めん羊骨髓脂質中の脂肪酸分布

大 武 由 之

宇都宮大学農学部

Fatty Acid Distributions in Sheep Bone Marrow Lipids

Yoshiyuki OHTAKE

Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, Utsunomiya

Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi (*J. Jap. Soc. Nutr. Food Sci.*) **36**, 37~42 (1983) The fatty acid compositions of lipids and the stereospecific distribution of fatty acids in triacylglycerols were determined on the lipids extracted from marketed sheep bones (humerus, femur, scapula and rib) and on the fractionated bone marrow lipids.

Sheep bone marrow lipids were largely composed of neutral lipids, and the predominant fatty acids of lipids were $C_{16:0}$, $C_{18:0}$ and $C_{18:1}$ acids. The phospholipid fractions contained less $C_{16:0}$ and $C_{18:1}$ acids, and more polyunsaturated fatty acids than the neutral lipid fractions of bone marrow lipids.

Of the saturated fatty acids, $C_{16:0}$ predominated in 1 position, and $C_{18:0}$ was abundant in 1 and 3 positions; on the contrary, $C_{18:1}$ and $C_{18:2}$ acids were more at 2 position than 1 and 3 positions.

Generally, the fatty acid composition and triacylglycerol structure of lipid was similar in all four bone marrow samples tested and resembled that of ovine or bovine muscle lipids.

Sheep bone marrow lipid was fractionated by acetone crystallization procedure to yield four fractions of which three were solid and one was liquid fractions. The separated fraction 1, 2, 3 and 4 were composed of 87, 72, 53 and 32% of saturated fatty acids, respectively.

Stereospecific analyses of these fractions revealed that $C_{18:0}$ was contained more in 1 and 3 positions than 2 position; on the contrary, that $C_{18:1}$ and $C_{18:2}$ were contained more at 2 position than 1 and 3 positions. Although, in case of the fractions with high melting points (fraction 1 and 2) considerable amounts of $C_{16:0}$ and $C_{18:0}$ were esterified at 2 positions, contents of those acids at 2 position of fraction 3 and 4 were rather small.

(Received June 20, 1982)

食肉の脂質や家畜の脂肪組織の脂質に関しては多くの研究があるが、家畜や家禽の骨の脂質については比較的研究が少ない。近年、食肉生産において未利用部分からの食肉の取得を目的として、機械的除骨処理の方法が開発されている。機械的除骨で得た肉 (MDM) には骨髓が含まれているので、これが MDM や MDM を原料とした肉製品の酸化、安定性に対する影響に関して、牛肉^{1)~3)}、鶏肉^{4)~6)}、七面鳥⁷⁾ の MDM で検討されている。肉や肉製品の酸化に影響がある骨髓の成分は、ヘムと骨髓脂質などと考えられ、鶏の MDM の脂質⁵⁾、貯蔵中の脂質の酸化⁴⁾ が調べられた。

MDM への骨髓脂質の混入を考慮して、牛⁸⁾⁹⁾ および鶏¹⁰⁾ の骨髓脂質の脂肪酸組成は調べられている。羊の骨髓脂質に関連しては、Kunzman ら¹¹⁾ が小羊の頸部の骨からの MDM 脂質の脂肪酸組成を調べ、Gorvatov ら¹²⁾ が、めん羊の各部位の骨の脂質の脂肪酸組成を報告

しているが、なお研究例が少ない。また、めん羊骨髓脂質中の脂肪酸配置を調べた例は見かけないので、立体特異的分析を加え、めん羊骨髓脂質の性質をさらに詳しく知る目的で試験を行なった。

実 験 方 法

1. 供 試 試 料

食肉工場で原料肉処理の工程で、輸入めん羊の枝肉から得られた3頭分の上腕骨、大腿骨、肩甲骨および肋骨を試験に供した。骨からは付着している結締組織や筋肉を除き、肩甲骨と肋骨は細かく碎き、大部分が脂肪組織から成っている上腕骨と大腿骨の骨髓は、骨を割って骨髓を取り出し、それぞれの試料から Folch らの方法によって脂質を抽出して供試試料とした。

めん羊骨髓脂質の分画方法の概要は Fig. 1 に示すとおりであるが、供試試料の混合した脂質 100 g を 10 倍量のアセトンに溶解し、27°C の恒温で1晩放置した後、

析出した結晶は濾過し、少量のアセトンで洗浄する。濾液と洗液とは合わせて、いったん減圧下に溶剤を除き、残った脂質はふたたび 10 倍量のアセトンに溶解し、17°C で 1 晩放置する。生じた結晶を濾過、洗浄し、濾液部は前と同様に処置し、2°C の冷蔵庫に 1 晩放置する。結晶部は冷しておいたアセトンで洗浄して、濾液部は溶剤を留去して液状油の画分を得た。それぞれの処理段階で得られた骨髓脂質画分の融点は、Fig.1 に付記した。

2. 脂質の分析

骨髓脂質の分別画分の融点は、上昇融点を測定して求めた。

脂質のリン含量を定量し、その結果を 25 倍してリン脂質の含量とした。

リン脂質は Hornstein ら¹³⁾の方法により、ケイ酸に吸着させて分取した。

供試脂質は三フッ化ホウ素を用いメチルエステル化し¹⁴⁾¹⁵⁾ガスクロマトグラフィーにより脂肪酸組成を測定した。

脂質のエステル化には、試料 20~25 mg をねじ口試験管に採り、0.5 N 水酸化カリウム・メタノール溶液 1 ml を加え、テフロンライナーパッキング付キャップを施して、80°C の湯浴中で脂肪球が溶解するまで約 3 分間加熱する。試験管を湯浴より取り出し、冷却後三フッ化ホウ素メタノール錯塩（和光純薬・ガスクロマトグラフ用）2 ml を加え、キャップをしてふたたび 80% の湯浴中で 3 分間加熱する。湯浴より試験管を取り出し、冷えてから飽和食塩水 3 ml を加え、ついでヘキサン 5 ml を加えて振盪し、遠心分離してヘキサン層をわけとり、メチルエステルの抽出を行なった。

ガスクロマトグラフィーは島津製作所製 GC 4CM PF を用い、Chromosorb WAW (60-80 メッシュ) に DEGS 10% を塗布した充填剤をつめたガラスカラム (3 mm×3 m) で、水素炎イオン化検出器を用い、抽入部と検出部は 250°C、カラム温度は 185°C で実施した。

クロマトグラム上のメチルエステルのピークは標準試料との対比で同定し、あるいは相対炭素鎖長で判定した。各ピークの面積は、島津デジタルインテグレータ ITG 4A によって測定し、これより脂肪酸組成の算出を行なった。

トリアシルグリセロール (TG) の立体特異的分析は、Brockerhoff¹⁶⁾ および Christie ら¹⁷⁾の方法によったが、この際、ホスホリパーゼ A₂ には、ハブ (*Trimersurus flavoviridis*) の蛇毒を使用した。

実験結果および考察

1. めん羊骨髓脂質の脂肪酸分布

上腕骨、大腿骨、肩甲骨および肋骨から得ためん羊の

骨髓脂質の脂肪酸組成、リン脂質含量および融点は、Table 1 に示すとおりである。

骨髓脂質は融点が 37~40°C で、めん羊の蓄積脂肪よりもやや低いかと思われた。肩甲骨と肋骨からの脂質は、上腕骨と大腿骨の骨髓脂肪組織から得た脂質に比べて、リン脂質の含量は多かった。

めん羊骨髓脂質のおもな脂肪酸は C_{16:0}、C_{18:0}、C_{18:1} で、ほかに少量の C_{16:1}、C_{18:2} を含み、枝鎖脂肪酸 C_{17:0 Br} も微量に含まれていた。不飽和脂肪酸の 80% 以上が C_{18:1} で、飽和脂肪酸に富み、とくに C_{18:0} が多いのが、ひとつの特性と見られた。試験の結果からは、めん羊の骨の脂質は、解剖学的部位がちがっても、近似した脂肪酸組成を有していた。

Kunsman ら¹¹⁾はめん羊骨髓脂質の C_{16:0}、C_{18:0}、C_{18:1} の含量は、それぞれ 24.1%、18.1% および 46.5% としている。今回の結果は C_{16:0} がやや少ないが、ほぼ類似した脂肪酸組成を示し、牛の椎骨、肋骨および大腿骨の骨髓脂質では、C_{16:0} 19.3~20.6%、C_{18:0} 14.6~20.3%、また C_{18:1} は 45.1~50.5% であったとの研究結果⁹⁾にも似ていた。

Table 1. Fatty acid composition of lipids extracted from sheep bone marrow.

(wt. %)

Bone	Humerus	Femur	Scapula	Rib
(Fatty acid)				
14:0	1.8	1.7	1.7	1.7
14:1	0.5	0.5	0.3	0.2
15:0	0.6	0.5	0.4	0.4
15:1	0.2	0.2	0.1	0.1
16:0	19.5	19.3	21.2	20.9
16:1	2.8	2.5	2.7	2.7
17:0 Br	0.8	1.1	0.4	0.3
17:0	1.5	1.3	1.4	1.7
17:1	0.9	0.7	0.7	0.8
18:0	21.0	18.9	22.0	23.4
18:1	44.4	46.3	43.7	42.6
18:2	3.4	3.9	3.2	3.4
18:3	2.7	1.6	2.0	1.8
20:1	0.3	0.4	0.2	0.3
20:4	tr	0.1	tr	tr
Sat. acid	45.1	43.0	47.0	48.1
Phospholipid*	0.2	0.2	1.6	2.8
Melting point (°C)	38.2	37.7	39.7	37.5

* Weight percentage in total lipid.

マトンの脂質¹⁸⁾¹⁹⁾、牛肉の脂質²⁰⁾²¹⁾について調べた脂肪酸組成と比べると、今回の骨髓脂質は $C_{16:0}$ が少なく $C_{18:0}$ が多いが、おおむねマトンや牛肉の脂質に類似

Table 2. Main fatty acids of phospholipid* from sheep bone marrow lipids.

	(wt. %)				
	Bone	Humerus	Femur	Scapula	Rib
(Fatty acid)					
16:0		17.2	15.6	15.6	15.2
16:1		1.4	1.2	1.3	1.2
17:0		0.8	0.9	1.1	1.0
18:0		15.0	15.8	20.8	21.9
18:1		38.9	35.9	29.9	30.5
18:2		9.5	8.2	10.0	10.2
18:3		1.9	2.9	1.3	1.5
20:4		5.2	6.6	5.4	5.0
20:5		2.7	3.8	2.3	2.6
22:5		1.4	3.7	5.5	5.2
22:6		0.7	1.3	2.6	1.9
Unsat. acid		65.7	66.2	61.2	60.6

* Separated from the total lipids by the method of Hornstein *et al.*¹³⁾.

Table 3. Positional distribution of fatty acids in triacylglycerol of sheep bone marrow lipids.

	(mole %)											
	Humerus			Femur			Scapula			Rib		
Bone position	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(Fatty acid)												
14:0	1.5	1.7	1.2	1.7	1.7	3.2	2.3	3.8	0.4	1.8	0.9	1.9
14:1	0.4	1.1	0.4	0.3	1.0	0.7	0.3	1.1		0.3	0.4	
15:0	0.9	0.4	0.7	0.8	0.3	0.3	0.6	0.2		0.5	0.2	0.2
15:1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.1	0.1
16:0	33.4	11.0	12.2	39.1	11.3	15.2	42.4	11.8	12.7	34.6	9.7	16.9
16:1	3.1	3.0	3.2	3.0	2.9	1.2	2.9	3.1	0.9	3.2	2.3	1.3
17:0 Br	1.7	0.3	2.6	1.8	0.5	1.6	1.6	0.4	1.6	1.1	0.4	2.0
17:0	2.6	0.6	2.0	2.2	0.6	1.2	1.9	0.3	1.3	2.4	0.7	1.9
17:1	0.5	1.2	1.1	0.4	0.9	0.3	0.5	0.9	0.3	0.5	1.1	0.9
18:0	29.1	6.8	22.0	27.3	7.3	23.5	25.6	6.9	22.1	29.1	6.9	26.2
18:1	23.7	62.2	53.1	20.1	64.2	48.0	19.4	62.6	56.4	24.0	69.0	43.5
18:2	1.6	7.1	3.9	1.6	6.2	4.4	1.4	5.8	4.9	1.5	6.2	3.7
18:3	0.5	3.7		0.5	2.5		0.4	2.8		0.4	1.9	1.0
20:1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.5	0.5	0.2	0.2	0.6	0.1	0.1	0.3
Sat. acid	69.3	20.7	41.2	73.2	21.6	45.5	74.6	23.3	38.4	69.7	18.9	49.6
Unsat. acid	30.7	79.3	58.8	26.8	78.4	54.5	25.4	76.7	61.6	30.3	81.1	50.4

した脂肪酸パターンを示していた。

めん羊骨髓脂質のリン脂質画分のおもな脂肪酸の含量は、Table 2 に示すとおりである。

試験した 骨髓脂質は大部分が中性脂質より成っていて、リン脂質はごく少量であったが、リン脂質は全脂質に比べ $C_{16:0}$ と $C_{18:1}$ が少なく、 $C_{18:2}$ 、 $C_{20:4}$ 、 $C_{20:5}$ 、 $C_{22:5}$ などの多価不飽和脂肪酸に富んでいた。リン脂質含量がやや多い肩甲骨と肋骨との脂質は、上腕骨や大腿骨の脂質に比べて、リン脂質の脂肪酸組成では $C_{18:0}$ が多く、 $C_{18:1}$ が少ない傾向が見られた。

鶏の MDM が貯蔵中に酸化を蒙るのは骨髓のリン脂質で、中性脂質では明らかな変化は認められず、冷蔵中に二重結合の数が 3 ないし 6 の多価不飽和脂肪酸の損失が大きかったといわれている⁴⁾。

めん羊骨髓脂質について、TG 内の脂肪酸分布を調べた結果は、Table 3 に示すとおりである。

TG の 1-位置には $C_{16:0}$ が多く、 $C_{18:0}$ は 1- および 3-位置に、 $C_{18:1}$ と $C_{18:2}$ は 2-位置と 3-位置に多く結合していた。奇数炭素鎖の脂肪酸のうち飽和酸の $C_{17:0}$ Br と $C_{17:0}$ は 1-位置と 3-位置に多く、不飽和酸の $C_{17:1}$ は 2-位置に多く結合していた。これらの結果、1-位置の脂肪酸の約 70% は飽和酸から成り、2-位置の約 80% が不飽和酸で占められていた。

骨の種類がちがいで TG の脂肪酸組成が若干異なり、TG の各位置での脂肪酸組成にも多少の差異は見られるが、各脂肪酸が TG の各位置に分布する割合は、骨の種類がちがっても近似した傾向を示していた。このめん羊骨髓脂質の TG 内脂肪酸分布の特性は、牛骨髓脂質について調べられた結果²¹⁾に似ていた。また、腓腺リパーゼ分解法で調べたマトン脂質の場合¹⁸⁾¹⁹⁾と、よく似た脂肪酸分布を有していた。

2. アセトン分別結晶画分の脂肪酸分布

大量の牛脂が生産されているにもかかわらず、食用には生産量の 10% が使われているにすぎないので、さらに有効な利用の方法が探究され^{22)~24)}、牛脂を適宜な方法で分別し、得られた画分の特性を利用しようとする試みがある²⁵⁾。めん羊骨髓脂質の性質が牛脂に似ていることから、骨髓脂質の分別を試み、その画分の性質を調べた。

めん羊骨髓脂質の分画の概要は、Fig.1 に示すとおりで、四つの画分を得た。

また、そのときの収量は Table 4 のとおりである。

めん羊骨髓脂質の融点は 37~40°C であったが、Frac. 1 と Frac. 2 の融点はそれぞれ 55°C、47°C と高く、

Fig. 1. Fractionation of sheep bone marrow lipid.

* (°C) Melting point.

** Solvent : lipid ratio.

Table 4. Fractionation of sheep bone marrow lipid.

Trial	Recovery	Fraction yield (wt. %)			
		Fraction			
		1	2	3	4
1	96.8	5.8	10.6	28.8	54.8
2	97.7	4.7	8.7	30.3	56.3
3	94.5	5.1	9.4	31.3	51.6
Average	96.3	5.1	9.6	31.3	54.2

Frac. 3 は融点 28°C の軟質な脂肪で、もとの脂質の約 30% に当たる収量であった。Frac. 4 はもとの脂質の 54% に当たる画分で、室温では淡黄色の液状油であった。

分別して得られた各画分のおもな脂肪酸の含量は、Table 5 に示すとおりである。

画分の融点が低くなるにつれて、飽和脂肪酸の $C_{16:0}$ 、 $C_{18:0}$ の含量は少なくなり、不飽和脂肪酸の $C_{16:1}$ 、 $C_{18:1}$ 、 $C_{18:2}$ の含量は多くなって、Frac. 1 の脂肪酸の 90% 近くは飽和酸から成り、Frac. 4 では約 70% が不飽和酸から成っていた。

分別した画分の TG 内での脂肪酸分布を、おもな構成脂肪酸について示すと、Table 6 のとおりである。

いずれの画分にあっても $C_{18:0}$ は TG の 2-位置よりも、1-位置と 3-位置に多く、 $C_{18:1}$ と $C_{18:2}$ は 1-および 3-位置に比べて 2-位置に多く結合していて、このような脂肪酸の分布傾向は、もとの骨髓脂質と同様と見られる。 $C_{16:0}$ は 1-位置での含量は各画分で大きな差異はないが、2-位置での含量は画分の融点が低くなるにつれて大きく減少している。また、 $C_{18:0}$ も画分の融点の低下につれて 2-位置と 3-位置での含量が少なくなるが、2-位置での含量の変化が顕著である。これに対して $C_{18:1}$ は、画分の融点が低くなるにつれて、TG の各位置での含量が多くなっているが、この変化は 3-位置において最も顕著である。なお、各位置での飽和脂肪酸含量も、画分の融点の低くなるにつれて、少なくなっていくが、この変化は 2-位置で最も顕著で、3-位置での変化がこれに次いでいた。

総括して、いずれの画分においても、1- と 3-位置とは 2-位置に比べて飽和脂肪酸含量が多く、TG の 2-位置に対して 1-位置と 3-位置とでの脂肪酸分布が対称的でないのは、一般の動物性脂肪の TG 構造に共通した性

Table 5. Main fatty acids of separated fractions from sheep bone marrow lipids.

Fatty acid	(wt. %)			
	Fraction			
	1	2	3	4
14:0	1.6	3.3	1.9	1.9
16:0	31.0	31.9	22.4	16.9
16:1	0.4	1.0	1.8	3.6
18:0	49.5	32.1	25.4	10.5
18:1	10.9	22.9	38.8	53.7
18:2	0.7	1.3	2.5	5.2
Sat. acid	87.2	72.8	53.6	31.8

Table 6. Positional distributions of main fatty acids in triacylglycerol of sheep bone marrow lipid fractions. (mole %)

Fraction position	Frac. 1			Frac. 2			Frac. 3			Frac. 4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(Fatty acid)												
14:0	0.5	3.1	1.0	0.6	4.5	4.6	0.2	2.9	2.8	1.3	2.5	1.9
16:0	27.6	36.9	28.4	29.7	32.3	33.8	24.1	11.3	31.9	29.0	4.6	17.2
16:1	0.6	0.6		1.2	1.1	0.8	1.3	2.3	1.9	3.7	4.1	3.0
18:0	52.3	37.7	58.4	37.4	23.5	35.5	38.0	6.5	31.6	17.8	1.5	12.3
18:1	12.1	13.9	6.5	23.0	29.1	16.5	28.8	64.5	23.1	37.3	68.8	55.0
18:2	0.8	1.2	0.2	1.4	1.9	0.8	1.7	5.2	0.6	2.4	7.7	5.4
Sat. acid	85.8	82.7	93.1	73.4	64.5	80.5	66.5	22.3	72.0	53.1	9.4	32.9

質と見られた。

分別した画分の利用の方法, 利用特性については, 今後さらに検討する必要があるが, 界面活性剤と無機塩を含む水溶液系で結晶化, 分別した牛脂の高融点画分は, ショートニングやマーガリンの硬化剤に, 軟質な脂肪はカカオバター代用品に, 液状油は通常の調理用油として用途が期待できるとの提案もある²⁵⁾。

要 約

食肉工場で原料肉処理の際, 輸入めん羊枝肉から得られた3頭分の上腕骨, 大腿骨, 肩甲骨および肋骨から, それぞれ骨髓脂質を抽出し, それらの脂肪酸組成と, 骨髓脂質のトリアシルグリセロール (TG) 内の脂肪酸分布を調べた。ついで, めん羊骨髓脂質をアセトン分別結晶法によって分画し, 製取した画分についても脂肪酸組成と脂肪酸分布を調べた。

めん羊の骨髓脂質は, 融点が 40°C 近くで, 飽和脂肪酸に富み, C_{18:0} が比較的多かった。骨髓脂質はほとんど大部分が中性脂質から成っていたが, そのリン脂質画分は全脂質に比べて C_{16:0} や C_{18:1} が少なく, 多価不飽和脂肪酸に富んでいた。

骨髓脂質の TG 内の脂肪酸分布では, C_{16:0} は 1-位置に多く, C_{18:0} は 1- および 3-位置に多く結合していて, これに反して C_{18:1} と C_{18:2} は TG の 1-位置と 3-位置よりも, 2-位置に多く結合していた。

アセトン分別結晶法によって骨髓脂質から, 飽和脂肪酸含量が多くて融点の高い2画分と, 軟質な脂肪の画分と, 室温では淡黄色の液状油の画分とを分取した。画分の融点が低くなるにつれて飽和脂肪酸が減少し, 不飽和脂肪酸は増したが, Frac. 1 はその 90% 近くが飽和酸から成り, 液状油ではその 70% 近くが不飽和酸から成っていた。

分別した画分にあっても, C_{18:0} は TG の 1-位置と

3-位置に多く, C_{18:1} と C_{18:2} は 2-位置に多く結合していて, 1- および 3-位置は 2-位置に比べて飽和脂肪酸含量が多かった。

本研究に使用したハブ蛇毒は, 鹿児島大学農学部教授加香芳孝博士のご好意により, 同大学附属熱帯病学研究施設から譲りいただいた。厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Cross, H.P. and Kotula, H.R.: *J. Food Sci.*, **43**, 284 (1978)
- 2) Joseph, A.L., Berry, B.W., Cross, H.P. and Maga, J.A.: *ibid.*, **43**, 307 (1978)
- 3) Silberstein, D.A. and Lillard, D.A.: *ibid.*, **43**, 764 (1978)
- 4) Moerck, K.E. and Ball, H.R., Jr.: *ibid.*, **39**, 876 (1974)
- 5) Lee, Y.B., Hargus, G.L., Kirkpatrick, J.A., Berner, D.L. and Forsythe, R.H.: *ibid.*, **40**, 964 (1975)
- 6) Dimick, P.S., MacNeil, J.H. and Grunder, L.P.: *ibid.*, **37**, 544 (1972)
- 7) Maxon, S.T. and Marion, W.W.: *Poult. Sci.*, **49**, 1412 (1970)
- 8) Mello, F.C., Jr., Field, R.A., Forenza, S. and Kunsman, J.E.: *J. Food Sci.*, **41**, 226 (1976)
- 9) Miller, G.J., Frey, M.R., Kunsman, J.E. and Field, R.A.: *ibid.*, **47**, 657 (1982)
- 10) Moerck, K.E. and Ball, H.R., Jr.: *ibid.*, **38**, 978 (1973)
- 11) Kunsman, J.E. and Field, R.A.: *ibid.*, **41**, 1439 (1976)
- 12) Gorbato, V.M., Liberman, S.G., Faivishevsky, M.L., Pankova, S.E., Schmidt, A.A., Yusoupova, J.U. and Yakoushina, L.M.: XXIst European meeting of meat research workers, 152 (1975)
- 13) Hornstein, I., Crowe, P.F. and Ruck, J.B.: *Ann. Chem.*, **39**, 352 (1967)
- 14) Metcalfe, L.D., Schmidt, A.A. and Pelka, J.R.: *Ann. Chem.*, **38** (1966)
- 15) Endress, J.G.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **43**, 600

- (1966)
- 16) Brockerhoff, H. : *Arch. Biochem. Biophys.*, **110**, 586 (1965)
- 17) Christie, W.W. and Moore, J.H. : *Biochim. Biophys. Acta*, **176**, 445 (1969)
- 18) 大武由之 : 栄養と食糧, **25**, 675 (1972)
- 19) 大武由之, 中里孝之 : 日畜会報, **43**, 75 (1972)
- 20) 大武由之 : 栄養と食糧, **25**, 715 (1972)
- 21) 大武由之, 星野保治 : 日畜会報, **43**, 715 (1972)
- 22) Luddy, F.E., Hampson, J.W., Herb, S.F. and Rothbart, H.L. : *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**, 240 (1973)
- 23) Holsinger, V.H., Luddy, F.E., Sutton, C.S., Vettel, H.E., Allen, C. and Talley, F.B. : *ibid.*, **55**, 473 (1978)
- 24) DeFouw, C.L., Zabik, M.E. and Gray, J.I. : *J. Food Sci.*, **46**, 452 (1981)
- 25) Bussey, D.M., Ryan, T.C., Gray, J.I. and Zabik, M.E. : *ibid.*, **46**, 526 (1981)

(昭和 57 年 6 月 20 日受理)