飼料の給与割合が20%以下では不飽和脂肪酸割合に大きく影響しないと推察される。

以上の結果から、肥育中期以降に粗飼料の給与量を極端に少なくすると増体は良くなるが、ロース芯が変形することが分かった。逆に粗飼料を高レベル給与すると増体量が低下すると考えられる。但馬牛去勢牛の粗飼料給与レベルは粗飼料からのTDN給与割合として肥育中期では15%、後期では10%が適当と考えられる。

#### 引用文献

- (1) Bartle, S. J., R. L. Preston and M. F. Miller (1994) : Dietary energy source and density : Effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics : *J. Anim. Sci.* 72, 1943-1953
- (2) Bidner, T. D., A. R. Schupp, A. B. Mohamad, N. C. Ru-more, R. E. Montgomery, C. P. Bagley and K. W. McMillin (1986) : Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all- forage or a high-energy diet : *J. Anim. Sci.* 62, 381-387.
- (3) 道後泰治・鳥飼善郎 (1992) : 肥育前期における粗飼料給与量の違いが但馬牛去勢牛の仕上げ期の発育および肉質に及ぼす影響 : 兵庫中央農技研報 28, 7-12
- (4) 石田光晴・武田武雄・斎藤孝夫・鹿野裕志・松本忠・高橋 功 (1988) : 肥育期間中における黒毛和種去勢牛の皮下脂肪脂肪酸組成の変動, 日畜会報 59, 496-501
- (5) 木村信熙・木村聖二・小迫孝実・井村 毅 (1996) : 黒毛和種去勢牛の肥育後期における粗飼料給与水準が枝肉性状および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響 : 日畜会報 67, 554-560
- (6) Marmer, W. N., R. J. Maxwell and J. E. Williams (1984) : Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles : *J. Anim. Sci.* 59, 109-121
- (7) 三橋忠由・三津本 充・小沢 忍 (1997) : 黒毛和種去勢牛の増体および枝肉肉質に対する種雄牛, 肥育前期粗飼料および肥育後期濃厚飼料の影響 : 日畜会報 68, 403-413
- (8) 三橋忠由・三津本 充・山下良弘・小沢 忍 (1988) : 黒毛和種去勢牛の発育にともなう蓄積脂肪の融点と脂肪酸組成の変化 : 中国農研報 2, 43-51
- (9) Schroeder, J. W., D. A. Cramer, R. A. Bowling and C. W. Cook. (1980) : Palatability, shelflife and chemical differences between forage-and grain-finished beef : *J. Anim. Sci.* 50, 852-859
- (10) Stock, R. A., M. H. Sindt, J. C. Parrott and F. K. Goedeken. (1990) : Effects of grain type roughage level and monensin level on finishing cattle performance : *J. Anim. Sci.* 68, 3441-3455
- (11) 富樫研治・朝倉康弘・木村英宗・樋脇憲一・横内園生・西川健太郎・布広 昭・和田馴二 (1984) : 肉用去勢放牧牛の肥育仕上げに対する品種, 育成期の放牧草地および肥育期間ならびに濃厚飼料給与割合の影響 : 日畜会報 55, 947-951
- (12) 常石英作・西村宏一・滝本勇治 (1989) : 放牧後の濃厚飼料多給仕上げ肥育における牛脂肪の脂肪酸組成の変化 : 日畜会報 60, 315-320
- (13) Westering, D. B. and H. B. Hedrick (1978) : Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex, and anatomical location and relationship to sensory characteristics : *J. Anim. Sci.* 48, 1343-1348