

# 和菓子またはケーキに食物繊維を添加した場合の 脂質代謝に及ぼす影響

辻原 命子

## Effects of the Addition of Dietary Fiber to the Japanese-Cake and European-Cake Diets on Lipid Metabolism

Nobuko TSUJIHARA

### 緒 言

植物性難消化性成分 (Dietary Fiber 以下 DF と略記す) は従来, 整腸作用による便秘改善効果が認められていたが1970年代以降は, 肥満, 高脂血症, 虚血性心疾患, 糖尿病, 大腸疾患, 胆石など, いわゆる文明病, 成人病といわれる疾病の予防と発病抑制の見地からも多くの研究報告<sup>1)~3)</sup>が出されている. とくに高コレステロール食における血清コレステロール上昇抑制の作用が重視され<sup>4)</sup>脂質代謝への影響に関する研究がすすめられている. 一方, ある種の DF は食品の粘度調整, 乳化性, 保水性などレオロジー改善のため古くから使用されてきたが, 近年クッキー, せんべいなどの焼菓みに添加され健康食品として市販される例が多い. しかし DF に属する成分は広範囲におよび, これらを添加した市販食品の効果も明確でない場合がある. 本研究は, コーンファイバーを和菓子またはケーキ材料に添加した場合の脂質代謝に及ぼす影響をみることを目的とした. また一般に和菓子はショ糖, デンプンなどの糖質を主成分とするが, ケーキは糖質の他バター, 鶏卵などの脂肪も多く, ショ糖, 脂質の過剰摂取は高脂血症を誘発することが懸念されるため, 和菓子とケーキの脂質代謝に及ぼす影響をも比較検討することを目的とした.

### 実 験 方 法

#### 1. 動物飼育法

Sprague Dawley (SD) ラット 5 週齢 (体重 $120 \pm 5.5$  g), 雄30匹を市販標準飼料 (日本クレア(株) CE-2) で1週間予備飼育した後, 6 週齢 ( $186 \pm 4.5$  g) のものを5群に分け, 4群に試験食を投与し, 1群は対照として標準飼料を継続投与して2週間飼育した. 飼料は和菓子 (JC) 群は饅頭の組成に準じて Table 1 に示すようにショ糖, 薄力粉, アズキ晒し餡粉を重量比で50:28:22に混合し, ケーキ (EC) 群はバターケーキの組成に準じてショ糖, 薄力粉, バター, 全卵粉末を30:30:30:10に混合した. これら両群について薄力粉の5%をコーンファイバーで置換した群を各 JC-DF および EC-DF とした. 5群は毎日等エネルギーになるよう飼料を投与したが, 使用したショ糖はフジ製糖(株)の上白糖, 薄力粉は日清製粉(株), アズキ晒し餡は杉本食糧工業(株)の製品で水分5.0%のもの, 鶏卵粉末はキューピータマゴ(株)の製品で水分3.2%のもの, 無塩バターは雪印乳業(株), コーンファイバーは日本食品化工(株)の製品である.

Table 1 Diet composition (g/100g)

Groups of rats	Sugar	Wheat flour	Red bean powder	Butter	Egg powder	Corn powder
Japanese cake (JC)	50	28	22	—	—	—
Japanese cake Corn fiber (JC-DF)	50	23	22	—	—	5
European cake (EC)	30	30	—	30	10	—
European cake Corn fiber (EC-DF)	30	25	—	30	10	5

Table 2. Elemental composition of diets

Groups of rats	Water (%)	Crude protein		Crude fat		Carbohydrate		Crude fiber (%)	Mineral (%)	Energy (kcal/100g)
		(%)	Energy ratio	(%)	Energy ratio	(%)	Energy ratio			
JC	5.5	8.0	8.4	0.7	1.7	85.1	89.8	0.4	0.3	379
JC-DF	4.8	7.6	8.4	0.6	1.5	81.3	90.0	5.4	0.3	361
EC	7.4	7.3	5.5	31.7	54.1	53.0	40.2	0.1	0.5	527
EC-DF	6.7	6.9	5.4	31.6	55.9	49.2	38.7	5.1	0.5	509
Control	6.0	24.0	27.3	3.5	8.9	56.0	63.6	4.5	6.0	352

なお JC 群と EC 群の食品材料の配合比は次のようにして算出した。即ち一般の饅頭は餡と皮の重量比が 2 : 1 で餡部分は水分 63% の晒し餡とショ糖の重量比が 1 : 0.6, 皮部分はショ糖と薄力粉の比重比が 0.6 : 1 となっており市販製品は皮部分に若干の鶏卵やふくらし粉を添加するが今回は基礎材料のみとし、餡は水分補正をして Table 1 の比率とした。またバターケーキは一般に鶏卵 (水分 75%), ショ糖, 薄力粉, バターを 1 : 1 : 1 : 1 に混合するが今回は全卵乾燥粉末を使用したため水分補正をして表示の比率とした。使用した鶏卵粉末はコレステロール (以下 T-Chol と略記す) 1200mg/100 g 含み, バターは Chol を 230mg/100 g 含むものである。食餌の栄養素組成は Table 2 に示すとおり, タンパク質のエネルギー比率は対照群 (27.3) に対し JC (8.4) と EC (5.5) 群は非常に低い反面, 脂肪のエネルギー比率は対照群 (8.9) に対し JC (1.7) と EC (54.1) 群は異常なへだたりを生じた。糖質も対照群 (63.6) に対し JC 群 (89.8) は高く, EC 群 (40.2) は低くなるなど試験食は三大栄養素がアンバランスの上, ミネラル, ビタミン類も少ない食餌となった。ラットは室温 24 ± 1 °C, 湿度 50 ± 1 % の部屋で自然採光下に飼育し, 飼育第 5 日めに一匹ずつ代謝ケージに移して 24 時間の糞を採取し, 1 日風乾した後, 糞重量を測定した。8 週齢の飼育終了期には 10 時間絶食させ軽いエーテル麻酔を施して屠殺解剖し腹部大動脈から採血した。さらに腹腔脂肪と肝臓, 腎臓, 脾臓, 心臓は重量を測定して, これら諸臓器重量の体重比率を求めた。飼料効率率は飼育 2 週間で増加した体重をその期間に採取した飼料重量で除し, 飼料 1 g 当たりの体重増加率として次式から求めた。

$$\text{飼料効率} = [\text{飼育終了期体重 (g)} - \text{飼育開始期体重 (g)} / \text{飼料摂取量 (g)}] \times 100$$

## 2. 血清および肝組織の脂質測定法

血清総コレステロール (T-Chol) は和光純薬工業(株)のキット試薬「コレステロール-B-テストワコー」を使用して *o*-フタルアルデヒド法で比色定量, 中性脂肪 (TG) もキット試薬「TG テストワコー」で比色測定し, HDL-コレステロール (HDL-c) は DS-Mg 法<sup>5)</sup>で HDL-c を分離した後, *o*-フタルアルデヒド法で測定した. リン脂質 (PL) は日本商事(株)の「PL キット-K」を使用し酵素法を採用し, 血清総脂質は国際試薬(株)のキット試薬を使用して Sulfo-Phospho-Vanillin 法で比色定量した. 血清総タンパク質とアルブミンも「A/G テストワコー」キット試薬で比色定量してアルブミン/グロブリン (A/G) 比を算出した.

肝組織は十分に磨砕した後 Folch の液で脂質を抽出し, 抽出液を減圧下に蒸発乾固させ恒量を求めて総脂質を算出し, TG および Chol は組織抽出液の一定量について血清と同様のキット試薬を使用して測定した.

## 実験結果

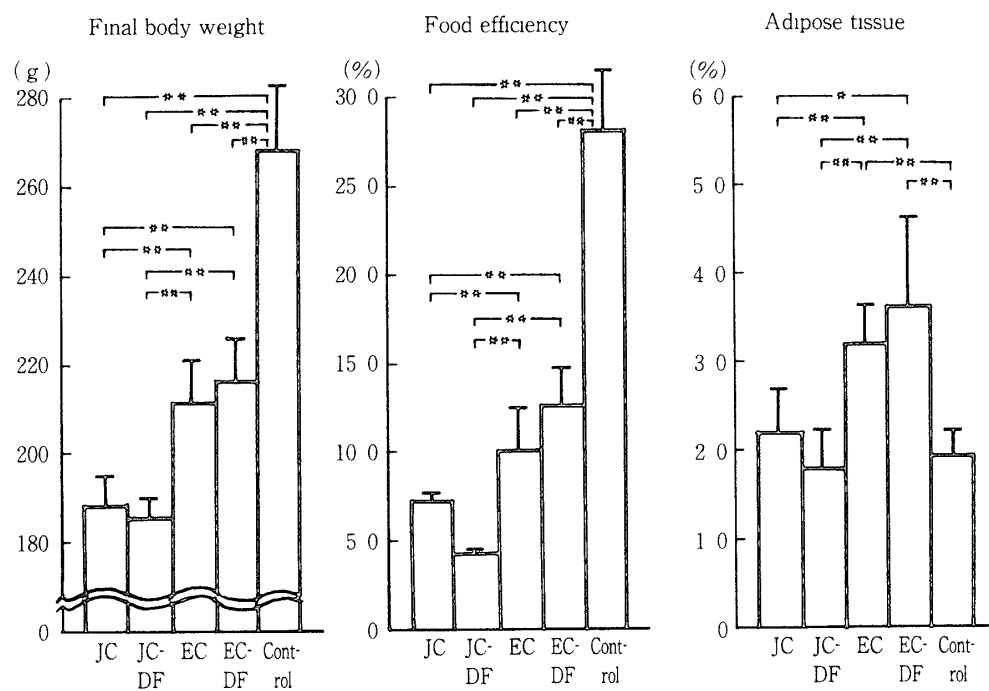
試験食を2週間投与した飼育終了期の各群の, 体重と腹腔脂肪の体重比率および飼料効率を Fig. 1 に示し, 肝臓, 腎臓, 脾臓, 心臓重量の体重比率を Table 3 に表示した. ラットの発育は対照群 > EC-DF ≒ EC > JC ≒ JC-DF の順となり対照群の体重は JC 群の約1.4倍, EC 群の約1.3倍となり有意 ( $p < 0.01$ ) に高値となったが腹腔脂肪は EC 群が対照および JC 群より高く ( $p < 0.01$ ) になった. 飼料効率は体重と正の相関を示して対照群が最高となりケーキ, 和菓子群の順に有意 ( $p < 0.01$ ) に低下した. 肝臓重量の体重比率は対照群 > EC > JC ( $p < 0.01$ ) の順となり腎臓重量も対照群に対して EC 群が有意に低く, 脾臓重量も対照群 > JC ≒ EC ( $p < 0.01$ ) になるなど試験食投与の4群が萎縮の傾向を示したが心臓重量のみ EC ≒ JC > 対照群となって和菓子およびケーキ群で肥大の傾向が認められた. しかし, コーンファイバー添加によるラットの体重ならびに諸臓器重量への影響は認められなかった.

Table 3. Organs weight per 100g body weight and feces weight of SD rats

Groups of rats	Liver (%)	Kidney (%)	Spleen (%)	Heart (%)	Feces weight (g/rat day)
JC	(a <sub>1,2,3</sub> ) 3.95 ± 0.39	0.79 ± 0.06	(a <sub>1</sub> ) 0.20 ± 0.01	(a <sub>1</sub> ) 0.37 ± 0.02	(a <sub>1,5,8</sub> ) 1.60 ± 0.27
JC-DF	(a <sub>4,5,6</sub> ) 3.83 ± 0.16	0.80 ± 0.07	(a <sub>2</sub> ) 0.20 ± 0.02	(a <sub>2</sub> ) 0.36 ± 0.02	(a <sub>2,5,7,9</sub> ) 2.30 ± 0.27
EC	(a <sub>1,4</sub> , b <sub>1</sub> ) 4.61 ± 0.21	(b <sub>1</sub> ) 0.76 ± 0.03	(a <sub>3</sub> ) 0.18 ± 0.01	(a <sub>3</sub> ) 0.37 ± 0.03	(a <sub>3,6,8,9</sub> ) 0.30 ± 0.19
EC-DF	(a <sub>2,5</sub> ) 4.81 ± 0.47	(a <sub>1</sub> ) 0.74 ± 0.01	(a <sub>4</sub> ) 0.18 ± 0.01	(a <sub>4</sub> ) 0.37 ± 0.02	(a <sub>4,6,7</sub> ) 1.39 ± 0.21
Control	(a <sub>3,6</sub> , b <sub>1</sub> ) 5.08 ± 0.38	(a <sub>1</sub> , b <sub>1</sub> ) 0.81 ± 0.04	(a <sub>1,2,3,4</sub> ) 0.31 ± 0.03	(a <sub>1,2,3,4</sub> ) 0.28 ± 0.06	(a <sub>1,2,3,4</sub> ) 6.28 ± 0.49

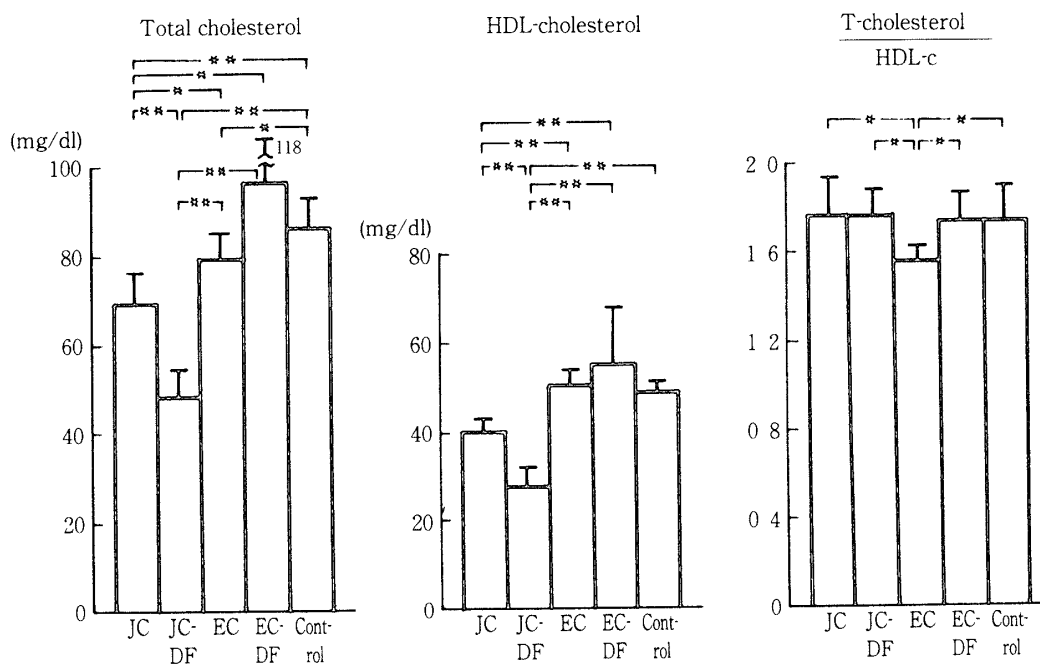
Values are means ± SD of 6 rats

b), a), letters in a vertical column are significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively



\* , \*\* : Significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively

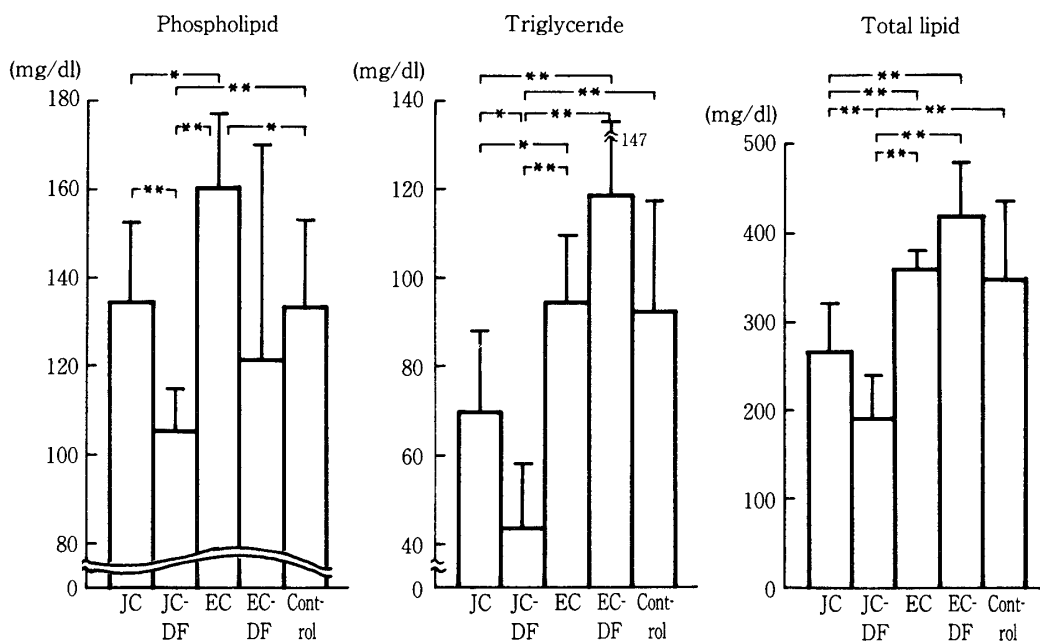
Fig. 1 Body weight, adipose tissue to body weight ratio and food efficiency of SD rats



\* , \*\* : Significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively

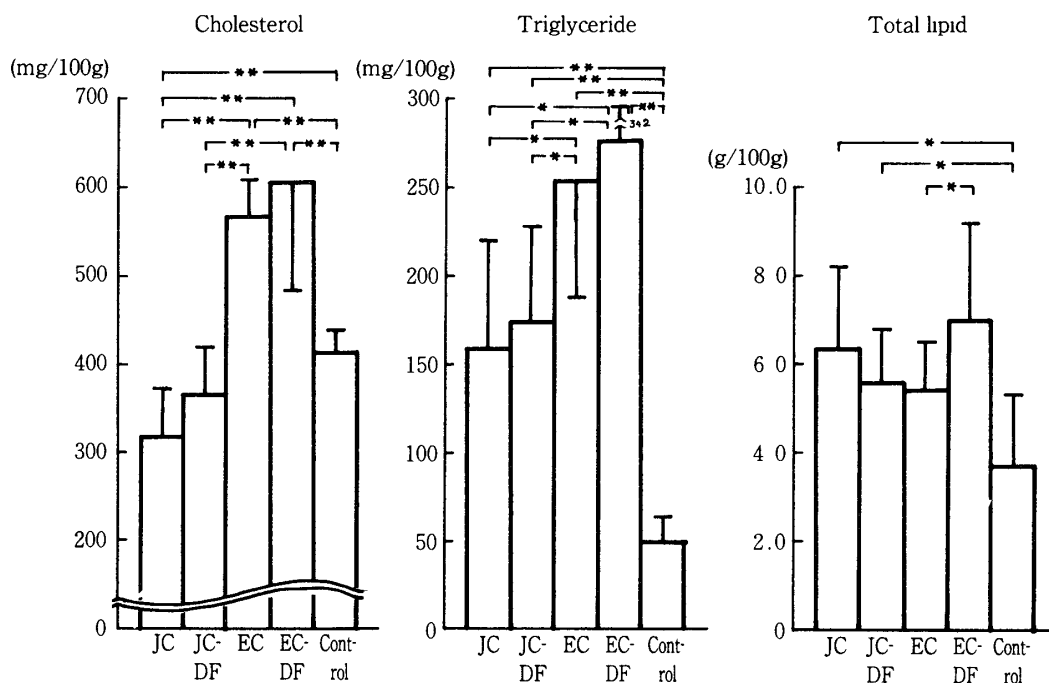
Fig. 2 Influence of diet on serum cholesterol in SD rats

血清 T-Chol, HDL-c および T-Chol/HDL-c 比は Fig. 2 に示したとおりであり, T-Chol は EC-DF > 対照群 > EC > JC > JC-DF の順となり和菓子群はケーキおよび対照群より有意 ( $p < 0.01$ ) に低下し, HDL-c も T-Chol と同じ傾向を示して和菓子群で低下 ( $p < 0.01$ ) した. T-Chol/HDL-c 比は EC 群が他の 4 群より低下 ( $p < 0.05$ ) したが, 他の 4 群間には有意差を



\* , \*\* : Significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively

Fig. 3 Influence of diet on serum phospholipid, triglyceride and total lipid in SD rats



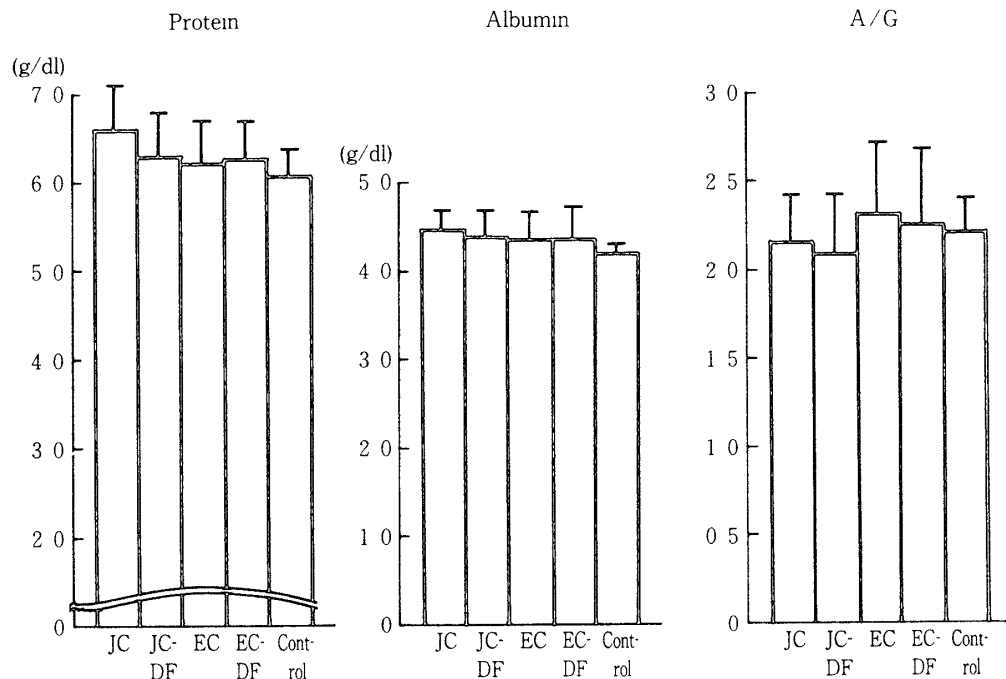
Significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively

Fig. 4 Influence of diet on liver lipids in SD rats

認めなかった。血清 Chol に対するコーンファイバーの影響は和菓子群で T-Chol と HDL-c が低下したのみで T-Chol/HDL-c 比は有意差なく、ケーキ群は DF 添加によって T-Chol, HDL-c が増加の傾向を示し、T-Chol/HDL-c 比も増加 ( $p < 0.05$ ) した。血清 PL, TG, 総脂質の測定結果は Fig. 3 に示した。即ち PL は EC>対照群≒JC>EC-DF>JC-DF の順となり

EC 群で有意 ( $p < 0.01$ ) に上昇したが和菓子, ケーキ群とも DF 添加で低下した. TG は和菓子群が対照およびケーキ群より有意 ( $p < 0.01$ ) に低下し, DF 添加でさらに低下 ( $p < 0.05$ ) した. しかし, ケーキ群では DF 添加の有意の影響はみられなかった. 血清総脂質は TG と正の相関を示し, 和菓子群が他の食餌群より低下 ( $p < 0.01$ ) し, さらに DF 添加で低下 ( $p < 0.01$ ) したが, ケーキ群では DF 添加の影響は認められなかった. 肝組織の Chol, TG, 総脂質は Fig. 4 に示したが Chol は EC-DF  $\approx$  EC > 対照群 > JC-DF  $\approx$  JC の順となり, TG は EC-DF  $\approx$  EC > JC-DF  $\approx$  JC > 対照群の順となった. 即ち Chol, TG ともケーキ群が他の2群より有意 ( $p < 0.01$ ) に高くなり, Chol は和菓子群が対照群より低下したが TG は対照群が最低 ( $p < 0.01$ ) となった. DF 添加の影響は肝 Chol, TG では認められなかった. 肝総脂質は JC, JC-DF 群とも対照群より増加 ( $p < 0.05$ ) し, ケーキ群も増加の傾向を示した. また EC-DF は EC 群より増加 ( $p < 0.05$ ) した. 血清タンパク質, アルブミン, A/G 比は Fig. 5 に示したが, いずれも5群間に有意差を認めなかった. 即ち食餌タンパク質のエネルギー比は5.4~27.3%で群間に著しい差があったが短期飼育であったため血清タンパク質への影響を生じるにいたらなかった.

糞風乾重量の測定値は Table 3 に示したが対照群 > JC-DF > JC > EC-DF > EC の順でいずれの群間にも有意差 ( $p < 0.01$ ) を認めた. とくに対照群の糞重量は和菓子群の約3倍, ケーキ群の約6倍となり, また DF 添加によって JC, EC 群とも有意に増加した.



\* , \*\* : Significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively

Fig 5 Influence of diet on serum protein in SD rats

## 考 察

### 1. DF 添加飼料の成育と脂質代謝に及ぼす影響

本研究で使用したコーンファイバーはトウモロコシ外皮を微粉末化した製品で, ヘミセルロース60%, セルロースおよびリグニン25%以上と表示<sup>6)</sup>されているものである. 吉田<sup>7)</sup>は同コー

ンファイバーを0.5~30%の比率で各種の調理食品や菓子類に添加してその風味を官能テストで調査した結果、クッキーでは15%まで添加可能であるが、バターロールの場合は5%以下が望ましいと報告している。それで今回は和菓子、ケーキ群ともコーンファイバーを5%添加したが、その結果ラットの成育と飼料効率はDF無添加群との間に有意差を生じなかった。またJC群は食餌Cholを含有せずケーキ群は鶏卵とバターより食餌中に0.19%のCholを含むが高Chol食というレベルのものでなく、このような条件ではケーキ群においてコーンファイバー添加による血清および肝脂質への変化をもたらさずむしろ若干増加の傾向を示した。高Chol食投与の場合、血清Chol上昇を抑制する有効成分はヘミセルロースであるとの説<sup>4)</sup>もあり、今回投与のコーンファイバーはヘミセルロースを主成分とするため、その組成に問題があるわけではなくケーキ群における食餌脂肪のエネルギー比率が約55%で異常に高く、糞便は軟化しておりさらに体重が対照群より低い反面、腹腔脂肪が増加するなど脂質代謝も正常でなかったため5%のDFでは血清および肝組織の脂質組成の改善にいたらなかったものと考えられる。しかし、和菓子群ではDF添加によって体脂肪が低下の傾向を示し、血清T-Chol, HDL-c, TG, PL, 総脂質はいずれも有意に低下した。従来DFの生理作用や血清T-Chol上昇抑制作用の機序としてDFの抱水能によるChol吸収抑制<sup>8,9)</sup>や内因性Cholと胆汁酸の腸肝循環の再吸収の抑制<sup>1,10)</sup>とCholの異化亢進<sup>11)</sup>のほかDFの腸内細菌に及ぼす影響<sup>12,13)</sup>などが諸氏によって報告されている。また海老原たち<sup>14)</sup>はトウモロコシ外皮の他各種のDFを5%添加しても高Chol食では血清Chol上昇抑制の効果がみられないがChol摂取制限下では効果が期待できるかもしれないと述べている。今回の和菓子群は食餌中Cholがなく血清Cholはアセチル-CoAから生合成された内因性Cholに由来するものと思われるが、このような場合においてもDF添加によって腸肝循環性Cholや胆汁酸の吸収抑制、腸内細菌叢の変化あるいはCholの異化亢進などの起こる可能性が示唆された。またDFの血清TG, PL, 総脂質の低下が認められており、Miettinen<sup>17)</sup>は成人を対照としたエンバク外皮投与実験において食餌由来の血清TGの低下することを報告している。これらはDFによる脂肪の吸収抑制がその一因とされているが今回はコーンファイバー5%添加の和菓子群においても血清TG, PL, 総脂質が有意に低下することを認めた。

糞排泄量は和菓子、ケーキ群ともDF添加によって有意に増加した。竹内<sup>18)</sup>らはコーンファイバー添加ビスケットを成人に摂取させ便秘症の81%に改善効果を認めている。慢性便秘症の本学女子学生63名を対照として、コーンファイバー混合ビスケットを25g/人・日(コーンファイバーとして5g/日)ずつ1週間摂取させた結果62%に改善効果を認めた。DFの整腸作用は古くから認められておりその保水性によって食物残渣を増量して腸内滞留時間を短縮させることがセルロース・ペクチンなどで実証されている<sup>19,20)</sup>が、コーンファイバーによっても糞量の増加作用が確認された。しかし対照群(粗せんい4.5%)の糞量はDF添加群の約3倍に達した。Portman<sup>21)</sup>も精製した合成飼料より市販固型飼料の方が胆汁酸の回転速度と糞への排泄が増大すると指摘している。今日、文明国で増加しつつある精製食品は整腸作用やChol, 胆汁酸代謝の見地からみても好ましいものでないことが考察される。

## 2. 和菓子とケーキ群の成育ならびに脂質代謝に及ぼす影響

試験食は2群とも対照群に比較してタンパク質, ビタミン, ミネラルが少なく長期飼育にたえない内容のものであるが, 和菓子, ケーキとも一般に摂取頻度の高い食品であるため, それらを単独投与した時の生体への影響をみるため短期飼育による生育ならびに脂質代謝への影響をしらべた。その結果, 飼育終了期の体重と飼料効率は対照群>EC>JC ( $p<0.01$ ) となり試

験食の2群は有意に対照群より低下したが、腹腔脂肪の体重比率はEC群が最高 ( $p < 0.01$ ) となった。即ち食餌に動物性脂肪を高率に含むケーキ群は対照群に比し体タンパク質よりむしろ体脂肪の増加が著しく、また糖質のエネルギー比率約90%の和菓子群は必須アミノ酸、ビタミン、ミネラル類の欠乏から成育が著しく阻害されたが体脂肪は対照群と有意差なく、タンパク質の生合成が低下した反面、食餌の糖質から体脂肪がつくられたことが考えられる。諸臓器重量の体重比率も和菓子およびケーキ群では肝臓、腎臓、脾臓など重要な臓器は萎縮の傾向を示し、心臓は肥大傾向を示すなどの異常がみられた。血清 T-Chol, HDL-c とも和菓子群がケーキ群および対照群より低下し、食餌に Chol を含まない和菓子群では必要な Chol は生合成されるものと思われるが、T-Chol/HDL-c 比は対照群と有意差なく異常を認めなかった。一般に総 Chol 中 HDL-c の占める割合はヒトの血漿では28~30%であるがラットでは62%となる。ラットの場合は HDL<sub>2</sub>分画がなく HDL<sub>1</sub>が存在し、これが LDL と共存するため測定法によって LDL と HDL の分画が明確にならず HDL-c レベルが相違するといわれている<sup>29)</sup>。今回は SD-Mg 法で HDL-c を測定したが T-Chol/HDL-c 比は人体値より低くとくに EC 群で低下した。血清 TG および総脂質、肝 Chol も和菓子群が対照およびケーキ群より低下したが肝総脂質と TG は対照群より和菓子群、ケーキ群で上昇した。即ち和菓子およびケーキ群は成育の低下に伴って消費エネルギーも減少し、脂肪の異化の低下とともに必須アミノ酸やビタミン不足から酵素活性の低下なども生起して脂質代謝の異常を招いて肝脂質の蓄積を生じたものと思われる。しかし、短期飼育であったため血漿タンパク質組成の異常をみるにはいたらなかった。即ち和菓子とケーキは各糖質、脂肪の含有率が多くエネルギー源となるが必要な栄養素が欠如しているため発育期や予備力の低下している老年期においては過剰摂取を慎むべきであることが動物実験による成育状態や肝臓および血清脂質の測定結果から推論された。

## 要 約

和菓子およびケーキとそれらにコーンファイバーを添加した場合のラットの脂質代謝に及ぼす影響をみるため6週齢の Sprague Dawley ラット30匹を5群に分け対照群は市販標準飼料、和菓子 (JC) 群はショ糖、薄力粉、アズキ晒し餡を50:28:22に混合し、ケーキ (EC) 群はショ糖、薄力粉、バター、全卵乾燥粉末を30:30:30:10に混合、両群とも薄力粉の5%をコーンファイバーに置換した群を各JC-DF, EC-DF とした。これらの試験食を2週間投与した後、血清の脂質、タンパク質および肝組織の脂質成分を分析して次の結果を得た。

- 1) 飼育終了期の体重、飼料効率とも対照群が最高で EC 群, JC 群の順に低下 ( $p < 0.01$ ) したが、体脂肪は EC 群が最高となった。コーンファイバー添加の影響はみられなかった。
  - 2) 血清 Chol, HDL-c, TG および総脂質は JC 群で低下 ( $p < 0.01$ ) し、とくに JC-DF 群は最低となった。肝 Chol は EC 群が最高 ( $p < 0.01$ ) となり肝 TG および総脂質は EC, JC 両群とも対照群より有意に上昇したがコーンファイバー添加の影響は肝脂質では認められなかった。
  - 3) コーンファイバー添加によって JC, EC 両群とも糞排泄量は有意 ( $p < 0.01$ ) に増加したが対照群の糞量には及ばなかった。
- 即ち和菓子、ケーキ群とも対照群に比し成育の低下と肝 TG の増加を認めたが、コーンファイバーの添加によって、和菓子群の血清脂質組成は若干改善された。またコーンファイバーの添加によって糞排泄量は増加した。



本研究にあたり、ご教授いただきました青木みか教授に深く謝意を表します。

## 文 献

- 1) 印南 敏, 桐山修八編: 食物繊維, 第一出版(株), 東京, p. 271~334 (1982)
- 2) 桐山修八: 化学と生物, **18**, 95 (1980)
- 3) Cummings, J.H.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1040 (1987)
- 4) 綾野雄幸: 化学と生物, **17**, 434 (1979)
- 5) 河合 忠, 桜林郁之介: HDL-コレステロール, 基礎と臨床, テクノ(株), 東京, p. 152 (1982)
- 6) 川村三郎, 竹内政保: *New Food Industry*, **24**, (4), 5 (1984)
- 7) 吉田静代: 「金城学院大学論集」家政学編, 24号, 111 (1984)
- 8) 菅野道廣, 今泉勝己: コレステロール, 三共出版(株), 東京, p. 74~76 (1986)
- 9) Kiriyama, S., Okazaki, Y. and Yoshida, A.: *J. Nutr.*, **97**, 382 (1969)
- 10) 佐伯 茂, 桐山修八: 日本農化会講演要旨集, P.7 (1987) および文献(1)のp. 159~163
- 11) Balmer, J. and Zilversmit, D. B.: *J. Nutr.*, **104**, 1319 (1974)
- 12) Araujo, P. E. and Norden, A. R.: *J. Food. Sci.*, **44**, 308 (1979)
- 13) Finegold, S. M., Atteberg, H. R. and Sutter, V. L.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **27**, 1456 (1974)
- 14) 海老原清, 平尾昭彦, 桐山修八: 農化, **52**, 401 (1978)
- 15) Rotenberg, S. and Jakobsen, P. E.: *J. Nutr.*, **108**, 1384 (1978)
- 16) 印南 敏, 津田明子, 大谷八峯, 手塚朋通: 栄養学雑誌, **31**, 91 (1973)
- 17) Miettinen, T. A.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1237 (1987)
- 18) 竹内政保, 川村三郎, 綾野雄幸: 第33回日食工学会講演要旨集, p. 27 (1986)
- 19) 竹久文元, 鈴木 徹, 木村修一: 栄養と食糧, **32**, 187 (1979)
- 20) 片山洋子, 泉田明子, 片山真之: 脂質生化学研究, **23**, 391 (1983)
- 21) Portman, O. W.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **8**, 463 (1960)
- 22) 青山頼孝: 臨床栄養, **70**, (3), 228 (1987)