リングおよびブドウ搾汁かすのラット血清 コレステロール濃度に及ぼす影響

菅野道廣*・森田（中野）満樹*・吉田克子*・今井 淳**

Influence of Dietary Apple and Grape Pomace on Serum Cholesterol Level of the Rat

Michihiro SUGANO*, Maki NAKANO-MORITA*, Katuko YOSHIDA* and Jun IMAI**

* Kyushu University, Faculty of Agriculture, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812

** Katakura Chikkarin Co., Aomori Branch, 1-21-10 Shinoda, Aomori 030

The effects of dietary apple and grape pomace on serum cholesterol level were compared to those of pectin and cellulose in rats fed cholesterol-enriched diets. Male young rats were fed these dietary fiber sources at 10% level for 30 days. Pomace from these fruits, particularly that from grape, exhibited a potent hypocholesterolemic activity compared to cellulose, although the efficacy was lower than that of pectin. Serum glucose level tended to be lower in rats fed the pomace than in those fed cellulose. The results indicate a usefulness of grape pomace as well as apple pomace as a dietary fiber which is capable of regulating serum cholesterol level.

(Received Jul. 21, 1987)

食物繊維が示す種々の生理機能のうち、血清コレステロール濃度低下作用はもっともよく研究されている分野である。この目的のために、多種多様の食物繊維の効果が検討されているが、食品加工廃棄物の利用を目標としたものも多い¹⁾。果実搾汁かすは、高い割合で食物繊維を含み、利用価値が高いと思われる。著者ら²⁾は先に、ミカン果皮がラットの血清コレステロール濃度上昇を抑える働きがあること、またヒトでもいくらかの低下効果を示すことを観察した。最近、リング搾汁かすは血清コレステロール低下作用や耐糖能改善効果を示すことが認められ、実用の途が拓かれてきているが³⁾、ブドウかすについてはまだ報告例はない。SHOら⁴⁾は、サトウキビのワックスがラット血清コレステロールレベル低下効果を発揮することを観察しているので、ブドウかすについては食物繊維としてだけでなく、付着するワックスにも効果が期待される。

本報告では、高コレステロール食を与えたラットを用

い、リングおよびブドウ搾汁かすの降コレステロール作用を、ペクチン、セルロースの効果と比較検討した。

実験方法

1. 果実搾汁かすの組成

リングおよびブドウ（赤ブドウ）搾汁かすは片倉チッカリン(株)の提供によるもので、搾汁後、凍結乾燥した製品である。いずれも（ブドウかすはタネを除いた後）粉碎して用いた。一般分析の結果は Table 1 に示すとおりである。中性デターゼント法⁵⁾により測定した食物繊維（Neutral Detergent Fiber）含量はブドウかす 49.3%、リングかす 35.0% であった。Aspら⁶⁾の方法による不溶性繊維含量は、リングおよびブドウかすでそれぞれ 36.7 と 61.2%、可溶性繊維は 9.1 と 2.7% であった（Termamyl 120 L を供与頂いた戸板女短大森文平教授に深謝する）。なお、別のリングかす標品についての日本食品分析センターの分析試験の結果は、食物繊維含

* 九州大学農学部（〒 812 福岡市東区箱崎 6-10-1）

** 片倉チッカリン（株）青森支店（〒 030 青森市篠田 1-21-10）

Table 1 Compositions of apple and grape pomace

Pomace	Components (%)				
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber
Apple	12.6	0.4	4.3	1.8	10.2
Grape	3.4	7.2	10.4	5.6	33.4

Dietary fiber (neutral detergent fiber) content : apple pomace, 35.0% and grape pomace, 49.3%.

量は40.0%, ペクチン含量12.7%となっている。

2. 実験動物および飼料

Table 2 に示す高コレステロール食を Sprague-Dawley 系雄ラット (成和実験動物) に自由摂取させた。繊維源としてリンゴかす, ブドウかすのほか, ペクチン (レモン製, 和光純薬) およびセルロース (粉末セルロース E, 東洋瀾紙) を用いた。摂食量および体重は2日毎に記録した。飼育開始時, 10, 20 および 29 日

後に, 5 時間飼料の給与を中断し (午前 9 時～午後 2 時), 尾静脈から少量の血液を採取し, 酵素法キット (和光純薬) で血清のコレステロールおよびグルコース濃度を測定した。30 日飼育後, 断頭屠殺し, 肝臓を摘出した。

3. 脂質成分の分析法

肝臓脂質は FOLCH ら⁷⁾ の方法で抽出し, コレステロール, トリグリセリドおよびリン脂質を常法⁷⁾ により定量した。また, この抽出液についてガスクロマトグラフィーにより脂肪酸組成および植物ステロールの分析を行った⁸⁾。両果実搾汁かすの一般成分分析は四訂日本食品標準成分表に従い, 水分 (105℃ 乾燥法), タンパク質 (ケルダ法, N×6.25), 脂質 (ソックスレー抽出法), 繊維 (ヘンネベルグストーマン改良法), 灰分 (550℃ 灰化法) を測定した。

4. 統計処理法

結果は一元配置分散分析を行い, 有意差 ($P<0.05$) 検定を行った。

結果および考察

1. 動物の成長と肝臓重量

Table 3 に示すように, ペクチン群では摂食量, 体

Table 2 Composition of diet

Ingredients	Weight %
Casein	20
Lard	10
Mineral mix*	4
Vitamin mix*	1
Choline chloride	0.15
Test material	10
Cholesterol	0.5
Na-cholate	0.15

*Harper mixture

Table 3 Growth parameters and liver weight

Groups	Body weight(g)		Food intake ¹⁾	Food efficiency	Relative liver weight ²⁾
	Initial	Gain ¹⁾			
Apple	121±2	227± 8 ^a	622±17 ^a	0.37±0.01	5.76±0.25 ^a
Grape	121±2	228±11 ^a	611±17 ^a	0.36±0.01	5.57±0.17 ^a
Pectin	120±2	194± 5 ^b	557±14 ^{bc}	0.35±0.01	4.94±0.16 ^b
Cellulose	120±2	225±10 ^a	582±17 ^{ac}	0.39±0.01	6.08±0.21 ^a

¹⁾ Weight gain and food intake for 30 days.

²⁾ Liver weight, g per 100g body weight.

^{a, b, c} Values (mean±SE of 8 rats per group) in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different at $P<0.05$.

重増加量とも少なかったが、他の3群間ではこれらの値に差はなかった。このような成長の低下は、比較的高レベルのペクチンをラットに与えた場合に、しばしば見られる現象である¹⁾。しかし、飼料効率には全群間で有意差はなかった。肝臓の相対重量もペクチン群で有意に低値を示した。両果汁かす群では、有意ではないが、セルロース群に比べ、コレステロール食による肝臓肥大の程度が軽減された。なお、飼育期間を通して、各群のラッ

Fig. 1 Time course of serum cholesterol concentration

Each point represent mean $\pm$ SE of 8 rats per group. ^{a,b}Values in the same time point not sharing a common letter are significantly different at $P < 0.05$.

-----: cellulose, - · - ·: apple pomace, —: grape pomace, - - - : pectin.

トに外見的には何ら異常は認められなかったこととあわせ、本実験条件下では、少なくとも両果汁かすにはとくに問題となる副作用はないと判断される。

2. 血清コレステロールおよびグルコース濃度の経時変化

コレステロール摂取による血清コレステロール濃度の上昇は、ペクチンによってきわめて効果的に抑えられた (Fig. 1)。リンゴかす群では、10日後の血清コレステロール濃度はセルロース群のそれと同じレベルにまで上昇したが、それ以後の低下割合はかなり大きく、29日後ではこの両群間の差は有意であった。リンゴかすの降コレステロール作用については武部ら³⁾のヒトでの報告例があるが、とくに注目されるのは、HDL-コレステロール上昇効果と胆汁酸排泄促進効果である。

一方、ブドウかす群では、10日後の値はセルロース群、リンゴかす群より有意に低く、その後も低値を示した。両果実かす中の食物繊維含量に幾らかの違いがあることを考慮しなければならないが (NDF 含量リンゴかす 35.0%, ブドウかす 49.3%), ブドウかすの効果は可溶性繊維よりもむしろ不溶性繊維に依存しているのかも知れない。少なくともブドウかすは、血清コレステロール濃度改善に関して有用な食物繊維源であると言えよう。

血清グルコース濃度の平均値 ($\pm$ 標準誤差) は、20日後でリンゴかす群 134 ± 6 , ブドウかす群 130 ± 5 , ペクチン群 136 ± 3 およびセルロース群 147 ± 6 mg/dl, 29日後ではそれぞれ 119 ± 7 , 123 ± 8 , 120 ± 3 および 134 ± 6 mg/dl であった。いずれの期日においても、有意な差はなかったが、セルロース群では、両時点では他群よりわずかではあるが高い値を示した。このことは、添加した果実かすが血糖上昇抑制作用をも有することを示唆する³⁾。

ペクチンは降コレステロール作用が強い食物繊維の代表的なものである。繊維含量がペクチンの約 1/2 である

Table 4 Concentrations of liver lipids

Groups	Cholesterol	Triglyceride (mg/g)	Phospholipid
Apple	72.8 $\pm$ 4.6 ^a	48.4 $\pm$ 5.3	34.4 $\pm$ 2.3
Grape	68.9 $\pm$ 2.8 ^a	58.2 $\pm$ 5.7	33.3 $\pm$ 1.1
Pectin	35.6 $\pm$ 5.4 ^b	45.9 $\pm$ 6.1	37.6 $\pm$ 1.2
Cellulose	69.0 $\pm$ 4.9 ^a	50.8 $\pm$ 6.1	37.2 $\pm$ 1.0

^{a,b}Values (mean $\pm$ SE of 8 rats per group) in the same column not sharing a common superscript letter are significantly different at $P < 0.05$.

ことを考慮すると、ブドウかすもかなり優れた効果を持つと考えられる。ブドウかすには約10%の粗脂肪が含まれているが、その構成は不明である。しかし、脂肪酸組成としてはパルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸およびリノレン酸が主成分で、それぞれ10.0, 3.3, 13.8, 70.5および1.7%であり、かなり高い割合でリノール酸が含まれていた。リンゴかすではそれぞれ14.2, 4.1, 29.0, 45.1および4.9%であった。植物ステロールの主成分は両者とも β -シトステロールで、その他カンペステロール、スチグマステロールなどが検出され、含量はリンゴかす0.43%, ブドウかす0.45%であった。

リンゴかすは最近、食物繊維としても利用され始めているが、多くはそのままあるいはサイレージとして牛の飼料とされている。ブドウかすも飼料として利用されているが、リンゴかすに比べると消化率が低く、しかも反すう動物に限られている⁹⁾。ヒトのための食物繊維として使用できるなら、利用価値が付加されるであろう。

3. 肝臓脂質濃度

肝臓脂質濃度の分析結果はTable 4に示す通りである。ペクチンはコレステロールの沈着をかなり効果的に抑えていることが明らかである。2種の果実かすには、セルロースと同等の効果しか認められなかった。したがって、両果実かすの降コレステロール作用のメカニズムは、胆汁酸の排泄増加³⁾だけでは必ずしも説明づけられないようである。ペクチン群ではトリグリセリド濃度も低い傾向にあったが、リン脂質とともに他群との間に有意な差はなかった。

日本人の食物繊維摂取量は、加工食品の消費増加に伴って漸減している。大学あるいは女子短大の食堂の食事を分析した結果によると、これらの学生の1日当たりの食物繊維摂取量は15~19g程度であり¹⁰⁾¹¹⁾、この量は少なくとも十分な量とはみなされないようである¹²⁾。一般市民においても、おそらくこの程度の摂取量であろう。リンゴかす5gはリンゴ1個分に相当するので、このような搾汁かすは繊維源として利用価値の高いものである。

要 約

高コレステロール食ラットの血清及び肝臓コレステロール濃度に及ぼすリンゴおよびブドウ搾汁かすの影響をペクチン、セルロースと比較した。若齢ラットにこれらを10%レベルで含む飼料を30日間与えた。両果実かすとも、ペクチンには劣るものの、セルロースよりは優れた血清コレステロール濃度上昇抑制作用を発揮し、とくにブドウかすでその効果が大きかった。血糖の上昇も抑える傾向にあった。これらの結果はリンゴかすとともに、ブドウかすも血清脂質像改善のための食物繊維として有用な素材であることを示している。

文 献

- 1) 辻 啓介：食物繊維（印南 敏・桐山修八編）（第一出版、東京）、p. 131（1982）。
 - 2) 今泉勝己・阿比留茂博・池田郁男・菅野道廣：果汁協会報、No. 272, 26（1981）。
 - 3) 武部和夫・牧野 勲・小沼富男・中村光夫・筒井理裕・遅野井健・工藤幹彦・増田光男・玉沢直樹・落合 滋：最新医学、37, 2268（1982）。
 - 4) SHO, H., CHINEN, I., UCHIHARA, K. and FUKUDA, N.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 27, 463（1981）。
 - 5) GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J.: Forage fiber analysis, Agr. Handbooks No. 379 (U.S.D.A., Washington, DC)（1970）。
 - 6) ASP, N.-G., JOHANSSON, C-G., HALLMER, H. and SILJESTROM, M.: *J. Agr. Food Chem.*, 31, 476（1983）。
 - 7) FOLCH, J., LEES, M. and SLOANE STANLEY, G.H.: *J. Biol. Chem.*, 226, 497（1957）。
 - 8) SUGANO, M., RYU, K. and IDE, T.: *J. Lipid Res.*, 25, 474（1985）。
 - 9) 幸野憲二：果汁・果実飲料事典，日本果汁協会監修（朝倉書店、東京），p. 403（1978）。
 - 10) 森 文平・荒金京子：栄養と食糧，34, 97（1981）。
 - 11) 中島克子・池田郁男・淵上貴美子・城石幸博・菅野道廣・安江律子・松本睦子：臨床栄養，58, 263（1982）。
 - 12) BRIGHT-SEE, E. and McKEOWN-EYSSSEN, G.E.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 39, 821（1984）。
- （昭和62年7月21日受理）