バター脂肪に対する栄養学的評価

慶田 雅洋^{*1} 津郷 友吉^{*2}

Nutritional Evaluation of Butter Fat

Masahiro IWAIDA^{*1} and Tomokichi TSUGO^{*2}

(^{*1} National Institute of Hygienic Sciences: Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo;

^{*2} Department of Agricultural Chemistry, the University of Tokyo: Bunkyo-ku, Tokyo)

アテローム性動脈硬化症(atherosclerosis)はギリシャ語の athero(やわらかな, かゆ状のという意味)およびラテン語の sclerosis (硬化という意味)を組合わせたものであって, arteriosclerosis と呼ばれることもある。1904 年に人間の大動脈に現われる脂肪の沈着に始まり, 石灰性物質の沈着に進む退行性の変化を意味する用語として創案された¹⁾。病原菌に由来する疾病が薬剤の使用により駆逐されつつある現在においては, 欧米では心臓血管系による障害がもととなって死亡的主要原因になって来ており, その原因と予防について医学者, 生化学者および栄養・食品化学者によって研究されている。

バターは吸収の速やかな低級脂肪酸を比較的多量に含み, 油中水型の細かい分散系を有するという優れた性質にもかかわらず, 唯一の脂肪源として使用することは避けられることが多い。その理由としてはバター脂肪が 0.3% 程度のコレステリンを含み, リノール酸含量が低いことが挙げられる。コレステリンがアテロームの主要成分として同定されたのは一世紀以上も前のことであり²⁾ このことは他の病理学者の考え方にも重大な影響を及ぼして来た。Anitschkow および Chaladow³⁾ は多量のコレステリンをウサギに投与した際に動脈にアテローム性沈着物の形成することを認めた。また, 植物油などの形でリノール酸を多量に投与した場合には実験動物の血中コレステリン量が低下するとの報告は多数認められる⁴⁻⁶⁾。このようにアテローム性動脈硬化症に関する議論は大部分はコレステリンまたは血液コレステリンを対象としたものであり, この問題は一般国民の間にも非常に興味をもたれ, コレステリンとアテローム性動脈硬化症が密接に関連すると思われる。ところがコレステリンは人体および動物体のすべての器官に存在し, 外部から摂取しなくても常に体内で必要に応じて合成されているのである。たしかに動脈硬化に悩む人の血液中の

コレステリン含量は健康な人よりもしばしば高いことがあるし, また 30~49 才の男子で血清コレステリン含量が 260 mg% 以上のものは 220 mg% 未満のものよりも冠動脈性心臓疾患にかかる危険率は約 7 倍も高く, 一方 40~49 才の女子でも約 3.8 倍も高いということが示されている⁷⁾。人体が普通の食物より 1 日に摂取するコレステリン量は欧米で 0.5~1.0 g, アジアでは 0.1 g 程度であり, 一方体内で合成される量は成人で 5 g 以上であるので, 食物よりの摂取量は全量のわずか 1/10 程度にすぎない⁸⁾。しかしながらコレステリンの摂取と動脈硬化症を結びつけて考えている人も少なくないのでこの問題について明らかにすることが必要であると考えられる。その場合にすべての実験は実際に生理的に受入れられるような条件で行なわれなければならない。主な食品のコレステリン含量は第 1 表に示す通りである。乳脂

第 1 表 食品中のコレステリン含量
(mg%) (Halden⁹⁾)

卵 黄	1,700	チーズ	145	羊 肉	70
鶏 卵	480	ラード	140	サ バ	22
牛肝臓	360	牛 肉	90	粉 乳	88
バター	250	豚 肉	90	牛 乳	12

脂肪のコレステリン含量は動物食品の中でもとくに高い方ではなく, 牛乳を 1 日に 1 L 飲用した場合のコレステリン摂取量は 0.12 g にすぎないことが認められる。ウサギ⁹⁾およびヒト¹⁰⁻¹²⁾に多量のコレステリン給与により動脈硬化の形成に成功したという報告も一定の実験条件において得られた成績であって実際の食生活に敷衍して考えることは適当でない。アテローム性動脈硬化症とバター脂肪との関連性についてより実際のな立場から追求するために国際酪農連盟 (International Dairy Federation; IDF) では Lembke を中心に 1968 年より広範囲な研究・調査活動を開始した¹³⁾。ここでは, このような背景のもとにバター脂肪に対して新しい立場から栄養学

^{*1} 国立衛生試験所: 東京都世田谷区上用賀 1 丁目 18 番 1 号; ^{*2} 東京大学農学部農芸化学科: 東京都文京区弥生 1-1-1

的に評価を行ないたいと考える。

1. バター脂肪の栄養学的試験

バター脂肪のリノール酸含量は約 2.1% であって比較的少ない。リノール酸に関しては、欠乏症状の現われない最低量としては総摂取カロリー量の 1.5~2.0% 程度であるという線が示されている¹⁴⁾。また一方ではアテローム性動脈症患者に対しては総カロリー量の約 15% を給与することが必要であるという米国の資料¹⁵⁾もある。しかしながらこのような多量のリノール酸を投与することは副作用を呈する恐れがあることにも注意しなくてはならない。すなわち毎日 13~24 g のリノール酸を患者に投与した場合には大腸菌数を最大限 30% まで抑制することが知られている¹⁶⁾。これはリノール酸の高量摂

取は体内のコレステリン形成を促進し、その結果大腸への胆汁酸の移行がふえるためであるといわれている¹⁷⁾。したがって栄養生理学的に妥当と思われる量のリノール酸の給与実験を行なうことが必要である。Lembke ら¹⁸⁾はサナトリウムで療養中のアテローム性動脈症患者を対象として臨床試験を実施しているのでその結果についてここに紹介する。動脈症患者はとくに脂肪の変化に対する反応性が顕著であるので対象として好適である。

a. 食品の組成: 総給与量は 2,500 Cal と定めた。内訳はタンパク質 15%, 脂肪 25% 残りは炭水化物の形で与える。タンパク質源としては主に脱脂粉乳を使用し、その他に各種チーズおよび脱脂肉も使用する。脂肪源としては脱脂原料に由来する微量の異種脂肪分以外は

第2表 バター脂肪を脂肪源として給与した場合の血液化学的並びに腸内菌群の試験成績

患者	試験期間 (日)	血液中の総 脂肪分 (mg%)	同リノール酸含量		同コレステリン含量		大腸菌群 (対数値)	<i>Streptococcus</i> 群 (対数値)
			(mg%)	総脂肪中の 存在比(%)	(mg%)	総脂肪中の 存在比(%)		
A	0	926	65	7.0	203	21.9	5.8	7.3
	28	834	92	11.0	193	23.2	3.0	5.4
B	0	837	76	9.1	246	29.4	5.9	4.8
	28	735	73	9.9	192	26.1	5.0	4.8
C	0	895	93	10.4	216	24.2	8.8	7.8
	21	735	89	12.1	259	35.3	8.2	7.5
D	0	1293	166	12.8	228	17.6	3.5	4.7
	28	1237	139	11.2	210	17.0	3.6	5.3
E	0	931	116	12.5	223	23.9	8.9	7.9
	28	868	106	12.2	181	20.9	9.1	8.8
F	0	920	104	11.3	238	25.9	7.8	8.8
	28	867	115	13.3	169	19.5	8.3	7.5
G	0	1277	118	9.3	242	19.0	4.5	4.4
	28	1006	116	10.9	175	17.4	5.5	5.5

第3表 各種要因の間の相関係数 (r)
およびその有意性 (S)

要因の組合わせ	r	S
総脂肪分と試験期間	-0.72	+
リノール酸含量と試験期間	-0.07	-
リノール酸/総脂肪比と試験期間	+0.49	+
コレステリン含量と試験期間	-0.32	-
コレステリン/総脂肪比と試験期間	-0.08	-
総脂肪分とリノール酸/総脂肪比	-0.59	+
総脂肪分とコレステリン含量	+0.09	-
大腸菌群数と試験期間	+0.02	-
大腸菌群数とリノール酸/総脂肪比	-0.05	-
<i>Streptococcus</i> 数と試験期間	-0.03	-
<i>Streptococcus</i> 数と リノール酸/総脂肪比	-0.28	-

注 S欄+: 有意な相関が認められる ($|r| > 0.49$).

-: 相関々係を認めない

すべてバター脂肪を使用する。

b. 実験方法: 52~63 才の対象患者に上記の食物を給与し、薬剤療法はまったく行なわない。血液化学的並びに腸管内の菌相の変化について研究している。

c. 試験成績: 7名の患者についての0日目および28(または21)日目の測定成績は第2表に示す通りである。

測定成績相互間について統計処理して相関係数を求めた結果は第3表に示す通りである。ただし有意性については相関係数の絶対値が 0.49 以上のときには相関があるものとみなし + と示してある。

第3表より総脂肪分と試験期間の間には負の相関の存在することが認められる。すなわちバター脂肪のみを脂肪源として使用した場合には血清中の脂肪濃度は低下することが明らかにされている。とくに動脈による脂質輸送に障害が起きている動脈症患者にこのような低下現象が認められたことに重大な意義が存在する。また、リ

ノール酸含量と試験期間の間の相関係数は極端に小さくて有意な相関は存在しないことが示されている。このことは血液中のリノール酸は試験期間中に有意な減少を示さずに一定状態に留まっていることを意味する。すなわち毎日 2~3.3g のリノール酸の摂取は栄養生理学的にも欠乏を起こさない十分な量であり、現在発生しているアテローム性動脈硬化症に対して何ら危険をもたらすものではないことを示すものである。また、リノール酸/総脂肪比と試験期間の間に有意な正の相関の存在することおよび総脂肪分とリノール酸含量の間に負の相関が存在するという事実は、血清中の総脂質濃度は減少するがリノール酸濃度は一定に保たれるという事実を考えれば容易に理解することができる。一方コレステリン含量と試験期間の間には有意ではないが負の相関が存在する。コレステリン/総脂肪比と試験期間の間の相関は認められない。すなわち総脂肪中のコレステリン含量は総脂肪分の減少と共に減少しその比率は不変であるということが示されている。いずれにしても実験条件ではいかなるコレステリンの増加も認められないことが確かめられている。このような確証は栄養素としてのバター脂肪の評価に対して重大な意義をもつものであると考えられる。バター脂肪はコレステリンを増加させるという主張はこのような摂取条件の下ではあてはまらない。その他にも血清中の総脂肪分が減少したという事実は与えられた食事は血液化学的にも好ましい傾向に作用したものであると考えられる。ただし、この効果は必ずしもバター脂肪のみによるものではなく、主要栄養素の配合比率の影響もあるものと考えなければならないことは当然である。とくに生物価の高いタンパク質の投与および食物中の脂肪分の占める比率の少なかったことも効果をあげる

上に役立っているものと推定される。また大腸菌群数および *Streptococcus* 数は試験期間中有意な変化を示さなかったことから、バター脂肪のみを脂肪源として給与した場合にも本実験に示した配合比で給与した場合には腸内菌相は何ら顕著な影響を受けないことが認められる。

2. 生体内におけるコレステリンの重要性

体内のコレステリンは食物に由来する外的なものばかりではない。生体はアセテートおよび低級脂肪酸などを原材料としてコレステリンを生成しうることが放射性同位元素を使用して確かめられている¹⁹⁾。ラットを使用してコレステリンの肝臓 1g あたりの生成量を調べた場合には通常の飼養条件では 2.3mg であり²⁰⁾、これをもとにして人間の肝臓におけるコレステリンの生成量を推定すると、食物よりの摂取量の数十倍に達することになる。コレステリンの体内における代謝系路については第 1 図に示す通りである。コレステリンはあらゆる細胞に存在し、膜構造の必須成分であり、その選択透過性の機能に関与しているものと考えられる。コレステリンは中枢神経系に多量に存在することが認められ主としてタンパク質に偏在する。神経組織の隔離物質としての機能を有す

第 1 図 コレステリンの代謝系路²¹⁾

第 4 表 動脈中の遊離およびエステル型コレステリン含量 (mg/g)

種 類	コ レ ス テ リ ン			引 用 文 献
	遊 離 型	エステル型	遊離型 エステル型	
ウサギ { 対 照 コレステリン給与	1.42 3.89	0.13 9.86	10.9 0.4	23)
同 { 対 照 コレステリン給与	1.00 3.40	0.10 5.30	10.0 0.6	24)
同 { 対 照 コレステリン給与 コレステリン無給与飼料によりアテローム性動脈硬化症に罹ったもの	2.84 4.90 4.68	0.14 4.90 2.28	20.3 1.0 2.0	21)
ヒ ト { 男 0~9才 女 0~9才	7.20 6.80	0 0	— —	26)
同 { 男 10~39才 女 10~39才	35.4 13.7	20.0 6.0	1.77 2.28	

るものと考えられる。ゆえにコレステリンを人体に対する異物であると考えてその除去のみに努力することは行き過ぎであるように思われる。コレステリンをまったく含まない飼料でもウサギに動脈硬化症の発生することが報告されている(実験動物の中でウサギがもっとも動脈硬化症を形成しやすい)²²⁾。もちろんコレステリンを多量に給与した場合には動脈中のコレステリン含量は増加する。しかしながらその存在形態の比が問題であって、正常なウサギでは遊離型とエステル型コレステリンの比が約10であるが、コレステリンを多量に給与したウサギではその比が0.4~0.6であることが報告されている^{23,24)}(第4表参照)。コレステリン無給与でアテローム性動脈症にかかったウサギでもこの比は2.0という低い数字を示している²¹⁾。

ヒトの動脈の分析結果からもアテローム性疾患の場合にはコレステリンエステルが多くなっていることが指摘されている^{25,26)}。すなわちScottら²⁶⁾は0~9才の幼児の動脈中にはエステル型コレステリンはまったく認められないが、10~39才の男子では同比は1.77、同年令の女子では2.28であることを認めている(第4表参照)。すなわちアテロームの形成は動脈壁のコレステリンエステルの代謝生産能力の変調によるものであることが指摘され

る²⁷⁾。それでは血液中のコレステリン含量自体のアテローム性動脈硬化症に対する影響はどうであろうか。ヒトの血清コレステリン含量は季節および経日変化も認められることが多くの研究者によって指摘されており、遺伝的因子(家系)、性別などによっても異なる²²⁾。しかしながら、一般的にいて開発途上の国々の住民では西欧諸国に比較して血清コレステリンは低い水準にあり、個人差も比較的少なく、また心臓動脈症の死因に占める比率も低いこと²⁸⁾を考えると、一般に血液中のコレステリン水準は低い方がより安全であるのではないかと推論することができる。しかしながら、血液中の高いコレステリン水準を低下させることがアテローム性動脈硬化症に対する絶対的な安全を示すものであるという証明はなされていない。一生を通じて血清コレステリン水準を低く保つということは、小児栄養および成人栄養のあり方まで変化させるものであり、それによって起こる障害についても十分に検討する必要がある。

これに対して血液中のリポタンパク質と動脈症の関係については最近の研究の結果密接な関係の存在することが明らかにされている。血清リポタンパク質はその密度の差により低密度(β)および高密度(α)リポタンパク質に分類される。第5表より β -リポタンパク質の方がよ

第5表 血清リポタンパク質の組成²¹⁾

種 類	密 度	血中濃度 (mg/ 100 ml)	タンパク 区 分 (%)	トリグリ セリド 区分(%)	リン脂質 (%)	コレステリン(%)		脂 肪 酸 (%)
						エステル型	遊 離 型	
キロミクロン (chylomicron)	<0.96	0~50	1	87	8	3	1	—
β -リボ タンパク質	0.96 ~ 1.006	150	7	52	19	14	7	1
	1.006 ~ 1.019	50	11	26	23	31	8	1
	1.019 ~ 1.063	350	21	10	22	38	8	1
α -リボ タンパク質	1.063 ~ 1.125	50	33	11	29	21	6	—
	1.125 ~ 1.210	300	57	5	20	12	3	3

りコレステリンの多い区分であることが認められる。各種実験動物により実験的にアテローム性動脈硬化症の形成に成功した場合にも β -リポタンパク質量は上昇することが確かめられている²⁹⁾。コレステリン無給与飼料で飼育した場合にも β -リポタンパク質量は増加することが認められる²²⁾。したがって血液中のコレステリン量よりも β -リポタンパク質量の方が、アテロームの形成に対してより密接に関連しているものと結論することができる。よって肝臓におけるリポタンパク質の合成に影響する因子については今後注意深く吟味検討することが必要である。Olson³⁰⁾はアテローム性動脈硬化症は肝臓の変調に由来するものであると結論していることは注目に値する。

3. アテローム性動脈硬化症と炭水化物の関係

ここで話題を転換して炭水化物の問題を取り上げる。従来アテローム性動脈硬化症は食品中の脂質との関連において取り上げられており炭水化物の影響については糖尿病の場合を除いては実質的に無視されて来ている。しかしながら糖尿病患者では炭水化物代謝の混乱により血清中のトリグリセリドの上昇が認められ、血清コレステリン水準もしばしば上昇することが知られており³¹⁾、炭水化物は生体内で容易に脂質に変換しうることが周知の事実である。先進国におけるアテローム性動脈硬化症の罹病率ならびに死亡率は過去50年間にわたって急速に増加して来ている。この原因はこの50年間に発生した生活環境の変化の中から見出されなければならない。摂取4

る栄養成分との関係については、動物脂肪との関連について数多くの議論がなされて来ており、その結果乳脂肪等の形で摂取するコレステリンの量は何ら動脈硬化症との関連を持たないことが結論として示された。

動物脂肪の無害性については Yudkin³²⁾ は歴史的な観点からみても明らかであるとして次のようにのべている。すなわち人類が農耕の知識を得たのはせいぜい約1万年前からでありこれ以前の狩猟生活時代では動物脂肪は動物タンパク質と共に栄養供給源の大部分を占めていたわけである。すなわち人類の祖先が現われた洪積世の時代から200万年の発展を振り返ってみても、農業による食物生産の時代はわずかにその0.5%を占めるに過ぎない。このわずかの期間にわれわれの食生活は肉食から雑食に変わったのである。歴史時代に入ってからわれわれの摂取するようになった栄養素としては植物油脂および植物タンパク質、炭水化物がある。これらの中で最近50年間にわたって調べてみても脂肪の摂取量はわずか10~20%の増加を示しているにすぎず、しかも増加のほとんどは植物脂肪によるものである。これに対して炭水化物の消費量は今日では人間の摂取する栄養素の中で約半分を占めている。平均値は大部分の国では1日400gであるが富裕な国では貧困な国に比較してより多くのタンパク質、脂質が消費されているので、この比率はやや低くなる。ただしその内容が問題であって、開発途上の国ではデンプンが約90%を占めているのに対して富裕な国ではその比率は約50%に下っている。デンプンに代わって増加したのは大部分が砂糖である。砂糖の主要供給源としてはカンショおよびテンサイがあげられるが、てん菜糖の精製法が工業的に確立した19世紀末から砂糖の消費は顕著な増加を示している。すなわち1899~1957年の間の統計を示すと第6表の通りである。今世紀に入ってから約60年の間に1人当りの消費量は2.82倍に

第6表 世界の年間砂糖消費量^{33,34)}

年	消 費		年	消 費	
	1人当り kg	指 数		1人当り kg	指 数
1899	5.5	100	1938	12.0	218
1909	7.5	135	1949	11.8	215
1924	10.2	185	1957	15.5	282
1929	12.4	225			

増加したことが知られる。砂糖と心臓疾患の関係についてはイスラエルの Cohen³⁵⁾ は各地から移住したイスラエル人の中でイエーメンから移住した人達は移住初期にはアテローム性動脈硬化症および糖尿病の発生が低い、次第に西欧的な食事によってゆくにつれ、これらの病気の死因に占める比率は急増することを認めた。この間に食物の組成は植物脂肪が2倍にふえているが砂糖は1日10g以下だったのが50g以上にふえており、

第2図 動物性脂肪およびバター脂肪の摂取と心臓動脈血栓症による死亡率との関係³⁶⁾ (USA: アメリカ, AUS: オーストラリア, CA: カナダ, SF: フィンランド, NZ: ニュージーランド, GB: イギリス, DK: デンマーク, S: スウェーデン, N: ノルウェー, NL: オランダ, CH: スイス, D: 西ドイツ, F: フランス, I: イタリア, J: 日本)

総炭水化物の25%を占めるに至っている。このことから、動脈症の増加はこの砂糖の摂取量の増加によるものであることが推論される。Yudkin³⁶⁾ は1952年現在の日本を含めた世界15カ国における55~64才の男子の心臓動脈血栓症 (coronary thrombosis) による死亡率と各種食物成分との関係について詳細に検討している。動物性脂肪およびその中でとくにバター脂肪の摂取量との関係について調べた結果は第2図の通りである。すなわち死亡率の最も低いのは日本の57名であって以下イタリア113名の順となっており、最高は米国の829名である。第2図より低死亡率3カ国の間では動物性脂肪の摂取量と死亡率の間に相関の存在することが推定されるが、15カ国についてみれば両者の間に直接的な関係のないことが図から明らかである。バター脂肪についてもほぼ同様の傾向を示していることが認められる。

これに対して砂糖の摂取量との関係について調べた結果は第3図に示す通りである(これ以外にも総カロリー、総脂肪、植物性脂肪、マーガリン、総タンパク質および動物タンパク質の摂取量との関係についても調査されているが、ここでは図示することを省略する)。Yudkin³⁶⁾ は以上の各種食物成分の中では砂糖の摂取量が最も死亡率

第3図 砂糖の摂取と心臓動脈血栓症による死亡率の関係³⁶⁾ (略号は第2図に同じ)

と関係があるのではないかと推定している。以上の調査のほかにも Yudkin および Roddy³⁷⁾ はより最近になって心臓動脈症および末梢毛細動脈血管症 (Bürger 氏病) 患者の食物調査の結果から、これらの患者は平均して対照群よりも砂糖の摂取量が約2倍も高いことを明らかにしている (第7表参照)。以上のような理由により今世

第7表 心臓動脈症患者 (I), 末梢毛細動脈血管症患者 (II) および健康対照群 (III) の砂糖の摂取量の比較 (男45~65才)

群	例数	平均年齢	砂糖摂取量 (g/日)	
			平均値	並数
I	20	56.4	132	113
II	25	56.5	141	128
III	25	56.0	77	56

I と III の差の有意性 $P < 0.00005$

II と III の差の有意性 $P < 0.00003$

紀に入ってから砂糖の摂取量の増加は歯、糖尿病の増加のみならずアテローム性動脈硬化症の多発の原因にもなっているものと推定される。それでは砂糖の1日摂取量はどの程度が適当な量であるかという点については動物を使用した安全性の試験などにより確かめることが必要であると考えられる。ちなみに厚生省の国民栄養調査によると昭和42年度の国民1人当りの砂糖の摂取量は1日当り19gであってYudkinの示した英国の値に

比較してもかなり低いことが認められる。ただし栄養審議会 (島岡順雄委員長) は現在の食糧構成基準の砂糖摂取量1日50gを、このたび答申した新しい基準では20gに引下げ、逆に乳類は140gを220gに引上げている点は注目される。

あとがき

アテローム性動脈硬化症と食事との関係について栄養学的に検討して来た。しかしながら動脈硬化症の発生は外的および内的の種々の要因によるものであり、必ずしも食物だけでは説明できない場合もある。Groen³⁸⁾ はこれらの要因をつぎのように分類している。

1. 外的要因：栄養、運動、社会的地位 (富裕度)、労働条件、情緒的要因 (ストレス)、結婚、寒さ、タバコとアルコール、他の疾病による感染 2. 内的要因：年齢と老化、肥満度、高血圧・糖尿病などの合併症、体質と遺伝的要因、代謝欠陥、性別。

すなわち死者の剖検の結果では肥満の方がそう身体よりも、アテローム性動脈硬化症に罹る率は2倍も高いことも報告されており³⁹⁾、カロリーの摂取量の増加と運動のバランスが崩れると肥満体になりやすい。また女性は男性よりもアテローム性疾患に罹りにくいことは周知の事実である。季節的に見ると夏よりも冬の方が心臓血栓症による死亡者数は高い。しかしながらフィンランドにおける死亡率の高いのは寒冷によるのかそれともサウナが原因であるかはまだ明らかにされていない。

栄養の面からは少なくともバター脂肪は給与量が全カロリーの25%以内ならばアテローム性動脈症の要因とはならないように思われる。最後に酪農先進国と日本の国民の牛乳・乳製品およびマーガリン摂取量を比較すると第8表の通りである。わが国はバターの消費量はフィンランドの1/70以下、アメリカと比較しても1/10以下

第8表 牛乳・乳製品の消費量の比較³⁹⁾

(1人当り年間：単位kg) (1965年)

国名	牛乳	バター	チーズ	マーガリン
イギリス	148.7	8.8	4.6	5.4
アメリカ	124.7	2.9	4.3	4.4
フィンランド	292.8	17.6	3.3	4.4
西ドイツ	82.2	8.4	4.7	9.8
フランス	108.1	8.8	11.9	2.9
オーストラリア	134.1	9.8	3.4	4.8
日本	17.3	0.24	0.15	0.6

であり、マーガリンもこれらの国の1/5またはそれ以下である。しかしながら過去12年間のバター、マーガリンおよびショートニングオイルの生産量を調べると第4図の通りであって、年々増加の傾向を示している。この脂肪の摂取量の増加傾向は今後とも継続するものであると思われる。

第4図 わが国のバター及びマーガリン、ショートニングオイルの生産量の推移

本調査研究に要した費用の一部は森永奉仕会調査研究奨励金を以てこれに当てた。

文 献

- 1) F. Marchand: Verhandl. Kong. inn. Med. 21, 23 (1904).
- 2) J. Vogel: "The Pathological Anatomy of the Human Body" (1847) Lea and Blanchard, Philadelphia.
- 3) N. Anitschkow, S. Chaladow: Zentr. allgem. Pathol. 24, 1 (1913).
- 4) 馬嶋安正: 栄養と食糧 22, 435 (1969).
- 5) G. J. Christakis, S. H. Rinzler, *et al.*: Am. J. Clin. Nutrition 16, 243 (1965).
- 6) I. H. Page, F. J. Stare, *et al.*: Circulation 16, 163 (1957).
- 7) A. Kagan, W. B. Kannel, T. R. Dawber, N. Revotskie: Ann. N. Y. Acad. Sci. 97, 883 (1963).
- 8) W. Halden: 15th Int. Dairy Congr. 1, 27 (1959); 乳業科学新説編集委員会編 "乳業科学新説" 初版 p. 74 (1966) 朝倉書店.
- 9) M. W. Biggs, D. Kritchevsky: Circulation 4, 34 (1951).
- 10) M. W. Biggs, D. Kritchevsky, *et al.*: *ibid.* 6, 359 (1952).
- 11) H. Field Jr., L. Swell, P. E. Schools Jr., C. R. Treadwell: *ibid.* 22, 547 (1960).
- 12) R. J. Jones Ed.: "Evolution of the Atherosclerotic Plaques" p. 205 (1963), University of Chicago Press, Chicago.
- 13) International Dairy Federation: FIL-IDF F-Doc 3 (1968).
- 14) R. T. Holman: Int. Dairy Federation Bulletin Part II (1962); H. Mohrbauer, R. T. Holman: J. Lipid Res. 4, 151 (1963).
- 15) Council on Foods and Nutrition of the Med. Ass.: J. Amer. Med. Assoc. 181, 411 (1962).
- 16) H. Frahm, H. Greggersen, A. Lembke: Milchwissenschaft 17, 613 (1962).
- 17) H. Frahm: Ernährungsforschung 10, 179 (1965).
- 18) A. Lembke, H. Frahm, H. Greggersen: 17th Int. Dairy Congr., E, 587 (1966).
- 19) R. G. Gould: "Symposium on Atherosclerosis" (1954) Publ. 338, Nat. Acad. of Sci., Wash. D. C.; R. G. Gould: Amer. J. Med. 11, 209 (1951).
- 20) R. Reiser, M. C. Williams *et al.*: Arch. Biochem. Biophys. 102, 276 (1963).
- 21) D. Kritchevsky: J. Dairy Sci. 50, 776 (1967).
- 22) D. Kritchevsky, S. A. Tepper: Life Sci. 4, 1467 (1965).
- 23) F. Parker, G. F. Odland: Amer. J. Pathol., 48, 197 (1966).
- 24) L. Swell, M. D. Law, C. R. Treadwell: J. Nutrition, 76, 429 (1962).
- 25) A. Windaus: Z. physiol. Chem. 67, 174 (1910).
- 26) R. F. Scott *et al.*: Exptl. Mol. Pathol. 5, 12 (1966).
- 27) N. T. Werthessen: A. C. Frazer Ed. "Biochemical Problems of Lipids" p. 439 (1963) Elsevier Publ. Co., Amsterdam.
- 28) J. Groen: Neth. Milk & Dairy J. 12, 282 (1958).
- 29) R. Paoletti Ed.: "Lipid Pharmacology" p. 63 (1964) Academic Press, New York.
- 30) R. E. Olson: Biol. Med. 2, 84 (1958).
- 31) M. J. Albrink, E. B. Man: Diabetes 7, 194 (1958).
- 32) J. Yudkin: Milchwissenschaft 24, 401 (1969).
- 33) A. Viton, F. Pignalosa: FAO Commodity Bull. Ser. 31 (1961).
- 34) J. Yudkin: Proc. Nutr. Soc. 23, 149 (1964).

- 35) A. M. Cohen: Am. Heart J. 65, 291 (1963).
36) J. Yudkin: Lancet 273, ii, 155 (1957).
37) J. Yudkin, J. Roddy: Lancet ii, 6 (1964).
38) S. L. Wilens: Arch. Int. Med. 79, 129 (1947).
39) 日本乳業技術協会編: 日本乳業年鑑, 1968 年版 (第9版) p. 64 (1968).

質疑応答

問 ただ今の講演は多数の資料を集め紹介してあるが一口に申せば玉石混淆であると思う。その内、石の方は別として演者の力を入れていたドイツの臨床成績だが、食物組成中脂肪分が 25% という配合割合は恐らく普段よりも低い比率であると思う。欧州では一番少ないといわれるイタリア人でも 30% は摂取している。したがって血清コレステロールが下がったのと動物性脂肪の摂取量を普段より少なくしたためと解釈できる。約 2,500 カロリー中の 25% というバターにして 60 g 以上に当るが、私の経験では日本人では天然バターを毎日 30 g 与えると血液中のコレステリン含量は上って来る。60 g では 1 週間で 3~4 割上ると思う。また与えた脂肪がすべてバター脂肪であったかどうか疑問もたれる。日本人はもっと脂肪をとらなければいけないという点は大いに賛成だが、結論としてバターは有害ではないということはいいすぎではないだろうか。欧米でも最近ではコレステリンの問題よりも不飽和脂肪酸の問題が強調されている。私はバターよりもむしろリノール酸含量の高い植物油を摂取すべきではないかと思う。

答 食品中の脂肪分の 25% という値が高いか低いかについてはいろいろ考え方もあると思うが、紹介した成績はあくまでもその条件下における結果であるということと理解してほしい。よりバター脂肪の給与を高くした場合についてもやってみなければ結論はだせない。そのために国際酪農連盟では大規模な実験研究を計画しているのである。日本人に 30 g の天然バターを与えた場合には血清コレステリン量が上昇することであるが、そのような文献があれば今後引用させてもらいたいと考える。なお給与された食事の脂肪はすべてバターおよびチーズの形で与えているので、脱脂により完全に除去できなかった隠れた脂肪を除いてはすべてバター脂肪である。不飽和脂肪酸の問題も重要であると考えてるが、本シンポジウムではこの問題については他の演者が専門的に取り上げているのでここでは省略した。バター脂肪の栄養学的評価については現在の段階で完全に有害ではないと結論することはできないと思う。

問 つぎに砂糖の問題であるが、砂糖、単糖類がアテローム性疾患に関係があるのではないかとの説に対しては事実そうであると思う。それでは動物性脂肪はまったく影響はないかという点決してそうではない。砂糖の方が correlation が高いということだろうと思う。所得と比較しても同じような correlation があるのではないか。一般に疫学的な統計は網を張るという意味ではよいがやはり因果関係は実験的立証によるべきであると考える。ショ糖についてはロンドン大学の McDonald は 1 日 500 g の給与実験では空腹時の男子では血清のコレステリンレベルが上がるが女子では上らないという報告がでている。砂糖のとり方は少ない方がよいが、日本では欧米人にくらべ砂糖のとり方は遙かに少ないので現在では大した問題ではない。

答 図表にはしなかったが、同じ Yudkin の報告で富裕度と心臓動脈血栓症の死亡率との間の関係は砂糖の場合と非常に酷似していることが示されている。アテロームの原因が砂糖であると断定するには動物実験による成績が必要であるという点については同感である。ただ砂糖以外にも日本の場合には無機塩の摂取も関係して来るのではないかと考える。日本人の 1 日 50 g の砂糖の消費量が多すぎるか、多すぎないかは現状では判断する根拠に乏しい。しかし栄養審議会で昭和 50 年の消費目標を 1 日 20 g とした点は注目してよいと思う。

問 25% の脂肪をバター脂肪で与えて臨床試験したデーターは、その摂取量との関係より有意差を求めるには 28 日の試験期間は短かすぎるのではないかと思うがどうか。

答 必ずしも十分な期間だとは考えない。しかし人間を対象としているので、嗜好の問題などからこれ以上の期間の実験は計画的に無理があったのではないかと推測する。この条件下でもコレステリンレベルなどで有意の差が得られていることはさきほど示した通りである。実験動物の場合には長期間にわたって飼育したデーターもある。

問 コレステリンは日本人は摂取が少なく実際に血中コレステリン値が低いことから問題はない。むしろ低級脂肪酸の栄養学的効果を立証することによりバターの栄養学的評価を高めたらどうか。

答 まったく同感である。今回はコレステリンの問題に焦点をあてたが、今後脂肪酸の問題についても検討したいと思う。