

食物繊維が育む“大人”のビフィズス菌

藤田 清貴

こんにゃくはいくら食べても0 kcalということはない¹⁾。2000年に五訂食品標準成分表が出るまで、評価が難しい食物繊維のエネルギー値を算出しなかった名残で“ゼロ”というイメージが定着してしまっただけである。現在、セルロースや寒天は、25%未満の分解率であることから0 kcal/gとして扱われているが、食物繊維の多くは、発酵・分解率に応じて1~2 kcal/gとして取り扱われている。食物繊維がヒトのカロリー源になる理由は、大腸に住む腸内細菌が食物繊維を分解代謝することで放出される酪酸、プロピオン酸、酢酸などの短鎖脂肪酸が、腸管上皮細胞によって直接エネルギー源として利用されたり、肝臓での糖新生によってグルコースに変換されるからである。短鎖脂肪酸は1000種以上、40兆個から成る腸内細菌叢のネットワークによって生み出されている。食物繊維は腸内細菌叢を健全に維持するためにも重要な栄養素であり、短鎖脂肪酸もまた、ヒトの健康を維持するうえで欠かせない存在である。

ビフィズス菌は腸内細菌叢の中でオリゴ糖や多糖を好んで利用する菌種の一つであり、大きく乳児型と成人型に分けることができる。乳児型は*Bifidobacterium infantis*, *B. breve*, *B. bifidum*などで、ヒトミルクオリゴ糖を利用することで乳児の菌叢全体の半分近くを占めている²⁾。しかし、離乳後の食事の変化に伴い、同じ*Bifidobacterium*属の中で*B. adolescentis*や*B. pseudocatenumulatum*, *B. dentium*などの成人型ビフィズス菌に菌種が入れ替わる。*B. longum*だけは乳児と成人の両方の環境に適応している。成人型ビフィズス菌は、難消化性オリゴ糖や食物繊維を利用する高い能力を持つことで、成人の腸内細菌叢の10%程度の占有率を獲得している²⁾。

成人型ビフィズス菌の多くはデンプンの分解代謝能力も高い³⁾。冷や飯ダイエットをご存じの方も多いと思うが、冷やすことで老化性を高めてヒトの消化酵素で分解されにくくなった難消化性デンプンは、大腸に届き成人型ビフィズス菌を増やすことができる。デンプンは少しの工夫で“プレバイオティクス多糖”に変えることができるのである。また、特定保健用食品(トクホ)素材として広く利用されている難消化性デキストリンも、ビフィズス菌を増やすデンプン由来のプレバイオティクス多糖である。

成人型ビフィズス菌が食物繊維を利用して増えるため

には、分解酵素を菌体外に分泌し、多糖を分解してオリゴ糖にした後に取り込む必要がある。成人型ビフィズス菌の*B. adolescentis*は、 α -アミラーゼを獲得したことでデンプンを利用できるようになったのである⁴⁾。一方、*B. longum*はデンプン分解能力を持っていないが、植物に含まれる水溶性食物繊維の一つであるアラビノガラクトサン・プロテイン (AGP) の分解代謝能力を持っている³⁾。*B. longum*のAGP分解代謝の仕組みは、菌体表層に局在させた分解酵素で二糖を切り出した後、ABC型糖輸送体を使って菌体内に取り込んで、菌体内の分解酵素で単糖に分解し、代謝するというものである⁵⁾。*B. longum*は分解のために必要な酵素や輸送体をオペロンとしてパッケージ化することで、好みの食物繊維やオリゴ糖に即座に対応する能力を獲得している。AGPは、野菜や果物や穀物の可食部に含まれている熱にも強い水溶性食物繊維であり、ビフィズス菌を増やす“プレバイオティクス糖タンパク質”である。このため、野菜スープを飲めばAGPを摂取できる⁶⁾。成人型ビフィズス菌は、この他にもさまざまな食物繊維に対応した分解酵素を獲得している。食物繊維を分解できる腸内細菌は、ビフィズス菌だけでなく*Bacteroides*属細菌も知られている。腸内細菌は多種多様な分解酵素を使い分け、競争と共生関係の中で効率良く食物繊維を分解代謝しているのである。

現在、さまざまなオリゴ糖がビフィズス菌を増やすトクホ素材として認められている。複雑な食物繊維の分解能力を長年磨いてきたビフィズス菌にとってみれば、オリゴ糖の分解など朝飯前と言え、多くの食物繊維にもオリゴ糖と同様の保健効果が期待できる。食物繊維が豊富な食事をバランス良く取ることで多様なプレバイオティクスを摂取することができ、腸内細菌叢を健全に維持することができるのである。腸内細菌にエサを与える気持ちで日々の食事を考えてみてはいかがだろうか。

- 1) 香川明夫 監修：七訂食品成分表2019, 女子栄養大学出版部 (2019).
- 2) Odamaki, T. et al.: *BMC Microbiol.*, **16**, 90 (2016).
- 3) Crociani, F. et al.: *Int. J. Food Microbiol.*, **24**, 199 (1994).
- 4) Duranti, S. et al.: *Appl. Environ. Microbiol.*, **80**, 6080 (2014).
- 5) 藤田清貴：化学と生物, **55**, 242 (2017).
- 6) 小竹敬久：生物工学, **94**, 777 (2016).