

## ポリデキストロースがラットの体脂肪蓄積に及ぼす影響

吉岡 真由美・下村 吉治・鈴木 正成

### Effect of polydextrose on body fat accumulation

Mayumi YOSHIOKA, Yoshiharu SHIMOMURA and Masashige SUZUKI

The effect of dietary polydextrose on body fat accumulation was examined in male Sprague-Dawley rats. To confirm whether the bulk effect of dietary polydextrose might reduce body fat accumulation, experiment was conducted with feeding the diet containing polydextrose, cellulose, indigestible dextrine or galactomannan derivatives at 5% and 10% for 52 days. Body weight was significantly smaller in the polydextrose 10% diet group than in the other dietary fiber 10% diet groups. Body fat and food intake were smaller in the groups of polydextrose 10%, indigestible dextrine 10% and galactomannan derivatives 10% diets than in the cellulose 10% diet group. Food efficiency was significantly smaller in the polydextrose diet groups than in the indigestible dextrine and galactomannan derivatives diet groups at 5% and 10%. These results indicated that dietary polydextrose reduced body fat accumulation with reducing food intake and food efficiency compared to dietary fibers.

key words : polydextrose, cellulose, indigestible dextrine, galactomannan derivatives, body fat accumulation.

#### 要旨

ポリデキストロースが体脂肪蓄積に及ぼす影響について、ポリデキストロースのかさ効果が体脂肪蓄積を抑制するかどうかを、Sprague-Dawley系雄ラットを用いて検討した。ラットに、ポリデキストロース、セルロース、難消化性デキストリンおよびガラクトマンナン分解物を、それぞれ5および10%添加した食餌を52日間自由摂取させた。ラットの体重増加は、ポリデキストロース10%食群で他の食物繊維10%食群に比べ有意に小さかった。体脂肪量と摂食量は、セルロース10%食群に比べてポリデキストロース10%、難消化性デキストリン10%およびガラクトマンナン分解物10%群で小さかった。また食餌効率も、5%および10%食群とも、難消化性デキストリンおよびガラクトマンナン分解物食群に比べて、ポリデキストロース食群で小さかった。以上のことから、食物繊維と比較してポリデキストロースは、摂食量を低下

させることと食餌効果が小さいことにより、体脂肪蓄積を小さくすることがわかった。

#### I. 緒言

食物繊維は消化管に対して、消化吸收機能の亢進作用、食物繊維の発酵作用、腸内最近叢の変化、かさ効果、イオン交換作用、水分吸着作用および栄養素の吸収阻害作用などをもたらすとされている(15)。一般に食物繊維含量の多い食事を摂取すると、そしゃく回数が自然に増加し、唾液や胃液の分泌が促進され、消化管中の食物繊維のかさが増大する。これによって食後の飽満感が得られることと併せて(7)、食物繊維はそれ自体のエネルギー価が小さいことにより(3)、体脂肪蓄積を抑制すると思われる。

一方、ポリデキストロースは、人工の難消化性多糖類なので(12)、腸内で発酵を受けるが(4, 13)、大部分は吸収されずに糞中へと排泄されるため

(5, 6), エネルギー価が小さく(1, 16), 食物繊維と同様に, 体脂肪蓄積を抑える可能性が考えられる。しかし, ポリデキストロースが体脂肪蓄積に及ぼす影響について検討した研究は見当たらない。

さらに食物繊維には, 摂食量の低下や糞量の増大など, その食物繊維特有のかさ効果が存在し, それらがエネルギーの過剰摂取を防止することによって, 体脂肪蓄積を抑制すると考えられているが(2, 14, 17), ポリデキストロースのかさ効果についての研究は, 栄養素の消化管通過時間の短縮作用の報告(16)のみである。

そこで本実験では, ポリデキストロースのかさ効果と体脂肪蓄積との関係について, ポリデキストロースと不溶性食物繊維であるセルロースおよび水溶性食物繊維である難消化性デキストリンとガラクトマンナン分解物をそれぞれ比較検討した。

## II. 方 法

### 1. ラットの飼育および食餌

実験動物として, 5 週齢の体重 128-144 g の JCL: Sprague-Dawley 系雄ラット 82 匹 (日本クレア, 東京) を用い, 52 日間飼育した。飼育室は, 7-19 時を明期, 19-7 時を暗期とする 12 時間の明暗

サイクルとし, 温度を 22±2℃ に調節した。水は 24 時間自由に摂取させた。ラットを個別ケージに入れ, 市販飼料 CE-2 を与えて 3 日間予備飼育した後, 各食物繊維 (様) 物質 5 および 10% 添加食群に分た。投与した食物繊維 (様) 物質は, 水溶性の食物繊維様物質のポリデキストロース (PD 食群), 不溶性食物繊維のセルロース (C 食群) および水溶性食物繊維である難消化性デキストリン (D 食群) とガラクトマンナン分解物 (G 食群) である。

実験食の組成を Table 1 に示した。食餌は 24 時間自由摂取 (ad libitum) させたが, 実験最終 1 週間前には, 食餌を 1 日 2 食制 (8-9 時と 20-21 時) の meal-feeding 下に等量給餌した。食物繊維 (様) 物質の食餌への添加は, 便の状態を観察しながら下痢を起こさないように, 添加目標に達するまで摂食量の 5% ずつ漸増する方法で行ったが, PD 10 食群の全てのラットで下痢が確認された。

### 2. 測定項目および測定方法

体重を週に 2 回, 摂食量を毎日測定し, 実験期間中の体重増加量を総摂食量で除して食餌効率を算出した。また, 糞を meal-feeding 期間の 4 日間採集し, 80℃ で 24 時間乾燥して乾燥重量を求めた。

実験最終日に, ラットを断頭屠殺した後, 消化

Table 1. The composition of experimental diets.

Ingredients	Diets <sup>1</sup>							
	5%				10%			
	Polydextrose	Cellulose	Indigestible dextrine	Galactomannan derivatives	Polydextrose	Cellulose	Indigestible dextrine	Galactomannan derivatives
	(g/100 g)							
Soybean oil	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4
Casein	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4
Polydextrose	5.0	-	-	-	10.0	-	-	-
Cellulose	-	5.0	-	-	-	10.0	-	-
Indigestible dextrine	-	-	5.0	-	-	-	10.0	-
Galactomannan derivatives	-	-	-	5.0	-	-	-	10.0
Corn starch	29.0	29.0	29.0	29.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Sucrose	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
Vitamin mix <sup>2</sup>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Mineral mix <sup>2</sup>	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
L-Methionine	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
∅-Tocopherol	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
TBHQ <sup>3</sup>	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

<sup>1</sup>Each diet provided 30% fat, 25% protein, and 45% carbohydrate(5% sucrose) as calories. <sup>2</sup>The compositions of vitamin mix and mineral mix were described previously(1, 2). <sup>3</sup>TBHQ: tert-butylhydroquinone.

管を取り出しその残りを屠体とし、腹腔内脂肪組織を摘出して秤量した。屠体は、蛋白質含量をケルダール法(9)で、脂肪含量をソックスレー抽出法(9)でそれぞれ分析した。

### 3. 統計処理法

測定数値は、平均値±標準誤差で表した。また、各測定項目における各食群間の平均値の有意差検定は、ポリデキストロースおよび食物繊維の同一添加レベルにおいてのみ、一元配置分散分析を用いて行い、F値が有意な項目について、Tukeyの方法で多重比較分析を行った。すべての測定に際し、有意水準は95%以上とした。

## III. 結果および考察

ポリデキストロースのかさ効果が体脂肪蓄積に及ぼす影響について、他の食物繊維(セルロース、難消化性デキストリンおよびガラクトマンナン分解物)と比較検討した。

### 1. 食物繊維(様)物質5%添加食群における比較検討

ラットの体重増加量、屠体蛋白質含量、屠体脂肪含量と重量および腹腔内脂肪組織含量と重量には、各食群間で差が認められなかったが、屠体脂肪重量は、D食群に比べてG食群で有意に少なかった(Table 2)。摂食量は、C、PDおよびD食群に比べてG食群で有意に少なく、また乾燥糞

重量は、C食群に比べてPD、DおよびG食群で有意に少なかった(Table 2)。食物繊維のかさ効果において、水溶性食物繊維は摂食量を抑制し、不溶性食物繊維は糞量を増大させるとされている(2, 14, 17)。本実験においても、水溶性植物繊維のガラクトマンナン分解物において、摂食量の抑制作用が強く、不溶性食物繊維のセルロースでは、糞量の増大作用が強かったことから、食物繊維にはそれぞれ特有のかさ効果があることが確認された。しかし、一般に摂食量の抑制においては、食餌嗜好性が関与していることが考えられる。本実験は、ラットを用いて行ったため、食餌嗜好性については不明であるが、Haberら(8)がヒトで行った、同じ味の食物繊維含量の異なる食餌を摂取させた実験においても、食物繊維の含量が高まるにつれて満腹感は有意に増大したとされている。またMickelsenら(10)は、食物繊維に富む食餌を肥満患者に与えたところ、低食物繊維食に比べて高食物繊維食で、食後の満腹感が高まり、摂食量を低下させたと報告している。これらのことから、本実験で見られた摂食量低下作用は、食物繊維の持つかさ効果が主な要因であると考えられる。また、ポリデキストロースのかさ効果は、食物繊維に比べると摂食量の低下作用や糞量の増大作用が小さいので、それは相対的に小さいと推定された。

一方食餌効率も、DおよびG食群にくらべてP食群で有意に小さく、C食群に比べてP食群で小さい傾向にあった(Table 2)。このことは、ポリ

Table 2. Parameters of body fat accumulation after the 52 days feeding of polydextrose or dietary fiber diet.

Ingredients	Diets							
	5%				10%			
	Polydextrose	Cellulose	Indigestible dextrine	Galactomannan derivatives	Polydextrose	Cellulose	Indigestible dextrine	Galactomannan derivatives
Number of rats	10	10	10	10	10	10	10	10
Body weight gain(g)	275±4	288±8	284±7	271±9	249±6 a	281±6 b	286±5 b	275±7 b
Carcass protein(g)	80±2 a, b	80±2 a, b	84±2 a	75±2 b	69±3	73±2	77±3	77±3
(%)	21±0	20±1	21±0	20±1	19±1	19±0	20±1	20±1
Carcass fat(g)	60±4	40±3	68±3	58±4	56±2 a	74±3 b	58±3 b	62±4 b
(%)	17±1	16±1	18±1	16±1	16±1 a	20±1 b	16±1 a	17±1 a
Abdominal adipose tissue(g)	25±2	28±2	30±2	25±2	20±1 a	30±2 b	26±2 b	26±2 b
(%)	6.0±0.4	6.3±0.3	6.7±0.3	5.7±0.3	4.8±0.2 a	6.8±0.3 b	6.2±0.3 b	5.9±0.3 a, b
Food intake(g)	948±9 a	972±12 a	955±7 a	863±13 b	905±16 a	1008±16 b	873±13 a	883±18 a
Food efficiency(g/g)	0.28±0.00 a	0.29±0.01 a, b	0.30±0.01 b	0.30±0.01 b	0.27±0.01 a	0.29±0.021 a	0.32±0.01 b	0.30±0.01 b
Dry feces weight(mg/day)	797±55 a	1235±40 b	724±24 a	757±55 a	#	1800±48 b	723±28 a	691±46 a

Values are means ± SEM. Means not followed by the same letters are significantly different( $p < 0.05$ ). #Collections of feces were impossible because of severe diarrhea.

デキストロースのエネルギー価が、食物繊維に比べて小さいことを示唆しているが、食餌中の食物繊維（様）物質含量が5%レベルでは、体脂肪蓄積に影響を及ぼすには至らなかった。

## 2. 食物繊維（様）物質10%添加食における比較検討

ラットの体重増加量および腹腔内脂肪組織含量は、食物繊維食群に比べてPD食群で有意に小さかったが、屠体蛋白質含量と重量は、各食群間に差が認められなかった（Table 2）。また屠体脂肪含量と重量、腹腔内脂肪組織含量および摂食量は、C食群に比べてPD、DおよびG食群で有意に小さく、食餌効率は、G食群に比べてPD食群で有意に小さかった（Table 2）。乾燥糞重量は、C食群に比べてDおよびG食群で有意に小さかった（Table 2）。

これらの結果から、食餌中の食物繊維添加量を10%レベルに高めると、ポリデキストロースは、不溶性の食物繊維であるセルロースに比べて、水溶性食物繊維である難消化性デキストリンやガラクトマンナン分解物と同程度に体脂肪蓄積を抑制し、特に体重増加の抑制作用においては、これらの水溶性食物繊維よりも強いことが認められた。このことは、ポリデキストロースが、難消化性デキストリンやガラクトマンナン分解物と同程度に摂食量の低下作用、つまりかさ効果を示したことが関係していると思われる。またポリデキストロースの食餌効率は、他の食物繊維より小さいことから、ポリデキストロースのエネルギー価は、他の食物繊維より小さいと推察され、このこともポリデキストロースが食物繊維と比べて、体重増加を抑制した要因の一つであると思われる。

## IV. 要 約

ポリデキストロースがラットの体脂肪蓄積に及ぼす影響について、ポリデキストロースのかさ効果に着目して検討した。

その結果、ポリデキストロースは、本研究に用いた3つの食物繊維に比べてエネルギー価が小さいと考えられるうえに、水溶性の食物繊維と同等に摂食量を低下させるなどの理由で、食物繊維よりも体脂肪蓄積を小さくしたものと推察された。

## 参考文献

- 1) Cooley S and Livesey G (1987): The metabolizable energy value of polydextrose in a mixed diet fed to rats. *Br J Nutr* 57: 235-243.
- 2) Drether ML (1987): Handbook of dietary fiber; An applied approach. Marcel Dekker, Inc. New York, pp.137-182.
- 3) Drether ML (1987): Handbook of dietary fiber; An applied approach. Marcel Dekker, Inc. New York, pp.281-322.
- 4) Endo K, Kumemura M, Nakamura K, Fujisawa T, Suzuki K, Benno Y and Mitsuoka T (1991): Effect of high cholesterol diet and polydextrose supplementation on the microflora, bacterial enzyme activity, putrefactive products, volatile fatty acid (VFA) profile, weight, and pH of the feces in healthy volunteers. *Bifidobacteria Microflora* 10: 53-64.
- 5) Figdor SK and Rennhard HH (1981): Caloric utilization and disposition of [<sup>14</sup>C] polydextrose in the rat. *J Agric Food Chem* 29: 1181-1189.
- 6) Figdor SK and Rennhard HH (1983): Caloric utilization and disposition of [<sup>14</sup>C] polydextrose in the rat. *J Agric Food Chem* 31: 389-393.
- 7) 印南 敏, 桐山修八 編 (1985): 食物繊維. 第一出版株式会社. 東京, pp.271-334.
- 8) Haber GB, Heaton KW, Murphy D and Burroughs LF (1977): Depletion and disruption of dietary fiber. Effect on satiety, plasma-glucose, and serum insulin. *Lancet* 2 (8040): 679-682.
- 9) Mickelsen O and Anderson AA (1959): A method for preparing intact animals for carcass analysis. *J Lab Clin Med* 53: 282-290.
- 10) Mickelsen O, Makdani DD and Cotton RH (1979): Effect of high fiber bread diet on weight loss in college age males. *Am J Clin Nutr* 32(8): 1703-1709.
- 11) Oku T, Fuji Y and Okamatsu H. (1991): Polydextrose as dietary fiber: Hydrolysis by digestive enzyme and its effect on gastrointes-

- tinal transit time in rats. *J Clin Biochem Nutr* 11 : 31-40.
- 12) Rennhard HH (1973) : U. S. Patent 3766165, Oct 16.
  - 13) Solomons NW and Rosenthal A (1985) : Intestinal metabolism of a randombonded polyglucose bulking agent in humans : In vitro and in vivo studies of hydrogen evolution. *J Lab Clin Med* 105 : 585-592.
  - 14) Stephen AM and Cummings JH (1979) : Water-holding by dietary fiber in vitro and its relationship to fecal output in man. *Gut* 20 : 722-729.
  - 15) 辻 啓介 (1989) : 成人病と食物繊維. *Health Digest* 4(2) : 1-8.
  - 16) White JS, Parsons CM and Baker DH (1988) : An in-vitro digestibility assay for prediction of the metabolizable energy in low-calorie dextrose polymeric bulking agents. *J Food Sci* 53 : 1204-1208.
  - 17) Williams RD and Olmsted WH (1936) : The effect of cellulose, hemicellulose and lignin on the weight of stool. *J Nutr* 11 : 433-449.