

# 肥育牛沈着脂肪の脂肪酸組成

小島洋一・富樫研治\*・小松明德

YOICHI KOJIMA, KENJI TOGASHI and AKINORI KOMATSU

Fatty acid composition of beef cattle adipose tissue lipid.

**要旨：**黒毛和種，ホルスタイン種，アバディーン・アンガス種およびヘレフォード種の肥育牛から腎臓脂肪を採取し，黒毛和種では腸間膜脂肪をも採取してその脂肪酸組成を分析した。その結果，1) 品種別の腎臓脂肪酸組成ではヘレフォード種とアンガス種の間で  $C_{16:0}$  において有意差がみとめられた。2) 1日当り増体重および肥育終了時体重の相異によって脂肪酸の組成に影響がみとめられた。3) 脂肪酸の相互関係については，飽和脂肪酸と全不飽和脂肪酸の増減がほぼ正反対であった。4) 黒毛和種の腎臓脂肪および腸間膜脂肪では  $C_{14:0}$  において有意な差がみとめられた。

## I 緒 言

家畜，家禽の肉の旨味に關する要因としてそれが含有する水分，蛋白質，脂肪および炭水化物の化学成分の質と量，また硬軟の物理的性質，色や香などが挙げられる。そのうち脂肪の質が旨味に大きく關与していると考えられている。

脂肪は，飼料中の脂肪のほか炭水化物および蛋白質からも脂肪に転換され体中に存在するが，その形態は大きく分けて蓄積脂肪および組織の構成物であるものに分けられる。食品として考える場合には筋肉中に含まれる脂肪が重要視されるが，筋肉中，血液中およびその他の部位などの脂肪の存在する部位を問わずその脂肪を構成している脂肪酸の種類や量的な関係には，その動物の生理状態によって一定の関係があるようである<sup>1), 2)</sup>。

動物の蓄積脂肪は皮下，腸間膜，腎臓，大網膜，腹膜および筋肉に分布しその組成は99%が中性脂肪である<sup>3)</sup>。

反すう動物の体脂肪は単胃動物のそれに比べて質的に安定しており，脂肪を構成している脂肪酸組成も変動が少ないとされてきた<sup>4)</sup>。しかし近年の分析技術の

著しい進歩に伴って，性別，ホルモン剤の投与，環境温度，体重，飼料および家畜体の部位による脂肪酸組成の違いに関して改めて検討されている。その結果はまだ流動的であるが，例えば飼料内容や性別による脂肪酸組成への影響などが検討されている<sup>5), 6)</sup>。

そこでこの試験に於ては，肥育牛について品種，部位，肥育終了時体重および1日当り増体重と蓄積脂肪の脂肪酸組成との関係を検討した。

## II 実験方法

試験に用いた脂肪は第1表に示すごとく，黒毛和種(♂)5頭，ホルスタイン種(♂)7頭，アバディーン・アンガス種(以下アンガス種と略す)(♂)8頭およびヘレフォード種(♂)8頭から採取した。黒毛和種は京都府農業指導所丹後畜産試験分場で肥育されたもので若令去勢牛であり，ホルスタイン種，アンガス種，ヘレフォード種は丸紅飼料株式会社にて肥育されたものである。肥育期間，平均肥育開始時体重，平均肥育終了時体重は第1表に示す通りである。脂肪は黒毛和種のみ腎臓脂肪および腸間膜脂肪を採取したが，その他は腎臓脂肪のみ採取した。各肥育牛はフィードロット方式で肥育され，与えられていた飼料は第2表

京都府立大学農学部畜産学研究室

Laboratory of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

\* 現在，農林省中国農業試験場，畜産部

昭和52年7月29日受理

第1表 供 試 試 料

品 種	性	頭数	飼 養 方 法	肥 教 期 間	開 始 時 体 重 (平均)	終 了 時 体 重 (平均)	採 取 脂 肪
黒 毛 和 種	♂	5	フイードロット シ ス テ ム	294日(昭和48 年5月31日～ 49年3月20日)	254.6kg	452.0kg	腎 臓・腸 間 膜
ホ ル ス タ イ ン	♂	7	〃	303日(昭和49 年1月30日～ 11月29日)	265.3kg	595.6kg	腎 臓
アバディーン・ ア ン ガ ス	♂	8	〃	205日(昭和48 年5月30日～ 12月22日)	248.2kg	474.5kg	〃
ヘ レ フ ォ ー ド	♂	8	〃	〃	240.3kg	485.2kg	〃

の通りである。

脂肪酸組成の分析方法は蓄積脂肪の約99%を占めている中性脂肪と、微量に存在する燐脂質およびコレステロールエステルを構成している脂肪酸ならびに遊離脂肪酸のすべてを中性脂肪を構成している脂肪酸と同様にメチルエステル化してガスクロマトグラフィーで分析する手法を採用した。従って本試験の結果は総脂質の脂肪酸組成を示すことになる。クロマトグラフ記録紙のピークの同定には Church<sup>7)</sup>らの報告を参考にし、各ピークは半幅値法で面積測定を行い、全面積に対する割合を計算してこれを全脂肪酸に対する重量パーセントとした。このうち全不飽和脂肪酸とはC<sub>14:1</sub>、C<sub>16:1</sub>、C<sub>18:1</sub>およびC<sub>18:2</sub>をすべて加えたものである。

第2表 飼 料 内 容

品 種	飼 料 (自由摂取)	
	前 期 126日	後 期 168日
黒 毛 和 種	圧片大麦 74%	圧片大麦 83%
	大豆粕 13%	大豆粕 4%
	稲わら 23%	モミガラ 13%
ホ ル ス タ イ ン	トウモロコシ	32%
	マ イ ロ	17
	ラ イ 麦	20
	藪	9
	脱 脂 糖	4
アバディーン・ ア ン ガ ス	アルファルファミール	5
	大 豆 粕	1
ヘ レ フ ォ ー ド	ナ タ ネ 粕	2
	糖 蜜	6
	そ の 他	4
	(稲わら・ヘイキューブを自由摂取)	

### III 実験結果ならびに考察

品種別による腎臓脂肪の脂肪酸組成を平均値で示せば第3表のごとくである。平均値の比較を品種間で行った結果C<sub>16:0</sub>においてアンガス種とヘレフォード種の間には有意差(P<0.05)があった。その他の脂肪酸においては各品種間に有意な差はみとめられなかった。皮下脂肪および筋間脂肪についてはあるが、A. T. Gillis and A. M. Eskin<sup>8)</sup>はアンガス種およびヘレフォード種の間にはC<sub>16:0</sub>には有意な差はみとめられなかったことを報告している。また皮下脂肪のC<sub>14:0</sub>においてヘレフォード種の方がアンガス種よりも有意に高かったとしている。吉井<sup>9)</sup>らは日本短角種、黒毛和種およびホルスタイン種で、脂肪酸の品種間の差を検討しているが、飼育条件や飼料による差よりも品種による差が大きかったことを報告している。

1日当り増体重および肥育終了時体重と脂肪酸組成の関係について Terrel<sup>10)</sup>は牛の皮下脂肪ではその

第3表 品種別腎臓脂肪の脂肪酸組成<sup>a</sup>(%)

脂 肪 酸 <sup>b</sup>	品 種			
	黒毛 和種	ホルス タイン	アン ガス	ヘ レ フォード
C 14 : 0	4.43	4.35	4.84	4.59
C 16 : 0	28.24	23.29	28.95	25.86
C 18 : 0	22.61	22.63	22.39	23.27
C 18 : 1	33.97	36.59	36.69	37.07
全不飽和脂肪酸	39.98	42.07	40.67	42.47

注)a 黒毛和種5試料、ホルスタイン7試料、アンガス8試料、ヘレフォード8試料の全脂肪酸量に対する各脂肪酸の平均重量パーセントを示している

b 炭素数：二重結合数

第4表 1日あたり増体量と脂肪酸との相関

	脂 肪 酸 <sup>1</sup>				全不飽和脂肪酸
	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 18:1	
黒毛和種腎臓脂肪 (5 試料)	.9270* <sup>e</sup>	-.5485 <sup>f</sup>	.0957 <sup>ef</sup>	.5114 <sup>ef</sup>	-.0552 <sup>ef</sup>
黒毛和種腸間膜脂肪 (5 試料)	-.2763	-.3263	.6791	-.6111	-.5329

注) 1) 炭素数：二重結合数

2) 異なるアルファベットを付したものの間に有意差があることを示している。ef 間  $p < 0.001$

3) \*  $p < 0.05$

発育時の体重の増加とともに各脂肪酸の構成比率が変化することを認めており、Church ら<sup>7)</sup>は牛の皮下脂肪において、1日あたり増体量が異ると各脂肪酸の構成比率が変化することを認め、増体速度が脂肪酸の代謝に影響を及ぼしていると述べている。そこで増体重および肥育終了時体重と脂肪酸組成との関係を調べるため、黒毛和種の1日あたり増体量と各脂肪酸の構成比率との相関係数を算出し第4表に示し、また肥育終了時体重と各脂肪酸の構成比率との相関係数を算出して第5表に示した。まず黒毛和種の1日あたり増体量と各脂肪酸の割合との相関では、腎臓脂肪のC<sub>14:0</sub>においてとくに高い正の相関を示しこれは有意 ( $P < 0.05$ ) なものであった。また肥育終了時体重と各脂肪酸の割合との相関係数においても、黒毛和種の腎臓脂肪に関してC<sub>14:0</sub>が高い正の相関係数を示しこれもまた有意 ( $P < 0.05$ ) であった。ヘレフォード種の腎臓脂肪に関して全不飽和脂肪酸が高い負の相関を示しており、C<sub>18:1</sub>においてもかなり高い負の相関を示しておりとも有意 ( $P < 0.05$ ) なものであった。これらのことは、1日あたり増体重および肥育終了時体重によって変化する可能性を示しており、Terrel<sup>10)</sup>らや Church<sup>7)</sup>の報告と一部軌を一にしている。またこれらのことは

それぞれの品種において、1日あたり増体重および肥育終了時体重が異れば、各脂肪酸の代謝に相異があることを示すものであろう。肥育終了時体重が大きくなると、ヘレフォード種においては有意に全不飽和脂肪酸が減少し、黒毛和種の腸間膜脂肪、ホルスタイン種の腎臓脂肪においても全不飽和脂肪酸が減少する傾向がみられた。一方、黒毛和種腎臓脂肪およびアンガス種腎臓脂肪では、肥育終了時体重と全不飽和脂肪酸との相関は明確ではなかった。Waldman ら<sup>11)</sup>は牛の肥育がすすむにつれて皮下脂肪の飽和脂肪酸の割合が増加することを報告している。不飽和脂肪酸の割合と融点との間には負の相関があることが一般に知られている。全不飽和脂肪酸量が肥育終了時体重の大小によって変化するとすれば、肥育終了時体重の大小はその牛の脂肪の融点に関係することになり、融点が脂肪の質と大きく関係することから、ひいては肥育終了時体重が肉質に関与することになり、重要な問題と考えられる。この点はさらに多くの試験例をかさねて検討し明確にして行くことが必要であらう。

各脂肪酸の相互の関係を調べるために、各脂肪酸の間の相関係数を構成割合にもとずいて算出したものを第6表に示した。第6表によれば、C<sub>18:1</sub>と全不飽和

第5表 肥育終了時体重と脂肪酸の相関<sup>1</sup>

	脂 肪 酸 <sup>2</sup>				全不飽和脂肪酸
	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 18:1	
黒毛和種腸間膜脂肪	-.1419	.4707	.6997	-.4778	-.4437
黒毛和種腎臓脂肪	.9299* <sup>e</sup>	-.6034 <sup>f</sup>	-.0073 <sup>ef</sup>	.8263 <sup>ef</sup>	.1043 <sup>ef</sup>
ホルスタイン腎臓脂肪	.1628	.5621	.4162	-.2711	-.5898
アンガス腎臓脂肪	.1443	.4750	.2937	.1543	.1983
ヘレフォード腎臓脂肪	.6429 <sup>abc</sup>	.6814 <sup>abc</sup>	-.0454 <sup>aed</sup>	-.7682 <sup>abd*</sup>	-.8444 <sup>bd*</sup>

注) 1) 黒毛和種5試料, ホルスタイン7試料, アンガス8試料, ヘレフォード8試料の相関係数を示している

2) 炭素数：二重結合数

3) 異なるアルファベットを付したものの間に有意差があることを示している ab間 $p < 0.05$ , cd間 $p < 0.01$ , ef 間  $p < 0.001$

4) \* $p < 0.05$

第6表 脂肪酸相互の相関<sup>a</sup>

脂肪酸 <sup>b</sup>	脂 肪 酸			
	C 16:0	C 18:0	C 18:1	全不飽和脂肪酸
黒毛和種腸間膜脂肪				
C 14:0	-.2723	.1338	.2472	.0555
C 16:0		-.1696	-.4595	-.4185
C 18:0			-.2809	.7564
C 18:1				.7455
黒毛和種腎臓脂肪				
C 14:0	-.2777	-.2581	.4588	-.1004
C 16:0		-.4237	-.5384	-.6004
C 18:0			-.1735	.2438
C 18:1				.4962
ホルスタイン腎臓脂肪				
C 14:0	.4755	.0550	-.7376	-.6676
C 16:0		-.1066	-.7744	-.9002*
C 18:0			-.1185	-.2472
C 18:1				.9158*
アングス腎臓脂肪				
C 14:0	.2651	.1392	-.7196	-.5745
C 16:0		.0740	-.1807	-.2747
C 18:0			-.7279*	-.8054*
C 18:1				.9680***
ヘレフォード腎臓脂肪				
C 14:0	.1571	.0524	-.5223	-.6683
C 16:0		.0816	-.7049	-.7622*
C 18:0			-.1199	-.2654
C 18:1				-.9086*

注) a 黒毛和種5試料, ホルスタイン7試料, アングス8試料, ヘレフォード8試料の相関係数を示している

b 炭素数:二重結合数

\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

脂肪酸とは相関が高く, とくにホルスタイン種, アングス種およびヘレフォード種において高く, 有意なものであった。これは  $C_{18:1}$  が全不飽和脂肪酸の大きな部分を占めていることから当然のことと考えられる。ホルスタイン種, アングス種, およびヘレフォード種の腎臓脂肪において, 飽和脂肪酸間にはほとんど高い相関がみとめられないのに対して, 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の間に高い負の相関がみとめられる場合が多かったことは, 体内での飽和脂肪酸の生成と不飽和脂肪酸とくに  $C_{18:1}$  の生成がほぼ正反対の動きをするものと考えられる。しかし黒毛和種においてそのような関係が顕著でなかったことと, 黒毛和種の肉質が他の三種よりも極めてすぐれたものであるとされていることを考え合せると興味深い。

体の部位による脂肪酸組成の違いに関する報告は, 牛の皮下脂肪において外層および内層を比較し, 外層ほど不飽和脂肪酸の割合が多い旨の報告<sup>10)</sup>, その他腎臓脂肪と筋間脂肪とでは, 脂肪酸組成が似ているという報告などがある<sup>12)</sup>。この試験において黒毛和種の腎臓脂肪と腸間膜脂肪のそれぞれの脂肪酸組成を調べた結果は第7表に示したごとくである。この2部位間で差がみとめられたのは  $C_{14:0}$  でこの差は  $P < 0.05$  で有意なものであった。しかし  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:0}$ ,  $C_{18:1}$  および全不飽和脂肪酸においては有意な差はみとめられなかった。Wakie ら<sup>13)</sup> によると脂肪酸の体内での生合成に関して, 炭素数16以下のものはミトコンドリア以外の部分で合成されることを報告している。そこで黒毛和種の腎臓脂肪は腸間膜脂肪に比較して  $C_{14:0}$  の重量パーセントが大きいことから, その生合成にあたり, ミトコンドリア以外の部分に関与している割合が大きいのかも知れない。

以上の試験結果から, 腎臓脂肪の品種による脂肪酸組成の違いはアングス種とヘレフォード種間に  $C_{16:0}$

第7表 脂 肪 酸 組 成 (黒毛和種)<sup>a</sup>

脂 肪 酸 <sup>b</sup>	腎 臓 脂 肪 (%)					腸 間 膜 脂 肪 (%)				
	No1	No2	No3	No4	No5	No1	No2	No3	No4	No5
C 14:0	4.04	4.90	3.81	5.20	4.22	3.98	3.01	3.14	3.62	2.83
C 16:0	28.58	24.86	29.11	29.72	28.95	24.82	23.06	28.64	28.34	29.76
C 18:0	20.06	24.25	24.56	20.47	23.70	22.92	23.89	19.27	25.11	23.84
C 18:1	34.35	35.13	31.84	33.77	34.76	37.69	35.42	35.09	32.90	35.43
全不飽和脂肪酸	41.91	41.21	39.00	38.71	39.05	42.91	42.40	43.40	38.56	40.75

注) a 5試料 (No1, No2, …, No5) のそれぞれについて各脂肪酸の全脂肪酸量に対する重量パーセントを示している

b 炭素数:二重結合数

においてみとめられ、この二品種が同一飼料で肥育され、平均の屠殺時体重もほぼ同じであったことを考え合わせるとこの二品種の腎臓脂肪の脂肪酸組成とくに  $C_{16:0}$  の割合に差があると考えられるが、他の試験に同様な結果もみられず、さらにこの点は試験を行って例数を増やして断定すべきであろう。

1日当り増体重および肥育終了時体重と脂肪酸組成に関する結果からは、増体および屠殺時体重の違いが脂肪酸組成に影響を及ぼしていることが考えられた。このことは増体速度、云いかえれば脂肪の沈着の速度がその脂肪酸組成に影響を及ぼしていることを示唆している。しかしながら、各品種によって相関の高い脂肪酸の種類が異なる場合がみとめられこのことについてはさらに検討を要するであろう。

脂肪酸間の相互関係については、飽和脂肪酸と全不飽和脂肪酸の増減がほぼ正反対であると考えられた。

部位による脂肪酸組成の違いは、腎臓脂肪と腸間膜脂肪の間に有意な差がみとめられたが、試料数も少なくまた黒毛和種の1品種のみについてであったのでさらに他品種の場合なども加えて例数を増やして検討すべきであろう。

#### 引用文献

- 1) 菅野 道広・和念 功・和田 正太 (1966) 日農化, 40 (10) :381.
- 2) 菅野 道広・和念 功・和田 正太 (1966) 生化学, 38 (5) :242.

- 3) 加藤 舜郎 (1968) 食肉の低温処理, 122. 養賢堂, 東京.
- 4) Tove S.B. and R.D. Mochrie (1963) J. Dairy Sci. 46 :686.
- 5) Hornstein I.P. F. Crowe and R. Hiner (1967) J. Food Sci. 36 :650.
- 6) Crouse J.D. James D. Hemp J.D. Fox D.G. Ely and W.G. Moody (1972) J. Anim. Sci. 34 :384.
- 7) Church D.C. A.T. Ralston and W.H. Kennick (1967) J. Anim. Sci. 26 :1296.
- 8) Gillis A.T. and A. M. Eskin (1973) J. Food Sci. 38 :408.
- 9) 吉井 精一・川島 良治・上坂 章次 (1972) 日畜関西支部報 第63輯 :14.
- 10) Terrel .NR. and R.W. Bray (1969) J. Anim Sci. 39 :288.
- 11) Waldman R.C. Suess G.G. and V.H. Brungardt (1968) J. Anim. Sci. 27 :632.
- 12) Link B.A. R.W. Bray R.G. Cassens and R. G. Kaufman (1970) J. Anim. Sci. 30 :6.
- 13) Wakie S. J. J W. Porter and D.M. Gibson (1957) Biochemica et Biophysica Acta 24 :453.

#### Summary

Composition of fatty acids of Japanese Black Holstein, Aberdeen Angus and Hereford cattle adipose tissue lipids were examined.

Only one case was found significantly different that is  $C_{16:0}$  in fatty acid composition in kidney

fat of Aberdeen Angus and Hereford.

Changes in the composition of fatty acid of kidney fat were appeared to be related to the daily gain and the fattening period.