

25% カゼイン飼料飼育ラットの肝臓脂質におよぼす バターとマーガリンの影響

山田 幸二, 水野 時子

(郡山女子大学家政学部)

平成4年8月10日受理

Effects of Butter or Margarine on Liver Lipids in Rats Fed a 25% Casein Diet

Koji YAMADA and Tokiko MIZUNO

Faculty of Living Science, Koriyama Women's College, Koriyama, Fukushima 963

Effects of butter and margarine on the lipid levels of plasma and liver were examined in rats fed a 25% casein diet changing the ratios of butter to margarine, or using margarine of different content of linoleic acid.

In cholesterol-free diet, no difference in levels of plasma cholesterol was noted between different ratios of butter and margarine, and among different types of margarine. However a decrease in butter/margarine ratio led to suppression of an increase in levels of plasma cholesterol in cases of cholesterol diet. The level of plasma cholesterol was lower in rats fed different types of margarines diet than in the animals fed butter diet. Regardless of the addition of cholesterol to diet, the concentration of liver triglycerides was increased by the lowering of butter/margarine ratio, and it was significantly higher in rats fed different types of margarine than in those fed butter.

The results suggest that the suppression of increase in the levels of plasma cholesterol by margarine was observed in only diet containing cholesterol, and then the increase in liver triglycerides content had no relation with the addition of cholesterol to diet.

(Received August 10, 1992)

Keywords: butter バター, margarine マーガリン, plasma cholesterol 血漿コレステロール, liver triglyceride 肝臓トリグリセリド, liver cholesterol 肝臓コレステロール.

1. 緒 言

日本人の食生活は米の摂取量が減少し、摂取エネルギーの中で脂肪に依存するエネルギーが増加していることから¹⁾²⁾、摂取脂肪の量と質(多価不飽和脂肪酸と飽和脂肪酸、*n*-3 多価不飽和脂肪酸と *n*-6 多価不飽和脂肪酸などの比)が健康との関連性で関心が高い³⁾⁻⁵⁾。特に、動脈硬化性疾患のリスクファクターの一つである血漿コレステロール濃度と摂取脂肪についての関心度は大である。一般に飽和脂肪酸の多い動物性脂肪摂取に比べ、多価不飽和脂肪酸の多い植物性脂肪摂取で血漿コレステロール濃度の上昇が抑制されることが良く知られている⁶⁾⁷⁾。したがって、高コレステロール血症の予防や治

療などの点から、飽和脂肪酸の多いバターに代わってリノール酸の多いマーガリンの消費量が著しく大きい。

著者は、ラットにとって適正な25%の卵アルブミンやカゼインをタンパク質源とした飼料条件で、バター摂取に比べマーガリン摂取により、血漿コレステロール濃度の上昇は抑制するが、肝臓にトリグリセリドの蓄積を引き起こすことを示唆する報告をした⁸⁾。そこで、本研究は市販のバターとマーガリンの肝臓と血漿脂質への影響の違いを明らかにするため、バターとマーガリンの混合比率の異なる油脂とリノール酸含量の異なる市販マーガリンの油脂を脂肪源として検討した。

Table 1. Composition of basal diet (%)

Ingredients	
Casein	25
Fat source	10
Mineral mixture ^{a)}	4
Cellulose	2
Vitamin mixture ^{b)}	1
α -Corn starch	58

^{a)} Minerals in 100 g of mixture: $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 14.56 g, KH_2PO_4 25.72 g, NaH_2PO_4 9.35 g, NaCl 4.66, Ca-Lactate 35.09 g, Fe-Citrate 3.18 g, MgSO_4 7.17 g, ZnCO_3 0.11 g, $\text{MnSO}_4 \cdot 4-5\text{H}_2\text{O}$ 0.12 g, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.03 g, KI 0.01 g. ^{b)} Vitamins in 100 g of mixture: A-Acetate 50,000 IU, D₃ 10,000 IU, E-Acetate 500 mg, K₃ 520 mg, B₁-HCl 120 mg, B₂ 400 mg, B₆-HCl 80 mg, B₁₂ 0.05 mg, C 3,000 mg, D-Biotin 2 mg, Folic acid 20 mg, Ca-Pantothenate 500 mg, *p*-Aminobenzoic acid 500 mg, Nicotinic acid 600 mg, Inositol 600 mg, Choline chloride 20,000 mg.

2. 実験方法

(1) 実験動物ならびに飼料組成

実験動物は4週齢の Donryu 系雄ラットを用い、体重約 100 g まで日本クレア(株)の飼育用固形飼料 (CE-2) で飼育後、1群5頭とした。試験飼料による飼育は、12時間交替の明暗サイクル下(7時に点灯、19時に消灯)の温度 22~23°C、湿度 50~60% の恒温恒湿の部屋で水と飼料を自由に摂取させて行った。実験に用いたバターとマーガリン (A, B, Cの3種) は市販品で、脂肪含量は 81% であり、その脂肪酸組成は HCl メタノールでメチル化した後、バターは Unisole-300 のカラムを用いカラム温度 120~215°C の昇温、マーガリンは Silicon GS-275, 15% Uniport CS の 6m×3mm のカラムを用いカラム温度 210°C でそれぞれ分析した。

基本飼料は 25% のカゼインに 10% 試験油脂、4% 塩混合 (オリエンタル配合)、2% セルロース末、1% ビタミン混合 (オリエンタル配合)、58% α -コーンデンプンを加え 100% に調製した (Table 1)。実験 1 は油脂源にバター (B) とマーガリン A (MA) の混合比率 10:0, 8:2, 5:5, 0:10 とした 10B 群, 8B+2MA 群, 5B+5MA 群, 10MA 群, 実験 2 は実験 1 の各群に 0.5% のコレステロール (Chol) と 0.25% のコール酸ナトリウム (Cholate) を添加した各群, 実験 3 は油脂源に 10% のバター (B), マーガリン A (実験 1 と同じ MA), マーガリン B (MB), マーガリン C (MC) を加えた 10B 群, 10MA 群, 10MB 群, 10MC 群, 実験 4 は実験

3 の各群に 0.5% の Chol と 0.25% の Cholate を加えた各群をそれぞれ設けた。なお Chol と Cholate の添加分は α -コーンデンプンで調整した。実験 1, 2, 3 は 3 週間, 実験 4 は 4 週間飼育した。

(2) 分析方法

飼育試験後、解剖当日の午前 6 時に摂食を中止させ、午後 1 時より 1 時間以内にエーテル麻酔下で解剖した。採血はヘパリン塗布小型試験管に頸動脈より行い、遠心分離 (3,000 rpm. 10 min.) により血漿を分離し直ちに分析した。肝臓は摘出後、一定量秤量し、分析まで凍結保存した。血漿トリグリセリド (血漿 TG) は Fletcher 法⁹⁾、血漿総コレステロール (血漿 Chol) は血漿よりエチルアルコールとエチルエーテルの混液 (3:1) で抽出し、Zak 法¹⁰⁾で測定した。血漿 High density lipoprotein-Cholesterol (HDL-Chol) は和光純薬(株)の HDL-Cholesterol test Wako (ヘパリン-マンガン結合沈殿法) を用いて測定した。肝臓脂質は生肝より Folch の方法¹¹⁾ で抽出し、溶媒を除去し、総脂質はエチルエーテルに再溶解して、TG は Fletcher 法⁹⁾、Chol は Zak 法¹⁰⁾ でそれぞれ測定した。実験結果の有意差の検定は一次項分散分析による。

3. 実験結果

(1) 実験に用いたバターとマーガリンの脂肪酸組成

実験に用いたバターとマーガリンの脂肪酸組成を分析し、Table 2 に示した。マーガリンに比べてバターは低級脂肪酸、ミリスチン酸、パルミチン酸などの飽和脂肪酸が多く、リノール酸はバター、マーガリン A, マーガリン B, マーガリン C でそれぞれ 2.0%, 21.9%, 35.6%, 64.3% であった。また、C_{18:1} のトランス酸はマーガリン A で 7.6%, マーガリン B は 15.7% それぞれ検出されたが、マーガリン C では検出されなかった。バター、マーガリン A, マーガリン B, マーガリン C の多価不飽和脂肪酸 (P)/飽和脂肪酸 (S) 比はそれぞれ 0.03, 1.18, 2.53, 2.92 であった。

(2) ラットの肝臓脂質におよぼす飼料中のバターとマーガリンの配合比率の影響 (実験 1, 2)

飼料中のバターとマーガリンの配合比率の異なる飼料摂取による体重増加量、飼料摂取量、肝臓重量、血漿と肝臓の脂質を Table 3, 4 に示した。

Chol 非添加飼料の場合、10B 群に比べ 10MA 群の体重増加量、肝臓の TG 含量 (mg/tissue 1g, mg/liver) は有意に高値を示したが、飼料摂取量、肝臓重量、血漿の TG, Chol, HDL-Chol 濃度などには差がなかった。

25%カゼイン飼料飼育ラットの肝臓脂質におよぼすバターとマーガリンの影響

Table 2. Fatty acid composition of butter and margarine (%)

Fatty acids	Butter	Margarine A	Margarine B	Margarine C
C ₄	3.9			
C ₆	2.3			
C ₈	1.3			0.4
C ₁₀	2.8			0.4
C _{10:1}	0.2			
C ₁₂	2.9			4.5
C ₁₄	10.0	Tr	0.4	1.9
C _{14:1}	0.8			
C ₁₅	1.1			
C ₁₆	24.5	16.8	14.1	8.2
C _{16:1}	1.3			
C ₁₇	0.9			
C ₁₈	16.5	5.4	4.6	7.2
C _{18:1} (<i>trans</i>)		7.6	15.7	
C _{18:1}	28.5	43.9	28.8	11.4
C _{18:2}	2.0	21.9	35.6	64.3
C _{18:2} (<i>cis-trans</i>)		Tr		
C _{18:2} (<i>trans-trans</i>)		Tr		
C _{18:3}	0.3	4.4	0.8	1.7
C ₂₀	0.7			
P/S ratio	0.03	1.18	2.53	2.92

Tr: trace, P: polyunsaturated fatty acid, S: saturated fatty acid.

Table 3. Body weight gain, food intake and, liver and plasma lipids in rats fed a 25% casein diet (Exp. 1)

	Diets*			
	10B	8B+2MA	5B+5MA	10MA
Body weight gain (g/3 weeks)	136±7 ^b	140±5 ^b	133±9 ^b	155±4 ^a
Food intake (g/3 weeks)	390±14	405±8	392±11	400±4
Plasma				
Triglyceride (mg/dl)	88±6 ^{a,b}	83±6 ^b	94±4 ^a	91±4 ^{a,b}
Cholesterol (mg/dl)	81±4 ^a	70±8 ^b	71±6 ^b	85±12 ^a
HDL-Cholesterol (mg/dl)	52±2	52±4	56±4	52±3
Liver				
Weight (g/body weight 100 g)	4.8±0.7	4.6±0.7	4.5±0.3	4.9±1.1
Triglyceride (mg/g)	22.4±0.1 ^c	36.1±5.7 ^b	43.6±10.7 ^b	55.7±5.9 ^a
(mg/liver)	267±39 ^c	429±86 ^b	496±73 ^b	717±77 ^a
Cholesterol (mg/g)	3.2±0.1 ^c	3.8±0.4 ^c	4.5±0.4 ^{a,b}	5.0±0.5 ^a
(mg/liver)	38±4 ^b	45±6 ^b	51±9 ^a	63±5 ^a

* 10B: 10% Butter, 8B+2MA: 8% Butter+2% Margarine A, 5B+5MA: 5% Butter+5% Margarine A, 10MA: 10% Margarine. Values (mean SE for 5 rats) with different alphabetical superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Body weight gain, food intake and, liver and plasma lipids in rats fed a 25% casein diet containing cholesterol and sodium cholate (Exp. 2)

	Diets*			
	10B	8B+2MA	5B+5MA	10MA
Body weight gain (g/3 weeks)	116±5	118±5	122±6	124±6
Food intake (g/3 weeks)	316±11	315±7	325±8	327±8
Plasma				
Triglyceride (mg/dl)	95±8 ^{a,b}	85±5 ^b	105±5 ^a	93±6 ^b
Cholesterol (mg/dl)	170±9 ^a	132±6 ^b	105±4 ^c	97±6 ^c
HDL-Cholesterol (mg/dl)	59±2 ^a	49±5 ^b	58±3 ^a	52±3 ^b
Liver				
Weight (g/body weight 100 g)	6.2±0.2	6.2±0.2	6.2±0.2	6.3±0.1
Triglyceride (mg/g)	37.3±4.2 ^b	42.5±4.7 ^b	52.9±7.8 ^a	68.1±0.1 ^a
(mg/liver)	483±75 ^b	550±81 ^b	789±140 ^a	915±70 ^a
Cholesterol (mg/g)	34.2±2.4 ^b	39.1±1.0 ^a	36.1±1.9 ^{a,b}	38.5±1.3 ^a
(mg/liver)	433±41 ^b	499±15 ^{a,b}	477±46 ^{a,b}	515±32 ^a

* See footnote in Table 3. Values (mean SE for 5 rats) with different alphabetical superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Body weight gain, food intake and, liver and plasma lipids in rats fed a 25% casein diet (Exp. 3)

	Diets*			
	B	MA	MB	MC
Body weight gain (g/3 weeks)	150±4	154±7	159±3	157±5
Food intake (g/3 weeks)	397±8	387±17	406±3	397±7
Plasma				
Triglyceride (mg/dl)	139±9 ^a	127±4 ^{a,b}	125±17 ^{a,b}	116±4 ^b
Cholesterol (mg/dl)	67±2	67±3	69±4	68±4
HDL-Cholesterol (mg/dl)	55±3 ^{a,b}	50±3 ^b	57±5 ^a	57±3 ^a
Liver				
Weight (g/body weight 100 g)	4.8±0.1 ^b	5.0±0.1 ^b	5.2±0.2 ^a	4.8±0.1 ^b
Triglyceride (mg/g)	19.1±3.4 ^d	54.4±5.5 ^a	45.0±6.3 ^b	30.0±1.9 ^c
(mg/liver)	234±41 ^c	704±90 ^a	618±45 ^a	374±21 ^b
Cholesterol (mg/g)	2.5±0.3 ^c	5.8±0.3 ^b	6.4±0.2 ^a	6.5±0.2 ^a
(mg/liver)	31±5 ^c	75±6 ^b	89±4 ^a	81±2 ^{a,b}

* B: 10% Butter, MA: 10% Margarine A, MB: 10% Margarine B, MC: 10% Margarine C. Values (mean±SE for 5 rats) with different alphabetical superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

血漿 TG 濃度は 8B+2MA 群に対し 5B+5MA 群、血漿 Chol 濃度は 10B 群、10MA 群に対し 8B+2MA 群、5B+5MA 群でそれぞれ差があった。肝臓の TG 含量と Chol 含量は 10B 群に比べ 8B+2MA 群、5B+5MA 群、10MA 群の順に増加した。

一方 Chol 添加飼料の場合、体重増加量、飼料摂取量、肝臓重量とも飼料中のバターとマーガリンの配合比率の違いによる差はなかった。血漿 Chol 濃度は飼料中のマ

ーガリン量の上昇により低下したが、血漿の TG 濃度と HDL-Chol 濃度は一定の傾向を示さなかった。

(3) ラットの肝臓脂質におよぼすバターとリノール酸含量の異なるマーガリンの影響(実験 3, 4)

バターとリノール酸含量の異なるマーガリンを含む飼料摂取による体重増加量、飼料摂取量、肝臓重量、血漿と肝臓の脂質を Table 5, 6 に示した。Chol 非添加飼料の場合、体重増加量、飼料摂取量、血漿 Chol 濃度は

25%カゼイン飼料飼育ラットの肝臓脂質におよぼすバターとマーガリンの影響

Table 6. Body weight gain, food intake and, liver and plasma lipids in rats fed a 25% casein diet containing cholesterol and sodium cholate (Exp. 4)

	Diets*			
	B	MA	MB	MC
Body weight gain (g/4 weeks)	191±11	183±6	193±6	182±6
Food intake (g/4 weeks)	548±17 ^a	530±9 ^{a,b}	534±9 ^{a,b}	514±8 ^b
Plasma				
Triglyceride (mg/dl)	109±7 ^a	89±8 ^{a,b}	100±17 ^a	71±6 ^b
Cholesterol (mg/dl)	145±10 ^a	74±4 ^b	79±6 ^b	82±15 ^b
HDL-Cholesterol (mg/dl)	46±4 ^a	32±4 ^b	37±4 ^{a,b}	40±4 ^a
Liver				
Weight (g/body weight 100 g)	5.9±0.1 ^b	6.2±0.3 ^b	6.4±0.3 ^a	6.3±0.1 ^b
Triglyceride (mg/g)	45.6±4.7 ^b	85.8±6.0 ^a	74.3±6.3 ^a	81.4±8.1 ^a
(mg/liver)	785±78 ^b	1909±117 ^a	1404±120 ^a	1404±146 ^a
Cholesterol (mg/g)	42.3±1.5 ^a	38.1±2.8 ^b	31.0±2.1 ^c	45.0±1.9 ^a
(mg/liver)	737±40 ^a	676±65 ^{a,b}	585±44 ^b	813±49 ^a

* See footnote in Table 5. Values (mean ± SE for 5 rats) with different alphabetical superscripts within a line are significantly different ($p < 0.05$).

各群間に差はなかった。肝臓重量は 10 MB 群，血漿 TG 濃度は 10 B 群，血漿 HDL-Chol 濃度は 10 MA 群がそれぞれ他の群に比べ有意な差が観察された。肝臓の TG 含量と Chol 含量は 10 B 群に比べ 10 MA 群，10 MB 群，10 MC 群とも高い結果であった。Chol 添加飼料の場合，体重増加量は各群間で差はないが，飼料摂取量は 10 MC 群，肝臓重量は 10 MB 群，肝臓 TG 含量は 10 B 群，血漿 HDL-Chol 濃度は 10 MA 群でそれぞれ他の群とで有意な差がみられた。肝臓 Chol 含量は 10 B 群，10 MC 群に対し 10 MA 群，10 MB 群とで差が観察された。

4. 考 察

バター摂取とマーガリン摂取による成長量の違いは実験 1 で観察されたが，その他の実験では観察されなかった。したがって，成長におよぼすバターとマーガリンの影響の違いは少ないと推察される。

血漿 TG 濃度は，バターとマーガリンの混合比率 5:5 の 5B+5MA 群が他の群に比べ高い傾向(実験 1, 2)を示したが，その他の群間では差がなく，バター/マーガリン比 (P/S 比) の違いと血漿 TG 濃度とに一定の関連性は示さなかった。しかし，血漿 TG 濃度はリノール酸含量 2.0% のバター摂取に比べリノール酸含量 64.3% のマーガリン C 摂取で有意に低値を示した(実験 4)。これらの結果，リノール酸が極端に多い油脂摂取で血漿

TG 濃度は低下することも考えられる。滝田らは，脂肪源として用いた油脂中 P/S 比の減少により，ラットの血漿 TG 濃度が上昇することを報告している¹²⁾。

血漿 Chol 濃度は，摂取脂肪の違いやバターと植物性脂肪を原料としたマーガリンとで異なる応答を示すことは良く知られている⁶⁾⁷⁾⁸⁾¹³⁾。本実験での結果，飼料中バター/マーガリン比の低下やバター摂取に比べ各種マーガリン摂取による血漿 Chol 濃度の上昇抑制は，Chol を添加した飼料でのみ観察された。バター摂取とマーガリン摂取とによる血漿 Chol 濃度の応答の違いは，Chol を含む飼料でのみ生ずることを示唆した。

バター中に多いミリスチン酸やパルミチン酸などの飽和脂肪酸は LDL レセプターの活性を低下し，血漿 Chol 濃度は上昇することが指摘されている¹⁴⁾¹⁵⁾。一方，リノール酸は Chol の吸収阻害や Chol の代謝産物である胆汁酸の排泄促進にあわせ，LDL レセプターの活性上昇により血漿 Chol 濃度の上昇が抑制されることも知られている¹⁶⁾。

本実験での Chol を添加した飼料の場合，バター摂取による血漿 Chol 濃度の上昇も，バター脂中のミリスチン酸やパルミチン酸などの飽和脂肪酸，マーガリン摂取による血漿 Chol 濃度抑制はマーガリン中のリノール酸に起因すると推察される。

また，血漿 Chol 濃度はリノール酸含量の異なるマーガリン群間で差がない(実験 3, 4)ことから，血漿 Chol

濃度の上昇を抑制するための最適量があると推察される。さらに検討が必要である。

血漿 HDL-Chol 濃度は実験 1 を除き群間で差がみられたが、バター/マーガリン比の違いやマーガリン中のリノール酸含量の違いと血漿 HDL-Chol 濃度との関連性は明らかではなかった。

肝臓 TG 含量は、Chol 添加の有無に係わらず飼料中のバター/マーガリン比の低下 (実験 1, 2), バター摂取に比べ各種マーガリン摂取 (実験 3, 4) で増加し、バター摂取に比べてマーガリン摂取で肝臓に TG の蓄積を生ずることを示唆した。これらの結果、バターは肝臓への TG の蓄積を抑制する特徴を有する食品であるのに対し、マーガリンは肝臓に TG の蓄積を生ずる特徴を有する食品であると推察される。

Chol を含まない飼料の場合、肝臓 TG 含量はマーガリン A, マーガリン B, マーガリン C の順に低下したが、Chol を含む飼料の場合では 3 者間に差はなかった。したがって、マーガリン中のリノール酸含量と肝臓 TG 含量との関連性は、飼料への Chol 添加の有無によって異なると推察される。

バター/マーガリン比の低下やバター摂取に比べマーガリン摂取での肝臓 Chol 含量の増加は、Chol を含まない飼料で観察されたが、Chol を含む飼料では摂取 Chol の影響が大きいと認められなかった。

肝臓脂質の蓄積は、肝臓での脂質の合成促進や分解の抑制、移動のアンバランスなどが考えられる。本実験でのバター摂取に比べマーガリン摂取で生ずる肝臓脂質 (TG, Chol) の蓄積も、上記の原因が考えられる。生体内で脂肪酸は酸化分解され、エネルギーとして利用されるが、その速度は高級脂肪酸に比べ低級脂肪酸や中級脂肪酸、リノール酸に比べオレイン酸で速いことが知られている¹⁷⁾⁻¹⁹⁾。本実験に用いたマーガリンはバターに比べ低級脂肪酸が少ないが、高級脂肪酸が多い。したがって推測の域を出ないが、バター摂取に比べマーガリン摂取で起こる肝臓脂質の蓄積は、脂肪酸の酸化分解の速度の差が原因と推察される。今後、詳細な検討が必要である。

なお、アミノ酸インバランス飼料で生ずる肝臓脂質の蓄積は硬化油摂取で抑制される報告²⁰⁾もある。本実験に用いたマーガリンも一部硬化油が使用されているが、硬化油が肝臓脂質に影響をもたらしている可能性は少ないと推察される。

5. 要 約

市販のバターとマーガリンの栄養的特徴を明らかにするため、バターとマーガリンの混合比率の異なる油脂やリノール酸の含量の異なるマーガリンの血漿と肝臓の脂質におよぼす影響を、25% カゼイン飼料でラットを飼育し検討した。

その結果、Chol 非添加飼料の場合、バター/マーガリン比の低下やバター摂取に比べマーガリン摂取で血漿コレステロール濃度は差がないが、肝臓のトリグリセリドとコレステロール含量は有意に増加した。一方、コレステロール添加飼料の場合、バター/マーガリン比の低下やバター摂取に比べマーガリン摂取で血漿コレステロール濃度は低下したが、肝臓トリグリセリド含量は増加した。

以上の結果、バター摂取に比べマーガリン摂取による血漿コレステロール濃度の上昇抑制はコレステロールを添加した飼料でのみ生ずるのに対し、肝臓脂質の蓄積は飼料へのコレステロール添加の有無に係わらず生ずる現象であることを示唆した。

引 用 文 献

- 1) 福場博保: 油化学, **40**, 774~782 (1991)
- 2) 坂井恵子, 石川昌子, 奥山治美: 油化学, **39**, 196~201 (1990)
- 3) 奥山治美: 食の科学, **161**, 28~33 (1991)
- 4) Watanabe, S., Suzuki, E., Kojima, N., Kojima, R., Suzuki, Y. and Okuyama, H.: *Chem. Pharm. Bull.*, **37**, 1572-1575 (1989)
- 5) 辻 啓介: 油化学, **40**, 783~791 (1991)
- 6) 弓狩康三, 小林隆明: 食品加工技術, **3**, 115~126 (1983)
- 7) Fukuda, N., Hioki, K., Etoh, T., Hidaka, T., Ikeda, I. and Sugano, M.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 816-817 (1992)
- 8) 山田幸二, 水野時子: 家政誌, **42**, 265~270 (1991)
- 9) Fletcher, M.J.: *Clin. Chem. Acta*, **22**, 393-397 (1968)
- 10) Zak, B.: *Am. J. Clin. Path.*, **27**, 583-588 (1956)
- 11) Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanly, G.H.: *Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957)
- 12) 滝田聖親, 中村カオル, 早川亨志, 福富麻子, 西郷光彦, 印南 敏: 家政誌, **40**, 99~105 (1989)
- 13) 保井明子, 金田尚志: 栄養と食糧, **22**, 249~251 (1969)
- 14) Grundy, S.M. and Denke, M.: *J. Lipid Res.*, **31**, 1149-1172 (1990)
- 15) Hayes, K.C., Pronczuk, A., Lindsey, S. and Diersen-Schade, D.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 491-498 (1991)

25%カゼイン飼料飼育ラットの肝臓脂質におよぼすバターとマーガリンの影響

- 16) 菅野道廣, 今泉勝己: コレステロール, 三共出版, 東京, 171 (1986)
- 17) Kirschner, S.L. and Harris, R.S.: *J. Nutr.*, **73**, 397-402 (1961)
- 18) 鵜飼光子, 福場博保: 栄養と食糧, **35**, 401~407 (1982)
- 19) Jeyton, J., Drury, P.J. and Crawford, M.A.: *Br. J. Nutr.*, **57**, 383-393 (1987)
- 20) Morris, L., Arata, D. and Cederquist, D.C.: *J. Nutr.*, **85**, 362-366 (1965)