報 文

加工油脂のコレステロール代謝に及ぼす影響 (第3報)

パーム油と硬化大豆油及びカカオ脂との影響の比較

村上 千秋*・知見 憲次*・兼松 弘*・新谷 勲*

志村 光雄**・水谷 治夫***・平井長一郎****

* 財団法人 日本食品油脂検査協会 (〒103 東京都中央区日本橋浜町3-27-8)

** 日本マーガリン工業会 (〒103 東京都中央区日本橋浜町3-27-8)

*** 植田製油株式会社 (〒658 神戸市東灘区魚崎浜町 17)

**** 日本大学 生産工学部 (〒275 習志野市泉町1-2-1)

Effect of Processed Oils and Fats on Cholesterol Metabolism. III.
Comparison of the Effects of Palm Oil, Hardened Soybean Oil and Cacao Butter

Chiaki MURAKAMI*, Kenji CHIMI*, Hiromu KANEMATSU*, Isao NIIYA*,

Mitsuo SHIMURA**, Haruo MIZUTANI***, and Choichiro HIRAI****

* Japan Institute of Oils & Fats, Other Foods Inspection, Foundation
(3-27-8, Nihonbashi-Hamacho, Chuo-ku, Tokyo, 〒103)** Japan Margarine, Shortening & Lard Industries Ass.
(3-27-8, Nihonbashi-Hamacho, Chuo-ku, Tokyo, 〒103)*** Ueda Oils & Manufacturing Co., Ltd.
(17, Uozakihamacho, Higashinada-ku, Kobe-shi, 〒658)**** College of Industrial Technology, Nihon University
(1-2-1, Izumicho, Narashino-shi, 〒275)

Four groups of weanling male rats were fed either palm, hardened or unhardened soybean oils or cacao butter, for 28 d. Comparative studies were made on cholesterol and its metabolites in several tissues and feces from the rats, and on the chemical and physical properties of the dietary fats.

1) Hardening of soybean oil caused increase in octadecenoic acid, including *trans*-isomers, by conversion from linoleic and linolenic acids, regardless of the bound position in triglyceride. Amounts of saturated fatty acids, situated at the 2-position of triglyceride, were much less in cacao butter than in palm oil. Cacao butter was mainly comprised of 2-oleo-1, 3-disaturated glycerides, thus causing it to show unique melting behavior.

2) Cholesterol concentrations in serum and liver were low in the hardened soybean oil group, but no significant differences between the cacao butter and palm or soybean oil groups could be detected. This was also observed for serum triglyceride and phospholipid. Analytical results on fatty acids in liver and fecal lipids suggested preferential excretion into the feces of octadecenoic acid, probably its *trans*-isomers, in the hardened soybean oil group, stearic acid in the cacao butter group, and palmitic acid in the palm oil group.

3) The amounts of cholesterol and its metabolites in feces from the hardened soybean oil group were essentially the same as those in the palm oil group. In the cacao butter group, however, cholesterol content was much higher than that in the palm oil group. Some metabolites subjected to the action of intestinal bacteria, such as coprostanol, lithocholic and deoxycholic acids, were present at significantly lower amounts than those in the other groups. Thus, the ratio of

metabolites to cholesterol in the feces was basically the same in all groups, except for the cacao butter group showing a smaller value.

4) From these results, the effects of hardened soybean oil on cholesterol metabolism may be equivalent to those of palm and soybean oils, but cacao butter may somewhat differently affect the metabolism and action of intestinal bacteria.

1 緒 言

分別油、エステル交換油等の加工行程を経た油脂のコレステロールの代謝及び血中濃度に及ぼす影響を明らかにするための一連の研究において、前報^{1), 2)}では、米国で問題となった熱帯産油脂のうち我が国の主要な加工原料であるパーム油を取り上げその分別油及びエステル交換油について血清脂質、肝臓及びふん(糞)中のコレステロール並びにその代謝生成物について検討した。その結果、パーム油、パームオレイン及びそれらのエステル交換油ではパルミチン酸が多いにもかかわらず、血清コレステロールを上昇させず、またそれらのコレステロール代謝の影響は大豆油の場合と差がないことを報告し、これは、パーム油中のパルミチン酸が過剰に摂取しても優先的に糞中に排せつ(泄)されるためと推察した。最近米国で起こった反熱帯産油脂キャンペーン³⁾では、熱帯産油脂(やし油、パーム油、パーム核油)を心臓病の危険と結び付く飽和脂として、その食品への使用を国内産植物油に切り替えるように推進しているが、それらの植物油は硬化油として使用される。また、パーム油のような固型脂の生理的影響は液体油よりほぼ同融点の硬化油の場合と比較するのが望ましい。さらに、パーム油と同様に飽和脂肪酸を多く含む植物油脂であるカカオ脂も血中コレステロール濃度を上昇させないと言われている^{4), 5)}が、コレステロール代謝への影響はあまり知られていない。そこで、本報では、ラットの血清脂質、肝臓及び糞に含まれるコレステロール並びにその代謝への影響をパーム油、硬化大豆油及びカカオ脂間で比較し、併せてそれらの油脂の物理、化学的性状との関連について検討した。

2 実 験

2.1 実験動物及び飼育方法

実験動物及びその飼育、処理方法、試験飼料の基本組成は、前報¹⁾と同じである。飼料油脂は、パーム油、硬化大豆油、カカオ脂、及び対照の大豆油とし、Table-1に一般性状を示した。これらをそれぞれ20% (wt) を含む飼料で4群(1群5匹)のSprague-Dawley系雄ラットを3週齢から28d飼育した。そして飼育終了時に採血して血清を分離し、また肝臓と脂肪組織を摘出し、同時に集めた2d分の糞とともに分析に供した。

2.2 分析方法

飼料油脂の固体脂含量(SFC)、総及び2-位脂肪酸組成、トリグリセリド組成、ラットの飼料摂取量、体重及び肝臓重量、血清脂質(胆汁酸も包含)、肝臓脂質、脂肪組織中のコレステロール、糞中のステロール、肝臓及び糞中の胆汁酸並びに総脂質の脂肪酸組成は、いずれも前報¹⁾と同じ方法で分析した。ただし、カカオ脂の融点及びSFCは、26℃で7d熱処理後測定した。

2.3 統計処理法

結果は、一元配置分散分析を行ったのち、*t*-検定による有意差検定を行った。

Table-1 General properties of dietary fats.

Fat	AV	SV	IV	mp(°C)
Palm oil	0.06	198.2	51.3	35.6
(H) Soybean oil	0.04	191.3	71.7	35.4
Cacao butter	2.41	191.5	35.5	34.2*
Soybean oil	0.06	193.6	130.7	—

(H) : Hardened

* : Measured after tempering at 26°C for 7 d.

Fig.-1 SFC curves of palm oil, cacao butter and hardened soybean oil.

3 結果及び考察

3・1 飼料油脂の性状

パーム油, 硬化大豆油及びカカオ脂の SFC 曲線を Fig.-1 に示す。硬化大豆油の SFC は, 5~25℃の範囲でパーム油より約 10% 高いが, さらに高温になるとその差は次第に小さくなる傾向を示した。カカオ脂の SFC は, 5℃付近で約 90% と非常に高いが, 25℃付近から急激に減少し, 体温以下の温度では硬いが体温付近で速やかに融解するカカオ脂特有の性質を示した。この融解特性がチョコレート品質特性として優れた口どけを示す理由である⁶⁾。パーム油, 硬化大豆油及びカカオ脂の総及び 2-位脂肪酸分析結果を Table-2 に示す。硬化大豆油では, 未硬化のものに比べ総脂肪酸組成において, C_{18:2} は約 52% から 4.6%, C_{18:3} が約 7% から 0% に減少すると共に, C_{18:0} の約 4% が 10.4% 及び C_{18:1} の約 24% から 72% への増加がみられ, 大豆油の硬化により主として C_{18:2}, C_{18:3} から C_{18:1} への変換が示された。なお, C_{18:1} の 72.0% 中にトランス異性体が 38.1% 含まれていた。また, 2-位脂肪酸において総 C_{18:1} 及びそのトランス異性体がそれぞれ 79.2 及び 41.3% と更に多かったのは, 未硬化大豆油で主として 2-位を占める C_{18:2} からの変換によるものであろう。カカオ脂の場合は, 総脂肪酸組成において, C_{16:0} を主成分とするパーム油に対して, C_{18:0} 及び C_{16:0} 等を主成分とする飽和脂肪酸が約 60% を占め, パーム油より多かった。しかし 2-位脂肪酸では, C_{18:1}, C_{18:2} 等の不飽和酸が 93% を占め, 飽和酸はパーム油より更に少なかった。Table-3 にパーム油, カカオ脂及び大豆油のトリグリセリド組成を示す。なお, 硬化大豆油では *sn*-C_{18:1} を含むグリセリドピークがそのシステムのそれに重複するため明確に分離したクロマトグラムが得られなかった。カカオ脂では, 高融点のトリ飽和グリセリドを, 全く検出せず, その主成分は SOP, SOS, POP 等の 2-オレオ-1,3-二飽和グ

Table-3 Compositions of triglycerides in dietary fats*.

Unsatur- ation	Trigly- ceride	Palm oil	Cacao butter	Soybean oil
0	PPP	6.6	nd	nd
	Others	1.8	nd	nd
1	POP	30.2	15.0	nd
	SOP	5.3	37.6	nd
	SOS	nd	27.1	nd
2	POO	25.1	3.7	nd
	SOO	2.7	4.9	nd
	PLP	11.1	1.7	1.8
	PLS	nd	2.8	nd
	Others	nd	2.0	nd
3	PLO	11.1	nd	11.3
	OOO	4.0	nd	4.5
4	PLL	nd	nd	13.1
	OLO	2.1	nd	10.0
5	OLL	nd	nd	21.3
6	LLL	nd	nd	25.7
	OLnL	nd	nd	3.0
7	LLnL	nd	nd	9.3

P : Palmitic acid, S : Stearic acid, O : Oleic acid, L : Linoleic acid, Ln : Linolenic acid
For abbreviations see Table-1 and 2.

* : For hardened soybean oil, it was impossible to analyze because of poor resolution in peaks between triglycerides having oleic acid and elaidic acid.

リセリドであった。この組成は, 2-位を占める飽和酸がなかったことを反映すると共にカカオ脂特有の SFC 曲線を示す原因であろう⁷⁾。

Table-2 Compositions of total fatty acids and those occupied at 2-position of triglyceride in dietary fats.

Fat		14 : 0	16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3	Others
Palm oil	total	1.3	43.7	4.2	39.0	10.0	0.2	1.6
	2-	0.5	21.5	2.8	55.1	16.2	0.6	3.3
(H) Soybean oil	total	0.1	12.5	10.4	72.0*	4.6	nd	0.4
	2-	nd	3.0	7.9	79.2	6.8	nd	3.1
Cacao butter	total	0.1	25.2	34.9	34.6	3.3	0.2	1.7
	2-	nd	3.1	2.7	83.5	8.8	0.7	1.2
Soybean oil	total	0.1	12.0	3.8	23.5	52.4	7.3	0.9
	2-	nd	1.4	0.4	23.2	65.4	7.9	1.7

For abbreviation see Table-1. nd : not detected

* : Included 38.1% *trans* isomers.

3・2 ラットの成長及び血清脂質に及ぼす影響

28 日間飼育したラットの体重増加量, 飼料摂取量及び相対肝臓重量は, 各群平均値としてそれぞれ 76.4~77.5 (g), 435~475 (g) 及び 4.01~4.36 (g/100 g 体重) と, いずれも 4 群間にあまり大きな差がなかった。これらのラットの血清脂質の各濃度を胆汁酸とともに Table-4 に示す。総及び HDL-コレステロール濃度とも硬化大豆油群で低い傾向があり, 特にパーム油群より有意に低かったが, カカオ脂群では他の 3 群と有意差はみられなかった。この両コレステロールの濃度差を LDL-コレステロール濃度とみなし, 各群平均値と比較すると, カカオ脂群はパーム油群及び大豆油群とほとんど差がないが, 硬化大豆油群はむしろ低い傾向がみられ, 各群とも HDL-コレステロール濃度より低かった。なお, 他の血清脂質濃度については, トリグリセリドでカカオ脂群より硬化大豆油群, リン脂質でパーム油群よりカカオ脂群, さらに硬化大豆油群が低く, 胆汁酸でパーム油群または大豆油群より硬化大豆油群が高いが, その他の場合に有意差がみられなかった。いずれにしても血清コレステロール濃度が硬化大豆油群で低い傾向はすでに硬化魚油に関する研究⁸⁾で観察しており, またパーム

油同様に飽和酸が多いカカオ脂が血清コレステロールを上昇させないことは他の研究者^{4), 5)}により報告されている。そこで, その原因を探るため前報^{1), 2)}にならって行った肝臓及び糞中の総脂質脂肪酸分析結果を Table-5 に示す。硬化大豆油では, 飼育油脂に非常に多い C_{18:1} の割合は, 肝臓脂質でパーム油群及びカカオ脂群の場合とほとんど差がないが, 糞脂質でその 2 群より著しく多かった。これは, 既報の硬化魚油に関する研究⁸⁾で飼料油脂中のトランス酸は組織への取り込みの程度が低く, 優先的に糞中に排泄されたことから, 硬化大豆油中の C_{18:1} の 1/2 以上を占めるトランス異性体によるものと推察される。一方, カカオ脂では, 飼料油脂に多い飽和酸, 特に C_{18:0} の割合は, 飼料油脂より肝臓脂質で著しく減少したが, 糞脂質でかなり増加し, C_{16:0} でも同様の傾向がみられた。これは前報^{1), 2)}同様 C_{16:0} の割合が飼料油脂より肝臓脂質で半減し, 糞脂質でほぼ倍増したパーム油群に類似している。また, 肝臓脂質中の C_{20:4} の割合は各群とも大豆油群とほとんど変わらなかった。トランス酸の生物学的効果は飽和酸に類似し⁹⁾, また血清コレステロールを上昇させる飽和酸から C_{18:0} を除外すべきことが最近見直されているが¹⁰⁾, パーム油中の

Table-4 Effect of dietary fats on serum lipids and bile acids in rats.

Group	Cholesterol (mg/dL)		Triglyceride (mg/dL)	Phospholipid (mg/dL)	Bile acids (μ M)
	Total	HDL			
Palm oil	79.3 $\pm$ 11.8 ^A	44.1 $\pm$ 4.3 ^A	79.5 $\pm$ 11.4 ^{AB}	176 $\pm$ 11 ^A	33.5 $\pm$ 4.8 ^A
(H) Soybean oil	65.2 $\pm$ 6.0 ^B	35.4 $\pm$ 3.4 ^B	69.4 $\pm$ 7.2 ^B	151 $\pm$ 8 ^C	46.1 $\pm$ 6.9 ^B
Cacao butter	73.5 $\pm$ 6.2 ^{AB}	39.6 $\pm$ 5.8 ^{AB}	80.0 $\pm$ 7.0 ^A	162 $\pm$ 7 ^B	38.6 $\pm$ 5.0 ^{AB}
Soybean oil	74.2 $\pm$ 8.1 ^{AB}	40.2 $\pm$ 5.5 ^{AB}	75.4 $\pm$ 9.1 ^{AB}	164 $\pm$ 15 ^{ABC}	35.7 $\pm$ 5.2 ^A

Indicated as mean $\pm$ S.D. of 5 rats per group.

A~C: Values in the same column, not bearing the same superscript letter are significantly different. ($p < 0.05$)

For abbreviation see Table-1

Table-5 Fatty acid compositions of liver and fecal lipids in rats.

(%)

Group		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:4	22:5	22:6	Others
Palm oil	Liver	0.5 $\pm$ 0.1	21.5 $\pm$ 1.8	1.6 $\pm$ 1.6	15.0 $\pm$ 1.6	31.9 $\pm$ 3.6	9.7 $\pm$ 1.5	nd	nd	15.0 $\pm$ 2.5	1.2 $\pm$ 0.3	1.5 $\pm$ 0.3	2.2 $\pm$ 0.4
	Feces	2.3 $\pm$ 0.1	82.7 $\pm$ 1.9	0.3 $\pm$ 0.1	5.6 $\pm$ 2.3	5.3 $\pm$ 2.3	0.5 $\pm$ 0.1	nd	0.7 $\pm$ 0.1	nd	nd	nd	2.6 $\pm$ 0.5
(H) Soybean oil	Liver	nd	15.6 $\pm$ 2.1	1.2 $\pm$ 0.7	13.1 $\pm$ 1.0	33.8 $\pm$ 2.7	8.3 $\pm$ 1.0	nd	nd	16.1 $\pm$ 2.9	1.9 $\pm$ 0.3	4.4 $\pm$ 0.4	5.7 $\pm$ 0.7
	Feces	nd	22.4 $\pm$ 3.2	0.3 $\pm$ 0.1	24.7 $\pm$ 1.4	48.6 $\pm$ 2.5	1.0 $\pm$ 0.0	nd	1.0 $\pm$ 0.2	nd	nd	nd	2.0 $\pm$ 0.6
Cacao butter	Liver	nd	22.2 $\pm$ 2.0	0.9 $\pm$ 0.3	15.6 $\pm$ 2.1	34.3 $\pm$ 4.9	4.7 $\pm$ 1.0	nd	nd	15.5 $\pm$ 2.7	0.8 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.6	3.3 $\pm$ 0.4
	Feces	nd	30.0 $\pm$ 4.0	0.5 $\pm$ 0.1	66.2 $\pm$ 3.7	nd	nd	nd	1.9 $\pm$ 0.2	nd	nd	nd	1.3 $\pm$ 0.5
Soybean oil	Liver	nd	15.2 $\pm$ 2.1	0.7 $\pm$ 0.2	7.6 $\pm$ 1.1	11.8 $\pm$ 1.8	38.5 $\pm$ 4.6	3.8 $\pm$ 0.3	nd	14.0 $\pm$ 2.6	0.8 $\pm$ 0.2	4.2 $\pm$ 0.2	3.4 $\pm$ 0.5
	Feces	nd	31.0 $\pm$ 2.7	0.2 $\pm$ 0.1	23.4 $\pm$ 2.7	22.4 $\pm$ 3.0	8.4 $\pm$ 2.7	1.4 $\pm$ 0.0	2.2 $\pm$ 0.5	nd	nd	nd	10.9 $\pm$ 2.5

Indicated as mean $\pm$ S.D. of 5 rats per group.

For abbreviations see Table-1 and 2.

C_{16:0}と同様に硬化大豆油中の t -C_{18:1}及びカカオ脂中のC_{18:0}も過剰に摂取しても優先的に糞中に排泄されるため結果として血清コレステロールを上昇させなかったと推察される。

3・3 組織及び糞脂質のコレステロールとその代謝生成物に及ぼす影響

肝臓中のコレステロール含量は、硬化大豆油群で平均4.31 (mg/g) と他の3群の4.75~6.20 (mg/g) より、低い傾向がみられ、この硬化大豆油で低い傾向は血清の場合にほぼ一致した。トリグリセリド含量も硬化大豆油群の20.8 (mg/g) と他の3群の27.8~54.6 (mg/g) より低い、リン脂質の場合は、各群平均25.8~27.0 (mg/g) と4群間に差がなかった。脂肪組織中のコレステロール含量も367~387 (μ g/g) と4群間にほとんど差がなかった。なお、肝臓トリグリセリド含量が液状の大豆油群で最も高いことは前報^{1), 2)}と同じであるが、

ほぼ同融点の飼料油脂を用いても3群間に差があったことから、油脂の組織への取り込みは構成するトリグリセリドまたは脂肪酸にも影響される^{11), 12)}ことが示唆された。

次に飼料油脂と併せて糞中のステロール分析結果をTable-6に示す。なお糞中含量は乾物換算で表した。糞中のコレステロール含量は、硬化大豆油群ではパーム油群とほとんど差がなく、その代謝中間体¹³⁾に相当するラノステロール及び代謝中間体を経て腸内細菌により変換されるコプロスタノールの場合もそれぞれ両群間に差はみられなかった。一方、カカオ脂群では、コレステロール含量は上述の両群より高い大豆油群よりさらに高かったが、パーム油群に比べラノステロール含量は有意差がなく、コプロスタノール含量は有意に低かった。これは、カカオ脂が体内コレステロールの糞中排泄を促進すると共に、その代謝中間体からコプロスタノールに関与す

Table-6 Cholesterol and other sterols in dietary fats and feces in rats.

Group		Sterols (mg/100 g ; dry base)						
		Chole-	Campe-	Stigma-	Sito-	7-Stigma	Latho-	Copro
Palm oil	Diet	3.1	12.0	8.0	36.8	nd		
	Feces	250 $\pm$ 29 ^A	21.0 $\pm$ 2.0 ^A	11.8 $\pm$ 2.0 ^A	40.2 $\pm$ 3.8 ^A	nd ^A	180 $\pm$ 22 ^A	497 $\pm$ 56 ^A
(H) Soybean oil	Diet	nd	53.0	43.6	166	11.5		
	Feces	253 $\pm$ 55 ^A	73.6 $\pm$ 11 ^C	63.1 $\pm$ 8.5 ^C	196 $\pm$ 36 ^C	36.6 $\pm$ 2.7 ^B	181 $\pm$ 28 ^A	518 $\pm$ 113 ^A
Cacao butter	Diet	5.4	23.8	71.8	158	nd		
	Feces	553 $\pm$ 63 ^B	51.2 $\pm$ 6.5 ^B	158 $\pm$ 41 ^B	305 $\pm$ 54 ^B	nd ^A	174 $\pm$ 20 ^A	361 $\pm$ 49 ^B
Soybean oil	Diet	nd	57.8	53.8	184	13.9		
	Feces	370 $\pm$ 87 ^C	79.4 $\pm$ 20 ^C	82.4 $\pm$ 38 ^C	216 $\pm$ 86 ^{BC}	35.4 $\pm$ 12 ^B	262 $\pm$ 26 ^B	753 $\pm$ 143 ^C

Indicated as mean $\pm$ S.D. of 5 rats per group.

A~C : Values in the same column, not bearing the same superscript letter are significantly different. ($p < 0.05$)

7-Stigma : Δ^7 Stigmastenol, Copro : Coprostanol

For abbreviations see Table-1 and 2.

Table-7 Contents of bile acids in livers and feces in rats. (μ g/g)

Group	Liver (wet base)		Feces (dry base)		
	DCA	CA	LCA	DCA	CA
Palm oil	2.40 $\pm$ 0.46 ^A	13.6 $\pm$ 3.3 ^A	173 $\pm$ 34 ^A	531 $\pm$ 107 ^A	389 $\pm$ 58 ^A
(H) Soybean oil	tr ^B	17.9 $\pm$ 5.7 ^{AB}	181 $\pm$ 35 ^A	561 $\pm$ 127 ^{AB}	353 $\pm$ 50 ^A
Cacao butter	2.01 $\pm$ 0.73 ^A	11.7 $\pm$ 3.6 ^A	117 $\pm$ 19 ^B	449 $\pm$ 89 ^A	543 $\pm$ 61 ^B
Soybean oil	4.50 $\pm$ 0.68 ^C	22.1 $\pm$ 4.5 ^B	357 $\pm$ 38 ^C	769 $\pm$ 160 ^B	528 $\pm$ 116 ^{BC}

Indicated as mean $\pm$ S.D. of 5 rats per group.

A~C : Values in the same column, not bearing the same superscript letter are significantly different. ($p < 0.05$)

DCA : Deoxycholic acid, CA : Cholic acid, LCA : Lithocholic acid

tr : trace, below 1.0 μ g/g.

For abbreviation see Table-1.

る腸内細菌に影響を及ぼすことを示唆している。いずれにしてもコレステロール代謝を反映する（ラソステロール+コプロスタノール）/コレステロールの比は、硬化大豆油群（2.76）、パーム油群（2.71）及び大豆油群（2.74）の3群間に差がなく、硬化大豆油のコレステロール代謝への影響もパーム油及び大豆油の場合と変わらないことが示唆された。しかし、カカオ脂群のこの比（0.97）は他群より低い、これはラソステロール含量がパーム油群、硬化大豆油群と差のないことからコレステロール自体の排泄増が非常に大きいためかも知れない。なお、糞中から検出されたその他の植物性ステロールが飼料油脂に由来することは前報^{1), 2)}と同じである。

次に肝臓及び糞中の胆汁酸含量を Table-7 に示す。なお、これら以外にもクロマトグラム上に数本の胆汁酸ピークを検出したが標準物質の入手が困難のため同定、定量ができなかった。そこで確認できたものでみると、肝臓から検出された胆汁酸が、コール酸（CA）主体であり、その総量が大豆油群でのみ有意に高いことは前報^{1), 2)}と同じであった。また、胆汁酸の総量は飼料油脂の種類によりやや異なるが、硬化大豆油群、カカオ脂群ともパーム油群とあまり差がみられなかった。糞中では、硬化大豆油群中のリトコール酸（LCA）、デオキシコール酸（DCA）及びCAの各含量はそれぞれパーム油群と有意差がみられなかった。しかしカカオ脂群の場合はLCA及びDCAの含量は上述の両群より低いが、CA含量は逆に高かった。この結果は、CAのような一次胆汁酸からLCA、DCAのような二次胆汁酸生成に関与する腸内細菌が上述の糞中のステロールの場合と同様にカカオ脂により阻害作用を受けることを示している。しかし、胆汁酸の総量は、カカオ脂群、硬化大豆油群とパーム油群間にほとんど差がなかった。ラットの肝臓では一次胆汁酸としてCAまたはマリコール酸が合成される¹⁴⁾といわれているが、糞中において、コレステロールの最終代謝生成物である胆汁酸の総量/コレステロール含量の比は、硬化大豆油群（4.33）、パーム油群（4.37）並びに大豆油群（4.47）間にほとんど差がなく、これらの3飼料油脂のコレステロール代謝への影響も、

変わらないと考えられる。カカオ脂群（2.01）のこの比は3群より小さいが、胆汁酸の総量にはパーム油群と差がないことからコレステロール代謝への影響はカカオ脂とパーム油間にあまり大きな差がなく、前述したカカオ脂特有のコレステロール排泄の促進作用の結果であろう。また、カカオ脂はほとんど2-オレオ-1,3二飽和グリセリド構造が上述した特有の作用を示す主因かも知れない。

終わりに、動物実験について適切な御助言、御協力を頂いた大阪市立環境科学研究所の神戸 保、藤田忠雄、亀井正治の三博士に深謝致します。また、本報をまとめるに当たり適切な御助言を頂いた（財）日本食品油脂検査協会技術部長 丸山武紀博士並びに分析に御協力頂いた同協会 木下葉子検査部長、青山 稔博士並びに藤井 栄子君に深謝します。

〔平成3年（1991年）2月7日受理〕

文 献

- 1) 村上千秋, 知見憲次, 丸山武紀, 兼松 弘, 新谷 勲, 志村光雄, 水谷治夫, 平井長一郎, 油化学, 39, 472 (1990)
- 2) 村上千秋, 知見憲次, 兼松 弘, 新谷 勲, 志村光雄, 水谷治夫, 平井長一郎, 油化学, 40, 114 (1991)
- 3) 海外トピックス, 油脂, 40 (7), (1987)
- 4) D. Kritchevsky, S.A. Tepper, L.M. Lloyd, L.M. Davidson, D.M. Klurfeld, *Nutr. Res.*, 8, 287 (1988)
- 5) R.B. Morrissey, B.D. Burkholder, D.M. White, S.M. Tarka, Jr., *Nutr. Res.*, 6, 319 (1986)
- 6) 油脂, 42 (6), (1989)
- 7) 新谷 勲, “食品油脂の科学” 幸書房 (1989) p. 176
- 8) 岡本隆久, 知見憲次, 丸山武紀, 兼松 弘, 新谷 勲, 志村光雄, 亀井正治, 藤田忠雄, 神戸 保, 佐々木清司, 菅野道廣, 油化学, 37, 255 (1988)
- 9) 日本農芸化学会編集, “食品の加工と栄養科学” 朝倉書店 (1987) p. 66
- 10) J.M. Jones, *Cereal Foods World*, 34, 866 (1989)
- 11) D. Kritchevsky, *Nutr. Rev.*, 46, 177 (1988)
- 12) M. Sugano, J.H. Lee, *Dispersion Science & Technology*, 10, 643 (1989)
- 13) 山本 章, “血清脂質” 中外医学社 (1976) p. 287
- 14) 内田清久, ビフィズス, 3, 167 (1990)