

# 食物繊維の生理作用



大妻女子大学 家政学部 食物学科 教授 青江 誠一郎

食物繊維の整腸作用はよく知られたところですが、それ以外にも、栄養素の吸収を緩やかにして糖代謝や脂質代謝を改善するなど、生活習慣病予防に関連する様々な生理作用が認められています。健康維持に有益な機能として、具体的にどのようなことがわかっているのでしょうか。大麦の食物繊維とメタボリックシンドローム予防に関する論文で、平成22年度日本食物繊維学会の学会賞を受賞された、大妻女子大学家政学部食物学科教授の青江誠一郎先生に、食物繊維の生理作用とともに、青江先生の研究の概要をうかがいました。

## 食物繊維の定義と分類

■基本的な質問ですが、そもそも食物繊維とはどのようなものなのでしょうか。

現在、日本における食物繊維の定義は大きく分けて2種類用いられています。一つは、文部科学省が公表している食品成分のデータベース「食品成分表」（日本食品標準成分表）で用いられている定義、もう一つは食品に栄養表示する際の基準として厚生労働省が定めた「栄養表示基準」で用いられている定義です（表1）。一般的な食物繊維の定義としては、「食品成分表」の“ヒトの消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体”が使われています。具体的には、多糖類とリグニンを含む食物繊維と、レジスタントスターチ（消化されないデンプン）の一部がこれに該当します。

「栄養表示基準」の定義も「食品成分表」の定義に近いのですが、“3糖類以上の低分子難消化性成分”が加えられていることが違いです。この定義に従うと難消化性のオリゴ糖や難消化性デキストリンも食物繊維に含まれることとなります。「栄養表示基準」における定義は、いわゆる食物繊維に類似した働きを持つ成分を含み、生理機能の視点に立った定義ともいえます。

■海外ではどのような状況なのでしょうか。

国によって定義が様々で、現在、国際食品規

格の策定を行うコーデックス委員会という国際機関によって、統一化の動きが始まっています。ただし、“3糖類以上”ではなく“10糖類以上”の低分子難消化性成分を含むものになりそうです。3糖類や4糖類のオリゴ糖は各国の判断に委ねるとい流れになっています。

■「ルミナコイド」という概念もあると聞いたのですが、これはどのようなものなのでしょうか。

ルミナコイド (luminacoid) は日本食物繊維学会が提案している新たな概念で、lumen（消化管）+accord（調和する）+oid（のような物質）を組み合わせた造語です。“ヒトの小腸内で消化・吸収されにくく、消化管を介して健康の維持に役立つ生理作用を発現する食品成分”と定義されます。

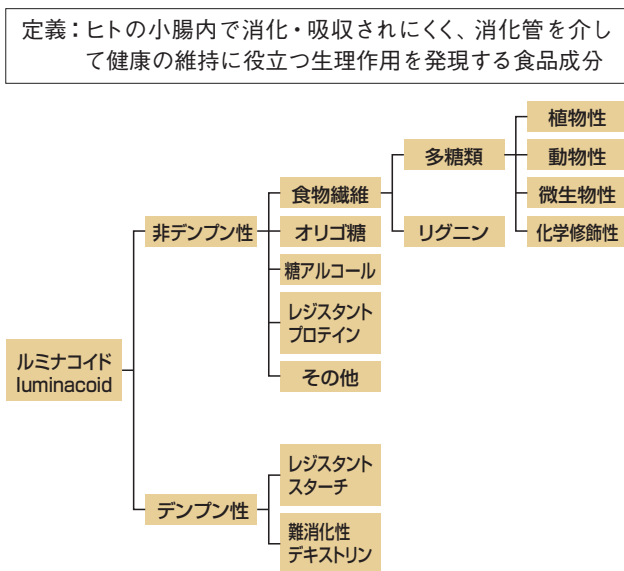
前述のように、いわゆる狭義の食物繊維は多糖類とリグニン（植物細胞壁に含まれる物質）を意味しますが、これにオリゴ糖、非デンプン性のレジスタントスターチや難消化性デキストリンまで含まれるようになると、食物繊維という名称はそぐわなくなってきました。そこでこれらを包括した概念としてルミナコイドが提案されているわけです。ルミナコイドには、従来の定義では該当しなかった糖アルコールやレジスタントプロテイン（難消化性のたんぱく質）なども含まれます（図1）。

■表1：日本で食品表示に用いられている食物繊維の範囲

運用実態	定義	定義に該当する物質
食品成分表にて用いられている食物繊維	ヒトの消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体	食物繊維（多糖類およびリグニン） およびレジスタントスターチの一部
食事摂取基準にて用いられている食物繊維		
栄養表示基準にて用いられている食物繊維	ヒトの消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体（ただし、3糖類以上の低分子難消化性成分を含む）	食物繊維（多糖類およびリグニン） およびレジスタントスターチの一部、難消化性デキストリン

(板倉弘重監修、近藤和雄・市丸雄平・佐藤和人編著；医科栄養学、建帛社、2010、p37より引用)

■図1：ルミナコイドの分類



■食物繊維には水溶性や不溶性という分け方もありますね。

水溶性食物繊維は、その名のとおりに水に溶けて非常に粘度が高くなる、つまりネバネバしてくるものです。一方、不溶性食物繊維は水に溶けずに水分を含み、数倍から数十倍に膨れます。水溶性食物繊維としてペクチンやグルコマンナン（コンニャクマンナン）、アルギン酸、β-グルカンなどがあります。また不溶性食物繊維には、セルロース、ヘミセルロース、リグニン、キチンなどがあります（表2）。

食物繊維の主な生理作用

■食物繊維の主な生理作用には、どのようなものがありますか。

成分によって異なりますが、ヒトを対象とした研究によってエビデンス（科学的根拠）が示されているものとして次の9つの生理作用が挙げられます。

- ①糖質代謝
- ②脂質代謝
- ③排便・便性改善効果

■表2：食物繊維の主な種類

	名称	多く含む食品
水溶性	ペクチン	果物、野菜
	グルコマンナン	コンニャク
	アルギン酸	コンブ、ワカメなどの海藻類
	β-グルカン	オーツ麦、大麦
	イヌリン	ゴボウ、キクイモ
不溶性	セルロース	果物、野菜、穀類
	ヘミセルロース	穀類、野菜、豆類、果物
	リグニン	ココア、ピーナッツ、緑豆
	キチン	キノコ、エビやカニの甲殻

- ④腸疾患の予防効果
- ⑤プレバイオティクス効果
- ⑥消化管機能
- ⑦免疫刺激
- ⑧有害物質毒性軽減効果
- ⑨ミネラルの腸管吸収

■1番目の糖質代謝とはどのようなものでしょうか。

水溶性食物繊維の摂取によって、食物に含まれる糖質の消化吸収速度が遅くなります。それにより食後の血糖値の上昇やインスリンの分泌を緩和し、糖代謝を改善します。

■2番目は脂質代謝ですね。

血清コレステロール値を低下させる効果が、人を対象とした多くの臨床試験で認められています。これも水溶性食物繊維にその効果が認められています。

■3番目の排便・便性改善効果はよく知られたものです。

不溶性食物繊維は、水分を吸収してかさが増えることで排便を促す作用があります。つまりお通じが改善されるということです。これは、④の腸疾患の予防とも関係しています。

### ■腸疾患の予防とどのような関係があるのですか。

不溶性食物繊維によって便の重量が増え、腸内を便が早く通過するため、大腸内の圧力が低下して大腸憩室症\*を予防する効果があることが報告されています。また、便の通過時間が短縮されると毒素が留まりにくいことなどから、結腸がんや直腸がんの発症リスクを低下させることも報告されています。ただし、これについては疫学研究の結果が一致していないのが現状です。

\*大腸憩室症：大腸の内壁の一部が外側に向かって袋状に飛び出したもので、内視鏡でみると窪みのようになっている。憩室に炎症を起こすと腹痛や出血が生じることがある。

### ■5番目のプレバイオティクス効果とは、どのようなことでしょうか。

プレバイオティクスとは、“小腸で消化および吸収されずに結腸に到達し、乳酸菌やビフィズス菌に選択的に利用され、腸内菌叢のバランス改善や産生される短鎖脂肪酸を介して宿主に有用な効果を発揮するもの”です。よく知られているのがオリゴ糖で、乳酸菌やビフィズス菌の餌になってこれらの有用菌の増殖を助け、私たちの健康に寄与しています。餌になるのはオリゴ糖だけでなく、他の水溶性食物繊維も同様です。プレバイオティクスが有用菌に利用されると、酢酸やプロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸がつくられます。これらの短鎖脂肪酸が身体に及ぼす作用として、小腸や結腸の上皮細胞の増殖促進、結腸でのミネラル吸収促進、すい臓の内分泌・外分泌刺激、肝臓での脂質代謝、腸管運動の刺激、消化管ホルモンの分泌など、様々なものがあります。

### ■次の消化管機能とはどのようなものですか。

短鎖脂肪酸と同じように食物繊維自体も腸管を刺激して有益な効果をもたらします。特に、GIPやGLP-1といった消化管ペプチドホルモンの分泌を促す作用が注目されています。これらのホルモンはすい臓に働きかけてインスリンの分

泌を促すため、食物繊維自体が糖代謝に関わっていると考えられるのです。その他、脳への満腹感の伝達に関わるホルモンの分泌を刺激するなど、消化管を介した多彩な機能が注目されています。

### ■7番目が免疫刺激ですね。

腸の上皮細胞は、病原菌やウイルスの侵入を防ぐバリア機能を持っています。食物繊維には、このバリア機能や腸管感染を改善する作用があることが判っています。

### ■8番目の有害物質毒性軽減効果とは何を意味するのでしょうか。

腸発がん性物質のように遺伝子変異を生じさせる変異原物質を吸着して排泄する作用のことです。環境汚染物質の体外排泄作用も認められています。

### ■9番目は、ミネラルの腸管吸収を促進するというのでしょうか。

そうです。食物繊維はカルシウムやマグネシウムといったミネラルを吸着して排泄するのではないかと思われがちですが、それは過剰摂取の場合で、通常の摂取量では逆です。腸内細菌によって食物繊維が発酵を受けると、腸内のpHが下がってミネラルが溶けやすくなるため、むしろ体内への吸収がよくなります。

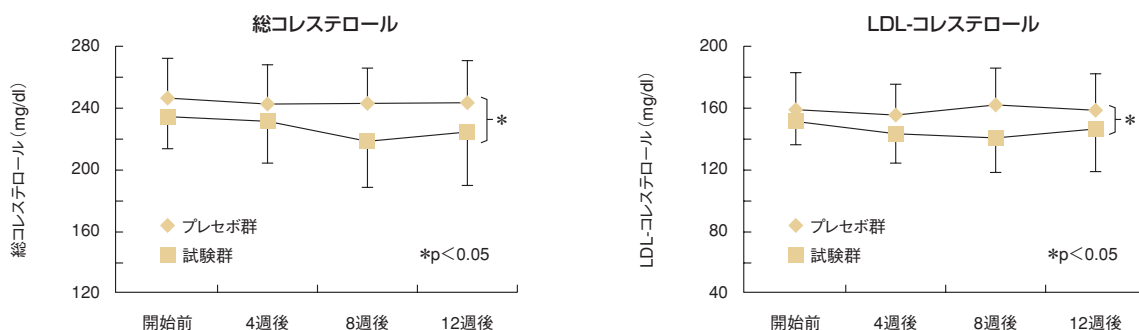
## 大麦β-グルカンによるメタボリックシンドローム予防効果

### ■先生は、大麦によるメタボリックシンドロームの予防効果を研究されていますね。

大麦は水溶性食物繊維のβ-グルカンを豊富に含み、これまでも海外の研究で血中コレステロール濃度の低下作用や血糖値低下作用などが確かめられてきました。そこで私たちは、血清コレステロールと内臓脂肪、BMIに対する大麦の作用を、ヒトを対象に調べました。

まず血清コレステロールへのβ-グルカンの影

### ■グラフ1：日本人と対象とした大麦摂取試験における血清コレステロール値の経時変化





響をみるために、BMI（体格指数）の高い日本人被験者を対象に実験を行いました。被験者は、総コレステロール値が220～300mg/dl、LDLコレステロール値が140～220mg/dl、BMIが22以上の30歳以上60歳以下の男性44名です。プラセボ群の22名にはパック米飯を、試験群には50%大麦を配合したパック麦ご飯を主食として、1日2パックを用い、12週間毎日摂取してもらいました。

試験食の総食物繊維量は、1パックあたり4.5g、 $\beta$ -グルカンは3.5gでした。不溶性食物繊維量は両群間で差はなく、水溶性食物繊維量は対照群では試験前とほぼ同量、試験群では3倍以上増加しました。結果をみると、総コレステロール値、LDLコレステロール値ともに試験群で有意に低下しました（グラフ1）。

### ■内臓脂肪の蓄積やBMIに対しては、どのような影響がみられたのでしょうか。

高コレステロール血症の男性に12週間、 $\beta$ -グルカン含有大麦と白米1：1の麦飯を1日320g摂取してもらったところ、内臓脂肪とBMIが有意に低下しました。皮下脂肪より内臓脂肪が減少したことから、大麦がメタボリックシンドロームに有効であることが、日本人を対象とした試験では初めて確認されました（グラフ2）。

食物繊維と内臓脂肪減少の関係については、先ほども説明した、消化管ペプチドホルモンを介して作用しているのではないかという説が出されています。また、乳酸菌などの腸内細菌もこれに関わっている可能性があります。腸内の悪玉菌の中には、LPS（リポ・ポリサッカライド）という毒性物質を産生する菌があります。このLPSが内臓脂肪の蓄積やメタボリックシンドローム発症の一因ではないかという説があるのです。善玉菌である乳酸菌を増やして悪玉菌を抑えれば、このLPSの産生も抑制できるのではないかとされています。

## 穀類による食物繊維摂取の有用性

### ■日本人の食物繊維の摂取量が減ってきているようです。

残念なこととその通りで、1955年の1日平均摂取量は22g程度でしたが、現在は15gにも満たないほどです。中でも若い世代で摂取量が少なく、日本人の食事摂取基準（2010年版）では、1日の食物繊維の摂取基準を男性は19g、女性は17gとしていますが、20～30代の男性は13～14g、女性は12～13g程度しか摂れていません。特に穀類からの食物繊維の摂取が年々低下しており、2008年では1955年の半分以下になってしまいました。

### ■食物繊維の摂取量が減ったのは、米離れが進んだことが大きな要因なのでしょうか。

米離れとともに、大麦などの雑穀が食べられなくなったことも一因です。100gあたりの食物繊維の量は、穀類よりキノコや海藻、野菜の方が多いのですが、主食である穀類以外はあまり一度に多量に食べられません。ですから、かつてのレベルまで食物繊維の摂取量を戻すためには、穀類の摂取量を増やすことが一つの方法です。お米に大麦を混ぜたり、パンならライ麦パンや全粒粉パンを選んだりすると、効率的に食物繊維が摂取できます。

### ■最後に、食物繊維研究の今後の展望についてお聞かせください。

将来は、水溶性・不溶性という概念がなくなる可能性があります。じつは、食物繊維の特性のうち何が有益な作用を発揮しているのか、その詳細はまだ十分に解明されていないのです。よい例がオリゴ糖で、粘度がなくても食物繊維に類似した生理作用を発揮します。今後は作用機序の研究がさらに進むでしょうが、現状はまだ不明な部分が多いので、私たちが摂取する際は、水溶性・不溶性関係なく様々な食物繊維を摂るように意識することが大切だといえます。

## ■グラフ2：日本人と対象とした大麦摂取試験におけるBMIと内臓脂肪面積の変化量

