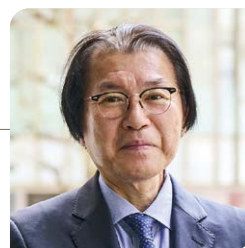


いま注目される 「発酵性食物繊維」とは？

大妻女子大学 家政学部 食物学科
教授 青江 誠一郎



食物繊維は「ヒトの消化酵素で消化・吸収されない食品中の成分」とされ、整腸作用をはじめ様々な健康効果が知られています。従来、「不溶性食物繊維」「水溶性食物繊維」といった分類がされてきましたが、近年では、腸内での発酵のしやすさによって「発酵性食物繊維」「難発酵性食物繊維」という分類が提唱され、特に発酵性食物繊維のはたらきが注目されています。発酵性食物繊維とはどのようなもので、どのような作用があるのかを、食物繊維研究の第一人者である大妻女子大学教授の青江誠一郎先生に伺いました。

腸内細菌のエサとなって腸内環境を整える 発酵性食物繊維とは

●発酵性食物繊維とは、どのようなものなのでしょうか。

大腸内で発酵する性質を持つ、3糖以上のオリゴ糖を含む食物繊維のことです。腸内でビフィズス菌など善玉菌のエサとなってその増殖を促し、腸内環境を整える難消化性成分という特徴から「プレバイオティクス」に近い性質を持ちますが、後者

にはポリフェノールなども含まれるので、厳密にはプレバイオティクスとイコールではありません。

食物繊維は従来、水に溶けるか溶けないかで「水溶性」「不溶性」に大別されてきました。水溶性食物繊維は糖や脂肪の吸収を緩やかにし、不溶性食物繊維は便のかさを増して腸のはたらきを刺激するなどの特徴があります。「発酵性食物繊維」「難発酵性食物繊維」は、腸内での発酵の有無による分類ですから、物理的に水に溶けるかどうかという水溶性・不溶性とは全く観点が異なります。

表1 水溶性・不溶性食物繊維と発酵性食物繊維

主なはたらき		主な種類《多く含む食品》	
水溶性食物繊維	・小腸での糖や脂肪の吸収速度を緩やかにし、食後の血糖値の上昇を抑える。 ・コレステロールを吸着し体外に排出することで血中のコレステロール値を低下させる。 ・ナトリウムを排出し、高血圧を予防する。 ・乳酸菌やビフィズス菌など善玉菌のエサとなり腸内細菌のバランスを整える。	ペクチン	《柑橘類、リンゴ》
		グルコマンナン	《こんにゃく精粉》
不溶性食物繊維	・便のかさを増やし、腸のはたらきを刺激する。	グアーガム	《マメ科グアーの種子》
		アルギン酸	《海藻類（コンブなど）》
		水溶性β-グルカン	《大麦、オーツ麦》
		イヌリン	《ゴボウ、キクイモ》
		レジスタントスターチ	《豆類、イモ類、冷えたごはん》
		ヘミセルロース	《穀類、野菜類、豆類》
		セルロース	《穀類、野菜類、豆類》
		キチン	《甲殻類の殻》
		不溶性β-グルカン	《きのこ》
		寒天	《寒天》

発酵性食物繊維

一般的に天然の水溶性食物繊維はほぼ発酵性です【表1】。代表的なものとして、柑橘類などに含まれるペクチン、こんにゃく精粉に含まれるグルコマンナン、マメ科植物のグアーの実に含まれるグアーガム、海藻類などのアルギン酸、大麦やオーツ麦の水溶性 β -グルカン、ゴボウなどのイヌリンがあります。ただし、食品添加物などで使われる抽出物としての水溶性食物繊維素材には難発酵性もあります。

一方、不溶性食物繊維の中でもレジスタントスターチ（難消化性でんぷん）は非常によく発酵します。また特殊な例として、小麦ふすま（小麦ブラン）などに多く含まれるヘミセルロースは不溶性ですが、腸内細菌によって分解されるとアラビノキシランという発酵性の成分が溶出します。

発酵過程でつくられる短鎖脂肪酸が様々な健康効果をもたらす

●発酵性食物繊維の特徴や健康効果について教えてください。

発酵性食物繊維は、腸内細菌の中でも善玉菌のエサになり、その代謝過程で「短鎖脂肪酸」をつくりだします。短鎖脂肪酸には多くの種類がありますが、代表的なものとして酪酸や酢酸、プロピオン酸が挙げられます。この短鎖脂肪酸は、私たちの健康にとって有益な様々な効果をもたらします。

酪酸は、大腸の主要なエネルギー源になり、蠕動運動を促進するはたらきがあります。また、免疫力の調整に関わる制御性T細胞という免疫細胞のはたらきを活性化させる作用も持っています。大

腸がんの抑制作用があることも報告されており、大腸を守ってくれる短鎖脂肪酸ともいえます。

酢酸は、腸内を弱酸性にすることで、アルカリ性の環境を好む悪玉菌の増殖を抑える他、殺菌作用も認められています。病原菌やウイルスの侵入を防ぐIgA（免疫グロブリンA）の産生を促進するという、マウスを対象とした研究結果もあります。

プロピオン酸は、体内に吸収されると肝臓で代謝され、肝臓でのコレステロールの合成を抑える作用を持ちます。またマウスを使った研究では、妊娠中の母親の腸内で作られるプロピオン酸が、生まれてくる子どもの肥満を抑制するという結果も報告されています。

一方、発酵性食物繊維が不足するといろいろな問題が生じてきます。マウスの実験では、不足するエサを食べたマウスは腸内細菌叢の多様性が減り、それが子や孫にまで受け継がれることが分かっています。また、腸を守るバリア機能が低下するという弊害も引き起こします。

産まれてくる子どもの将来の健康を考える上でも、出産を予定している女性は発酵性食物繊維を積極的に摂って、腸内環境を整えることが重要です。

●これらの短鎖脂肪酸は、どのような腸内細菌によってつくられているのでしょうか。

酪酸は酪酸菌が、酢酸は主にビフィズス菌が、プロピオン酸はプロピオン酸菌がつくりだします。ただし、これらの腸内細菌は単独で活動しているわけではありません。ある細菌がつくった酸を別の細菌が利用して、別の酸に変えるという連携が行われているのです。これを「クロスフィーディング

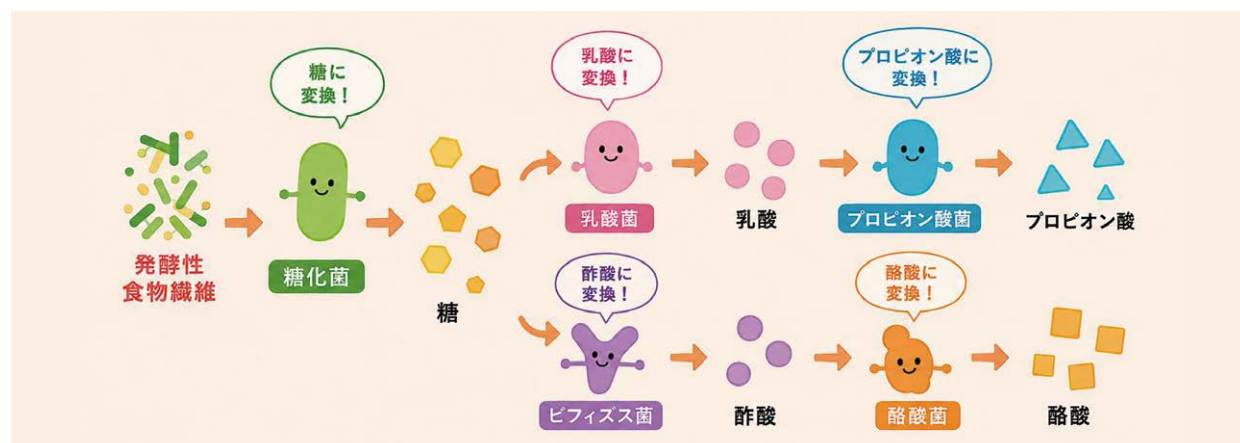


図 腸内でのクロスフィーディングのイメージ

グ」といいます【図】。例えば、食事から摂取した食物繊維を糖化菌が低分子の糖に変え、この糖を乳酸菌が乳酸に、ビフィズス菌が酢酸と乳酸に変えます。そして酢酸や乳酸をもとに、酪酸菌やプロピオン酸菌が酪酸やプロピオン酸をつくり出すというリレーが行われているのです。

今の食事より1日プラス3gの発酵性食物繊維を摂取することが理想

●発酵性食物繊維を摂取するには、どのような食生活が望ましいでしょうか。

発酵性食物繊維を多く含む食品として、野菜類や果物類、豆類、海藻類、穀類が挙げられます【表2】。穀類は、1食あたりの含有量が多く、また食習慣として定着させやすいのでお勧めです。小麦ブランシリアルとヨーグルトを組み合わせれば、乳酸菌やビフィズス菌と発酵性食物繊維の両方が一度に摂れて効率的です。その他の食品を見ると、ゴボウが圧倒的に多いのが特徴的です。果物に含まれる食物繊維はペクチンが多いのですが、バナナはレジスタントスターチを多く含みます。

食物繊維の摂取を意識して生野菜のサラダなどを食べる人も少なくないと思いますが、レタスやキャベツなどの葉物野菜には、意外に発酵性食物繊維は多く含まれていません。

発酵性食物繊維の摂取量は、1日あたり今よりプラス3gを目標にするのが望ましいといえます。私たちの研究では、発酵性食物繊維の一つであるアラビノキシランを1日約2.1g、継続的に摂取すると酪酸菌が増え、酪酸も増加しました。他の複数の研究エビデンスも総合すると、1日に平均2.5gの発酵性食物繊維を増やすと有効だと考えられます。したがって、日常生活では、これまでの食事に対して1日3g多く摂ることを目指せば十分ではないかと思われます。

●食品に含まれる発酵性食物繊維の量を知ることができるのですか。

『日本食品標準成分表2020年版(八訂) 増補2023年』の「炭水化物成分表編」に掲載されている、各食品の「低分子量水溶性食物繊維」と「高分子量水溶性食物繊維」、そして「難消化性でんぷん」を足すことで概算量を知ることができます。

表2 発酵性食物繊維が豊富な食材(1食1人分)

野菜類	ゴボウ 40g  発酵性食物繊維 3.8g	ニンジン 50g  発酵性食物繊維 0.5g	サツマイモ 50g  発酵性食物繊維 0.5g	ジャガイモ 50g  発酵性食物繊維 1.0g	ラッキョウ(中) 5個  発酵性食物繊維 4.7g
果物類	バナナ 1本  発酵性食物繊維 2.3g	キウイフルーツ 1個  発酵性食物繊維 0.3g	アボカド ½個  発酵性食物繊維 1.0g	リンゴ 1個  発酵性食物繊維 0.3g	干し柿 1個  発酵性食物繊維 0.7g
豆類／海藻類	アズキ 20g  発酵性食物繊維 0.7g	大豆 40g  発酵性食物繊維 0.6g	インゲン 20g  発酵性食物繊維 0.7g	ヒジキ 20g  発酵性食物繊維 0.2g	ワカメ 20g  発酵性食物繊維 0.2g
穀物類	もち麦+ごはん 1杯150g  発酵性食物繊維 3.5g	全粒粉パン 60g  発酵性食物繊維 0.5g	そば 1人前  発酵性食物繊維 3.6g	ラーメン 1人前  発酵性食物繊維 3.1g	小麦ブランシリアル 40g  発酵性食物繊維 4.4g

資料:日本食品標準成分表2020年版(八訂)増補2023年 炭水化物成分表編(低分子量+高分子量水溶性食物繊維+難消化性でんぷん)などを基に作成

ただし、発酵性食物繊維を多く含んでいるからといって、単一の食品ばかりを摂っては十分な効果が得られません。なぜなら、腸内細菌の種類によって好む発酵性食物繊維が異なるからです。腸内細菌にクロスフィーディング、つまり短鎖脂肪酸の産生リレーを円滑に行ってもらうためには、様々な発酵性食物繊維を摂取することが大切です。

また、発酵性食物繊維を構成する分子の長さによって発酵するまでの速度が異なり、腸内での発酵部位も違います。例えば分子が短いイヌリンは大腸の入り口近く、比較的長い β -グルカンやアルギン酸は中央付近、不溶性食物繊維のヘミセルロース（アラビノキシラン）やレジスタントスターチは最奥で発酵することが知られています。発酵部位が異なれば、そこに住む腸内細菌の種類も異なります。腸内細菌の多様性を維持するためにも、様々な食物繊維を摂取することが重要です。

●発酵性食物繊維の作用を十分に発揮させる上で、ヨーグルトや乳酸菌飲料はどのような意義があるのでしょうか。

ヨーグルトや乳酸菌飲料に含まれる乳酸菌やビフィズス菌といったプロバイオティクスは腸内環境を整えるのに役立ちますが、腸内に定着することはありません。しかし、他の腸内細菌と連携して発酵性食物繊維をもとに酢酸や乳酸をつくり、腸に元から住む細菌を活性化するという意味で大きな役割を持っています。

偏った食生活を送っている人や高齢者は、腸内のビフィズス菌が減ってしまっている可能性があります。そのような人は、酪酸菌が多くても、うまくクロスフィーディングされずに酪酸が産生されにくくなっているので、ヨーグルトや乳酸菌飲料を定期的に摂取してビフィズス菌や乳酸菌を補給することが勧められます。

**たんぱく質を多く摂取する人ほど
発酵性食物繊維も意識して摂る必要がある**

●現在、先生が特に力を入れている研究について教えてください。

高たんぱく質食による腸内細菌叢の乱れに対し、どのような発酵性食物繊維に抑制効果がある

かを研究中です。

近年、低炭水化物ダイエットを行う人や、サルコペニア*の予防に取り組む高齢者などでは、たんぱく質を積極的に摂取する人が増えています。しかし、たんぱく質の摂取量が過剰になると、腸内で悪玉菌によって有害物質が多くつくられ、腸内細菌叢のバランスを崩し、さらには腎機能の低下を引き起こす要因になります。このような障害に対して発酵性食物繊維が有効と考え、マウスを使った研究を行っています。

*サルコペニア：加齢や栄養不足などにより筋肉量が減少し、身体機能が低下する状態。

●プロテインを多く摂るスポーツ選手も、腸内環境に気をつけないといけないのでしょうか。

サッカー選手やラグビー選手などを対象とした研究では、良好な腸内環境がパフォーマンス向上に寄与することが分かっています。一方、アスリートは筋力強化のためにプロテインを非常に多く摂取しますから、これは腸内環境にとってマイナスです。このジレンマの解消に発酵性食物繊維が役立つことを、しっかりエビデンスとして示していきたいと考えています。

●最後に読者にメッセージをお願いします。

ヨーグルトや乳酸菌飲料などで乳酸菌やビフィズス菌を積極的に摂ることはもちろん大切ですが、同時に発酵性食物繊維も摂取して、もともと大腸にいる善玉菌を活性化させることも重要です。この両輪がうまく回ることで腸内環境は整います。発酵性食物繊維の種類によって好む腸内細菌の種類も異なりますから、ぜひ様々な食品から多様な食物繊維を摂取することを意識してもらいたいと思います。