

研究ノート

飽和脂肪酸負荷による血清脂質値への影響と その作用機序の考察

Effects of dietary fat intake abundant in saturated fatty acids on serum lipid profile, and consideration for these action mechanisms

熊崎柚香, 飯田幸恵, 平川花帆, 寺嶋正治*

Yuka KUMAZAKI, Yukie IIDA, Kaho HIRAKAWA and Masaharu TERASHIMA

キーワード：飽和脂肪酸、血清脂質値、コレステロール、作用機序

Key Words : saturated fatty acids, serum lipid profile, cholesterol, action mechanisms

要約

日本人の食事摂取基準 2015 年版では、血清コレステロール値に対する飽和脂肪酸摂取の影響が指摘され、コレステロール値に関する基準値（目標値）がなくなった。日本人の食事摂取基準 2020 年版では、脂質異常症の重症化予防の観点から、コレステロール摂取量は、200 mg/日未満に留めることが望ましい、との表記が加わった。血清 LDL-コレステロール値は、食事からのコレステロールの摂取のみならず、飽和脂肪酸や多価不飽和脂肪酸の摂取によって影響を受ける。飽和脂肪酸は複数の機序で、例えば LDL 産生速度を上げ、LDL 受容体活性を低下させること等により、LDL-コレステロールや血清総コレステロール値の上昇が生じることが報告されている。われわれは日常的な食事内容に加え、飽和脂肪酸を高濃度で含むバターを継続的な摂取が、血清脂質値（血清総コレステロール値、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値、トリアシルグリセロール値）にどのような影響を及ぼすかを検討した。

健康な成人 6 名に 4 週間、1 日あたりバター 50 g（飽和脂肪酸 25.2 g）を通常の食事内容に加えて摂取してもらった。身長、体重、体脂肪率、身体各所の周囲径の測定は、実験開始前、摂取 1、2、3、4 週間後、実験終了 1 週間後に測定し、血液検査は実験開始前、摂取 2、4 週間後に測定した。4 週間にわたり基準値以上の飽和脂肪酸を継続的に摂取した結果、血清総コレステロール値や LDL-コレステロール値は増加傾向を示し、HDL-コレステロール値は有意に増加した。血清トリアシルグリセロール値は、いずれの期間においても有意差はなかった。これらの結果は、中期的な飽和脂肪酸の摂取が必ずしも血清総コレステロールを初めとした血清脂質値へ多大な影

* 東海学園大学健康栄養学部健康栄養学科

響を及ぼす訳ではないことを示し、Keys や Hegsted の予測式による結果は、短期間の予測値であることを強く裏付けた。また、バターに含まれる飽和脂肪酸の2~4週間程度の摂取で、体重や肝機能に特に変化はなかった。

今回の実験で、血清総コレステロール値、LDL-コレステロール値、HDL-コレステロール値は、飽和脂肪酸の摂取で上昇することが確認された。また、飽和脂肪酸の血清コレステロール値上昇のメカニズムを考察した。今後の課題としては、本研究の正確性や実現性を向上させるために食事内容、摂取カロリーの固定など厳密な食事管理や身体活動の維持、さらには飽和脂肪酸摂取量、摂取期間を詳細に検討していく必要があると考えた。

Abstract

Objective:

This study aimed to examine the effects of continuous intake of butter, which contains a high concentration of saturated fatty acids, on serum lipid profiles, including total cholesterol, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, triacylglycerol levels, in healthy adults.

Methods:

Six healthy adults participated in the study after undergoing a medical examination that included anthropometric measurements, body composition analysis, blood tests, and blood pressure assessment to confirm eligibility. The participants consumed 50 g of butter (containing 25.2 g of saturated fatty acids) daily in addition to their usual diet for four weeks. Anthropometric parameters were measured every week, before and after the intervention while blood tests were conducted before, and after two and four weeks of intake.

Results:

After four weeks of continuous intake of saturated fatty acids exceeding the recommended level, serum HDL-cholesterol levels significantly increased. Total cholesterol and LDL-cholesterol levels also showed an upward trend but without statistical significance. No significant changes were observed in serum triacylglycerol (TG) levels. Moreover, no noticeable changes were found in body weight or liver function during the four weeks period of butter consumption.

Conclusion:

The results confirmed that the intake of saturated fatty acids leads to an increase in serum

total cholesterol, LDL-cholesterol, and HDL-cholesterol levels. However, the overall impact on total serum lipids was limited. These findings suggest that medium-term intake of saturated fatty acids may not necessarily exert the same effects as predicted by the short-term equations proposed by Keys and Hegsted. Future studies should incorporate stricter dietary control, fixed caloric intake, and standardized physical activity to evaluate the precise effects of saturated fatty acid intake duration and quantity.

緒言

日本を含む先進諸国における日常的な高脂肪食の摂取ならびに運動不足は、肥満やメタボリックシンドロームを容易に惹起し、脂質異常症、糖尿病、高血圧など生活習慣病の元凶となる。さらに動脈硬化が進行すれば、脳血管障害、心筋梗塞を発症し、致命的もしくは恒久的障害を患う可能性も高い。近年、我が国の脂質摂取量の増加に伴い、脂質異常症患者が増加しており、コレステロールや飽和脂肪酸、トランス脂肪酸の摂取制限と同時に多価不飽和脂肪酸の摂取量増加など食事内容の改善が必要である。

日本人の食事摂取基準 2010 年版（春日，2009）においては、コレステロールの摂取目標値（上限）が、男性 750 mg/日、女性 600 mg/日と設定されていた。これは、コレステロールを多く摂取すると虚血性心疾患やがん罹患が増加するため、科学的根拠となった「ハワイ在住の日系中年男性」の研究に基づいている。しかし日本人の食事摂取基準 2015 年版（菱田 他，2014）において、この研究では飽和脂肪酸量が血清コレステロール値に大きな影響を及ぼす可能性があることを考慮しておらず、コレステロール摂取の目標値（上限）を設定する科学的根拠が不十分であるとして、その値が撤廃された。さらに、日本人の食事摂取基準 2020 年版では、脂質異常症の重症化予防の観点から脂質異常症を有する者及びそのハイリスク者においては、そのリスクをできるだけ軽減する必要があり、コレステロール摂取量の変化と血中コレステロールの変化は有意な相関を示すことから、コレステロールの摂取量は 200 mg/日未満にとどめることが望ましい、とされた（伊藤 他，2020）。日本動脈硬化学会による「動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2022 年版」でも、冠動脈疾患のリスクに応じて LDL コレステロールの管理目標値が定められており、高 LDL コレステロール血症患者ではコレステロールの摂取を 200 mg/日未満とすることにより、LDL コレステロールの低下効果が期待できるとしている（日本動脈硬化学会，2022）。

血清コレステロール値については、Keys の式や Hegsted の式に示されるように、コレステロールと飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸の摂取量に左右される（Keys, A. et al., 1965 ; Hegsted, D. M. et al., 1966）。従ってコレステロール摂取のみならず、飽和脂肪酸や多価不飽和脂肪酸の摂取量を考慮しなければならない。ここで飽和脂肪酸が何故、種類の違う脂質である血清コレステロール値を上昇させるのか、素朴な疑問が生じた。文献を渉猟すると、飽和脂肪酸は LDL コレステロー

ルの産生速度の増加と LDL コレステロール受容体の活性低下等により、血清コレステロール値の増加が生じるらしいことが分かった (Woollett, L.A. et al., 1989)。つまりコレステロールそれ自体の摂取制限をしていても、飽和脂肪酸にも目を向けないと血清コレステロール値の正常化が難しいということである。飽和脂肪酸の摂取目標量は摂取エネルギー % で 7%E 以下であるが、昨今は飽和脂肪酸を多く含む食品を国民が選んで摂取するようになり、血清コレステロール値の上昇など脂質異常症、そして生活習慣病の原因ともなっている。そこで、われわれは飽和脂肪酸を摂取基準を超えて摂取した場合、血清コレステロール値をはじめとした血清脂質値へどのような影響があるかを、食事摂取実験で検討した。

方法

健康若年成人に対して、飽和脂肪酸負荷による血清脂質値 (血清総コレステロール (T-cho)、LDL-コレステロール (LDL-cho)、HDL-コレステロール (HDL-cho)、トリアシルグリセロール (TG)) への影響を検討するため、以下のように研究を計画した。研究内容については、事前に東海学園大学研究倫理委員会に申請し承認を得た (飽和脂肪酸負荷による血清脂質値への影響とその作用機序の考察; 受付番号 2024-12)。

1. 対象者: 東海学園大学 管理栄養学科 3 年生 6 名 (20 歳~21 歳、男性 2 名、女性 4 名)

2. 研究方法

1) 研究開始前の健康診断

研究開始前に被験者に対して、以下の項目を実施した。

A. 問診、血圧、身長、体重、体脂肪測定

B. 血液検査

- ①血中脂質: 総コレステロール (T-cho)、LDL-コレステロール (LDL-cho)、HDL-コレステロール (HDL-cho)、トリアシルグリセロール (TG)
- ②血液一般: 赤血球 (RBC)、ヘモグロビン (Hgb)、白血球 (WBC)
- ③肝機能: アスパラギン酸アミノ基転移酵素 (AST)、アラニンアミノ基転移酵素 (ALT)、 γ -グルタミルトランスペプチダーゼ (γ -GTP)、アルカリホスファターゼ (ALP)、ロイシンアミノペプチダーゼ (LAP)、総ビリルビン (T-bil)
- ④腎機能: 尿素窒素 (BUN)、クレアチニン (Cre)

2) 飽和脂肪酸の負荷方法

被験者に対して 4 週間、1 日あたり有塩バター 50 g (日本食品成分表 2025 (文部科学省, 2025) より飽和脂肪酸 25.2 g、コレステロール 105 mg を含有) を通常の食事内容を加えて摂取した。

3) 飽和脂肪酸負荷時の食事内容及び身体活動

有塩バター 50 g/日(飽和脂肪酸 25.2 g)負荷中の食事摂取は、日本人の食事摂取基準(2020年版)を参考に標準体重に合わせた適正エネルギー量とする。また、食事内容は問わないこととするが、食事から摂取する飽和脂肪酸量は摂取エネルギー % で7%E前後とし、過度の飽和脂肪酸摂取は避ける。研究中の運動習慣は普段通りとし、研究に対する意識的な運動はしないように、実験開始前に事前指導を行った。

4) 飽和脂肪酸負荷時の測定、記録項目

測定項目は以下 A~C とし、A は摂取開始前 1 週間、摂取中、摂取終了後 1 週間、毎日行い、B は実験開始前、1、2、3、4 週間後、実験終了 1 週間後に、C は実験開始前、2、4 週間後に測定を行った。

- A. 食事調査：被験者の摂取栄養量の調査は、食事記録法により行った。調査に当たっては、栄養計算アプリ「あすけんプレミアム」を用いて行った。
- B. 形態計測：身長、体重、体脂肪率、身体各所の周囲径を測定した。体脂肪率は、体脂肪計(InBodyによる計測)にて計測した。また、身体各所の周囲径の測定は、メジャー並びにキャリパーを用いて行った。測定項目は、①腹囲(内臓脂肪量の推定) ②上腕三頭筋皮下脂肪厚(TSF:体脂肪量の測定) ③上腕周囲長(AC:体脂肪量と筋肉量の推定)とする。
- C. 血液検査：血清脂質検査を行う。検査項目は T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG を測定した。また、1) B. 血液検査に示す通り、血液一般、肝機能、腎機能も同時に測定した。

3. 統計学的解析について

統計学的検定は、2 群間検定には Student's t-test を、多重比較検定には Bonferroni 法を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

結果

1. 身体測定値の推移

有塩バター 50 g/日の摂取によって身体組成に影響があるかを明らかにするために、体重、体脂肪率、腹囲、TSF(上腕三頭筋皮下脂肪厚)、AC(上腕周囲長)、血圧を経時的に測定し記録した。実験開始前に 1 回、摂取期間中に週 1 回、実験終了 1 週間後に 1 回、合計 6 回の測定を行い、それぞれの測定結果を比較した。

平均体重は、摂取開始前(61.4 kg)と摂取 2 週間後(61.7 kg)、4 週間後(62.0 kg)で増加傾向を示したが、有意差は見られなかった(図 1A)。

平均体脂肪率は、摂取開始前 (23.9%)と摂取4週間後 (24.7%)、ならびに摂取2週間後 (23.4%)と摂取4週間後 (24.7%)では、有意差が認められた (図1B)。これらのことから、体重や体脂肪率は、摂取開始から2週間はあまり増加を示さず、摂取後2週間以降に増加が顕著になった。

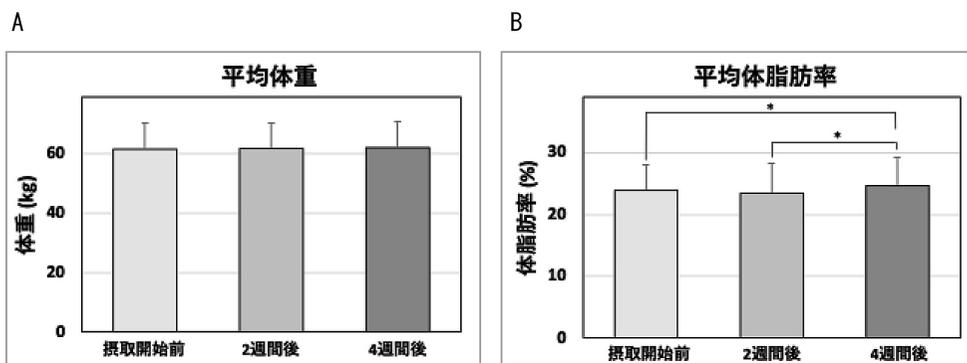


図1 体重の変化(A)と体脂肪の変化(B)

A: 摂取前、摂取2週、4週間後の平均体重 (kg)、B: 摂取前、摂取2週、4週間後の平均体脂肪率 (%). 値は平均値 (n=6)、エラーバーは標準偏差を示し、各群間に有意差があれば示した (*; $p < 0.05$).

2. 臨床検査値の推移

バター摂取による脂質代謝変化に関連する検査項目として、T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG、また、肝機能における影響を検討するため、総ビリルビン、AST、ALT、ALP、LAP、 γ -GTPを測定した。摂取開始前、摂取2、4週間後における血中脂質検査値及び肝機能検査値の変化を検討した。

①血中脂質検査値 (T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG)

T-choは、摂取開始前 (177 mg/dl) に比べ、摂取2週間後では10.0 mg/dl増加し、摂取4週間後には23.3 mg/dl増加した。摂取開始前、摂取2週間後、摂取4週間後と増加傾向を示したが、いずれの期間でも有意差はみられなかった (図2A)。

LDL-choは、摂取開始前 (90.3 mg/dl) から摂取2週間後では6.50 mg/dl増加し、摂取4週間後には18.5 mg/dl増加した。摂取開始前、摂取2週間後、摂取4週間後と増加傾向を示したが、いずれの期間でも有意差はみられなかった (図2B)。

HDL-choは、摂取開始前 (69.8 mg/dl) から摂取2週間後では6.50 mg/dl増加し、摂取4週間後には13.7 mg/dl増加した。摂取開始前と摂取4週間後、摂取2週間後と摂取4週間後の期間で有意差がみられたが、摂取開始前と摂取2週間後では、有意差はみられなかった (図2C)。

TGは、摂取開始前 (84.0 mg/dl) と比べて摂取2週間後に4.50 mg/dl増加したが、摂取4週間後には10.5 mg/dl減少した。摂取開始前、摂取2週間後、摂取4週間後いずれの期間でも有意差はみられなかった (図2D)。

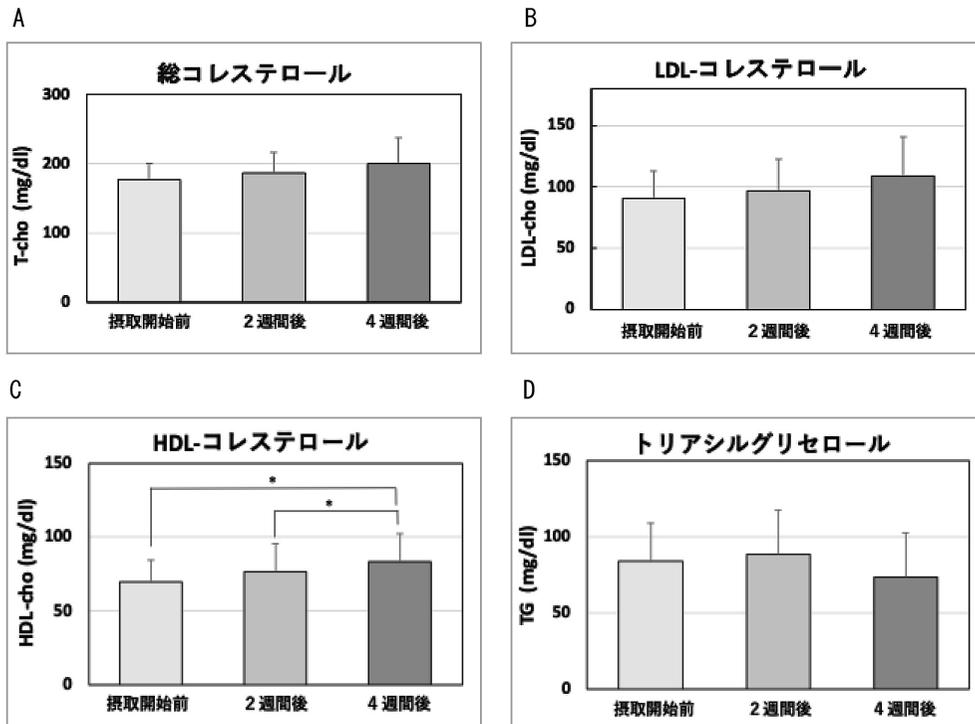


図2 血清脂質値の変化 (A~D)

摂取開始前、摂取2週、4週間後の血清脂質値、A：総コレステロール (T-cho)、B：LDL-コレステロール (LDL-cho)、C：HDL-コレステロール (HDL-cho)、D：トリアシルグリセロール (TG)。値は平均値 (n=6)、エラーバーは標準偏差を示し、各群間に有意差があれば示した (*; $p < 0.05$)。

②肝機能検査値 (AST、ALT、ALP、LAP、総ビリルビン、 γ -GTP)

ASTは、摂取開始前 (21.8 IU/L) から摂取2週間後には1.10 IU/L減少し、摂取4週間後には2.50 IU/L減少したが、どの群間にも有意差は見られなかった。

ALTは、摂取開始前 (20.8 IU/L) から摂取2週間後には0.20 IU/L増加し、摂取4週間後には2.30 IU/L減少したが、どの群間にも有意差は見られなかった。

同様にALP、LAP、 γ -GTP、総ビリルビンにおいても基準値範囲内の多少の増減はあるものの、大きな変化は見られなかった (data not shown)。

3. 総エネルギー、脂質、飽和脂肪酸摂取量の推移

総エネルギー摂取量は、摂取開始前 (1850 kcal/日) と比べて摂取2週間後に189 kcal/日増加し、摂取4週間後には162 kcal/日増加し、摂取終了後には摂取4週間後と比べて166 kcal/日減少した。摂取開始前と摂取2週間後で有意差が見られた (図3A)。

脂質摂取量は、摂取開始前 (66.3 g/日) と比べて摂取2週間後に34.7 g/日増加し、摂取4週間

後には 35.3 g/日増加し、摂取終了後には摂取 4 週間後と比べて 28.1 g/日減少した。摂取開始前と摂取 2、4 週間後、さらに摂取終了後と摂取 2、4 週間後で有意差が見られた (図 3B)。

飽和脂肪酸摂取量は、摂取開始前 (16.9 g/日) と比べて摂取 2 週間後に 19.8 g/日増加し、摂取 4 週間後には 22.5 g/日増加し、摂取終了後には摂取 4 週間後と比べて 21.0 g/日減少した。摂取開始前と摂取 2、4 週間後、さらに摂取終了後と摂取 2、4 週間後で有意差が見られた (図 3C)。

飽和脂肪酸エネルギー比は、摂取開始前 (8.2%E) と比べ、摂取 2 週間後に 8.4% 増加し 16.6% E となり、摂取 4 週間後には 9.7% 増加し 17.9% E となった。摂取終了後には摂取 4 週間後と比べて 8.7% 減少し、9.2%E となった。摂取開始前と摂取 2、4 週間後、さらに摂取終了後と摂取 2、4 週間後で有意差が見られた (図 3D)。

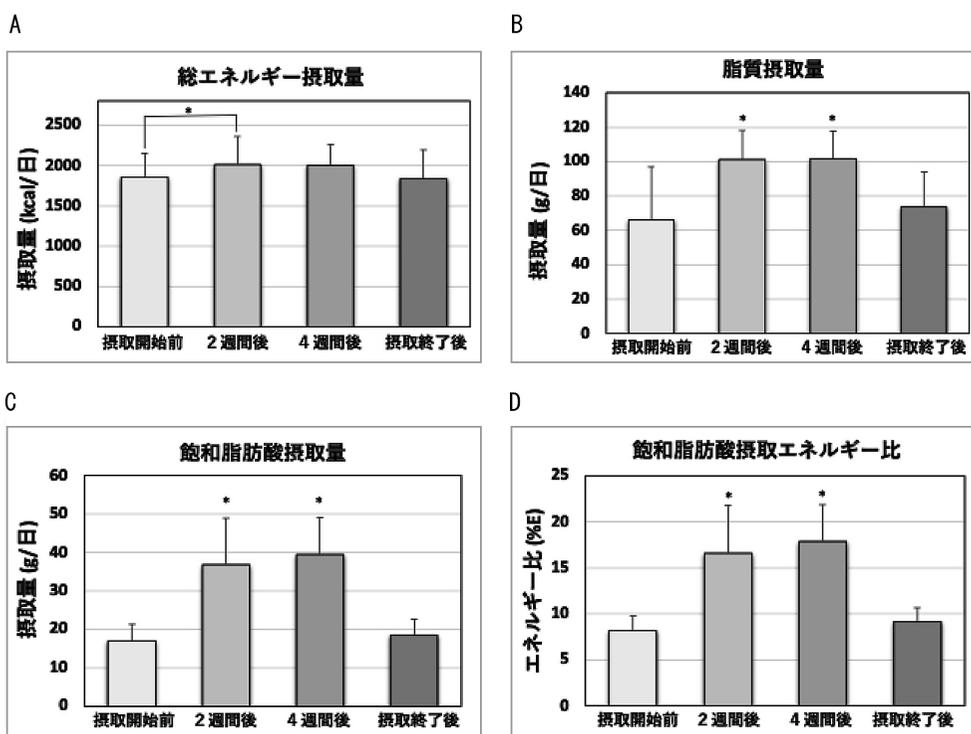


図 3 飽和脂肪酸摂取中及び摂取開始前、終了後における 総エネルギー摂取量(A)、脂質摂取量(B)、飽和脂肪酸摂取量(C)、飽和脂肪酸摂取エネルギー比(D)

A: 総エネルギー摂取量 (kcal/日)、B: 脂質摂取量 (g/日)、C: 飽和脂肪酸摂取 (g/日)、D: 飽和脂肪酸摂取エネルギー比 (%E)。値は平均値 (n=6)、エラーバーは標準偏差を示し、各群間に有意差があれば示した (*; $p < 0.05$)。B~D においては、摂取 2 週間後および 4 週間後はそれぞれ摂取前後に比して有意差があった (*; $p < 0.05$)。

考察

1. 飽和脂肪酸摂取による血清脂質値への影響

バターには、飽和脂肪酸が高濃度で含まれており、今回研究に用いた有塩バター 50 g で約 25.2 g の飽和脂肪酸が普段の食事に加えて摂取できた。われわれは、飽和脂肪酸の継続的かつ付加的な摂取により血清 T-cho、LDL-cho、HDL-cho、TG など血清脂質値が顕著に上昇すると予測した。

成人においては、飽和脂肪酸摂取量と血清総コレステロール濃度との間に正の関連が観察されることは、Keys の式及び Hegsted の式として知られており (Keys, A. et al., 1965 ; Hegsted, D. M. et al., 1966)、Keys の式の結果は、日本人成人でもほぼ成立することが報告されている (Sasaki, S. et al., 1999)。これらの式からは、血清総コレステロール濃度は、飽和脂肪酸やコレステロール摂取量が増えると増加し、多価不飽和脂肪酸摂取量が増えると減少することがわかる。それぞれの式を以下に示す。

$$\text{Keys の式： } \Delta T\text{-cho (mg/dl)} = 2.7 \Delta S - 1.35 \Delta P + 1.5 \Delta \sqrt{C}$$

$$\text{Hegsted の式： } \Delta T\text{-cho (mg/dl)} = 2.16 \Delta S - 1.65 \Delta P + 0.0677 \Delta C$$

ここで、 ΔS ：飽和脂肪酸摂取量の変化量 (%E)

ΔP ：多価不飽和脂肪酸摂取量の変化量 (%E)

$\Delta \sqrt{C}$ ：コレステロール摂取量 (mg/ 1,000 kcal) の変化量

ΔC ：コレステロール摂取量 (mg/ 2,600 kcal) の変化量 とする。

それぞれの式に従って、血清総コレステロール値の増加予想値を計算した。飽和脂肪酸や多価不飽和脂肪酸、コレステロールの摂取が毎日の食事ではほぼ一定だと仮定すると、Keys の式や Hegsted の式から、T-cho は 30~40 mg/dl 程度増加すると予測した。しかしながら、実際に T-cho は 177 mg/dl から 200.3 mg/dl へと 23.3 mg/dl の増加がみられたのみであった。摂取開始前と摂取 2 週間後では 177 mg/dl と 187 mg/dl で 10.0 mg/dl、摂取開始前と摂取 4 週間後では 177 mg/dl と 200.3 mg/dl で 23.3 mg/dl と増加傾向を示したものの、いずれの期間でも有意差はみられなかった (図 2A)。そこで、実際の食事摂取記録から総エネルギー摂取量、脂質、飽和脂肪酸摂取量を求め、摂取前と摂取 2 週間後、摂取 4 週間後の飽和脂肪酸 %E を計算すると、それぞれ 8.2、16.6、17.9%E となった (図 3d)。これを Keys と Hegsted の式に再度当てはめると、摂取 2 週間後、4 週間後で、それぞれ 30~34 mg/dl、25~28mg/dl となり、摂取 4 週間後の T-cho 増加分 23.3 mg/dl が、ほぼ Hegsted の式から求めた T-cho 増加量に近い値となった。この結果から付加したバターの飽和脂肪酸量が全て自動的に、血清総コレステロール値の上昇に寄与するのではなく、付加したバターの飽和脂肪酸量を含めた食事内容が、血清総コレステロール値の上昇に寄与していると考えられた。さらに、Keys や Hegsted の式の値は、短期間での予測値に溜まるためと考えられているため (奥山ら, 2008)、摂取後数日等で測定する必要もあったの

ではないかと考えられた。

飽和脂肪酸の過剰摂取による T-cho、LDL-cho の上昇メカニズムは、① LDL-cho 産生速度の増加、② LDL 受容体活性の低下によると報告されている (Woollett, L. A. et al., 1989)。さらに、1) LDL 受容体の発現抑制、2) VLDL および LDL 輸送速度への影響、3) 脂質代謝に関与する酵素への影響、4) 脂肪酸によって引き起こされる細胞膜の変化など、さまざまなメカニズムによって血漿 LDL 濃度に影響を与える可能性がある。すべてを包括するメカニズムは存在せず、おそらく複数のメカニズムが関与していると報告されている (Khosla, P. et al., 1996)。これらは、主に実験動物の研究から得られたものであるが、ヒトにも適応出来ると考えられている。近年、膜結合型転写因子である SREBPs (Sterol regulatory element-binding proteins) ファミリーが、脂肪酸合成やコレステロール合成に深く関与する知見がもたらされ、SREBPs は飽和脂肪酸によって活性化され、不飽和脂肪酸によって不活性化されることで脂肪酸やコレステロールなど脂質合成に影響を与えることが示された (Ye, J. et al., 2011)。さらに、食事の飽和脂肪酸を多価不飽和脂肪酸摂取に置き換えることで、腸内細菌がコレステロールをコプロステロールに変換し糞便中に排泄することで、血清総コレステロール濃度を減少させる機構も示されている (Telle Hansen, V. H. et al., 2022)。飽和脂肪酸摂取による血清コレステロール値の増加メカニズムは、飽和脂肪酸の炭素数にも左右されるため (伊藤ら, 2020)、決して単純なものではなく複数の機構が関与していると考えられた。

今回の研究では、飽和脂肪酸の負荷で、T-cho、LDL-cho のみならず HDL-cho も摂取後 2 週間、4 週間で有意に増加していた (図 2C)。飽和脂肪酸の摂取は、LDL-cho の増加に加えて HDL-cho を増加させることが知られており、n-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取は、LDL-cho を減少させ HDL-cho を増加させることが報告されている (Yanai, H. et al., 2018; Mensink, R. P. et al., 2003)。日本人の血清総コレステロール値は、1980-2010 年の 30 年間で増加の一途を辿っており、総摂取エネルギーに占める脂肪エネルギー比率の増加、ひいては飽和脂肪酸摂取量の増加と関連し (門野ら, 2015)、こうした血清総コレステロール値の上昇の一端は、HDL コレステロール値の上昇であることが CLRCs 研究から報告されている (佐田ら, 2018)。飽和脂肪酸摂取の増加は LDL-cho を増加させるが、食事の飽和脂肪酸の 3% を多価または一価不飽和脂肪酸に置き換えると、LDL-cho を 2% 減少させることが報告されており (Sanders, T.A., 2013)、飽和脂肪酸を不飽和脂肪酸に置き換え摂取比率を適正化することで、T-cho と LDL-cho を減少させ、HDL-cho を増加させ、冠動脈心疾患を減少させることが可能である (藤岡, 2024)。最近では、トランス脂肪酸による LDL-cho の増加と HDL-cho の減少が問題になっており、工業的に産生されたトランス脂肪酸を使用する食品には注意が必要であり、粥状動脈硬化症予防の観点から摂取を極力控えるべきである (Yanai, H. et al., 2018; 藤岡, 2024)。また、植物油においてもパーム油など安価な油脂が加工食品製造に用いられているが、組成は飽和脂肪酸が多く、動物性油脂と共

に過剰摂取には注意が必要である。

以上、血清コレステロール値の増加は、肥満や脂質異常症、粥状動脈硬化を介して、虚血性心疾患や脳血管障害をはじめとした生活習慣病を惹起するが、これらの生活習慣病予防には単にコレステロール摂取量のみならず飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、トランス脂肪酸の摂取量にも深く配慮することが必要である。

2. 身体計測値の変化

三大栄養素のうち糖質やタンパク質は1gあたり約4kcalに対し、脂質は1gあたり約9kcalの熱量である。同じ量を摂取すると脂質は糖質やタンパク質の倍以上のエネルギーを摂ることになるため、脂質を摂りすぎれば、エネルギーとして消費できなかった分だけ体脂肪が増えてしまうことや、飽和脂肪酸は体内でトリアシルグリセロールになりやすいこと、そして食事誘発性熱産生の低下、インスリン抵抗性が増加するメカニズムにより、飽和脂肪酸の過剰な継続的摂取により、体重及び体脂肪率が上昇すると予想した。しかしながら実験開始前、摂取期間中、摂取後のいずれを比べても、体重や身体計測値に有意な増加は見られなかったが、体脂肪率の測定では実験開始前と4週間後、2週間後と4週間後で有意な差が認められた。このことから、バターに含まれる飽和脂肪酸25gの2~4週間程度の摂取は、体重や身体計測値にほとんど影響を与えなかったが、体内のトリアシルグリセロールを増加させ体脂肪組成を増加させた可能性がある。したがって、飽和脂肪酸が多く含まれるバターやパーム油によって加工された食品の継続的過剰摂取には注意が必要であろう。

3. 飽和脂肪酸摂取による身体および肝機能への影響

1日あたり有塩バター50g(飽和脂肪酸量25.2g)を通常の食事内容に加えて摂取したエネルギー摂取量の4週間の平均は、男性で2338kcal/日、女性で1919kcal/日であった。また、飽和脂肪酸の1日摂取量の平均は、男性で46.7g(18%E)、女性で34.2g(16%E)であった。日本食事摂取基準2020年度版(伊藤ら, 2020)によると、飽和脂肪酸の1日の摂取目安量は男女ともに、%E比で7%以下であり、今回の研究では%E比の7%を超える16~18%Eを摂取していたが体重や身体計測値に顕著な変化は見られなかった。また、多量の脂質摂取時に起こりやすいとされる胃部不快感、胸やけ、呑酸、下痢などの消化管系のトラブルも全くなかった。

肝臓内でトリアシルグリセロールの原料になる脂肪酸は、脂肪分解によって脂肪細胞から放出された脂肪酸が肝臓に取り込まれたもの、肝臓内で糖質が脂肪酸に変換されたもの、および、食事で摂取して肝臓に取り込まれたものである。文献によると、同じカロリーでも摂取する栄養素の種類により肝臓内トリアシルグリセロールの増加程度が異なることが報告され、肝臓内トリアシルグリセロールは飽和脂肪酸を過剰摂取した群で増加がみられたとの報告があり(Rosqvist, F.

et al., 2019)、バターに含まれる飽和脂肪酸の2~4週間程度の摂取でも、肝機能に関する検査値に影響があると考えた。しかしながら、個人差があったものの、肝機能に変化はみられなかった。これらの結果から、バターに含まれる飽和脂肪酸の継続的な摂取は肝機能に影響は与えないが、飽和脂肪酸の過剰摂取により肝臓内のトリアシルグリセロールが増え、体脂肪の増加につながった可能性がある。飽和脂肪酸の過剰摂取、ひいては総摂取エネルギーの増加は、非アルコール性脂肪肝の原因にもなるため、飽和脂肪酸は18~64歳の男女の場合、1日の総摂取エネルギー量の7%以下に留めることが望ましい、と再確認した。

引用文献

- 伊藤貞嘉, 佐々木敏, 2020. 日本人の食事摂取基準 厚生労働省「日本人の食事摂取基準 (2020 版)」策定検討会報告書. 第一出版.
- 奥山治美, 宮沢大介, 市川裕子, 他, 2008. 飽和脂肪酸のどこが悪い? -生活習慣病に対する飽和脂肪酸悪玉説の検証. オレオサイエンス 8: 19-25.
- 春日雅人, 2009. 日本人の食事摂取基準 [2010 年版] 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書. 第一出版.
- 門野彩花, 山岸良匡, 磯博康, 2015. 地域住民における総コレステロール・HDL コレステロールの30年間の推移. 医学のあゆみ 253: 591-593.
- 佐田みずき, 岡村智教, 2018. わが国における血清コレステロール値および脂質異常症の時代的推移. 日循予防誌 53: 220-226.
- 日本動脈硬化学会, 2022. 動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2022 年版. 西村出版.
- 菱田明, 佐々木敏, 2014. 日本人の食事摂取基準 厚生労働省「日本人の食事摂取基準 (2015 年版)」策定検討会報告書. 第一出版.
- 藤岡由夫, 2024. 栄養・食生活と循環器疾患: 動脈硬化性疾患予防のために脂質を理解しよう~脂肪酸 (n3, n6 を中心に) とコレステロール~. 日循予防誌 59: 157-1165.
- 文部科学省, 2025. 日本食品標準成分表 (八訂) 増補 2023 年準拠 日本食品成分表 2025. 医歯薬出版.
- Hegsted, D. M., McGandy, R. B., Myers, M. L., et al., 1965. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 17: 281-295.
- Keys, A., Parlin, R. W., 1966. Serum cholesterol response to changes in dietary lipids. *Am J Clin Nutr* 19: 175-181.
- Khosla, P., Sundram, K., 1966. Effects of dietary fatty acid composition on plasma cholesterol. *Prog Lipid Res* 35: 93-132.
- Mensink, R. P., Zock, P. L., Kester, A. D. M., et al., 2003. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr* 77: 1146-1155.
- Rosqvist, F., Kullberg, J., Marcus Stahlman, M., et al., 2019. Overeating saturated fat promotes fatty liver

- and ceramides compared with polyunsaturated fat: a randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* 104: 6207–6219.
- Sanders, T. A., 2013. Reappraisal of SFA and cardiovascular risk. *Proc Nutr Soc* 72: 390-398.
- Sasaki, S., Ishikawa, T., Yanagibori, R., et al., 1999. Responsiveness to a self-administered diet history questionnaire in a work-site dietary intervention trial for mildly hypercholesterolemic Japanese subjects: correlation between change in dietary habits and serum cholesterol levels. *J Cardiol* 33: 327-338.
- Telle Hansen, V. H., Gaundal, L., Bastani, N., et al., 2022. Replacing saturated fatty acids with polyunsaturated fatty acids increases the abundance of Lachnospiraceae and is associated with reduced total cholesterol levels—a randomized controlled trial in healthy individuals. *Lipids in Health and Disease* 21: 92.
- Woollett, L. A., Spady, D. K., Dietschy, J. M., et al., 1989. Mechanisms by which saturated triacylglycerols elevate the plasma low density lipoprotein-cholesterol concentration in hamsters. Differential effects of fatty acid chain length. *J Clin Invest* 84: 119-128.
- Yanai, H., Tada, N., 2018. Effects of consumption of various fatty acids on serum HDL cholesterol levels. *J Endocrinol Metab* 8: 94-99.
- Ye, J., DeBose-Boyd, R. A., 2011. Regulation of cholesterol and fatty acid synthesis. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 3 : a004754.