

ササの効用(その2)

- ササ成分でお腹の調子がよくなる -

青山政和

はじめに

近年、わが国の食生活の多様化、欧米化に伴い大腸ガン、糖尿病などの成人病疾患が急激に増加し、食品のもつ機能性が注目されています。

人間の腸内には、約100種、100兆個もの細菌が住んでいて、腸内菌叢(腸内細菌の集団)を形成しています。健康な成人の便を調べると、便1g当たり3,000~5,000億個もの細菌を数えることができるそうです。また、便の1/3~1/4が細菌で占められているともいわれています。実は、この天文学的数の細菌たちが腸内で大切な役割を果たしています。大腸を一つの集合体とみると、腸内細菌たちは肝臓で作られる酵素よりも多い酵素を作り出しているといわれています。そのため腸内菌叢を第2の臓器と考えている学者もいるほどです。

腸内細菌の中で、ビフィズス菌は宿主であるヒトの栄養、免疫、老化防止などに密接に関係していて、腸内菌叢をビフィズス菌優勢の状態にしておくことが健康維持の上で望ましいと考えられています。

食品には、食物繊維や難消化性糖と呼ばれている、人間ではほとんど消化吸収することができない糖質が含まれています。その中にはビフィズス菌などが資化(利用)できる糖類があります。その一つのフラクトオリゴ糖は、腸内に生息している細菌によって代謝され、その結果便通や血中コレステロール値などが改善されることが分かりました。このことがきっかけとなり、糖質のもつ生理的機能に高い関心が集まるようになりました。

フラクトオリゴ糖以外にも、タケノコに含まれているキシロピオース、大豆やビートに含まれているスタキオース、ラフィノースなどの難消化性オリゴ糖がビフィズス菌を選択的に増殖させ、その結果腸内のpHが低下し腐敗物の生成が抑制されるなど、腸内環境を改善することが明らかにされています。

現在、ビフィズス菌そのものやその増殖因子を含むさまざまな食品が開発されています。しかし、これらビフィズス因子として注目されているオリゴ糖の多くは、天然多糖を酵素的に分解して得られていますが、安価で大量に製造できないため、市場性をもつものはごくわずかです。

最近、林産試験場でササ類から選択的にキシランを可溶化させ、オリゴ糖を含む水溶性多糖体を抽出する簡便なプロセスが開発されました。前報ではこの多糖体に免疫を高める作用があることを紹介しました。今回は、まず糖質のもつ生理的機能特性について簡単に紹介し、次いでササから得られた多糖体の腸内細菌による資化性についてお話しします。

なお、これらの研究成果は北海道立衛生研究所との共同研究で得られたものです。

オリゴ糖や繊維はからだによい

現代は飽食の時代ともいわれ、デパートやスーパーの食料品売場には、和・洋・中華を問わずありとあらゆる食材がところ狭しと並んでいます。このような食生活の豊かさは裏腹に、高カロリー、高脂肪、高タンパク食の増加に伴う大腸ガ

表1 食物繊維の生理作用

- 1) 吸水、膨潤性が高く腸管内容物の容積が増加し、消化管の働きを活発にさせ、便性状を改善するとともに排便を促進する。
- 2) 腸内有害代謝産物を吸着除去する。
- 3) 食餌性コレステロールの吸収を抑え、高脂血症を改善する。
- 4) 腸内菌叢を変動させる(ビフィズス菌などの有用菌を選択的に増殖させる)。
- 5) 胆汁酸代謝を改善する。

表2 キシロオリゴ糖の機能特性

- 1) 少量(1.3g/日)で整腸効果を示し、便水分を改善するとともに排便を促進する。
- 2) ビフィズス菌などの有用菌を選択的に増殖させ、腸内異常発酵を抑制する。
- 3) 糖尿病症状を軽減する(過食, 多飲を抑え, 血糖, コレステロール値を改善する)。
- 4) カルシウム, 鉄分などのミネラルの吸収性, 体内保留性を高める。
- 5) カロリーがない, 虫歯になりにくい甘味料(砂糖の半分の甘さ)として利用できる。

ン, 糖尿病, 脂肪肝, 高血圧などの成人病疾患が増加の一途をたどっています。そのため食物繊維や難消化性オリゴ糖のもつ栄養学的, 生理学的機能が注目されるようになりました。

(1) 腸内の異常発酵を防ぎ, 血清脂質などを改善

表1に食物繊維の体内での働きを要約しました。表1で1), 2)の効果は, 食物繊維の難消化性や物性からよく理解できると思います。3)~5)の効果は腸内で細菌が食物繊維を利用すること, すなわち細菌代謝を介して起こるものです。難消化性オリゴ糖は腸内細菌にとって食物繊維より利用しやすい糖質ですから, 摂取効果がよりはっきりと現れます。

少し詳しく説明しますと, 難消化性糖は人間の消化酵素では消化吸収されず, 大腸に到達します。ところが, 大腸ではビフィズス菌や乳酸菌などが待ちかまえていてそれらを利用(発酵)し, 低分子の有機酸(酢酸などの短鎖脂肪酸)が代謝産物として生じます。これらの有機酸によって, 小腸下部から大腸にかけて腸内のpHが酸性側に移動します。

pHとは, 水素イオン濃度の尺度で, pH7だと中性で, 7より低いと酸性, 高くなるとアルカリ性を示します。したがって, pHの数値が低くなるにつれて酸性度が強くなることを意味します。

この腸内酸性化は腸内腐敗菌による異常発酵を抑え, 腸の蠕動運動の促進と連動して, 便通を良くし, さらに血清脂質や血糖値を改善することに

なります。腸内菌叢の改善は, タンパク質やアミノ酸などからのアンモニア, フェノール, インドール, スカトール, 発ガン性のある有害なアミン類などの産生を抑制し, 人の健康維持や老化防止に深く関与していると考えられています。

(2) オリゴ糖はカルシウムや鉄分吸収性を高める

参考までに, 現在市販されている難消化性オリゴ糖の一つであるキシロオリゴ糖の機能特性を表2に示しました。ごく最近, このオリゴ糖に, 整腸作用に加えて, カルシウムや鉄分の吸収性, 体内保留性を高める作用のあることが学会で発表されました。骨粗しょう症や慢性貧血の予防や治療にも使える可能性があるわけです。

実はササから得られた多糖体中にこのオリゴ糖がかなりの量含まれていることが分かっています。

ササ多糖体の腸内細菌に対する効果

前述したように, ササ類からカロリーがほとんどなく, しかも食品として優れた性質をもった水溶性多糖を製造する技術が開発されました。この多糖体はカルメラ様のフレーバーをもち, かすかに苦みを伴った黄褐色の粉末です。

そこで, この多糖体の機能性食品としての性能を調べるために腸内細菌による資化性について試験しました。ビフィズス菌などの有用細菌に対して増殖効果があれば, 整腸作用のある健康食品として利用できるわけです。

(2) 10種類の細菌で多糖体の資化性を試験

使用した10種類の細菌のうち、ビフィズス菌 (*Bifidobacterium bifidum*) と乳酸菌 (*Lactobacillus delbrueckii*) は生体内では外部から侵入してくる細菌を排除する一方、チーズや乳酸菌飲料などの製造に関わる有益な細菌です。

そのほかの細菌はいずれも病原菌です。ボツリヌス菌、ウエルシュ菌、セレウス菌、大腸菌、サルモネラ菌は食中毒の病原菌としてよく知られています。腸球菌は人の糞便中によくみられますが、まれに尿路感染症の原因になったりします。黄色ブドウ球菌や緑膿菌は健康な人の腸管や口腔内でしばしば認められますが、抵抗力の弱った人に感染し、いわゆる日和見感染症を起こします。多くの抗生物質に抵抗性を示す変異株が現れ、病院環境を汚染し、院内感染を起こして社会問題となっています。新聞、テレビでよく見かけるMRS Aとはメチシリン耐性黄色ブドウ球菌のことです。

(3) 有益細菌の増殖を促進、病原菌の増殖は短時間の培養ならば抑制

ビフィズス菌の増殖速度はほかの細菌のそれと比べて遅いので、ビフィズス菌とほかの細菌とに分けてササ多糖体の腸内細菌による資化性試験を行いました。表5はササ多糖体のビフィズス菌に対する試験結果を示しています。

ササ多糖体を含んだ培地の菌数はそうでない培地よりも10倍ほど多く、明らかにササ多糖体がビフィズス菌に対して増殖促進効果を示していることが分かります。乳酸菌に対しては表6に示すように、培養8~10時間後までは増殖促進効果が認められましたが、さ

らに培養時間を延長すると増殖促進効果が認められなくなりました。

一方、ボツリヌス菌に対しては増殖抑制効果を示しましたが、同じクロストリディウム属のウエルシュ菌に対しては明らかな効果を示しませんで

表5 ササ多糖体のビフィズス菌増殖効果¹⁾

生育培地添加試料	ビフィズス菌数 (log ₁₀ 菌数/ml)
無添加	7.2
EX-1 (0.5%) ²⁾	8.1
EX-2 (0.5%) ²⁾	7.9

- 1) ペプトン・イーストエキスを基礎培地として30、48時間培養した後、菌数をコロニーフォーミングユニットで算定。
2) 蒸煮条件: EX-1, 183 - 20分; EX-2, 200 - 8分

表6 腸内細菌増殖に及ぼすササ多糖体の影響

細菌	生育培地添加物	生育培地の濁度 (600nmでの吸光度)								
		0 ¹⁾	1	2	4	6	8	10	24	
乳酸菌 (<i>Lactobacillus delbrueckii</i>)	無添加	65	55	70	110	120	115	117	120	
	EX-1 (0.5%)	60	55	70	120	128	135	135	125	
	EX-2 (0.5%)	55	65	75	120	125	130	130	120	
ボツリヌス菌	無添加	25	28	30	34	65	113	130	140	
	EX-1 (0.5%)	30	32	32	35	45	90	110	115	
	EX-2 (0.5%)	30	35	35	38	42	75	110	120	
ウエルシュ菌	無添加	25	20	30	50	60	60	60	65	
	EX-1 (0.5%)	30	28	35	48	68	70	70	65	
	EX-2 (0.5%)	25	40	45	45	55	65	60	45	
セレウス菌	無添加	40	40	45	95	125	130	130	135	
	EX-1 (0.5%)	40	35	40	60	100	115	118	195	
	EX-2 (0.5%)	40	45	50	62	95	115	115	195	
腸球菌 (<i>Enterococcus faecalis</i>)	無添加	35	30	135	165	160	160	160	165	
	EX-1 (0.5%)	45	65	110	145	150	150	150	160	
	EX-2 (0.5%)	45	70	115	155	155	155	155	160	
黄色ブドウ球菌	無添加	75	60	135	210	220	220	220	220	
	EX-1 (0.5%)	75	85	105	150	185	190	195	250	
	EX-2 (0.5%)	80	95	110	150	220	240	240	210	
大腸菌	無添加	15	20	95	185	230	235	235	235	
	EX-1 (0.5%)	42	53	75	150	210	230	230	210	
	EX-2 (0.5%)	50	50	75	150	220	240	240	210	
サルモネラ菌 (<i>Salmonella typhimurium</i>)	無添加	12	18	78	100	115	123	125	210	
	EX-1 (0.5%)	38	49	65	90	105	120	120	210	
	EX-2 (0.5%)	45	50	70	80	100	107	110	210	
緑膿菌	無添加	15	7	46	83	135	145	150	290	
	EX-1 (0.5%)	40	44	40	63	100	130	130	300	
	EX-2 (0.5%)	50	45	50	70	110	130	135	325	

1) 培養時間 (h)

した。セレウス菌，腸球菌，サルモネラ菌，緑膿菌に対しては，培養10時間以内では増殖抑制効果を示しましたが，24時間後では逆に増殖を促進する結果となりました。黄色ブドウ球菌，大腸菌に対しては，培養初期にはそれらの増殖を抑えますが，培養が長時間に及ぶと明らかな効果は認められなくなります。

これらの結果をまとめると，ササ^か稈から調製された水溶性多糖体はビフィズス菌や乳酸菌などの有益細菌に対してそれらの増殖を促進させる効果を示しましたが，病原菌に対しては培養が比較的短時間であればその増殖を抑制する効果を，また培養が長時間に及ぶと反対に促進効果を示すといえそうです。したがって，ササ多糖体を利用することである程度の整腸効果が期待できそうです。

ただ，これまでの結果は試験管の中の人工的な培養試験で得られた結果にすぎず，今後，健康食品への利用を図るには直接ヒトに投与し，便性状

や糞便中の腸内細菌の分布を調べて総合的に評価する必要があると思われます。

参考資料

- 1) 光岡知足：腸内細菌の話，岩波書店（1978）
- 2) 日高秀昌：利用面から見た糖質・糖鎖の働き，澱粉，37，213-222（1992）
- 3) 藤川茂昭：キシロオリゴ糖の機能性，Blomedia，6，372-376（1991）
- 4) 藤川茂昭，岡崎昌子：キシロオリゴ糖の生産と応用，月刊フードケミカル，1989-1，63-8．
- 5) 豊田佳子，畑中豊，諏訪芳秀：カルシウム吸収におよぼすキシロオリゴ糖の影響，第47回日本栄養食糧学会講演要旨，1993，p.109

（林産試験場 成分利用科）