

## 高脂肪食投与ラットにおけるカカオバターの摂取が脂質代謝へ及ぼす影響

上 田 亜 樹

(藤女子大学大学院 人間生活学研究科 食物栄養学専攻)

奥 村 沙緒里 (藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科)

工 藤 佳 苗 (藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科)

田 辺 亜梨沙 (藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科)

永 井 沙 織 (藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科)

吉 田 訓 子 (藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科)

三田村 理恵子

(藤女子大学 人間生活学部 食物栄養学科・藤女子大学大学院 人間生活学研究科 食物栄養学専攻)

現代社会における食生活の変化、特に動物性脂肪摂取量の増加は、メタボリックシンドロームをはじめとする、脂質異常症の一要因になっていると思われる。そこで本研究では、植物性脂肪である大豆油を対照として、カカオ豆の脂肪分であるが、飽和脂肪酸を多く含む常温では固体であるカカオバターと、豚の脂肪組織から精製される食用油脂ラードを用いて高脂肪食を作製し、ラットにおける高脂肪食の摂取が、脂質代謝に及ぼす影響を検討した。3週齢SD系雄性ラットを精製飼料であるAIN-93Mで予備飼育後、1群6匹になるようControl群、Cacao群、Lard群の3群に分け28日間試験飼育を行った。Cacao群とLard群は20%の高脂肪食になるよう、カカオバターとラードをそれぞれの精製飼料に添加した。試験期間中26-28日目に採糞を行った。解剖後、肝臓重量、腹部大動脈血中総コレステロールおよびトリグリセリドを測定した。またFolchらの方法に従い肝臓と糞から総脂質を抽出し、肝臓総コレステロールおよびトリグリセリドを測定した。飼育期間全般で体重に有意差は認められなかった。しかしながら、Lard群ではControl群と比較して肝臓中の総脂質含量、総コレステロールおよびトリグリセリドが有意に増加した。同じ高脂肪食のCacao群では、これらの増加は認められなかった。糞中総脂質含量は、Cacao群が他の2群に比べ最も多かった。以上の結果より、カカオバターは高脂肪食ラットの、肝臓中総脂質含量や、総コレステロールおよびトリグリセリドの増加を、抑制する可能性が示された。Cacao群では糞中総脂質含量が増加することから、カカオバターは吸収されにくい脂質であることが示唆される。

**キーワード：**カカオバター、脂質代謝、高脂肪食投与ラット

### 1. はじめに

カカオバターは、カカオ豆の果実中の種子の脂肪分であり、飽和脂肪酸のステアリン酸を多く含有している<sup>1)</sup>。このステアリン酸は、融点が高いため、消化管内でエマルジョンになりにくく、臍リパーゼが十分に作

用できないと考えられている<sup>2)</sup>。同じ飽和脂肪酸であるパルミチン酸の場合、トリグリセリド態にすると、消化率は80%以上であるが、ステアリン酸では10%前後の消化率であり非常に低い<sup>3)</sup>。カカオバターのトリグリセリド構造では、84%のオレイン酸が2位に存在し、ステアリン酸は2%程度しか存在しない。この構

造がカカオバターの消化・吸収率の低下に、大きく関係があることが分かっている<sup>1)</sup>。ラットを用いた先行研究によると、食餌脂肪レベルを変えて、コーン油とカカオバターの消化率を比較したところ、5%の場合には、コーン油で92%が消化され、カカオバターでは、58%程度であった。20%レベルでは、コーン油は96%が吸収されたにもかかわらず、カカオバターの場合は、71%程度であり、ステアリン酸を多く含む脂肪では、吸収されにくいことが明らかにされている<sup>3)</sup>。

また、コーン油とカカオバターでコレステロール吸収率を比較した研究では、カカオバターでのコレステロール吸収率はかなり低く、カカオバターを用いた食事は、LDL 酸化感受性を低下させ、HDL コレステロール濃度を上昇させることを報告している<sup>4)</sup>。以上のことから、カカオバターにはメタボリックシンドロームをはじめとする、脂質異常症等の生活習慣病予防効果が期待される。

そこで本研究では、高脂肪食投与ラットにおいて、カカオバターの摂取が脂質代謝へ及ぼす影響を検討することを目的とした。

## 2. 実験方法

### (1) 飼育条件

実験動物には3週齢 Sprague Dawley 系雄性ラット（日本エスエルシー株式会社より購入）を18匹用いた。7日間の予備飼育後、AIN-93M<sup>5)</sup>を与える標準食（Control）群、標準食のコーンスターチの一部をカカオバターまたは、ラードに置き換え、20%の高脂肪食とした Cacao 群、Lard 群の計3群とした。これらの飼料組成を Table 1 に示した。ラットは、室温 23±1℃、湿度 55±10%、12時間ごとの明暗サイクル（明期 8:00 a.m. - 8:00 p.m.）の環境下でステンレス製の

ケージを用いて、28日間個別で飼育を行った。ラットの世話は、午前9-10時の間に毎日行い、飼料摂取量と体重を測定した。飼料は3群とも自由摂取とした。飼育期間中、26-28日にかけて採糞を行い、糞重量を測定後凍結乾燥させ、分析まで-20℃で保存した。飼育期間終了後、ラットにソムノペンチルを腹腔内投与し、麻酔下で腹部大動脈より採血し、肝臓と脂肪組織を採取し重量を測定した。血液は、1,500×g で10分間遠心分離した後、血清を得た。血清および肝臓は分析時まで-20℃で保存した。

動物実験は、藤女子大学動物実験委員会の承認を得て行った。

### (2) 血清、肝臓および糞中脂質の測定

肝臓と糞中の脂質は Folch *et al.*<sup>6)</sup> の方法に準じて、クロロホルム：メタノール（2：1）で抽出した。肝臓と糞中の総脂質は、得られた脂質抽出液の一部を用いて、重量法で測定した。血清および肝臓の総コレステロールは、コレステロールE-テストワコー（和光純薬工業株式会社製）を用い、トリアシルグリセロールの測定には、トリグリセリドE-テストワコー（和光純薬工業株式会社製）を用いた。

### (3) 統計処理

データは、平均値±標準誤差（mean±SEM）で示した。結果の解析には、一元配置分散分析を行い、有意差が認められた場合について、Duncan multiple range test を用いた多重比較検定を行った。統計処理パッケージは、IBM SPSS Statistics21（アイ・ビー・エム株式会社）を用い、有意水準は、両側検定で5%とした。

## 3. 結果

### (1) 飼料摂取量と体重

試験飼育終了後の3群間で、体重には有意な差は認められなかった（Table 2）。飼料摂取量では、Control 群に比べ、高脂肪食である Cacao 群と Lard 群では減少し、有意な差がみられた。エネルギー量に換算すると、3群間では差はみられなかった。

肝臓重量と脂肪組織重量でも、3群間での差はみられなかったが、副睾丸脂肪組織重量では、Lard 群がほかの2群より増加する傾向がみられた（ $p=0.058$ ）。

血清総コレステロールおよびトリアシルグリセロール濃度は、3群間で有意な差はみられなかった。

Table 1 Diet composition

Ingredient (g/kg)	Control AIN-93M	Cacao	Lard
corn starch	465.7	355.7	355.7
gelatinized corn starch	155	155	155
sucrose	100	100	100
cellulose powder	50	—	—
casein	140	140	140
soybean oil	40	40	40
cacao butter	—	160	—
pork lard	—	—	160
AIN-93M mineral mixture	35	35	35
AIN-93 vitamin mixture	10	10	10
L-cystine	1.8	1.8	1.8
choline	2.5	2.5	2.5

**Table 2** Summary of soybean oil (control), cacao butter or pork lard digestibility in rats

Parameter	Soybean oil (Control)	Cacao	Lard	<i>p</i> value
Final body weight, g	323±10	296±15	328±17	0.253
Food intake, g/day	20.1±0.7a	16.1±0.8b	17.2±0.8b	0.006
Food intake, kcal/day	72.3±2.5	74.0±3.6	80.8±3.9	0.204
Liver weight, g	17.3±0.9	13.6±1.4	16.7±1.7	0.153
Fat tissue weight, g				
Perirenal	7.53±0.63	7.17±0.81	9.44±0.81	0.105
Epididymal	4.29±0.39	4.00±0.49	5.92±0.73	0.058
Plasma				
Total cholesterol, mmol/L	1.89±0.14	1.71±0.08	1.72±0.12	0.215
Triacylglycerides, mmol/L	0.22±0.03	0.34±0.08	0.40±0.09	0.512

Values represent mean ±SEM. *n*=6. Within a row, values not sharing a common superscript letter are significantly different at *p*<0.05.

**Table 3** Hepatic and fecal lipids

Parameter	Soybean oil (Control)	Cacao	Lard	<i>p</i> value
Liver				
Total lipids, mg	865±105b	782±71b	1559±174a	0.001
Total cholesterol, mg	45.4±2.3b	42.6±2.8b	68.1±7.8a	0.009
Triacylglycerides, mg	323±64b	357±44b	654±139a	0.204
Feces				
Total lipids, mg	473±34c	1012±99a	729±80b	0.001

Values represent mean ±SEM. *n*=6. Within a row, values not sharing a common superscript letter are significantly different at *p*<0.05.

## (2) 肝臓および糞中脂質

肝臓総脂質、総コレステロールおよびトリアシルグリセロール値は、Control群に比べ、Lard群で有意に増加した (Table 3)。しかし、同じ高脂肪食群であるCacao群では、その増加はみられず、Control群と同程度の量であった。

糞中の総脂質量は、Cacao群が最も高値であり、次いでLard群、最も低いのがControl群であった。

## 4. 考察

本実験では、高脂肪食投与ラットにおいて、カカオバターの摂取が脂質代謝へ及ぼす影響を検討することを目的とした。最終体重やエネルギー摂取量、脂肪組織重量、血清脂質において、Control群やLard群との間に有意な差は認められなかったが (Table 2)、肝臓中の総脂質、総コレステロールおよびトリアシルグリセロール値は、Lard群がControl群に比べ有意に増加した。しかし、Cacao群はその増加がみられず、Control群と同程度の脂質量であった (Table 3)。糞中脂質は、他の2群に比べCacao群がもっとも多かったことから、カカオバターは高脂肪食投与下においても、

吸収されにくいと思われる。吸収率が低く、体内に蓄積される量も少なかったため、高脂肪食Lard群でみられた肝臓中の総脂質、総コレステロールおよびトリアシルグリセロール値の増加が、Cacao群では抑制されたと考えられる。

ステアリン酸を多く含む脂肪は、吸収されにくいことが報告されており<sup>3)</sup>、本研究の結果も、同様の傾向が示された。また、Cathy *et al.* はカカオバターの摂取は、胆汁酸の排泄を増加させ、その結果コレステロールが低下することを報告している<sup>7)</sup>。今回の実験では、糞中の脂肪酸や胆汁酸の測定は行っていないが、今後測定を行い、カカオバターの吸収率や、肝臓コレステロールおよびトリアシルグリセロール値増加を抑制するメカニズムを、検討することが望ましい。

## 引用文献

- 1) デビッド・クリチェフスキー：カカオ脂の主要脂肪酸 ステアリン酸の代謝，日本チョコレート・ココア協会 第1回チョコレート国際栄養シンポジウム，pp3-7，1995.
- 2) 板倉弘重：脂質の科学，朝倉書店，pp15，1999.
- 3) Joan L.A. *et al.*: Digestibility of cocoa butter

- and corn oil and their influence on fatty acid distribution in rats, *J. Nutr.* 117, pp660-665, 1987.
- 4) ペニー・クリス・エサートン：カカオバターのコレステロールへの影響，日本チョコレート・ココア協会 第5回チョコレート国際栄養シンポジウム，pp32-40, 1999.
  - 5) Reeves P.G. et al.: AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet, *J. Nutr.* 123, pp1939-1951, 1993.
  - 6) Folch J. et al.: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, 226, pp497-509, 1957.
  - 7) Cathy C.M. et al.: Reduced digestibility of beef tallow and cocoa butter affects bile acid excretion and reduces hepatic edterified cholesterol in rats, *J. Nutr.* 126, pp2028-2035, 1996.

## Ingestion of cacao butter affects lipids metabolism in rats fed a high-fat diet

Aki UEDA

(Division of Food Science and Human Nutrition, Graduate School of Human Life Science,  
Fuji Women's University)

Saori OKUMURA

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, Fuji  
Women's University)

Kanae KUDO

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, Fuji  
Women's University)

Arisa TANABE

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, Fuji  
Women's University)

Saori NAGAI

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, Fuji  
Women's University)

Kuniko YOSHIDA

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, Fuji  
Women's University)

Rieko MITAMURA

(Department of Food Science and Human Nutrition, Faculty of Human Life Sciences, and  
Division of Food Science and Human Nutrition, Graduate School of Human Life Science,  
Fuji Women's University)