

穀物由来の食物繊維とポリデキストロースの併用がラットの成長 ならびにコレステロール代謝に及ぼす影響

長南 治・緑川雪枝・太田富貴雄*・綾野雄幸
(食品及び栄養化学研究室)

Combined Effect of Polydextrose and Cereal Dietary Fiber on the Growth Rate and the Cholesterol Metabolism in Rats

Osumu CHONAN, Yukie MIDORIKAWA, Fukio OHTA and Yūkō AYANO
(Laboratory of Food and Nutritional Chemistry)

ABSTRACT

The effect of additional polydextrose (PD) on growth rate and the cholesterol metabolism, and on digestibility of certain nutrients were examined in rats fed diets containing one of those water insoluble dietary fiber (IDF) sources, as cellulose powder, refined corn bran and refined wheat bran.

PD was supplemented (at 3% level) to diets containing each source of IDF and those experimental diets were fed weaning rats for 22 days. The dietary addition of PD did not depress the growth of rats, but showed a significant effect to reduce the eviscerated carcass weight ratio. In addition, PD exerted weak inhibitory effects on the intestinal absorption of protein and other components.

PD was also supplemented to hypercholesterolemic diets at 5% level and its effect on cholesterol metabolism was evaluated by feeding those diets to weaning rats for 12 days. All PD supplemented groups exhibited a tendency to increase the serum and liver cholesterol level. This result indicates that PD does not show the hypocholesterolemic effect.

近年、水溶性の難消化性多糖類であるポリデキストロース (以下 PD) が低カロリー食品の素材として開発され、1981 年、米国 FDA (食品医薬品局) で、その使用が許可された。PD は主原料のブドウ糖、副原料のソルビトールおよびクエン酸を 89:10:1 の割合で混合し、高温、高真空下で重合させた合成多糖類である。その平均分子量は約 1,500 であり、白色ないし淡黄色の非結晶粉末で、無味無臭、冷水に容易に溶解し、貯蔵安定性は非常に高い。現在では、アイスクリームや清涼飲料といった食品に広く使用されている。PD は難消化性の多糖類であるため、食物繊維 (以下 DF) としての生理的機能が期待されている。事実、ラットに PD を投与した場合、盲腸の肥大、便量の増加、消化管通過時間の減少 (奥, 1987)、耐糖能 (菅原ら, 1985) など DF としての生理作用が報告されている。

一方、DF の生理的役割に対する研究が数多く報告されるにつれ、DF 源、種類、性状の違いにより生体に及ぼす影響の異なることが明らかにされてきている (印南ら、

1982)。そのため、ある特定の DF のみならず、いろいろな DF を摂取することが賢明とされている。

本研究は、水不溶性の DF 素材であるセルロースパウダー (以下 CP)、精製トウモロコシ外皮 (以下 RCB)、および精製小麦フスマ (以下 RWB) を含んだ飼料に、PD を添加し、ラットに投与した場合、成長ならびにコレステロール代謝にどのような影響を及ぼすかについて調べた。以下、その結果を報告する。

実験方法

1. 実験材料

水不溶の DF 素材として、CP、RCB、RWB を用いた。CP は市販の“KC flock” (日本クレア株) を用いた。RCB は、yellow dent corn の wet milling 工程から採取したトウモロコシ外皮を篩別した後、水による攪拌、洗浄を繰り返して、細胞壁の表面に付着したデンプン、タンパク質などの爽雑物を除去して DF 含量を高めたもの (日本

* 現在、早稲田大学人間科学部

食品化工(株), 市販名“セルフアー”)を用いた。RWB は、製粉工程から得られた未処理の赤色硬質系小麦フスマ(日清製粉(株))を、実験室で、ミキサーを用い、蒸留水による攪拌、洗浄をほどこし、RCB 同様 DF 含量を高めたものを用いた。なお、ASPら(1984)の方法により、DF 含量を求めてみると、これらの洗浄処理により、RCB、RWB の DF 含量は、それぞれ 90%、81% に高められた。

2. 動物実験

実験 I : CP, RCB 及び RWB を含んだ各飼料群を設け、それらに対し、PD 添加の有無が、ラットの成長、血清・肝臓脂質成分ならびに各栄養素の見かけの消化吸収率に及ぼす影響について調べた。飼料組成を Table 1 に示す。各々の DF 素材を、飼料中の DF 含量が 5% レベルとなるように添加したものを各 DF 素材の対照飼料とした。試験飼料は、対照飼料のしょ糖の一部を PD 含量が 3% レベル添加となるように置換した。

体重 45~55 g の 3 週齢の Sprague-Dawley 系雄ラット(日本クレア(株))を Table 1 に示した CP 群の対照飼料で 6 日間予備飼育した後、各群 7 匹ずつ 6 群に分け、各試験飼料を投与して 22 日間飼育した。飼料および水は自由に摂取させた。飼育期間中、体重ならびに飼料摂取量の測定は、毎日ほぼ一定時刻に行い、体重増加量および飼料効率の算定資料とした。本飼育終了日に、ペントバルビタールナトリウム液を腹腔内注射してラットを麻酔させた後、開腹し、心臓穿刺により採血した。採血後、肝臓、胃、小腸、盲腸、大腸、後腹壁脂肪を摘出して、臓器重ならびに内臓摘出屠体重を測定した。採血した血液は直ちに血清を分離し、血清中の総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセリドを酵素法(協和メデックス(株))にて測定した。肝臓中のコレステロール、リン脂質、トリグリセリドの測定は、凍結乾燥後、粉化して得られた肝臓粉末から Folch (1957) らの方法により抽出、分離し、酵素法にて測定した。

本飼育開始 8 日目から 22 日目までの糞をラットごとに集め、これを凍結乾燥後、粉化し 30 メッシュの篩を通してタンパク質、脂質、デンプン含量を測定し、見かけの消化吸収率を求めた。タンパク質は、ケルダール法にて窒素量を求め、タンパク係数 6.25 を乗じてタンパク質量とした。脂質は、ソックスレー抽出法により定量した。デンプンは、0.2 M 酢酸塩緩衝液 (pH 4.8) 下、グルコアミラーゼ(長瀬生化学工業(株))を 37°C で 24 時間反応させた後、生成還元糖を、ソモギー・ヨード滴定法(作物分析法委員会編, 1976) でグルコース量として測定し、係数 0.9 を乗じてデンプン量とした。なお、実験飼料についても同様に測定した。各成分の見かけの消化吸収率は

Table 1. Composition of diet. (%)

	CP		RCB		RWB	
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD
Corn starch ^{a)}	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Casein	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Mineral mix ^{b)}	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamin mix ^{b)}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lard	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Corn oil	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sucrose	13.10	10.06	12.71	9.67	12.18	9.14
CP ^{c)}	5.25	5.25	-	-	-	-
RCB ^{c)}	-	-	5.64	5.64	-	-
RWB ^{c)}	-	-	-	-	6.17	6.17
PD ^{c)}	-	3.04	-	3.04	-	3.04

^{a)} Pregelatinized
^{b)} These were identical with AIN-76TM, J.Nutr., 107, 1340 (1977).
^{c)} Corresponding to 5.00% (dry matter).
^{d)} Corresponding to Total Dietary Fiber (method of Asp) 5.00%.
^{e)} Corresponding to 3.00% (dry matter).

Table 2. Composition of diet. (%)

	CP		RCB		RWB	
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD
Casein	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Mineral mix ^{a)}	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamin mix ^{a)}	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Choline chloride	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lard	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Corn oil	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cholesterol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sodium cholate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sucrose	56.85	51.80	56.46	51.41	55.93	50.88
CP ^{b)}	5.25	5.25	-	-	-	-
RCB ^{b)}	-	-	5.64	5.64	-	-
RWB ^{b)}	-	-	-	-	6.17	6.17
PD ^{b)}	-	5.05	-	5.05	-	5.05

^{a)} These were identical with AIN-76TM, J.Nutr., 107, 1340 (1977).
^{b)} Corresponding to 5.00% (dry matter).
^{c)} Corresponding to Total Dietary Fiber (method of Asp) 5.00%.

次式により算出した。

$$\text{見かけの消化吸収率(\%)} = \{(\text{摂取量} - \text{糞中排泄量}) / \text{摂取量}\} \times 100$$

実験 II : 飼料中にコレステロール 1%、コール酸ナトリウム 0.25% を含んだ高コレステロール飼料に CP, RCB 及び RWB を含む各飼料群を設け、それらに対し、PD 添加の有無がラットのコレステロール代謝に及ぼす影響について調べた。飼料組成を Table 2 に示す。各 DF 素材を、飼料中の DF 含量が 5% レベルとなるようにそれぞれ添加したものを、各 DF 素材の対照飼料とした。試験飼料は、対照飼料のしょ糖の一部を PD 含量が 5% レベル添加となるように置換した。

体重 55~70 g の 4 週齢の Sprague-Dawley 系雄ラット(日本クレア(株))を Table 2 に示した CP 群の対照飼

料のコレステロールとコール酸ナトリウムをしょ糖で置換した飼料で8日間予備飼育した後、各群7匹ずつ6群に分け、各試験飼料を投与して12日間飼育した。飼料および水は自由に摂取させた。本試験開始後、5日目および10日目にラットの尾静脈より採血を行い、血清を分離し、総コレステロール値を測定した。ラットは飼育実験終了日の翌日（一夜絶食）に、ペントバルビタールナトリウム液を腹腔内注射して麻酔させた後、開腹し、心臓穿刺により採血した。採血後、肝臓を摘出し、肝臓重量と内臓摘出屠体重を測定した。血清ならびに肝臓脂質成分の分析は、実験Iと同じ方法で行った。

本飼育期間中に排泄された糞はラットごとに全部集め、これを凍結乾燥後、粉化して30メッシュの篩を通し、中性(GRUNDYら, 1965, 桐山ら, 1978)及び酸性ステロール(GRUNDYら, 1965, IMAIら, 1976)の定量に供した。まず、糞にアルカリ性エタノール溶液を加え、ケン化して、両ステロールを抽出した。抽出液に石油エーテルを加え、中性ステロールを分別した。中性ステロール抽出残液はオートクレーブ(121°C)で高温処理し、抱合型胆汁酸を遊離型にした後、塩酸でpH2に調節し、酸性ステロールをクロロホルムで再抽出した。上記のようにして得られた各ステロール抽出液を、ガスクロマトグラフにかけ、両ステロール値を測定した。

なお、すべての統計処理は、PD添加の有無ならびにDFの種類を各水準とし、2元配置の分散分析により行った。各水準の母平均の差の検定には、多変量Student's T testによる多重比較法を用いた。

実験結果

1. PD投与によるラットの成長ならびに消化吸収への影響(実験I)

各群の飼育期間中における成長経過を、平均体重で比較した結果をFig.1に示す。各群ともなめらかな成長曲線を示し、成長は恒常かつ良好であった。成長結果、屠体重および各臓器重量の屠体重比をTable3に示す。屠体重の生体重比が、PD添加により、有意に低下した。また、PD添加により、盲腸が有意に増大した。

血清ならびに肝臓中の各脂質成分値をTable4に示す。いずれの値も、DFおよびPD添加による影響は見られなかった。

次に、飼料ならびに糞中の各栄養素を測定し、それらより算出された見かけの消化吸収率をTable5に示す。糞重量は、PD添加により、有意に増加した。各栄養素の見かけの消化吸収率は、PDおよびRWB添加により、有意に低い値を示したが、ラットの成長に大きな影響を及

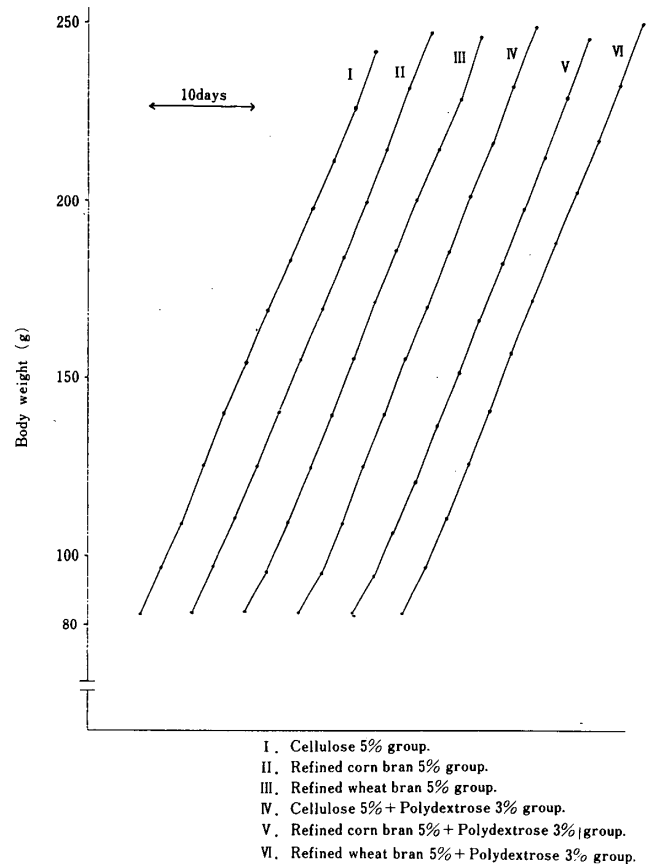


Fig. 1 Growth curves of each dietary group.

ぼすほどではなかった。

2. PD投与によるラットのコレステロール代謝への影響(実験II)

成長結果、屠体重および肝臓重量の屠体重比をTable6に示す。飼料摂取量、屠体重および屠体重の生体重比は、PD添加により有意に低下した。

血清ならびに肝臓コレステロール値をTable7に示す。血清コレステロール値は、PD添加により、5日目において有意に高い値を示したが、実験期間が長くなるにしたがい、その傾向は小さくなった。個別のDFの影響をみると、RWBは5日目においては、CP、RCBに比し、10日目、解剖時においては、RCBに比し、有意に高い値を示した。肝臓組織当りのコレステロール量は、PD添加により有意に増加し、また、CP添加により、RWBに比し、有意に高い値を示した。

糞中に排泄された中性コレステロールは、そのほとんどがコレステロールであったので、コレステロール排泄量を総中性ステロール排泄量とし、その摂取コレステロール量に対する割合で示した。なお、RCBのPD添加群

Table 3. Effect of PD and DF on body weight, feed intake, feed efficiency and relative organ weight in rats fed experimental diets for 22 days (Exp. I).

Mean±S.E. (N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Initial weight(g)	83±2	83±1	83±2	83±1	83±1	83±1	
Final weight(g)	243±6	250±6	248±4	248±5	248±8	251±5	
Weight gain(g)	159±5	167±5	165±4	164±4	164±6	168±5	
Feed intake(g)	361.4±9.9	379.4±15.0	368.1±6.7	369.1±10.4	366.8±11.6	384.5±8.5	
Feed efficiency ¹⁾	0.44±0.01	0.44±0.01	0.45±0.01	0.44±0.01	0.45±0.01	0.44±0.01	
Eviscerated carcass weight(g)	181±4	187±4	185±3	182±3	185±5	184±4	
Carcass weight/body weight(%)	74.4±0.5	74.7±0.3	74.7±0.5	73.5±0.4	74.8±0.3	73.3±0.5	PD ^a
Liver(%) ²⁾	6.91±0.22	6.94±0.15	6.88±0.14	7.07±0.23	7.00±0.19	6.85±0.20	
Stomach(%)	0.56±0.03	0.52±0.01	0.57±0.02	0.57±0.05	0.55±0.02	0.55±0.02	
Small intestine(%)	2.20±0.17	2.17±0.11	2.40±0.24	2.08±0.18	2.35±0.14	2.23±0.20	
Cecum with content(%)	1.52±0.10	1.97±0.16	1.46±0.09	2.16±0.14	1.40±0.07	2.11±0.17	PD ^b
Cecum(%)	0.22±0.02	0.26±0.02	0.22±0.03	0.32±0.02	0.22±0.01	0.33±0.02	PD ^b
Large intestine(%)	0.38±0.02	0.33±0.02	0.37±0.03	0.35±0.02	0.33±0.02	0.41±0.03	PD×DF ^a
Retroperitoneal fat(%)	1.20±0.16	1.35±0.17	1.22±0.10	1.40±0.13	1.57±0.14	1.45±0.15	

¹⁾ Weight gain/feed intake.

²⁾ Organ weight was expressed as relative weight to eviscerated carcass.

^{a-b} Significant at levels ^aP<0.05, ^bP<0.01.

Table 4. Effect of PD and DF on serum and liver lipids level (Exp. I).

Mean±S.E. (N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Serum lipids:							
Total cholesterol(mg/dl)	90±4	102±7	106±7	105±4	95±4	98±2	
HDL cholesterol(mg/dl)	44±2	49±5	48±5	52±4	41±2	40±4	
Triglyceride(mg/dl)	246±22	256±26	285±51	259±51	335±50	416±102	
Arteriosclerotic index ¹⁾	1.1±0.1	1.1±0.1	1.3±0.1	1.1±0.1	1.3±0.1	1.6±0.3	
Liver lipids:							
Total cholesterol(mg/g.tissue)	2.36±0.13	2.50±0.13	2.56±0.26	2.27±0.14	2.34±0.12	2.55±0.11	
Total cholesterol(mg/liver)	29.8±2.2	32.6±2.6	32.2±2.6	29.3±2.3	30.5±2.4	32.3±2.0	
Triglyceride(mg/g.tissue)	15.0±1.9	13.8±1.4	12.5±3.5	15.8±2.0	15.6±1.4	16.3±1.5	
Triglyceride(mg/liver)	189.1±25.5	178.0±16.6	157.5±43.9	205.5±29.3	204.4±21.1	206.3±21.6	
Phospholipid(mg/g.tissue)	12.7±0.5	12.6±0.5	12.6±0.9	12.7±0.6	13.0±0.6	12.9±0.4	
Phospholipid(mg/liver)	159.8±10.3	164.5±10.4	159.2±10.5	163.1±9.2	168.2±10.3	162.7±6.5	

¹⁾ {Total cholesterol-HDL cholesterol} /HDL cholesterol.

は、本飼育開始後、3日間、軽度の下痢が見られ、採糞が十分に行えなかったため、統計処理から外したほうが適切と考え、CP, RWB 添加群に関し統計処理を行った。Table 8 に示すように、PD 添加によりコレステロールの糞中排泄が減少し、体内に蓄積していることが示された。Table 9 に示した酸性ステロールの糞中への排泄を見ると、総排泄量は、大きく変わることはなかったが、PD 添加に伴い、デオキシコール酸とコール酸が減少し、β-ム

リコール酸の排泄増加が見られた。また、CP に比し RWB では、コール酸が減少し、デオキシコール酸とβ-ムリコール酸の排泄が増加していた。

考 察

糖質源としてα化-トウモロコシデンプン、DF 源として水不溶性の CP, RCB, RWB をそれぞれ含んだ飼料に

Table 5. Digestibilities of protein, fat and starch in rats for the final 15 days (Exp. I).

Mean±S.E.(N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Analytical data for diets:							
Protein(%)	19.3	19.0	19.9	20.1	20.2	19.7	
Fat(%)	9.9	9.8	10.1	9.9	9.9	9.9	
Starch(%)	36.8	36.3	36.9	37.5	38.1	38.0	
Weight of feces(g) ¹⁾	1.35±0.05	1.76±0.10	1.36±0.04	1.67±0.07	1.27±0.06	1.70±0.07	PD ^b
Protein:							
Daily intake(g)	3.45±0.10	3.59±0.14	3.63±0.06	3.29±0.49	3.70±0.14	3.82±0.07	
Daily output(mg)	134.0±6.9	219.9±18.2	170.7±7.7	221.1±13.3	154.4±9.7	264.3±12.6	PD ^b , DF ^a (A)
Apparent digestibility(%)	96.14±0.13	93.93±0.37	95.31±0.16	94.07±0.20	95.33±0.25	93.09±0.26	PD ^b , DF ^b (A)
Fat:							
Daily intake(g)	1.76±0.05	1.86±0.07	1.84±0.03	1.82±0.05	1.82±0.07	1.89±0.04	
Daily output(mg)	33.6±1.6	54.8±8.4	41.1±4.2	46.3±4.2	60.4±6.0	77.2±5.7	PD ^b , DF ^b (A,B)
Apparent digestibility(%)	98.09±0.09	97.13±0.35	97.76±0.22	97.46±0.17	96.70±0.26	95.93±0.26	PD ^b , DF ^b (A,B)
Starch:							
Daily intake(g)	6.57±0.18	6.85±0.27	6.73±0.12	6.92±0.21	6.99±0.26	7.26±0.15	
Daily output(mg)	15.7±1.6	24.0±3.0	15.4±2.8	14.6±2.2	31.1±4.1	42.6±3.7	PD ^b , DF ^b (A,B)
Apparent digestibility(%)	99.77±0.03	99.63±0.06	99.74±0.04	99.79±0.03	99.57±0.05	99.41±0.05	PD ^b , DF ^b (A,B)

¹⁾ Daily excrement per rat.

^{a-b} Significant at levels ^aP<0.05, ^bP<0.01.

^(A) Significantly different between CP and RWB group(P<0.05).

^(B) Significantly different between RCB and RWB group(P<0.05).

Table 6. Effect of PD and DF on body weight, feed intake, feed efficiency and relative liver weight in rats fed hypercholesterolemic diets for 12 days (Exp. II).

Mean±S.E.(N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Initial weight(g)	122±2	122±2	122±2	122±2	122±2	122±2	
Final weight(g)	216±5	214±5	214±4	208±3	217±2	210±5	
Weight gain(g)	94±4	92±3	93±3	87±2	95±2	88±4	
Feed intake(g)	205.2±6.7	191.9±7.1	200.9±6.1	191.2±4.6	201.3±4.2	189.1±5.6	PD ^a
Feed efficiency ¹⁾	0.46±0.01	0.48±0.00	0.46±0.01	0.45±0.01	0.47±0.01	0.47±0.01	
Eviscerated carcass weight(g)	154±3	147±4	151±2	140±2	156±2	143±3	PD ^b
Carcass weight/body weight(%)	74.9±0.4	73.0±0.3	74.5±0.7	71.1±0.5	75.8±0.8	71.6±0.6	PD ^b
Liver(g)	10.42±0.41	10.07±0.37	10.58±0.29	9.68±0.18	10.46±0.44	9.86±0.47	
Liver/carcass weight(%)	6.78±0.22	6.84±0.17	6.98±0.14	6.92±0.09	6.70±0.27	6.87±0.20	

¹⁾ Weight gain/feed intake.

^{a-b} Significant at levels ^aP<0.05, ^bP<0.01.

PDを添加し、ラットに投与して、成長および各栄養素の消化吸収に及ぼす影響について調べた。成長曲線を見ると、各群とも成長は恒常かつ良好で、各群間に差は認められなかった。しかし、内臓摘出屠体重の生体重比が、PD添加により、有意に減少していた。これは、各栄養素

の見かけの消化吸収率が、PD添加に伴い、有意に低下していることと、PDは一部腸内細菌により発酵を受け、その生成物が吸収されて宿主のエネルギー源になるが、そのエネルギー値は、しょ糖の25%に過ぎない(FIGDORら, 1981)ためと考えられる。盲腸重量はPD添加により、

Table 7. Effect of PD and DF on serum and liver cholesterol level in rats fed hypercholesterolemic diets (Exp. II). Mean±S.E.(N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Serum lipids:							
Total cholesterol(mg/dl)							
5days on diet	373±38	570±88	361±53	441±49	535±29	637±57	PD ^b ,DF ^b (A,B)
10days on diet	441±65	496±39	296±24	409±64	496±44	586±102	DF ^a (B)
13days(at sacrifice)	342±40	383±40	252±31	255±40	354±20	311±48	DF ^a (B,C)
HDL cholesterol(mg/dl)	16±2	13±1	17±3	20±3	15±1	18±1	
Arteriosclerotic index ¹⁾	25.3±6.0	29.1±4.3	16.1±2.9	15.3±4.3	23.1±1.8	16.9±3.4	DF ^a (C)
Liver lipids:							
Total cholesterol(mg/g.tissue)	66.3±2.7	78.3±1.5	65.7±1.6	73.0±3.4	59.4±1.6	70.2±2.0	PD ^b ,DF ^b (A)
Total cholesterol(mg/liver)	695.3±54.4	789.6±37.7	693.3±16.1	703.0±21.8	622.4±32.3	695.6±49.3	

¹⁾ (Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol.

^{a-b}Significant at levels ^aP<0.05, ^bP<0.01.

^(A)Significantly different between CP and RWB group(P<0.05).

^(B)Significantly different between RCB and RWB group(P<0.05).

^(C)Significantly different between CP and RCB group(P<0.05).

Table 8. Effect of DF and PD on cholesterol excretion in rats fed hypercholesterolemic diets (Exp.II). Mean±S.E.(N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Ingested cholesterol(mg) [A]	2052±67	1919±71	2009±61	1912±46	2013±42	1819±56	PD ^a
Cholesterol excretion(mg) [B]	947.77±73.99	750.60±54.45	1016.17±81.96	667.25±53.65	984.40±74.50	865.37±44.07	PD ^a
[B] / [A] (%)	45.30±2.97	38.87±1.60	50.13±2.72	34.72±2.35	48.86±3.56	46.04±2.79	

^aSignificant at levels ^aP<0.05.

Table 9. Effect of DF and PD on bile acids excretion in rats fed hypercholesterolemic diets (Exp. II). Mean±S.E.(N=7)

	CP		RCB		RWB		Significant main effects
	Cont.	PD	Cont.	PD	Cont.	PD	
Deoxycholic acid(mg)	10.30±3.02	1.27±0.55	34.52±8.52	2.16±0.80	29.81±8.05	2.45±0.82	PD ^b ,DF ^a
Chenodeoxycholic acid(mg)	8.42±1.66	8.87±1.78	5.28±1.65	4.91±1.27	7.31±1.02	8.65±2.08	
Ursodeoxycholic acid(mg)	11.16±1.90	1.51±0.88	6.06±2.15	4.38±1.40	6.81±1.43	4.12±1.43	PD ^b
Cholic acid(mg)	110.78±9.85	99.50±10.19	97.66±7.83	42.84±6.46	100.19±6.84	68.82±8.56	PD ^a ,DF ^a
β-muricholic acid(mg)	21.64±6.17	51.12±5.00	26.59±2.80	38.97±7.98	23.70±2.85	64.04±6.64	PD ^b
Others(mg) ¹⁾	2.75±0.70	2.12±0.55	3.82±1.34	1.42±0.63	2.54±0.80	1.70±0.79	
Total(mg)	165.05±7.38	164.39±13.48	173.94±8.56	94.60±15.49	170.37±14.37	149.78±16.70	

¹⁾ Others are undefined peaks with retention time that do not correspond to the bile acid standard used.

^{a-b}significant at levels ^aP<0.05, ^bP<0.01.

有意に増加した。盲腸内は腸内細菌の発酵の場であり、腸内細菌はPDを資化することから考えると、PDは盲腸に滞留し、かつ、腸内細菌の活動を活発にするため、盲腸を肥大させたものと考えられる。

盲腸の肥大、消化吸収率の低下、糞重量の増加は、DFを投与した時に見られる一般的な現象であり、PD添加により、それらが助長されることから、PDはDF様の作用を示すことが確認された。

しょ糖を糖質源とし、水不溶性DFとして、CP、RCB、RWBを含んだ高コレステロール飼料にPDを添加し、ラットに投与して、コレステロール代謝に及ぼす影響について調べた。ペクチン(WELLSら, 1961)、コンニャクマンナン(KIRIYAMAら, 1969)、“ヘミセルロースB画分”(青江ら, 1989)といった水溶性DFは、コレステロール上昇抑制能をもつことが知られている。PDは水溶性で、いくつかのDFとしての生理機能を持っていることから、同様の作用が期待された。しかしながら、血清総コレステロール、肝臓コレステロールともにPD添加に伴いコレステロールレベルの上昇が認められた。糞中に排泄された中性および酸性ステロールを見ると、PD添加により、排泄の抑制傾向が見られ、水溶性DFに特徴的な、両ステロールの排泄促進(O'BRIENら, 1979)といったものは見られなかった。PD添加によるコレステロールレベルの上昇についてはさらに詳細な研究が望まれる。DFの影響を見ると、RCB添加により、RWBやCP添加に比し、血清コレステロールの有意な低下が認められた。RCBをラットに投与した場合、消化管内で細胞壁マトリックスから非セルロース多糖類がいくらか溶出することが報告されている(竹内ら, 1988)。溶出された非セルロース多糖類は、血清コレステロール上昇抑制能をもつ、アラビノキシランを主体とした“ヘミセルロースB”と考えられ、この作用のためにRCB添加は、血清コレステロールレベルを低下させたものと考えられる。

以上の結果から、PDは、糞便量の増加など、DFとしての機能を持ち合わせているが、ペクチンや“ヘミセルロースB”といった水溶性多糖類の示す、血清コレステロール上昇抑制能は持っていないと結論される。

要 約

水不溶性のDF素材であるCP、RCB及びRWBを含んだ飼料に、PDを添加し、ラットに投与して、成長ならびにコレステロール代謝に及ぼす影響について調べた。

1) CP、RCB及びRWBをDF含量として5%含んだ飼料に、PDを3%レベルで添加して投与した。各群とも成長は恒常であった。しかし、PD添加により、内臓摘

出屠体重及び各栄養素の消化吸収率を若干低下させた。

2) CP、RCB及びRWBをDF含量として5%含んだ高コレステロール飼料(コレステロール1%、コール酸ナトリウム0.25%を含む)に、PDを5%レベルで添加して投与した。PD添加により、血清及び肝臓中のコレステロールレベルが上昇し、PDには、コレステロール上昇抑制能は認められなかった。

文 献

- 青江誠一郎, 太田富貴雄, 綾野雄幸(1989): ラットのコレステロール代謝に及ぼす米ヌカヘミセルロースの影響, 日本栄養・食糧学会誌, **42**, 55-61.
- ASP. et al. (1984): Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber, *J. Agric. Food Chem.*, **31**(3), 476-482.
- FIGDOR, S. K. and RENNARD, H. H. (1981): Caloric Utilization and Disposition of [¹⁴C] Polydextrose in Rat, *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 1181-1189.
- FOLCH, J., LEES, M. and SLOANESTANLEY, G. H. (1957): A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509.
- GRUNDY, S. M. AHRENS, E. H. Jr. and MIETTIN, T. A. (1965): Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total fecal bile acids, *J. Lipid Research*, **6**, 397-410.
- IMAI, K. and TAMURA, Z. (1976): Bile Acids as their Hexafluoroisopropylester-Trifluoroacetyl derivatives, *J. Chromatography*, **120**, 181-186.
- 印南 敏, 桐山修八編(1982): 食物繊維の生理作用, 食物繊維, 80-223, 第一出版(東京).
- 桐山修八(1978): 食品中のコレステロールの定量に関する研究, 286-296, 科学技術庁資源調査所報告
- KIRIYAMA, S., OKAZAKI, Y. and YOSIDA, A. (1969): Hypocholesterolemic Effect of Polysaccharide-rich Foodstuffs in cholesterol-fed Rats, *J. Nutr.*, **97**, 382-388.
- O'BRIEN, B. C. and REISER, R. (1979): Comparative Effects of Purified and Human Type Diets on Cholesterol Metabolism in the Rat, *J. Nutr.*, **109**, 98-104.
- 奥 恒行(1987): 合成難消化性多糖類ポリデキストロースの消化性と食物繊維様作用について, 日本栄養改善学会講演要旨集, 272.
- 作物分析法委員会編(1976): 還元糖の定量法, 栄養診断のための栽培植物分析測定法, 284-286, 養賢堂(東京).
- 菅原 園, 木間威久子, 山下亀次郎(1985): ストレプトゾトシン糖尿病ラットと血清脂質に及ぼすポリデキストロースと食物繊維の効果に関する検討, 日本栄養・食糧学会総会講演要旨集, 178.

竹内政保, 川村三郎, 田中 進, 太田富貴雄, 綾野雄幸(1988) :
精製トウモロコシ外皮(RCB)のラットの成長および消化吸
収率に及ぼす影響と消化管内での形態変化, 日本栄養・食糧
学会誌, **41**, 35-42.

WELLS, A. F. and ERSHOFF, B. H. (1961) : Benefical Effect
of Pectin in Prevention of Hypercholesterolemia and
Increase in Liver cholesterol in Cholesterol-Fed Rats, *J.*
Nutr., **74**, 87-92.