

## 黒毛和種肥育牛の肉質・増体に対するラクトパミン 及びコンピドーズの影響

岡 章生\*・道後泰治\*・壽圓正克\*・齋藤健光\*

### 要 約

但馬牛肥育牛にラクトパミン(以下RAと呼ぶ)及びコンピドーズ(以下COと呼ぶ)を投与し増体, 肉質及び内分泌動態を調べた。

- 1 RAを40ppmの割合で濃厚飼料に添加し11か月齢から8週間投与したところ, RA投与群は対照よりも8週間のDGが0.22kg高く, 18か月齢から同様に投与したときも0.37kg高かった。この増体効果は肥育終了まで持続し, 全試験期間中のDGはRA投与群が0.61kg, 対照が0.55kgであった。
- 2 11か月齢時にCO48mg(6か月間持続放出)を耳翼に注入したところ, 試験期間中のDGはCO投与群は0.65kgであり対照よりも0.1kg良好であった。
- 3 肉質では皮下脂肪厚はRA及びCO投与群が対照よりも厚い傾向が認められ, ロース芯面積はCO投与群が大きい傾向が見られた。脂肪交雑と肉色には顕著な差は認められなかった。
- 4 血清中尿素体窒素濃度はRA及びCO投与群で対照よりも低い値を示した。また, RA投与群の血清中成長ホルモン, インスリン及びインスリン様成長因子1(以下IGF1と呼ぶ)濃度は対照との間に顕著な差が認められなかったが, CO投与群の血清中IGF1濃度は顕著に上昇した。

### Effects of Ractopamin and Compudose on Growth and Meat Quality in Japanese Black Steers

Akio OKA, Taiji DOGO, Masakatsu JUEN and Takemistu SAITO

### Summary

Daily gain, beef carcass quality and blood components were studied in cattle treated with Ractopamine (RA) and Compudose (CO).

- (1) Japanese Black steers were fed a concentrated diet containing 40 ppm RA for 8 weeks from the age of 11 (early stage) and 18 (middle stage) months. Average daily gain (ADG) of the treated group was greater than the control by 0.22 kg at the early stage and 0.37 kg at the middle stage. ADG of the treated steers (0.61 kg) from the start of this study to the time of slaughter was higher than the control (0.55 kg).
- (2) ADG of steers implanted with 48 mg CO (0.65 kg) was higher than the control (0.55 kg).
- (3) RA and CO increase fat thickness but had no effect on marbling or beef color. CO caused to increase longissimus muscle area.
- (4) RA and CO decreased serum urea nitrogen. CO increased serum insulin-like growth factor 1 (IGF1). RA did not affect plasma growth hormone, insulin or serum IGF1 levels.

キーワード: 肥育牛, 肉質, 増体, ラクトパミン, コンピドーズ

### 緒 言

近年, 家畜の生産性を向上させる目的で $\beta$ アゴニストやエストロジェンの投与試験が盛んに行われている。 $\beta$

アゴニストを肥育豚<sup>5, 10, 17)</sup>, 肉牛<sup>3, 4, 11, 13, 14, 16)</sup>に投与すると成長を促進するとともに脂肪含量が少なくなり赤肉が多くなると言われている。但馬牛は周知のとおり肉質は良いが, 増体が低く改善が求められている。ラクトパミン(以下RAと呼ぶ)は $\beta$ アゴニストの1つであり豚での増体効果は報告されているが<sup>5, 10, 17)</sup>, 牛で

1995年8月31日受理

\*中央農業技術センター

の報告はない。また、コンピドーズ(以下COと呼ぶ)は合成エストロジェン製剤で肥育牛に投与すると増体が良くなると言われている<sup>6)</sup>。

そこで、これらの薬剤を但馬牛肥育牛に投与し増体効果及び肉質を調べるとともに、その時の内分泌の動態を検討した。

### 材料及び方法

#### 1 供試牛

供試牛は11か月齢の兵庫県産黒毛和種去勢牛11頭をRA投与群4頭、CO投与群4頭、対照3頭に分けて用いた。体重、体高及び胸囲は毎月測定し、30か月齢でと殺した。

#### 2 供試薬

RA投与群にはRAを40ppmとなるように濃厚飼料に添加し、肥育前期(11か月齢)と中期(18か月齢)にそれぞれ8週間給与した。CO投与群にはCO200(24mgのestradiol 17 $\beta$ を含む)2個を11か月齢時に耳翼に注入した。

#### 3 給与飼料

飼料は表1に示したように3群とも同様に給与した。

#### 4 血液採取

血液は試験開始時、開始後1, 2, 4, 8週目とその後は2か月間隔で真空採血管を用い頸静脈から採取した。採血直後に遠心分離し、得られた血清あるいは血漿は分析するまで-40℃で保存した。また、RA投与群と対照は成長ホルモン(以下GHと呼ぶ)とインスリン(以下INSと呼ぶ)測定のためにRA投与前と投与終了時に頸静脈にカテーテルを装着し、午前9時から午後6時30分まで30分間隔で20回採血した。

#### 5 血液成分分析

血清中インスリン様成長因子1(以下IGF1と呼ぶ)とINSは測定キット(ソマトメジンC・II, チバ・コーニング; インシュリン栄研, 栄研化学)を用いRIAで測定した。GHはJohkeら<sup>8)</sup>の方法に準じてRIAで測定した。

グルコース(以下Gluと呼ぶ)、尿素態窒素(以下UNと呼ぶ)、総コレステロール(以下T-choと呼ぶ)及びトリグリセリド(以下TGと呼ぶ)は血液自動分析機(富士ドライケム5500, 富士フィルム)で測定した。遊離脂肪酸(以下NEFAと呼ぶ)は測定用キット(NEFACテストワコー)を用い測定した。

#### 6 枝肉評価

枝肉の評価は日本食肉格付協会の検査員が格付したものをを用いた。

### 結 果

#### 1 発 育

11か月齢からのRA及びCO投与により8週後の体重は対照よりもそれぞれ17.5kg, 18.7kg重くなった

表1 給与飼料

飼 料	月 齢					
	9-11	12-14	15-17	18-20	21-25	26-30
濃厚飼料(kg)						
大 麦	0.0	0.0	2.0	2.2	3.5	4.0
トウモロコシ	2.0	2.4	2.7	2.9	2.3	2.4
一般フスマ	2.5	3.0	2.0	2.2	1.7	1.6
大豆粕	0.5	0.6	0.2	0.2	0.0	0.0
小 計	5.0	6.0	7.0	7.5	7.5	8.0
T D N (%)	71.1	71.1	73.5	73.5	73.8	74.2
C P (%)	15.8	15.8	12.4	12.4	11.2	11.1
粗飼料(kg)						
イナワラ	0.0	1.0	2.0	1.5	1.5	1.0
チモシー乾草	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全飼料						
給与量(kg)	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
T D N (%)	63.2	62.6	65.2	67.3	67.6	69.7
C P (%)	12.5	12.5	10.4	10.9	9.9	10.2

表2 ラクトパミン, コンピドーズ投与前後の体重及び増体量

	ラクトパミン	コンピドーズ**	対 照
肥育前期			
投与前(kg)	310.3±27.0	311.0±26.7	304.7±10.9
(11か月齢)			
投与後8週目	363.8±26.5	365.0±30.0	346.3±16.9
(13か月齢)			
D G(kg)	0.96±0.07*	0.96±0.15	0.74±0.11
肥育中期			
投与前(kg)	465.0±16.3	478.5±43.5	440.3±19.7
(18か月齢)			
投与後8週目	507.8±12.9*	509.0±48.7	462.0±13.0
(20か月齢)			
D G(kg)	0.76±0.11*	0.54±0.30	0.39±0.21
と殺前(kg)			
(30か月齢)	664.0±5.9	687.3±79.3	623.3±37.2
全試験期間中			
D G(kg)	0.61±0.04	0.65±0.09	0.55±0.05

\* : 対照との間に有意差あり(p<0.05)

\*\* : コンピドーズの投与は11か月齢時のみである。

(表2). この間の1日当り増体量(以下DGと呼ぶ)は対照が0.74kgであったのに対しRA投与群及びCO投与群は両群とも0.96kgと良好な発育を示した. 18か月齢時の体重はRA投与群が465.0kg, CO投与群が478.5kg, 対照が440.3kgとなり、この時点までの増体重はCO投与群が良かった. 18か月齢からRA投与群には再度RAを8週間投与したところ投与後8週間のDGは表2に示したようにRA投与群が0.76kgと最も良かった. しかし、それ以降の増体はCO投与群が良く、と殺前の体重はCO投与群が687.3kg, RA投与群が664.0kg, 対照が623.3kgであり、全試験期間のDGはRA投与群0.61kg, CO投与群0.65kg, 対照0.55kgとなった.

体高は試験期間中3群の間で有意な差が認められなかった. また、胸囲は試験後期にRA及びCO投与群が対照よりも大きい傾向がみられたが、有意な差ではなかった.

### 2 飼料摂取量及び飼料効率

試験開始からと殺までの1頭当りの飼料摂取量は表3に示したように濃厚飼料ではRA投与群とCO投与群が対照よりもそれぞれ141kg, 179.3kg多かった(表3). 粗飼料ではCO投与群1109.8kg, RA投与群1032.3kg, 対照は854.4kgでありCO投与群が最も多かった(表3). また、この摂取量の差は肥育後期に大きくなった.

RA及びCOの投与を開始した11か月齢から13か月齢までの飼料効率はRA投与群0.135, CO投与群0.137, 対照0.105でありRA及びCO投与群が高かった(表4). 18か月齢から20か月齢までの飼料効率はRA投与群が

表3 試験期間中の1頭当りの飼料摂取量

	ラクトパミン	コンピドーズ	対照
濃厚飼料(kg)	4011.5	4049.8	3870.5
粗飼料(kg)			
チモシー乾草	255.0	259.5	238.7
イナワラ	777.3	850.3	615.7
合計	1032.3	1109.8	854.4

表4 試験期間中の飼料効率\*

	ラクトパミン	コンピドーズ	対照
肥育前期(11-13か月齢)	0.135	0.137	0.105
肥育中期(18-20か月齢)	0.100	0.071	0.057
全試験期間中	0.076	0.084	0.078

\* : 増体量(kg)/乾物摂取量(kg)

他の群よりも高い値を示した. 全試験期間中の飼料効率はCO投与群が他の群よりも良い傾向にあった.

### 3 血液成分の変化

血清中IGF1濃度は11か月齢の試験開始時から12週目まで検査した. 図1に示すようにRA投与群と対照は徐々に低下したが、CO投与群は2週目まで顕著な上昇を示し、その後は低下したもののRA投与群、対照に比べ著しく高い値を示した.

血漿中INS及びGH濃度は肥育前期、中期ともにRA

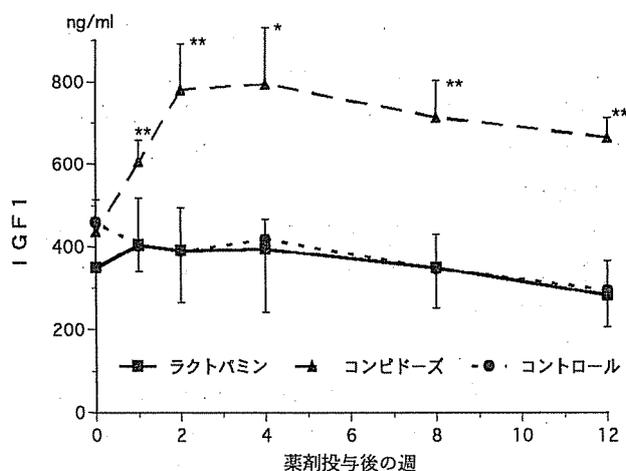


図1 ラクトパミン、コンピドーズ投与後の血清中IGF1濃度

\* : p<0.05 \*\* : p<0.01

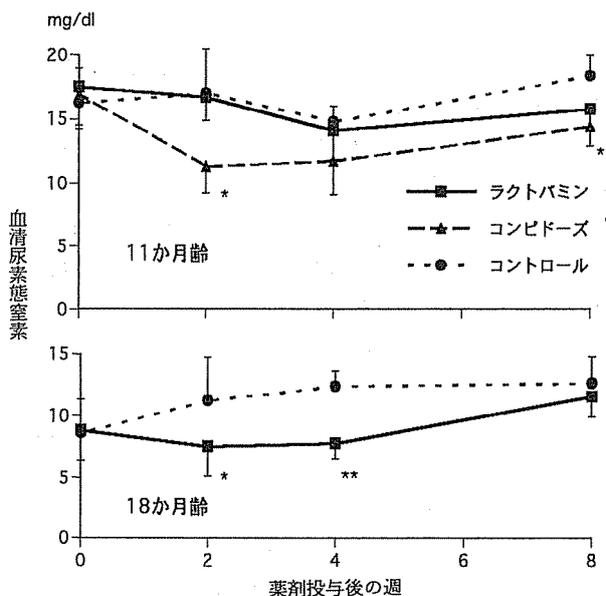


図2 ラクトパミン、コンピドーズ投与後の血清尿素窒素濃度

\* : p<0.05 \*\* : p<0.01

表5 枝肉成績

区分	枝肉重量 (kg)	歩留 (%)	脂肪交雑 (BMS No.)	肉色 (BCS No.)	ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	皮下脂肪厚 (cm)	ばら厚 (cm)
ラクトバミン	411.2±7.3	61.9±0.8	6.0±2.2	4.0±0.0	48.8±4.8	2.4±0.3	6.8±0.6
コンビドーズ	426.6±55.5	62.0±1.4	5.3±1.5	3.3±1.3	51.0±4.1	2.7±0.6	7.1±0.5
対 照	384.7±35.3	61.6±1.9	5.3±2.5	4.3±0.6	45.0±7.0	1.6±0.5	6.5±0.6

投与群と対照の間に顕著な差が見られなかった。

血清中 UN 濃度は肥育前期において CO 投与群では CO 投与後 2 及び 8 週目に対照よりも有意に低い値となった(図 2)。RA 投与群の血清中 UN 濃度は中期で RA 投与後 2 及び 4 週目に有意に低い値となった。

他の血液成分 GLU, T-cho, TG, NEFA は試験期間中各群の間に顕著な差が認められなかった。

#### 4 枝肉成績

表 5 に示すように、枝肉重量では RA 投与群及び CO 投与群が対照よりもそれぞれ 26.5 kg, 41.9 kg 重くなった。ロース芯面積及びばらの厚さは CO 投与群が他の群よりも大きい傾向が見られたが有意な差ではなかった。皮下脂肪厚は RA 及び CO 投与群が対照よりも厚い傾向がみられた。脂肪交雑 (BMS No.) は RA 投与群が他の群よりも良い傾向が見られたが、顕著な差ではなかった。肉色 (BCS No.) は CO 投与群でやや薄い傾向が認められた。

#### 考 察

$\beta$  アゴニストはアドレナリンに化学構造式が類似している物質で、人では肺炎や喘息などの呼吸器疾患の治療に用いられる。現在アメリカではクレンプテロール、シマテロール、L-644, 969 及び RA の 4 種の  $\beta$  アゴニストが家畜用に開発されている。豚<sup>5, 10, 17)</sup>、羊<sup>1, 2)</sup> 及び牛<sup>3, 4, 11, 13, 14, 16)</sup> に  $\beta$  アゴニストを投与すると一般的に飼料効率が良く、肉質では余分な脂肪が少なくなり赤肉部分が増加すると言われている。

牛に RA を投与した試験はまだ報告されていないが、L-644, 696 を 3 ppm の割合で肥育牛に 6 週間飼料添加し投与したところ、飼料効率は有意に高くなり体重は約 20 kg 重くなったことが示されている<sup>10)</sup>。豚に 20 ppm の RA を投与した試験では飼料中蛋白質が 14% 以上で顕著な DG の増加が認められている<sup>5)</sup>。今回の試験では RA を 8 週間投与したが、同様の増体効果が認められ、肥育前期よりも中期においてより顕著であった。飼料中粗蛋白質濃度は肥育前期 12.5%、中期 10.9% と中期の方が低くなっていたが、月齢が若いほど蛋白質の要求量

が高いため、前期で蛋白水準をより高くすれば RA の効果はより顕著にでたものと思われる。

また、肉質については従来の報告では  $\beta$  アゴニスト投与によりロース芯面積が大きく皮下脂肪が薄くなり脂肪交雑も少なくなると言われている<sup>4, 11, 13, 16)</sup>。しかし、我々の試験ではロース芯面積、ばら厚、皮下脂肪厚、BMS 及び BCS ともに顕著な差はみられなかった。この原因としては RA 投与終了からと殺までの期間が 10 か月以上もあったため RA の肉質に対する影響が明確に現れなかったものと考えられる。したがって、これらの薬剤は投与時期によっては肉質に悪影響を与えないで増体を向上させられる可能性がある。

$\beta$  アゴニストによる筋肉の増大のメカニズムはホルモンを介した間接的なものでなく筋肉に直接作用し蛋白質の分解を抑制することによるとの報告がある<sup>12)</sup>。しかし、Beerman ら<sup>2)</sup> は羊にシマテロールを処置したとき GH と IGF1 が著しく上昇し、シマテロールによる筋肉増大作用にこれらの内分泌の関与を示唆した。今回の成績では RA 投与により GH, IGF1 ともに対照との間に差はみられなかった。クレンプテロールを子牛に投与した場合にも GH と IGF1 は対照との間で持続的な差が認められていない<sup>14)</sup>。したがって、RA の増体効果も筋肉に対する直接作用である可能性が高い。また、Ricks ら<sup>13)</sup> はクレンプテロール 10 mg/頭/日を肥育牛に投与したとき UN の有意な低下を認めている。今回の RA 投与によっても同様に UN が低下し、増体効果が顕著であった中期に UN はより低い値を示した。したがって、この血清中 UN 濃度の低下は蛋白質の合成に関わる窒素の筋肉中へのより多い貯留を示していると考えられる。

反芻動物においてエストロジェンが成長を促進することは古くから知られているがそのメカニズムは明確でない。今回の試験でも CO 投与により著しい増体効果が認められた。血液成分では IGF1 の上昇と BUN の低下がみられた。Hongerholt ら<sup>7)</sup> はエストロジェンを肥育牛に埋め込んだところ、IGF1 濃度及び GRF 負荷による GH 分泌の著しい上昇と BUN の低下を報告した。これらはエストロジェンの増体効果が GH あるいは IGF1 を

介しての蛋白質同化によることを示唆するものと思われる。また、肉質についてはエストロゲン投与により蛋白質の蓄積増加、脂肪蓄積割合の減少が報告されている<sup>9, 15)</sup>。本試験ではCO投与による肉質の差は認められなかった。今回埋め込んだCOは効果が400日程度であるため18か月齢前後でその効果が消失しており、30か月齢でと殺した肉質には大きな影響がなかったものと考えられる。

今回の試験結果は肥育前期のRAあるいはCOを使用することによって肉質に影響せず但馬牛肥育牛の増体を大きくできることを示唆する。また、RAとCOの作用機序の違いから効果的に働く時期も異なる可能性がある。すなわち、RAの作用が直接筋肉に対するものであれば肥育が進んでもその効果がある。しかしCOはGHあるいはIGF1を介して間接的に筋肉に働くと考えられるので若い牛ほど効果が大きいと思われる。今後さらに例数を増やし効率的な効果が得られる時期についても検討する必要があると考える。

最後に本試験で用いたRA及びCOを提供して頂いたイーライリリー社に深謝します。

#### 引用文献

- (1) Baker, P. K., R. H. Dalrymple, D. L. Ingle and Ricks, C. A. (1984) : Use of a  $\beta$ -adrenergic agonist to alter muscle and fat deposition in lambs : J. Anim. Sci. 59, 1256-1261
- (2) Beermann, D. H., W. R. Butler, D. E. Hogue, V. K. Fishell, R. H. Dalrymple, C. A. Ricks and C. G. Scanes (1987) : Cimaterol-induced muscle hypertrophy and altered endocrine status in lambs : J. Anim. Sci. 65, 1514-1524
- (3) Chikhou, F. H., A. P. Moloney, P. Allen, J. F. Quirke, F. H. Austin and J. F. Roche (1993) : Long-term effects of cimaterol in Friesian steers : I. Growth, feed efficiency and selected carcass traits : J. Anim. Sci. 71, 906-913
- (4) Chikhou, F. H., A. P. Moloney, P. Allen, R. L. Joseph, P. V. Tarrant, J. F. Quirke, F. H. Austin and J. F. Roche (1993) : Long-term effects of cimaterol in Friesian steers : II. Carcass composition and meat quality : J. Anim. Sci. 71, 914-922
- (5) Dunshea, F. R., R. H. King and R. G. Campbell (1993) : Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts : J. Anim. Sci. 71, 2931-2941
- (6) Hays, C. L., G. M. Davenport, T. G. Osborn and D. R. Mulvaney (1995) : Effect of dietary protein and Estradiol-17 $\beta$  on growth and insulin-like growth factor 1 in cattle during realimentation : J. Anim. Sci. 73, 589-597
- (7) Hongerholt, D. D., B. A. Crooker, J. E. Wheaton, K. M. Carlson and D. M. Jorgenson (1992) : Effects of a growth hormone-releasing factor analogue and an estradiol-trenbolone acetate implant on somatotropin, insulin-like growth factor 1, and metabolite profiles in growing Hereford Steers : J. Anim. Sci. 70, 1439-1448
- (8) Johke, T. (1978) : Effect of TRH on circulating growth hormone, prolactin and triiodothyronine levels in the bovine : Endocrinol. Japon 25, 19-26
- (9) Lemieux, P. G., F. M. Byers and G. T. Schelling (1988) : Anabolic effects on rate, composition and energetic efficiency of growth in cattle fed forage and grain diets : J. Anim. Sci. 66, 1824-1836
- (10) Mitchell, A. D., M. B. Solomon and N. C. Steele (1990) : Response of low and high protein select lines of pigs to the feeding of the beta-adrenergic agonist ractopamine (phenethanolamine) : J. Anim. Sci. 68, 3226-3232
- (11) Moloney, A. P., P. Allen, D. B. Ross, G. Olson and E. M. Convey (1990) : Growth, feed efficiency and carcass composition of finishing Friesian steers fed the  $\beta$ -adrenergic agonist L-644, 969 : J. Anim. Sci. 68, 1269-1277
- (12) Reeds, P. J. and H. J. Mersmann (1991) : Protein and energy requirements of animals treated with  $\beta$ -adrenergic agonists : a discussion : J. Anim. Sci. 69, 1532-1550
- (13) Ricks, C. A., R. H. Dalrymple, P. K. Baker and D. L. Ingle (1984) : Use of a  $\beta$ -agonist to alter fat and muscle deposition in steers : J. Anim. Sci. 59, 1247-1255
- (14) Sauerwein, H., L. M. Rinke, T. Richter and H. H. D. Meyer (1993) : Patterns of plasma cortisol, luteinizing hormone (LH), growth hormone (GH) and insulin-like growth factor 1 (IGF1) concentrations in clenbuterol treated veal calves : J. Reprod. Dev. 39, 229-235
- (15) Solis, J. C., F. M. Byers, G. T. Schelling and L. W. Greene (1989) : Anabolic implant and frame

- size effects on growth regulation, nutrient repartitioning and energetic efficiency of feedlot steers : J. Anim. Sci. 67, 2792-2801
- (16) Wheeler, T. L. and M. Koochmaraie (1992) : Effects of the  $\beta$ -adrenergic agonist L644, 969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers : J. Anim. Sci. 70, 3035-3043
- (17) Yen, J. T., H. J. Mersmann, D. A. Hill and W. G. Pond (1990) : Effects of ractopamine on genetically obese and lean pigs : J. Anim. Sci. 68, 3705-3712