

植物ステロールエステル含有マヨネーズが境界域  
および軽度高脂血症者の血中コレステロールに及ぼす影響

石崎 太一、若林 真紀、谷本 浩之、  
藪根 光晴、梶本 修身、板倉 弘重

健康・栄養食品研究

Vol. 6 No. 1 別刷  
2003

原著報文

## 植物ステロールエステル含有マヨネーズが境界域 および軽度高脂血症者の血中コレステロールに及ぼす影響

石崎 太一\*、若林 真紀\*、谷本 浩之\*、  
藪根 光晴\*\*、梶本 修身\*\*\*、板倉 弘重\*\*\*\*

日本人の境界域および軽度の高脂血症者を対象とし、植物ステロールエステル含有濃度が異なる3種類のマヨネーズを摂取させた時の血中コレステロールに与える影響を観察した。

92名の被験者をマヨネーズL(遊離体換算で植物ステロールエステル440mg/日)摂取群、マヨネーズM(870mg/日)摂取群、マヨネーズH(1,290mg/日)摂取群と対照群の4群に分けた。被験者に各試験マヨネーズを15gずつ毎日4週間摂取させ、摂取開始、摂取2週間後、4週間後において、血中コレステロールを測定した。その結果、植物ステロールエステルを含むマヨネーズを摂取した3群においては血清総コレステロールとLDLコレステロールが有意に低下し、それは植物ステロールエステルの摂取量に依存することを確認した。また、LDLコレステロールにおいては、摂取4週間後において、870mg/日および1,290mg/日の植物ステロールエステル摂取群で、対照群に対して有意に低値を示すことが認められた。

以上より、植物ステロールエステルを440mg/日摂取した群で血清コレステロール値が低下し、870mg/日を摂取した群でその効果が明確になると判断された。

キーワード：植物ステロールエステル、コレステロール、マヨネーズ、日本人

### Effects of mayonnaises containing plant sterol-ester on human serum cholesterol levels in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects

Taichi Ishizaki\*, Maki Wakabayashi\*, Hiroyuki Tanimoto\*,  
Mitsuharu Yabune\*\*, Osami Kajimoto\*\*\*, and Hiroshige Itakura\*\*\*\*

\*味の素株式会社 食品研究所 〒210-8681 神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-1

\*\*総合医科学研究所 〒560-0082 大阪府豊中市新千里東町1-4-2

千里ライフサイエンスセンター14F

\*\*\*大阪外国語大学 保健管理センター 〒562-8558 大阪府箕面市粟生間谷東8-1-1

\*\*\*\*茨城キリスト教大学 〒319-1295 茨城県日立市大みか町6-11-1

The effect of test mayonnaise containing three different levels of plant sterol-ester on human serum cholesterol was investigated using Japanese normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects.

Ninety-two subjects were divided into four groups: Test Mayonnaise-L (440 mg plant sterol/day), Test Mayonnaise-M (870 mg/day), Test Mayonnaise-H (1,290 mg/day) and control mayonnaise group. Subjects consumed the mayonnaise containing plant sterol-ester or Control mayonnaise and took 15 g of mayonnaise at dinner for four weeks. Plasma lipid levels were measured after 0, 2 weeks and 4 weeks of the experiment. After 2 weeks and 4 weeks total cholesterol levels of all groups consuming the mayonnaise containing plant sterol-ester significantly decreased from the values at 0 week. And dose dependent effect of plant sterol-ester was observed too. But the significant difference between control and Test mayonnaise groups was not observed after either 2 weeks or 4 weeks. Serum LDL-cholesterol levels of Test mayonnaise groups decreased from the values after 0 week. And after 4 weeks LDL-cholesterol levels of Test groups were significantly lower than those of Control mayonnaise group. (Test mayonnaise-M, H) Dose dependent effect of plant sterol was observed in serum total cholesterol level.

In conclusion, the mayonnaise  $\geq 440$  mg/day of containing plant sterol-ester has cholesterol lowering effect in Japanese normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. And it was suggested that  $\geq 870$  mg/day of plant sterol-ester consumption was effective.

Key Words: plant sterol-ester, cholesterol, mayonnaise, Japanese

Journal of Nutritional Food, 6(1), 21-35, 2003

## 1. はじめに

近年、我国で生活習慣病の一つである高脂血症の患者が急増している。その数は2,000万人から3,000万人と推定され、きわめて深刻な事態となっている<sup>1)</sup>。この主な原因としては、欧米型への食生活の変化や運動量の低下などがあげられる。高脂血症の中でも高コレステロール血症は動脈硬化の3大危険因子の一つであり、血清コレステロール値が高いほど虚血性心疾患(心筋梗塞・狭心症)の発症が増加する<sup>2)</sup>。高コレステロール血症の患者には様々な薬剤が投与されるが、境界域および軽度の高コレステロール血症者<sup>3)</sup>は症状を進行させないために、食事のコレステロールを減らし、血中コレステロールの上昇を抑制する事が必要である。

コレステロール低下機能を有する食品素材としては、古くから知られている大豆タンパク質や食物繊維をあげることが出来るが、数

年前より欧米にてマーガリンやファットスプレッドに利用されている植物ステロールエステルが注目されている<sup>4)5)</sup>。これらのマーガリンやファットスプレッドについては多くのヒト試験が実施されており、植物ステロールエステルの機能性食品素材としての有効性と安全性が確認されている<sup>6)9)</sup>。また、日本でも植物ステロールエステルを用いたマーガリンのコレステロール低下効果がヒト試験にて確認され<sup>10)</sup>、特定保健用食品として表示許可されている。植物ステロールエステルは、油脂への溶解性が高いことから油脂含有食品に利用性が高く、これも注目される理由の一つである。

日本人にとって油脂含有食品としてはマーガリンやファットスプレッドの他にマヨネーズも年齢性別を問わず非常に馴染み深く、これに植物ステロールエステルを添加し、血中コレステロール低下機能を付与することは有意義であると思われる。そこで、我々は日本人の境界域および軽度の高脂血症者に対し、

対照マヨネーズと植物ステロールエステル含有濃度が異なる3種類のマヨネーズを用いた2重盲検4群並行試験を実施し、植物ステロールエステル摂取量が血清コレステロール濃度に与える影響を検討した。添加する植物ステロールエステル量に関しては、欧米人に対して約800 mg/日（以下、植物ステロールエルの量は遊離体換算で示す）の摂取量で血清コレステロールが低下するという報告等<sup>11)12)</sup>を参考に、1日当たりの摂取量を440 mg、870 mg、1,290 mgに設定した。また、安全性についても、一般的な血液検査や理学所見の範囲で確認した。

## 2. 方法

### 1) 試験マヨネーズ

マヨネーズは水中油型乳化物であり、工業的には植物油と酢などの副原料を予備混合した後、乳化機を用いて乳化される<sup>13)</sup>。試験食に用いるマヨネーズは、菜種油とコーン油を用い油分が約75%でコレステロールが少ない全卵タイプ（コレステロール含有量9 mg/15 g マヨネーズ 五訂日本食品標準成分表より）を

基本とした。そして、植物油以外の成分（卵、醸造酢、水あめ、食塩、調味料、レモン果汁、香辛料）は変えず、植物油の一部を植物ステロールエステルに置き換えて、植物ステロールエステル含有濃度の異なる3種類のマヨネーズを調製した。1日15 gのマヨネーズを摂取した時の植物ステロールエステル摂取量を、マヨネーズLは440 mg/日、マヨネーズMは870 mg/日、マヨネーズHは1,290 mg/日とした。また、対照マヨネーズには植物ステロールエステルを添加しなかった。なお、用いた植物ステロールエルのステロール組成はカンペステロール、ステイグマステロール、 $\beta$ -シトステロールが主であり、その比率は約1:1:2である。また、脂肪酸は菜種油などの一般的な植物油の脂肪酸で構成されている。1日の摂取量あたりの試験マヨネーズの栄養成分と植物ステロールエステル量の分析値を表1に示す。

### 2) 対象

総合医科学研究所の「未治療被験者データバンク」に登録されていた有償被験者で、年齢30～60歳、血中総コレステロール値が200

表1 試験マヨネーズの栄養成分組成と植物ステロールエステル量の分析値

項目	単位	(1日の摂取量当たり)			
		マヨネーズL	マヨネーズM	マヨネーズH	対 照
熱量	kcal	110	110	110	110
水分	g	2.6	2.6	2.7	2.6
タンパク質	g	0.24	0.24	0.23	0.24
脂質	g	11	11	11	11
灰分	g	0.29	0.29	0.27	0.29
炭水化物	g	0.45	0.41	0.32	0.41
ナトリウム	mg	100	100	100	100
食塩相当量	g	0.26	0.26	0.26	0.26
植物ステロールエステル量	mg	440	870	1,290	70

～280 mg/dl、およびコレステロール低下薬による治療を受けていないという選択基準をクリアした101名を対象としたが、試験終了後に9名の検討除外者があり、最終的に検討の対象としたのは92名であった。検討除外者のうち8名は、摂取期間直前の血清コレステロール値が200 mg/dl未満であったことが判明し除外した。また、別の1名は、摂食記録より飲酒量が極めて多く暴飲暴食の繰り返しが認められたため、脱落とした。

群構成は、植物ステロールエステル摂取群として、マヨネーズL群(24名)、マヨネーズM群(24名)、マヨネーズH群(21名)の3群と対照群(23名)を合わせた4群とした。各群の背景は表2に示したとおりである。各群間で血液生化学検査項目、血圧、身長、体重、年齢などにおいて有意な差は認められなかった。

味の素株式会社の「食品等のヒトを対象とする試験審査委員会」、総合医科学研究所および総医研クリニック合同倫理委員会(委員長:井上昌治弁護士)の承認のもとに試験を実施した。また、ヘルシンキ宣言(1964年採択、'75、'83、'89、'96、'00修正)の主旨に従い、

被験者に対しては研究内容、方法などについて医師より十分な説明を行い文書で同意を得た。

### 3) 試験スケジュール

試験スケジュールを図1に示す。試験期間は、前観察(非摂取)期間2週間、摂取期間4週間、後観察(非摂取)期間4週間の計10週間とした。摂取期間中、被験者に、1日1回夕食時に通常の食事とともに試験マヨネーズ1袋(15g)を摂取させた。なお、試験の実施に際しては、被験者には、摂取期間中、暴飲暴食を避けるように指示を行い、それ以外は日常生活について変えることのないよう指示した。また、採血の前日は21時までに夕食を済ませ、その後水以外の飲食物(採血当日の朝食および飲物を含む)を摂らないよう指示した。なお、後観察期間終了時については、採血を行わず、診察・問診のみとした。

### 4) 検査方法

a) 栄養摂取量、アルコール摂取量と運動量  
被験者に対し、飲酒については毎日、食事については検査日前の3日間、日誌にその内

表2 被験者の背景

		マヨネーズL 24名	マヨネーズM 24名	マヨネーズH 21名	対 照 23名	全 体 92名
年齢	(歳)	49.7 ± 5.4	48.5 ± 8.6	45.9 ± 9.3	46.3 ± 9.0	47.7 ± 8.2
身長	(cm)	166.7 ± 5.4	168.2 ± 6.3	168.7 ± 6.5	168.0 ± 6.6	167.9 ± 6.1
体重	(kg)	68.2 ± 10.9	71.6 ± 10.2	74.8 ± 7.1	73.6 ± 11.6	71.9 ± 10.3
BMI		24.5 ± 3.2	25.3 ± 3.1	26.3 ± 2.5	26.0 ± 2.9	25.5 ± 3.0
収縮期血圧	(mmHg)	142.4 ± 16.5	139.4 ± 17.4	131.9 ± 14.9	136.3 ± 20.5	137.7 ± 17.6
拡張期血圧	(mmHg)	86.3 ± 11.2	87.1 ± 10.3	82.1 ± 8.9	82.5 ± 14.5	84.6 ± 11.5
総コレステロール	(mg/dl)	228.2 ± 22.2	229.0 ± 25.3	225.2 ± 24.6	226.5 ± 27.4	227.3 ± 24.6
トリグリセライド	(mg/dl)	205.3 ± 136.4	214.4 ± 177.0	195.7 ± 96.8	199.3 ± 117.6	204.0 ± 134.4
HDLコレステロール	(mg/dl)	54.3 ± 10.6	56.8 ± 12.8	57.2 ± 11.0	52.9 ± 13.0	55.2 ± 11.8

平均値±標準偏差

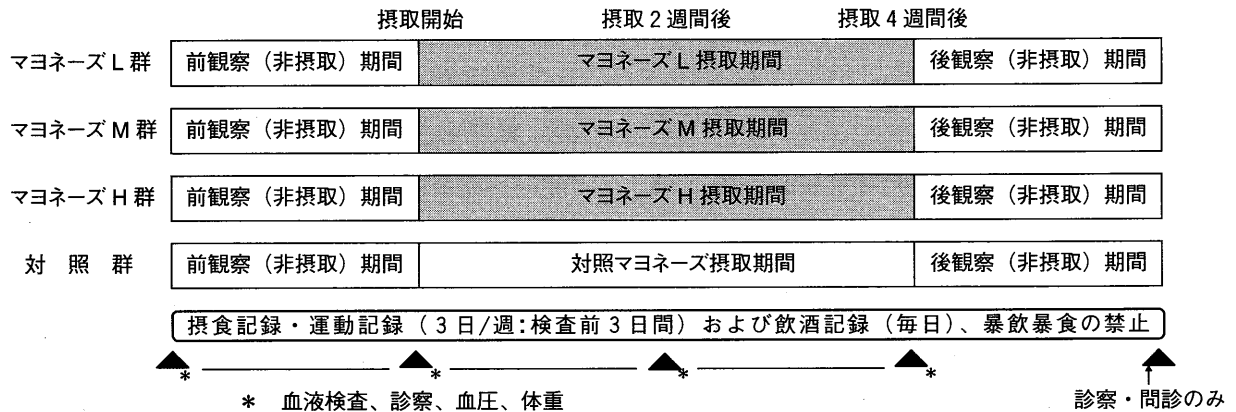


図1 試験スケジュール

容と摂取量の詳細を記録するよう義務づけた。飲酒量については、飲酒記録をもとに飲酒内容のアルコール濃度を調査し、全てアルコール量に換算した。食事については、間食も含めた全ての摂取記録をもとに管理栄養士が栄養摂取量を計算した。運動量については、被験者全員に万歩計を支給し、検査前の3日間、1日毎の総歩数を記録させた。

#### b) 血液検査

血液検査項目は、血球成分 (赤血球、白血球、ヘモグロビン、ヘマトクリット、MCV、MCH、MCHC、血小板数)、および総コレステロール、トリグリセライド、HDL コレステロール、LDL コレステロール、遊離脂肪酸、アポタンパク定量 (A I、B、C III、E)、血糖値、HbA<sub>1c</sub>、アルブミン、GOT、GPT、 $\gamma$ -GTP、クレアチニン、尿酸、BUN とした。また、測定においては、血清タンパク成分および血清脂質値への外因的影響を避けるため、最低5分以上の安静状態を維持した後、坐位にて採血を行った。なお、採血・血圧測定などはすべて総医研クリニック (院長 宮塚 健) で行い、血液検査については、株式会社エスアールエルに委託した。

#### c) 血圧と身体測定

試験期間中、採血と同時に血圧・脈拍数および体重の測定を行った。また、身長については、前観察期間にのみ測定した。

#### d) 診察・問診

試験期間中において、採血と同時に医師が診察・問診を行い、空咳、皮膚症状 (皮膚、皮膚掻痒感など)、味覚異常、頭痛、めまい・ふらつきなどの事象、食欲不振、悪心、嘔吐、下痢や便秘などの消化器症状を含めた自覚症状および他覚的所見や有害事象の出現の有無を調べた。

#### e) 統計解析

測定値は、表では平均値±標準偏差で示し、変動量を示すグラフでは平均値±標準誤差で示した。検査値を2元配置で分散分析し、その効果および摂取期間における交互作用の有無を検定した。また、群内の変化については paired t-test を実施し、対照群との比較は Bonferroni test を行った。いずれも両側検定で有意水準を危険率5%以下とした。

### 3. 結果

#### 1) 栄養摂取量、アルコール摂取量、運動量

各群の栄養摂取量、アルコール摂取量、運動量の推移について、表3に示した。

対照群では摂取2週間後にタンパク質の摂

取量の有意な減少が、また摂取4週間後にコレステロール摂取量の有意な減少がみられたが、植物ステロールエステル摂取群では、すべての栄養成分において試験期間中に有意な変動はみられなかった。また、対照群と植物ステロールエステル摂取群の間に摂取期間を

表3 栄養摂取量、アルコール摂取量および歩行量

	被験者群	摂取開始時	摂取2週間後	摂取4週間後
摂取エネルギー (kcal/day)	マヨネーズL	1,813.8 ± 335.9	1,849.2 ± 390.4	1,805.2 ± 299.5
	マヨネーズM	1,914.1 ± 286.7	1,909.5 ± 357.7	1,951.2 ± 411.0
	マヨネーズH	1,940.7 ± 514.6	2,093.6 ± 521.4	2,032.5 ± 559.9
	対 照	2,030.5 ± 412.5	1,921.5 ± 515.6	1,922.5 ± 504.1
タンパク質 (g/day)	マヨネーズL	73.8 ± 17.5	72.4 ± 18.8	69.9 ± 14.7
	マヨネーズM	75.6 ± 12.9	74.3 ± 12.4	74.5 ± 14.9
	マヨネーズH	78.9 ± 21.9	76.6 ± 20.5	76.3 ± 23.4
	対 照	75.0 ± 14.8	67.5 ± 16.1*	70.5 ± 16.0
脂質 (g/day)	マヨネーズL	53.7 ± 14.5	60.6 ± 18.7	61.0 ± 15.2
	マヨネーズM	59.7 ± 11.9	58.7 ± 15.8	63.6 ± 22.7
	マヨネーズH	75.7 ± 36.1	81.6 ± 36.8	81.5 ± 46.4
	対 照	63.3 ± 23.0	63.9 ± 22.7	68.3 ± 28.8
炭水化物 (g/day)	マヨネーズL	247.6 ± 57.6	242.0 ± 58.8	238.3 ± 56.3
	マヨネーズM	257.7 ± 52.3	261.6 ± 59.3	272.2 ± 68.0
	マヨネーズH	257.9 ± 77.2	282.4 ± 73.1	271.6 ± 71.9
	対 照	278.4 ± 69.8	264.2 ± 91.3	250.8 ± 79.5
コレステロール (mg/day)	マヨネーズL	336.4 ± 192.1	366.6 ± 154.6	328.7 ± 121.7
	マヨネーズM	346.5 ± 149.2	385.7 ± 172.0	378.4 ± 158.2
	マヨネーズH	318.6 ± 141.7	371.0 ± 143.4	373.8 ± 198.3
	対 照	339.6 ± 126.2	285.6 ± 106.4	273.0 ± 128.8*
食物繊維 (g/day)	マヨネーズL	10.1 ± 4.0	9.2 ± 3.0	9.3 ± 3.2
	マヨネーズM	11.6 ± 4.9	11.2 ± 3.8	11.0 ± 4.6
	マヨネーズH	12.9 ± 6.2	12.6 ± 5.3	13.2 ± 7.0
	対 照	10.5 ± 4.5	10.0 ± 4.0	10.8 ± 5.5
アルコール摂取量 (g/week)	マヨネーズL	314.4 ± 462.7	340.1 ± 267.3	275.1 ± 269.7
	マヨネーズM	334.6 ± 270.7	293.8 ± 248.8	316.7 ± 327.2
	マヨネーズH	377.8 ± 722.1	404.8 ± 819.8	303.4 ± 392.3
	対 照	222.9 ± 274.5	216.3 ± 262.4	258.8 ± 317.6
万歩計歩数 (歩/day)	マヨネーズL	7,968.7 ± 4,483.8	7,510.7 ± 3,774.2	7,805.1 ± 4,043.4
	マヨネーズM	8,345.6 ± 3,455.6	8,265.2 ± 3,177.0	8,477.9 ± 3,763.2
	マヨネーズH	9,336.2 ± 8,120.8	6,865.9 ± 3,423.8	7,680.5 ± 4,065.5
	対 照	8,417.8 ± 4,853.6	8,796.8 ± 5,630.6	9,074.0 ± 4,836.5

平均値±標準偏差

\*:  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差

通じ有意な差はみられなかった。その他、アルコール摂取量、万歩計を用いた運動量においては摂取期間中に有意な変動は認められず、かつ対照群と植物ステロールエステル摂取群の間に有意な差はみられなかった。

## 2) 血液検査

試験期間中における血清脂質成分の検査値の推移を表4に示す。

### ① 総コレステロール値

対照群の総コレステロール値は、摂取開始時と摂取2週間後、4週間後で有意な差は認められなかった。一方、植物ステロールエステル摂取群は、いずれも摂取2週間後で、摂取開始時と比べ有意な低下を示し、摂取4週間後においても、摂取開始時と比べ引き続き有意に低下した。特に植物ステロールエステル含量の最も多いマヨネーズH群については、摂取開始時と比べ摂取2週間後、4週間後で最も有意に低下した ( $p < 0.001$ )。しかし、いずれの期間においても対照群と植物ステロールエステル摂取群の間に有意な差は認められなかった。

次に、摂取前後の総コレステロールの変動量を図2に示した。対照群は摂取2週間後で低下を示し、摂取4週間後で摂取開始時と同程度まで上昇した。一方、植物ステロールエステル摂取群については、いずれも摂取2週間後で対照群よりも大きな低下を示し、さらに摂取4週間後では摂取2週間後とほぼ同程度の低い推移を示した。また、対照群と植物ステロールエステル摂取群の間において有意な差は認められなかったが、植物ステロールエステル含量が多いほど、総コレステロール値の低下が大きく、コレステロール低下が植

物ステロールエステルの摂取量に依存することが確認された。

### ② LDL コレステロール値

対照群のLDLコレステロール値は、摂取開始時と摂取2週間後、4週間後で有意な変動を示さなかった。また、マヨネーズL群においては有意な低下がみられなかったが、マヨネーズM群は摂取4週間後では有意に低下し ( $p < 0.05$ )、マヨネーズH群では摂取2週間後、4週間後ともに有意に低下した (いずれも  $p < 0.001$ )。

次に、摂取前後のLDLコレステロールの変動量を図3に示した。対照群では摂取前と比較して殆ど変動しなかったのに対し、植物ステロールエステル摂取群については低下し、マヨネーズM群では摂取4週目に、マヨネーズH群では摂取2週間後、4週間後において有意に低下した。さらに対照マヨネーズ群と比較したところ、マヨネーズM群、マヨネーズH群で有意に低値を示した。そして、LDLコレステロールについても、総コレステロールと同様に植物ステロールエステルの摂取量に依存することが確認された。

### ③ その他の血清脂質

HDLコレステロールについては、マヨネーズL群で摂取4週間後に有意な上昇が、マヨネーズH群では摂取2週間後に有意な低下がみられたが、いずれも2~3mg/dlと小さかった。

アポ蛋白Bについては、マヨネーズH群において、摂取開始時に対して摂取2週間後、4週間後で有意に低下した ( $p < 0.01$ )。次に、アポ蛋白Bの摂取前後の変動量を図4に示した。対照群では摂取2週間後で低下し、摂取4週間後では摂取開始時よりも高い値を示し

表 4 血清脂質成分の検査値の推移

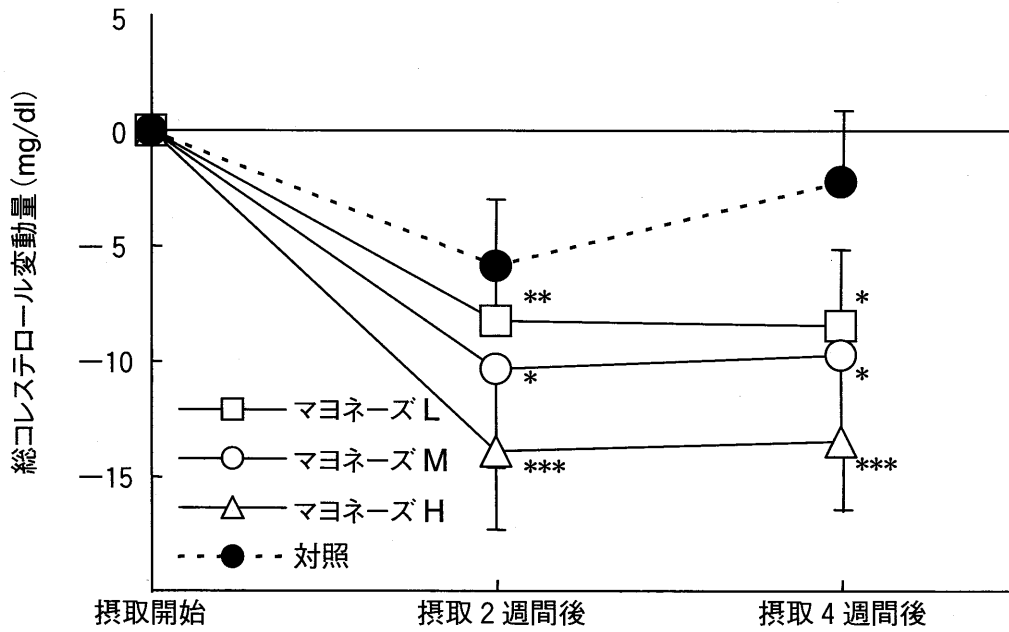
	被験者群	摂取開始時	摂取 2 週間後	摂取 4 週間後
総コレステロール (mg/dl)	マヨネーズ L	217.3 ± 19.7	209.1 ± 22.4**	208.9 ± 20.2*
	マヨネーズ M	214.8 ± 21.7	204.5 ± 24.8*	205.0 ± 22.5*
	マヨネーズ H	219.4 ± 21.8	205.5 ± 22.3***	205.9 ± 24.0***
	対 照	212.6 ± 25.4	206.7 ± 22.2	210.4 ± 22.2
トリグリセライド (mg/dl)	マヨネーズ L	207.7 ± 188.6	180.0 ± 130.6	168.3 ± 88.8
	マヨネーズ M	192.0 ± 109.1	178.8 ± 98.0	198.9 ± 150.4
	マヨネーズ H	173.9 ± 95.1	187.5 ± 117.9	173.5 ± 117.5
	対 照	204.5 ± 143.5	169.7 ± 105.1	169.4 ± 108.6
HDL コレステロール (mg/dl)	マヨネーズ L	53.1 ± 9.8	53.4 ± 10.8	56.0 ± 12.0*
	マヨネーズ M	56.2 ± 14.2	55.1 ± 12.8	56.0 ± 13.5
	マヨネーズ H	58.0 ± 10.5	55.1 ± 10.4*	56.9 ± 10.3
	対 照	51.4 ± 12.9	51.5 ± 12.7	53.1 ± 12.5
LDL コレステロール (mg/dl)	マヨネーズ L	128.0 ± 25.4	119.7 ± 27.0	119.2 ± 24.7
	マヨネーズ M	120.2 ± 26.8	113.6 ± 19.9	109.3 ± 27.9*
	マヨネーズ H	126.6 ± 24.3	112.9 ± 29.0***	114.4 ± 26.5***
	対 照	120.2 ± 29.6	121.3 ± 27.1	123.4 ± 25.4
遊離脂肪酸 (mEq/l)	マヨネーズ L	0.62 ± 0.22	0.44 ± 0.17***	0.53 ± 0.25
	マヨネーズ M	0.57 ± 0.24	0.42 ± 0.17**	0.53 ± 0.16
	マヨネーズ H	0.65 ± 0.20	0.41 ± 0.15***	0.51 ± 0.18**
	対 照	0.62 ± 0.23	0.46 ± 0.18***	0.56 ± 0.32
アポリポ蛋白 A I (mg/dl)	マヨネーズ L	157.2 ± 22.1	153.8 ± 26.0	159.0 ± 27.8
	マヨネーズ M	163.2 ± 29.2	159.1 ± 28.5	161.4 ± 28.1
	マヨネーズ H	163.3 ± 18.0	158.3 ± 18.0	162.7 ± 19.0
	対 照	148.6 ± 23.8	145.9 ± 20.3	150.4 ± 21.6
アポリポ蛋白 B (mg/dl)	マヨネーズ L	136.1 ± 21.5	133.0 ± 20.5	134.3 ± 21.0
	マヨネーズ M	131.3 ± 15.5	128.3 ± 17.2	128.8 ± 13.6
	マヨネーズ H	131.6 ± 22.6	125.3 ± 22.7**	127.6 ± 22.6**
	対 照	131.9 ± 21.0	129.6 ± 19.1	135.4 ± 20.0
アポリポ蛋白 C III (mg/dl)	マヨネーズ L	11.3 ± 4.3	11.2 ± 4.0	10.8 ± 3.6
	マヨネーズ M	11.8 ± 3.5	11.5 ± 4.0	11.3 ± 3.8
	マヨネーズ H	11.0 ± 3.0	11.2 ± 3.0	10.8 ± 3.3
	対 照	11.4 ± 4.4	10.8 ± 4.1	11.3 ± 3.8
アポリポ蛋白 E (mg/dl)	マヨネーズ L	5.16 ± 2.50	5.05 ± 2.07	4.80 ± 1.24
	マヨネーズ M	5.32 ± 1.29	5.10 ± 1.29	5.27 ± 1.56
	マヨネーズ H	5.15 ± 1.36	5.17 ± 1.28	5.11 ± 1.21
	対 照	5.04 ± 1.22	4.82 ± 0.96	4.94 ± 0.94

平均値 ± 標準偏差

\* :  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差\*\* :  $p < 0.01$  摂取開始時に対する有意差\*\*\* :  $p < 0.001$  摂取開始時に対する有意差

たのに対し、植物ステロールエステル摂取群については、いずれも摂取 2 週間後で対照群よりも低下し、マヨネーズ H 群においては摂

取 2 週間後、4 週間後において有意な低下がみられた。また、総コレステロール値の変化と同様、対照群と植物ステロールエステル摂



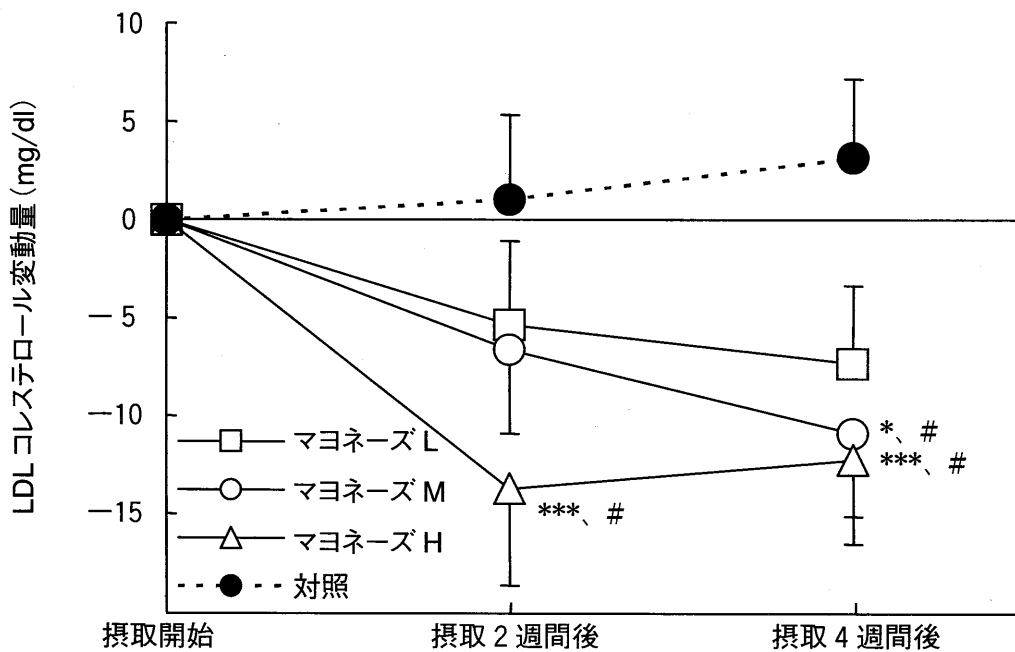
平均値±標準誤差

\*:  $p < 0.05$  初期値 (0週) に対する有意差

\*\* :  $p < 0.01$  初期値 (0週) に対する有意差

\*\*\* :  $p < 0.001$  初期値 (0週) に対する有意差

図2 総コレステロール値の変動量



平均値±標準誤差

\*:  $p < 0.05$  初期値 (0週) に対する有意差

\*\*\* :  $p < 0.001$  初期値 (0週) に対する有意差

# :  $p < 0.05$  プラセボに対する有意差

図3 LDLコレステロール値の変動量

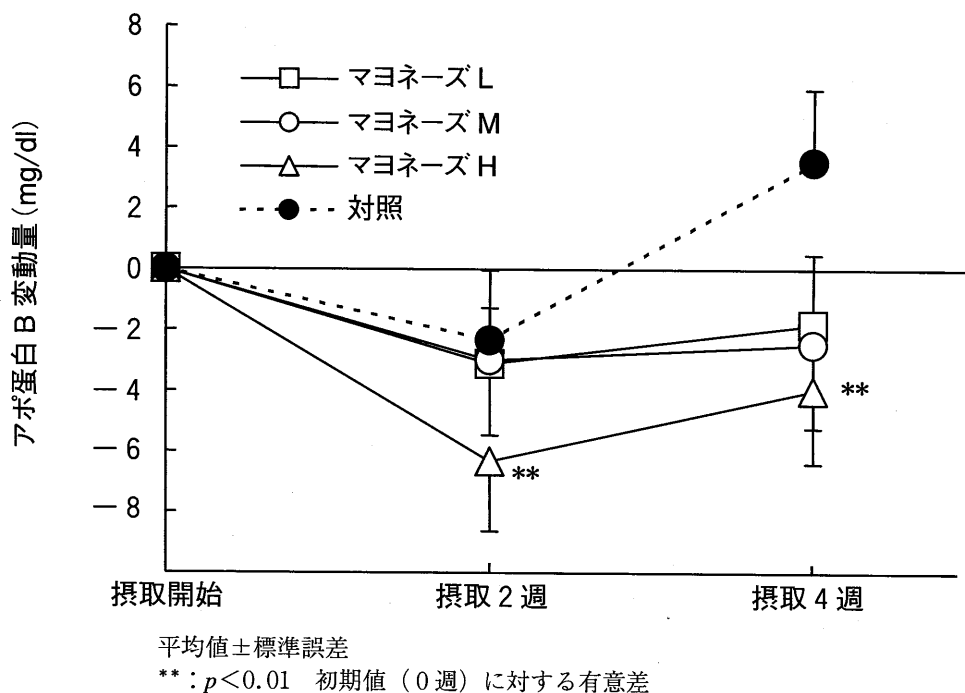


図4 アポ蛋白Bの変動量

取群の間で有意な差は認められなかったが、植物ステロールエステル濃度が高い植物ステロールエステル摂取群ほど、アポ蛋白B値の低下が大きい傾向にあった。また、他のアポ蛋白については摂取開始前後において、有意な差はみられなかった。

トリグリセライドは、4群全てにおいて有意な変動を示さなかった。

遊離脂肪酸は、4群全てにおいて、摂取開始時から摂取2週間後において、有意に低下を示し、植物ステロールエステル含量の最も多いマヨネーズH群では摂取4週間後においても有意な低下を示した。

#### ④ その他の検査値

血液生化学検査値の推移を表5、表6に、血球成分検査値の推移を表7に示した。4群とも摂取2週間後、4週間後においてHbA<sub>1c</sub>、クレアチニン、MCVの低下、MCHCの上昇、摂取2週間後においてアルブミンの低下がみられた。また、植物ステロールエステル摂取

群では、尿酸値の低下がみられた。このように、摂取開始時と比較し有意な変動が散見されたが、いずれも植物ステロールエステル摂取群、対照群ともに有意差を示すか、有意差を示さなくとも他群と同様の変動を示しており、正常範囲内の変動であった。

#### 3) 理学所見

血圧、脈拍数、BMI等の理学所見の推移を表8に示す。

マヨネーズM群の摂取2週間後において、収縮期血圧が摂取開始時と比較して有意に低下を示し、対照群の摂取4週間後において、拡張期血圧が摂取前と比較して有意に低下していたが、いずれも正常範囲内での変動であった。また、収縮期血圧、拡張期血圧における群間の有意差は前観察期間および摂取期間を通して認められなかった。脈拍数、体重、BMIにおいては、摂取期間中に変動は見られなかった。

表5 血液生化学検査値の推移

	被験者群	摂取開始時	摂取2週間後	摂取4週間後
空腹時血糖 (mg/dl)	マヨネーズL	107.6 ± 28.8	109.8 ± 31.1	110.5 ± 35.1
	マヨネーズM	95.8 ± 12.6	101.5 ± 24.0	96.9 ± 18.6
	マヨネーズH	97.8 ± 19.7	97.6 ± 14.4	96.9 ± 18.5
	対 照	99.8 ± 26.3	99.8 ± 27.0	96.8 ± 21.0
HbA <sub>1c</sub> (%)	マヨネーズL	5.88 ± 1.24	5.68 ± 1.17***	5.45 ± 1.17***
	マヨネーズM	5.41 ± 0.65	5.22 ± 0.82**	5.03 ± 0.89***
	マヨネーズH	5.38 ± 0.49	5.21 ± 0.48***	4.98 ± 0.50***
	対 照	5.44 ± 0.85	5.21 ± 0.84***	4.97 ± 0.87***
グロブリン (g/dl)	マヨネーズL	2.72 ± 0.34	2.72 ± 0.31	2.75 ± 0.33
	マヨネーズM	2.64 ± 0.24	2.63 ± 0.28	2.67 ± 0.29
	マヨネーズH	2.66 ± 0.25	2.69 ± 0.25	2.65 ± 0.28
	対 照	2.72 ± 0.21	2.69 ± 0.18	2.69 ± 0.23
GOT (IU/l)	マヨネーズL	23.9 ± 8.8	25.4 ± 10.1	26.3 ± 13.4
	マヨネーズM	24.7 ± 10.5	22.7 ± 6.5	23.1 ± 6.9
	マヨネーズH	23.9 ± 5.3	23.4 ± 5.1	24.1 ± 5.0
	対 照	22.4 ± 5.7	23.5 ± 6.6	24.2 ± 9.3
GPT (IU/l)	マヨネーズL	30.6 ± 25.8	31.8 ± 28.0	34.3 ± 38.2
	マヨネーズM	26.5 ± 20.5	24.2 ± 14.7	25.5 ± 15.9
	マヨネーズH	30.0 ± 12.6	28.9 ± 14.3	30.9 ± 15.4
	対 照	25.9 ± 16.6	28.3 ± 18.6	29.5 ± 21.0**
ALP (IU/l)	マヨネーズL	183.5 ± 28.6	188.8 ± 36.5	193.0 ± 35.8*
	マヨネーズM	186.0 ± 49.3	180.5 ± 48.9*	190.8 ± 47.7*
	マヨネーズH	195.0 ± 46.8	192.4 ± 48.1	199.9 ± 49.6
	対 照	191.7 ± 49.2	188.2 ± 49.2	195.9 ± 56.8
γ-GTP (IU/l)	マヨネーズL	38.8 ± 27.5	40.8 ± 30.3	43.3 ± 41.1
	マヨネーズM	37.1 ± 27.1	37.1 ± 27.2	34.5 ± 24.2
	マヨネーズH	46.4 ± 40.3	41.9 ± 31.8	41.2 ± 27.8
	対 照	29.9 ± 13.3	30.3 ± 16.2	29.0 ± 14.6
LDH (IU/l)	マヨネーズL	308.0 ± 43.6	315.0 ± 45.4	321.0 ± 50.6
	マヨネーズM	319.4 ± 59.6	323.7 ± 54.1	331.0 ± 59.4
	マヨネーズH	306.2 ± 35.1	310.9 ± 36.8	310.8 ± 38.1
	対 照	312.3 ± 48.1	323.6 ± 42.1*	324.1 ± 56.5*

平均値±標準偏差

\* :  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差\*\* :  $p < 0.01$  摂取開始時に対する有意差\*\*\* :  $p < 0.001$  摂取開始時に対する有意差

## 4) 診察・問診

試験期間中に、皮膚症状（皮疹、皮膚掻痒感など）、味覚異常、頭痛、めまい、ふらつきなどの事象は見られなかった。医師の問診の結

果、摂取期間中、試験マヨネーズによると思われる自他覚症状における異常所見は見られなかった。

表6 血液生化学検査値の推移Ⅱ

	被験者群	摂取開始時	摂取2週間後	摂取4週間後
Total protein (g/dl)	マヨネーズL	7.38 ± 0.38	7.32 ± 0.35	7.47 ± 0.39
	マヨネーズM	7.32 ± 0.24	7.15 ± 0.29***	7.30 ± 0.32
	マヨネーズH	7.33 ± 0.31	7.25 ± 0.31	7.31 ± 0.33
	対 照	7.41 ± 0.26	7.31 ± 0.22*	7.40 ± 0.34
Albumin (g/dl)	マヨネーズL	4.67 ± 0.22	4.60 ± 0.22*	4.72 ± 0.24
	マヨネーズM	4.68 ± 0.28	4.53 ± 0.27***	4.63 ± 0.25
	マヨネーズH	4.68 ± 0.27	4.57 ± 0.20*	4.66 ± 0.20
	対 照	4.70 ± 0.22	4.63 ± 0.17*	4.71 ± 0.24
A/G ratio	マヨネーズL	1.743 ± 0.226	1.715 ± 0.212	1.737 ± 0.214
	マヨネーズM	1.791 ± 0.233	1.748 ± 0.238	1.755 ± 0.224
	マヨネーズH	1.778 ± 0.219	1.715 ± 0.178**	1.781 ± 0.225
	対 照	1.740 ± 0.169	1.731 ± 0.139	1.763 ± 0.169
Total bilirubin (mg/dl)	マヨネーズL	0.747 ± 0.374	0.757 ± 0.387	0.788 ± 0.512
	マヨネーズM	0.733 ± 0.267	0.731 ± 0.233	0.738 ± 0.273
	マヨネーズH	0.767 ± 0.254	0.633 ± 0.256*	0.633 ± 0.286*
	対 照	0.644 ± 0.272	0.654 ± 0.251	0.705 ± 0.343
クレアチニン (mg/dl)	マヨネーズL	1.05 ± 0.15	1.01 ± 0.16*	1.01 ± 0.17*
	マヨネーズM	1.06 ± 0.14	0.99 ± 0.13***	1.02 ± 0.13*
	マヨネーズH	1.10 ± 0.18	1.06 ± 0.18**	1.07 ± 0.20
	対 照	1.09 ± 0.10	1.03 ± 0.10*	1.04 ± 0.09*
BUN (mg/dl)	マヨネーズL	15.0 ± 3.3	14.3 ± 3.3	14.3 ± 3.0
	マヨネーズM	14.5 ± 2.4	14.5 ± 2.8	14.0 ± 3.0
	マヨネーズH	15.0 ± 4.1	14.8 ± 4.4	14.9 ± 2.8
	対 照	15.2 ± 4.2	14.6 ± 4.5	14.9 ± 3.5
尿酸 (mg/dl)	マヨネーズL	5.75 ± 1.34	6.14 ± 1.41**	6.09 ± 1.46*
	マヨネーズM	6.08 ± 1.11	6.10 ± 1.11	6.35 ± 1.14**
	マヨネーズH	6.54 ± 1.12	6.68 ± 1.27	6.84 ± 0.98*
	対 照	6.72 ± 1.27	6.74 ± 1.31	6.86 ± 1.37

平均値±標準偏差

- \* :  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差  
 \*\* :  $p < 0.01$  摂取開始時に対する有意差  
 \*\*\* :  $p < 0.001$  摂取開始時に対する有意差  
 # :  $p < 0.05$  対照に対する有意差

#### 4. 考 察

本試験の結果、血中総コレステロール値において、対照群と植物ステロールエステル摂取群との間で、摂取期間中に有意な差は確認できなかったが、植物ステロールエステル摂取群では全て摂取開始時から有意に低下していることがわかった。さらに、摂取開始時か

らの変動量を見たところ、植物ステロールエステル摂取群は対照群よりも低下しており、その低下は植物ステロールエステルの摂取量に依存していることが分かった。さらに、LDLコレステロール値の摂取開始時からの低下を観察したところ、マヨネーズL群では有意に低下しなかったが、マヨネーズM群とマヨネーズH群では有意に低下していた。さらに、対

表7 血球成分検査値の推移

	被験者群	摂取開始時	摂取2週間後	摂取4週間後
白血球 ( $\times 1,000/\text{mm}^3$ )	マヨネーズL	7.43 $\pm$ 2.66	7.13 $\pm$ 2.23	7.43 $\pm$ 1.96
	マヨネーズM	6.72 $\pm$ 1.84	6.78 $\pm$ 1.67	6.90 $\pm$ 2.00
	マヨネーズH	7.27 $\pm$ 2.43	7.16 $\pm$ 2.26	7.11 $\pm$ 1.97
	対 照	6.88 $\pm$ 1.85	6.86 $\pm$ 1.98	6.88 $\pm$ 2.03
赤血球 ( $\times 10,000/\text{mm}^3$ )	マヨネーズL	491.0 $\pm$ 38.2	484.5 $\pm$ 41.6*	490.1 $\pm$ 43.4
	マヨネーズM	489.7 $\pm$ 26.2	480.5 $\pm$ 28.0**	489.2 $\pm$ 24.8
	マヨネーズH	492.8 $\pm$ 28.4	487.7 $\pm$ 28.6	494.8 $\pm$ 29.6
	対 照	490.2 $\pm$ 37.5	481.5 $\pm$ 37.1*	488.7 $\pm$ 36.7
ヘモグロビン (g/dl)	マヨネーズL	15.2 $\pm$ 0.9	15.1 $\pm$ 1.1	15.3 $\pm$ 1.1
	マヨネーズM	15.4 $\pm$ 0.9	15.1 $\pm$ 1.0*	15.4 $\pm$ 0.9
	マヨネーズH	15.4 $\pm$ 0.8	15.3 $\pm$ 0.8	15.5 $\pm$ 0.8
	対 照	15.2 $\pm$ 0.9	15.0 $\pm$ 0.9	15.2 $\pm$ 1.0
ヘマトクリット (%)	マヨネーズL	46.7 $\pm$ 2.5	45.3 $\pm$ 2.6***	46.1 $\pm$ 2.7
	マヨネーズM	46.5 $\pm$ 2.3	45.0 $\pm$ 2.6***	46.0 $\pm$ 2.2
	マヨネーズH	47.1 $\pm$ 2.5	46.0 $\pm$ 2.4**	46.9 $\pm$ 2.3
	対 照	46.0 $\pm$ 2.1	44.8 $\pm$ 2.4**	45.5 $\pm$ 2.4*
平均赤血球容積 MCV (fl)	マヨネーズL	94.8 $\pm$ 4.2	93.3 $\pm$ 4.3***	94.0 $\pm$ 4.3***
	マヨネーズM	94.5 $\pm$ 3.7	93.4 $\pm$ 3.7**	93.6 $\pm$ 3.6***
	マヨネーズH	95.3 $\pm$ 3.6	94.0 $\pm$ 3.4***	94.6 $\pm$ 3.6**
	対 照	93.8 $\pm$ 5.5	92.2 $\pm$ 4.8***	93.0 $\pm$ 5.0**
平均血色素量 MCH (pg)	マヨネーズL	31.1 $\pm$ 1.4	31.2 $\pm$ 1.5	31.2 $\pm$ 1.4
	マヨネーズM	31.4 $\pm$ 1.5	31.5 $\pm$ 1.6	31.5 $\pm$ 1.5
	マヨネーズH	31.2 $\pm$ 1.1	31.3 $\pm$ 1.2	31.3 $\pm$ 1.2
	対 照	31.1 $\pm$ 2.0	31.2 $\pm$ 2.0*	31.2 $\pm$ 2.1
平均血色素濃度 MCHC (%)	マヨネーズL	32.7 $\pm$ 0.8	33.3 $\pm$ 0.8***	33.1 $\pm$ 0.8***
	マヨネーズM	33.1 $\pm$ 0.8	33.6 $\pm$ 1.0***	33.5 $\pm$ 0.8***
	マヨネーズH	32.6 $\pm$ 0.6	33.2 $\pm$ 0.6***	33.0 $\pm$ 0.6**
	対 照	33.0 $\pm$ 0.7	33.6 $\pm$ 0.8***	33.4 $\pm$ 0.8**
血小板 ( $\times 10,000/\text{mm}^3$ )	マヨネーズL	24.1 $\pm$ 7.8	22.9 $\pm$ 7.0	24.5 $\pm$ 7.4
	マヨネーズM	23.0 $\pm$ 5.2	21.4 $\pm$ 5.3**	22.4 $\pm$ 5.3
	マヨネーズH	21.7 $\pm$ 4.9	20.8 $\pm$ 4.8	21.4 $\pm$ 4.4
	対 照	26.0 $\pm$ 6.2	24.1 $\pm$ 6.5*	26.2 $\pm$ 9.1

平均値 $\pm$ 標準偏差

- \*:  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差  
 \*\*:  $p < 0.01$  摂取開始時に対する有意差  
 \*\*\*:  $p < 0.001$  摂取開始時に対する有意差

照群と比較したところ、マヨネーズM群、マヨネーズH群は有意に低値を示した。また、LDL コレステロールやVLDL等の低比重のリポ蛋白を中心に存在するアポ蛋白B<sup>14)</sup>についても、総コレステロール値が示した用量依存的

な低下と同様の変化を示し、アポ蛋白代謝という側面からも、植物ステロールエステルによる血清脂質改善効果が裏づけられた。なお、LDL コレステロールとアポ蛋白Bが低下したが、トリグリセライドが低下しない理由は、

表8 理学所見の推移

	被験者群	摂取開始時	摂取2週間後	摂取4週間後
収縮期血圧 (mmHg)	マヨネーズL	141.2 ± 20.8	136.9 ± 20.6	142.3 ± 23.3
	マヨネーズM	139.5 ± 20.4	133.0 ± 17.0*	138.6 ± 15.8
	マヨネーズH	136.0 ± 22.2	131.3 ± 15.7	137.6 ± 20.0
	対 照	133.2 ± 14.7	132.5 ± 19.7	136.3 ± 18.5
拡張期血圧 (mmHg)	マヨネーズL	88.5 ± 9.3	87.1 ± 8.6	83.5 ± 13.1
	マヨネーズM	86.5 ± 11.1	84.9 ± 10.4	86.0 ± 10.8
	マヨネーズH	88.1 ± 12.3	86.2 ± 9.1	85.1 ± 11.6
	対 照	89.1 ± 9.2	85.9 ± 9.8	81.9 ± 10.6*
脈拍数 (beats/min.)	マヨネーズL	67.9 ± 7.5	69.6 ± 7.8	71.1 ± 5.5
	マヨネーズM	70.8 ± 6.4	72.7 ± 8.1	70.8 ± 7.7
	マヨネーズH	72.0 ± 7.0	73.5 ± 7.2	72.1 ± 6.9
	対 照	70.5 ± 5.8	69.9 ± 6.6	70.0 ± 6.9
BMI	マヨネーズL	24.5 ± 3.2	24.5 ± 3.2	24.5 ± 3.2
	マヨネーズM	25.3 ± 3.2	25.2 ± 3.2	25.2 ± 3.1
	マヨネーズH	26.4 ± 2.6	26.3 ± 2.7	26.3 ± 2.6
	対 照	25.9 ± 2.9	26.0 ± 2.9	25.9 ± 2.9

平均値±標準偏差

\*:  $p < 0.05$  摂取開始時に対する有意差

トリグリセライドの変動が大きいと推察される。以上より、血清コレステロール低下効果はマヨネーズL群の摂取量である440 mg/日で観察され、LDLコレステロールの挙動等から考えるとマヨネーズM群の摂取量である870 mg/日から特に明確になるとと思われる。

マヨネーズM群の摂取量である約870 mg/日は、欧米では実際にコレステロール低下効果があると報告されている量である約800 mg/日と近く、日本人においても欧米人と同量の植物ステロールエステル摂取量で、同じように効果が発揮されることがわかった。植物ステロールのコレステロール低減機能のメカニズムは、ミセルへのコレステロールの溶解を植物ステロールが競合的に阻害する<sup>15)</sup>ことから、摂取する植物ステロールに対するコレステロールの比率が小さい程、効果が高いと推察される。日本人が摂取する脂肪量は増加す

る傾向にあるが、食事のコレステロールがまだ欧米よりも少ないので、欧米人よりも日本人の方が植物ステロールエステルの効果は観察されやすいとも考えられる。

さらに、本試験においては試験期間中に血清脂質以外の基本的な生化学検査を行った。一部の検査項目で対照群も含めて有意な変動が観察されたが、いずれも正常範囲内であり医学的に問題となるものではなかった。

以上より、日本人における植物ステロールエステルによる血清コレステロール低下効果は440 mg/日で傾向がみられ、欧米で効果がありとされる量に近い870 mg/日の摂取量でより明確になった。また、一般的な生化学検査ではあるが安全性についても確認され、植物ステロールエステルを含むマヨネーズは血清コレステロール改善機能を持つ有用な食品であると考えられた。

## 5. 結 論

境界域および軽度の高脂血症者に対し、植物ステロールエステル含量が異なる3種類のマヨネーズを対照マヨネーズと共に、2重盲検法により4週間摂取させ、血清コレステロールに対する影響を観察した。結果、植物ステロールエステル摂取量に依存して、血清コレステロールとLDLコレステロールの低下が確認された。また、その効果は植物ステロールエステルの摂取量が440 mg/日で観察され、さらに870 mg/日では対照との差も含め、より明確であった。

### 謝辞

本試験の実施運営にあたっては、平田洋医師（あけぼのクリニック院長）、宮塚健（総医研クリニック院長）のご協力を頂きました。ここに感謝致します。

### 引用文献

- 1) 菅原正弘：高脂血症 手当てしないと心筋梗塞・脳梗塞になる。講談社、1、2002。
- 2) 田中正和、梅本誠治、久保 誠、伊藤真一、松崎益徳：高脂血症 上。日本臨床社、679、2001。
- 3) 動脈硬化性疾患診療ガイドライン、日本動脈硬化学会。5-17、1987。
- 4) Sten von Hellens：Feature Benecol Margarine enriched with stanol esters. *Lipid Technology*, **11**, 29-31, 1999。
- 5) Kevin B Hicks, Robert A Moreau：Phytosterol and Phytostanols Functional Food Cholesterol Busters. *Food Technology*, **55**, 63-67, 2001。
- 6) Weststrate JA, Meijer GW：Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **52**, 332-343, 1998。

- 7) Moghadasian MH, Frohlich JJ：Effect of dietary phytosterols on cholesterol metabolism and atherosclerosis, *Clinical and Experimental evidence. Am. J. Med.*, **107**, 588-594, 1999。
- 8) Weststrate JA, Ayesh R, Bauer-plank C：Safety evaluation of phytosterol esters Part 4 Fecal concentrations of bile acids and neutral sterols in healthy normolipidaemic volunteers consuming a controlled diet either with or without a phytosterol ester-enriched margarine. *Food and Chemical Toxicology*, **37**, 1063-1071, 1999。
- 9) Ayesh R, Weststrate JA, Drewitt PN, Hepburn PA：Safety evaluation of phytosterol esters Part 5 Fecal Short-chain fatty acid and microflora content, fecal bacterial enzyme activity and serum female sex hormones in healthy normolipidaemic volunteers consuming a controlled diet either with or without a phytosterol ester-enriched margarine. *Food and Chemical Toxicology*, **37**, 1127-1138, 1999。
- 10) 本間康彦、Fady Ntanios、後惣一郎、古瀬公士、五島寧子、藤田雅巳：植物ステロールエステル含有スプレッドの血清脂質、アポリポ蛋白レベルに対する影響と安全性。健康・栄養食品研究、**3**(4)、13-22、2000。
- 11) Hendriks HF, Weststrate JA, van Vliet T, Meijer GW：Spreads enriched with three different levels of vegetable oil sterols and the degree of cholesterol lowering in normocholesterolaemic and hypercholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **53**, 319-327, 2001。
- 12) Department of Health and Human Services (Food and Drug Administration) Food labeling：Health claims；Plant sterol/stanol esters and coronary heart disease, Interim final rule. In：Federal Register, 65, 21 CFR Part 101, 2000。
- 13) 今井忠平：マヨネーズ・ドレッシングの知識。幸書房、107-134、1993。
- 14) 板倉弘重編：脂質の科学。朝倉書店、32-41、1999。
- 15) 池田郁男：ステロールの吸収機構に関する研究。日本農芸化学会誌、**65**、1729-1734、1991。

(2003年2月25日 受付)