

## リボフラビン給与が肥育豚の発育, 肉質及び 脂肪蓄積に及ぼす影響

香川裕一・山本 剛・内山健太郎

### 要 約

肥育後期の肥育豚を用い, リボフラビンの給与が発育, 肉質および脂肪蓄積に及ぼす影響を調べた。飼料中へのリボフラビン添加量が0.2%, 0.1%及び無添加対照の3区を設け, 35日間の給与試験を実施した。

- 1 一日平均増体量はリボフラビン添加量の増加(0.1%, 0.2%)に伴い, 増加した。また, と体長の伸長も認められた。
- 2 背脂肪厚はリボフラビン添加量0.1%で最も薄く, リボフラビン給与により, 背脂肪厚の増加が抑制される傾向が認められた。
- 3 リボフラビン給与により, 筋肉中の脂肪含量が大きく低減する作用が見られ, 胸最長筋中の粗脂肪含量は半減し, 水分含量が増加した。
- 4 リボフラビン給与により, 肉色はやや濃くなる傾向が見られた。
- 5 リボフラビン0.2%添加飼料給与により血清中の総コレステロール(T-cho)に占めるHDLコレステロール(HDL-cho)の割合が増加する傾向が認められた。

### Effect of Feeding Riboflavin on Growth, Meat Quality and Fatty Accumulation in Growing-finishing Pigs

Yuichi KAGAWA, Takeshi YAMAMOTO and Kentaro UCHIYAMA

### Summary

The effects of feeding riboflavin on growth, meat quality and fatty accumulation in growing-finishing pigs were investigated. The pigs were allotted three dietary treatments and were fed restricted diets containing 0, 0.1 and 0.2% riboflavin for 35 days.

- (1) The Growth rate increased linearly with riboflavin intake (0, 0.1, 0.2%). The length of carcass tended to be longer in groups fed riboflavin than in the control group.
- (2) The Backfat thickness was thinner in the group fed 0.1% riboflavin than in the other groups.
- (3) In the loin, crude fat content decreased significantly and moisture content increased with riboflavin intake.
- (4) The value of pork color standard tended to elevate with riboflavin intake.
- (5) The ratio of HDL cholesterol (HDL-cho) amount against total cholesterol amount in serum tended to increase in the group fed 0.2% riboflavin.

キーワード: 肥育豚, リボフラビン, 発育, 肉質, 脂肪蓄積, 血清脂質

### 緒 言

現在の肉豚肥育は, 高エネルギー飼料の給与により, 高い増体性を得て生産性の向上を図っている。しかし, 高エネルギー飼料は体脂肪の蓄積割合を増加させ, 体脂肪の生産が活発な去勢豚では過度の皮下脂肪により, 枝肉の評価を低下させることが多くなってきている。この

ため, 肥育豚の増体性を損なうことなく体脂肪の蓄積を抑制する技術が求められている。リボフラビンは動物の体内で, 補酵素としての機能を持ち, 脂質代謝に重要な働きをしている<sup>3)</sup>。従来, リボフラビンは欠乏した場合の障害だけが問題とされ, 要求量を上回る量を摂取した場合の効果は知られていない。水溶性ビタミンのリボフラビンは体内での蓄積作用がないため, 大量摂取の悪影響はないと言われる<sup>3)</sup>が, 豚への影響は未知である。

表1 試験区分

	1区	2区	3区
リボフラビン添加量(%)	0.2	0.1	0

表2 供試豚の概要

	1区	2区	3区
日 齢	150.0 ±7.5	149.2 ±10.2	149.2 ±8.0
体 重(kg)	72.9 ±3.0	74.0 ±3.6	73.0 ±4.5
供試頭数	5	6	6

今回、リボフラビン給与による脂質代謝の活性化を期待し、リボフラビンの大量給与が肥育豚の発育、肉質及び脂肪蓄積に及ぼす影響を検討した。

## 材料及び方法

## 1 試験飼料

試験飼料の基礎飼料として豚産肉検定用飼料(DCP 13.0%, TDN 75.0%, リボフラビン含量0.000375%)を用いた。飼料添加物として市販されている純度96%のリボフラビンを基礎飼料に外付けで添加して試験飼料とした。

## 2 試験区分

試験区分を表1に示した。1, 2区は試験区としてリボフラビンを添加し、3区はリボフラビン無添加の対照区とした。日本飼養標準<sup>5)</sup>に示すリボフラビンの要求量は飼料中の含量で0.00022%に相当するが、試験飼料中のリボフラビン含量は1区では要求量の約900倍、2区では約450倍であった。

## 3 供試豚

同時期に分娩された3元雑種(LW・D種)の去勢豚17頭を供試した。試験開始時の供試豚の概要を表2に示した。

表3 飼料給与量

試験経過(日)	給与日数(日)	給与量(kg/1日)
1~8	8	2.8
9~15	7	3.0
16	1	3.2
17~28	12	3.4
29	1	3.5
30~35	6	3.6

## 4 試験方法及び試験期間

試験豚を肥育前期用市販飼料で育成し、肥育後期(体重70kg)に達する直前から基礎飼料に切り替えて、1週間馴致した後、35日間の給与試験を実施した。試験豚は1.2×2.6mの豚房で単飼とし、飼料は朝夕2回給与の制限給餌とした。飼料給与量を表3に示した。給与量は日本飼養標準<sup>5)</sup>が示す一日当たりの養分要求量以上で、すべての試験豚が残飼が無く食べきれぬ量とし、肥育豚の体重増加に伴い増量した。飲水は自由飲水とした。試験期間中は、週1回の体重測定、背脂肪厚の測定を行い、35日間の肥育の後に出荷した。なお背脂肪厚の測定はリーンミーターを用いて、体長1/2部位の正中線から約2cm離れた箇所にて測定した。

## 5 と体検査

と体の測定は供試豚全頭について実施した。供試豚は湯剥ぎ法による屠殺処理後24時間冷蔵庫内で放冷の後、豚産肉能力後代検定法に定めると体検査法に基づき各項目の測定を実施した。

## 6 筋肉の理化学的検査

肉質検査については各区2頭ずつ実施した。枝肉から左半丸の胸最長筋を採取し検査に供した。検査項目及び方法は表4に示した。

## 7 血清脂質検査

試験開始10日目(第1回検査)と30日目(第2回検査)に試験豚の頸静脈から採血を行い、血液生化学検査を実施した。なお採血は午前の飼料給与前の空腹時に行った。

血清中の総コレステロール(T-cho)、HDLコレステロール(HDL-cho)、中性脂肪(TG)の測定は富士ドライケム5500により、遊離脂肪酸(NEFA)はNEFAC-テストワコーにより測定した。

表4 筋肉の理化学的検査方法

検査項目	分析方法
肉 色	畜試式豚標準肉色(PCS)により判定
脂肪色	畜試式豚標準脂肪により判定
pH	ニードル型pH電極を筋肉に挿入して測定
水 分	100℃24時間加熱乾燥法
加熱損失	厚さ30mmの筋肉を密封し、70℃1時間温水加熱後の重量減少率を測定
テクスチャー	加熱損失測定後の試料について、テクスチャーロメーターにより、硬さ、凝集性及びガム性を測定

表5 肥育成績

	1区	2区	3区
試験開始時体重 (kg)	72.9	74.0	73.0
	± 3.0	± 3.6	± 4.5
試験終了時体重 (kg)	105.2	105.5	103.6
	± 3.3	± 2.87	± 5.7
1日平均増体量 (g)	924	901	875
	± 54	± 75	± 48
飼料要求率	3.49	3.59	3.68
	± 0.19	± 0.32	± 0.2

結 果

1 肥育成績

肥育成績を表5に示した。1日平均増体量は1区が最も大きく924gで、以下2区901g、3区875gの順であった。試験豚は全頭とも飼料給与量を同一としたため、飼料要求率は1日平均増体量が大きい1区が3.49と最も低く、以下2区3.59、3区3.68と高くなった。

リーンミーターにより計測した体長1/2部位の背脂肪厚の推移を図1に示した。3区の背脂肪厚の増加は2週以降1、2区より大きくなり、差が広がる傾向にあった。

2 と体検査成績

と体検査成績を表6に示した。と体重は2区がやや重く、以下1区、3区の順であった。と体長、背腰長、と体幅はいずれも1、2区が3区を上回る傾向にあった。ハム割合は3区が1、2区よりやや大きかった。背脂肪厚は体長1/2部位にあたるセ部分では、2区が最も薄く23.5mm、1区は24.8mm、3区は26.0mmであった。

表6 と体成績

	1区	2区	3区
と体重 (kg)	78.2	78.8	77.2
と体長 (cm)	92.9	93.0	90.5
背腰長 (cm) I	76.9	77.2	76.1
II	67.0	67.6	66.4
と体幅 (cm)	33.1	33.2	32.8
ハム割合 (%)	29.2	29.3	30.8
背脂肪厚 (mm) カタ	41.2	39.3	38.3
セ	24.8	23.5	26.0
コシ	33.6	30.0	30.8
平均	33.2	30.9	31.7
格付け※	2.8	2.8	2.3

※：格付等級 上=4，中=3，並=2，等外=1

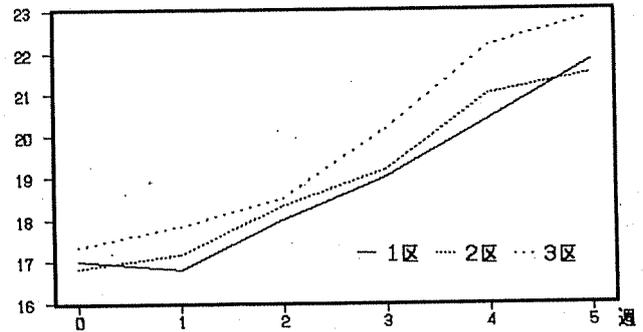


図1 体長1/2部位の背脂肪厚の推移

カタ、セ、コシ3部位の平均でも、2区が30.9mmと最も薄く、3区31.7mm、1区33.2mmで1区が厚かった。格付は1、2区が2.8で、3区の2.3よりやや優れていた。

3 胸最長筋の理化学的検査成績

胸最長筋の肉質分析値を表7に示した。肉色のスコアは3区が最も高く、以下2区、1区の順に低くなった。脂肪色、マーブリング、またpHについては大きな差は認められなかった。水分は1区が最も高く、2区、3区の順に低くなった。加熱損失は1、2区が3区よりやや小さかった。粗脂肪については1区が2.33%、2区が2.26%であるのに対して3区は4.82%と大きな差が認められた。テクスチャーの測定値には大きな差は認められなかったが、凝集性、ガム性は1区と2区がほぼ同じで3区よりやや高い値を示した。

4 血清脂質検査

血液生化学検査成績を図2から図5に示した。血清脂質成分は豚の血液性状を調査した報告例<sup>4,6)</sup>と比較して、大きな相違はなく、いずれも正常値の範囲にあった。第1回検査において、NEFAは3区が1区と2区に比

表7 胸最長筋の肉質分析値

	1区	2区	3区
肉色	4.25	4.00	3.00
脂肪色	2.0	2.5	2.5
マーブリング	2.0	2.5	2.5
pH	5.60	5.66	5.66
水分 (%)	71.6	70.8	68.7
加熱損失 (%)	29.2	29.3	30.8
粗脂肪 (%)	2.33	2.26	4.82
テクスチャー 硬さ	3.55	3.45	3.58
凝集性	0.689	0.708	0.636
ガム性	245.1	245.0	230.3

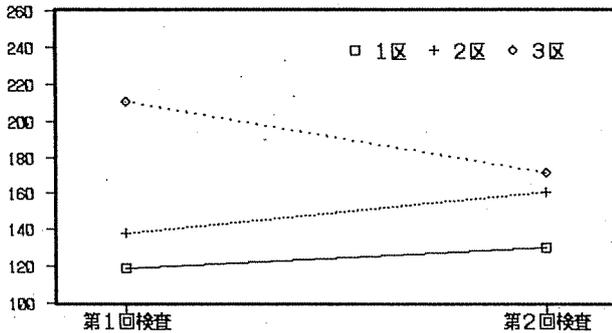


図2 NEFAの推移 (mg/dl)

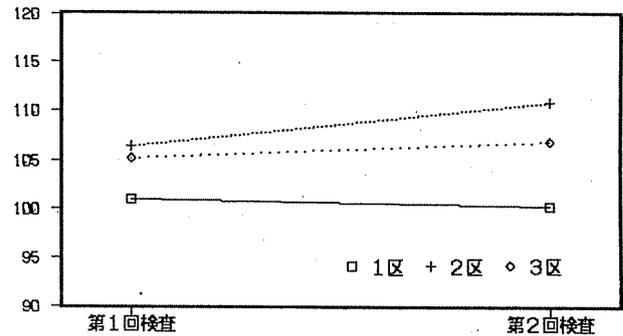


図4 T-choの推移 (mg/dl)

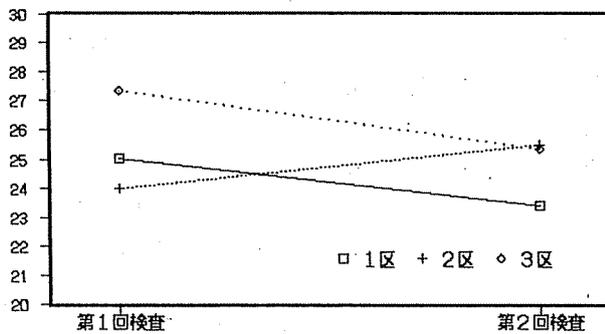


図3 TGの推移 (mg/dl)

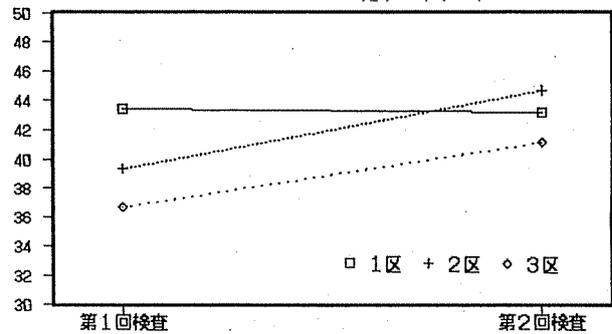


図5 HDL-choの推移 (mg/dl)

較して高かったが、第2回検査では3区が低く、2区が高くなったため2、3区の差は無くなった。1区はやや上昇したものの低値で推移した。TGは各区で差が認められず、いずれも低い値で推移した。HDL-cho、T-choは第1回、2回検査においても各区の測定値に大きな差はなかったが、2区、3区が上昇傾向を示したのに対し、1区はやや低下する傾向を示した。また1区ではT-choが他区に比較して低いにもかかわらず、HDL-choは高く、HDL-choのT-choに占める割合の増加傾向が認められた。

考 察

1 発育への影響

リボフラビンを飼料中に0.2%、0.1%添加して給与することにより、発育を促進する作用が認められ、1日平均増体重は増加した。またと体成績では、と体長、背腰長が長くなるなど、骨格の発達にも若干の影響を及ぼしているものと思われた。高エネルギー飼料を給与した場合、肥育豚のと体長は短くなる弊害がある<sup>2)</sup>が、リボフラビンの給与によると体長の伸長は、枝肉の格付けに有利に作用するものと思われた。

本試験では、飼料給与量を各区とも同量としたため、リボフラビンによる発育促進はエネルギー代謝や蛋白質

代謝を活性化し、摂取した栄養分を効率的に利用した結果と考えられる。また、リボフラビンの給与量は要求量の450~900倍と大量であったが、臨床症状の発現等、発育や健康状態への悪影響は認められなかった。

2 脂肪蓄積への影響

枝肉検査時に測定した背脂肪厚はリボフラビンを0.1%添加した場合最も薄かった。特に格付けへの影響が大きいセ部分はリボフラビン添加量が0.2%、0.1%のいずれの場合も無添加より薄かった。枝肉の格付けに際しては、特にセ部分の厚さが重要視されるため、リボフラビン給与が有利に作用すると考えられた。ただし、これはリボフラビンが脂肪蓄積を抑制した結果だけではなく、と体長が伸長したことも関与しているかも知れず、リボフラビンが脂肪蓄積を抑制する作用は必ずしも明確ではなかった。またリボフラビン0.2%添加の場合、カタ、セ、コシの平均背脂肪厚は0.1%添加や無添加の場合より厚く、脂肪蓄積量の増加を伺わせる所見も得られた。リボフラビンの体内での補酵素としての作用は多岐にわたるため、必ずしもリボフラビンの増量が、効果を高めることに結びつかないものと考えられた。

3 胸最長筋の理化学的性状への影響

リボフラビン給与により、胸最長筋の粗脂肪含量は半減し、水分が増加した。これはリボフラビンにより、筋

肉中の脂肪分の代謝が活性化されたかあるいは筋肉中への脂肪蓄積を抑制した結果と考えられる。

油脂添加により，給与飼料を高エネルギー化すると筋肉中の水分含量は低下する<sup>1, 2)</sup>。このとき，筋肉中の粗脂肪含量は増加する<sup>2)</sup>。この変化は油脂添加に伴う肉質への悪影響であるが，リボフラビン給与により，この影響を取り去ることが可能である。

リボフラビン給与により，肉色がやや濃くなる負の影響もわずかに見られたが，全般的に，肉質への悪影響はないものと思われた。

#### 4 血清脂質成分への影響

脂質代謝が促進されていれば，NEFAの増加が予想されるが，NEFAはリボフラビン給与の肥育豚で低値を示した。血清遊離脂肪酸の消費が進行したものと考えられる。リボフラビン0.1%添加の飼料を給与した場合，T-cho量に占めるHDL-cho量の増加傾向がみられたが，HDL-choによる末梢組織から肝臓へのコレステロールの転送促進が考えられた。また，給与蛋白質の種類により，HDL-choが増加したり，逆に減少したりする場合がある<sup>7)</sup>が，リボフラビンの蛋白質代謝への影響が関与していることも考えられる。

#### 引用文献

- (1) Ellis, M. and W. C. Smith (1983) : Comparative Performance and Body Composition of Control and Selection Line White Pigs : Anim. Prod. 36, 407-413, 163
- (2) 香川裕一・森 登・山本 剛・内山健太郎(1994) : 肥育後期の肉豚への中鎖脂肪酸トリグリセリド給与が発育，肉質及び脂肪酸組成に及ぼす影響：兵庫中央農技研報 30, 11-16
- (3) 上代淑人(1991) : ハーパー・生化学(丸善株式会社)
- (4) 森千恵子・前田博之・山田英清・湯浅 亮(1987) : いわゆる肝臓変性が認められた肉用豚の血液および肝臓の生化学的性状：日獣会誌 40, 427-431
- (5) 農林水産省農林水産技術会議事務局(1987) : 日本飼養標準豚1987年版(中央畜産会)
- (6) 押田敏雄・猪股智夫・英 俊征・佐藤憲明・氷熊謙二・矢山和宏・小西信一郎(1992) : 豚の血清と血漿における生化学的成分測定値および容血程度の比較：日豚研誌 29, 58-62
- (7) 菅野道廣(1987) : コレステロール代謝の調節に関する栄養生化学的研究—食餌タンパク質の影響—：日本栄養・食料学会誌 40, 93-102