

食物繊維のエネルギー評価について

はじめに

食物繊維のエネルギー(熱量)の取り扱いに関して、健康増進法における加工食品の栄養表示制度(以下、栄養表示制度)では、食物繊維の種類に応じて1g当たり0kcal, 1kcal, 2kcalのいずれかのエネルギー換算係数を用いることとしています。これらの係数の差異は、大腸内の腸内細菌による発酵や分解の程度の違いによるものです。今回は、食物繊維のエネルギー評価を行うにあたっての栄養表示制度における考え方をご紹介します。

食物繊維のエネルギー代謝メカニズム

摂取した食物繊維などの難消化性炭水化物は、小腸を通り抜けて大腸に到達し、腸内細菌による発酵を受けて短鎖脂肪酸、炭酸ガス、水素ガス、メタンガスなどに代謝されます。このうち短鎖脂肪酸は大腸から吸収され、肝臓や筋肉などの臓器においてさらに代謝されてエネルギーを産生します。一方、易消化性炭水化物は小腸において単糖まで消化されて吸収され、体内でのエネルギー産生に使われます。(図-1 参照)

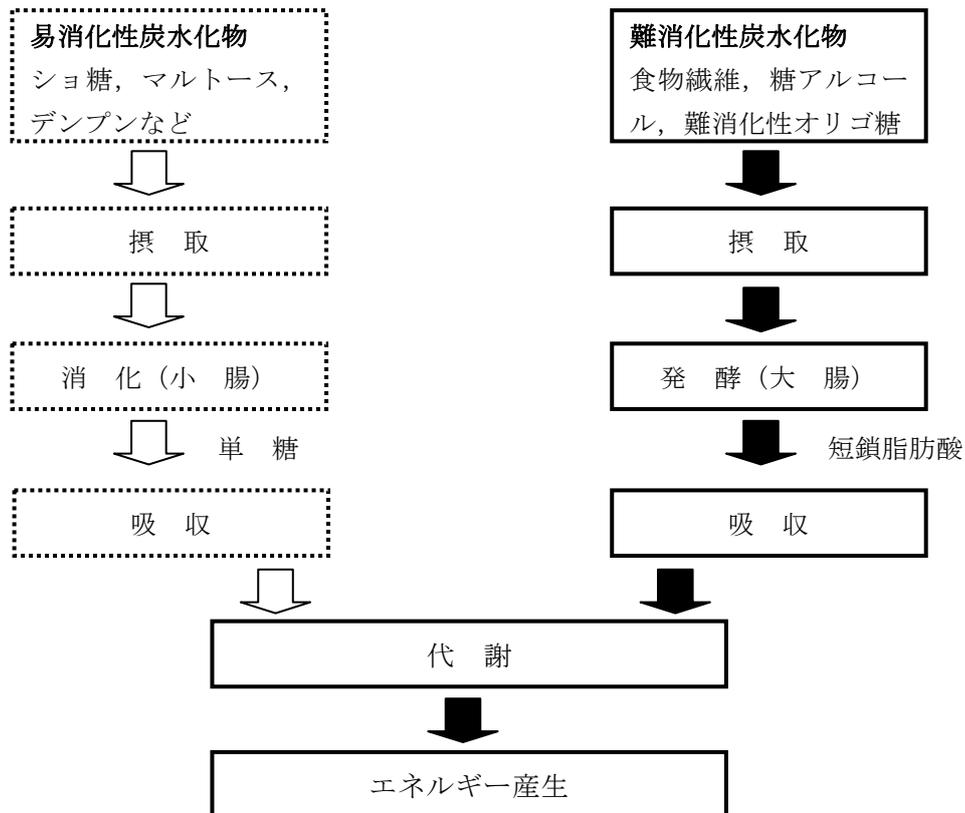


図-1 易消化性炭水化物, 難消化性炭水化物とエネルギー産生

食物繊維のエネルギー評価の考え方

食物繊維のエネルギーを評価するうえで大切なことは、食物繊維の発酵性を明らかにすることです。食物繊維の発酵性は、その種類によって大きく異なります。食物繊維の発酵性は、ヒトや動物に摂取させて糞便へ回収される量を調べる出納法や糞便培養法によって評価することが可能です。しかしながら、ヒトや動物の腸内細菌叢は、体調(ストレスも含む)、年齢、食事内容などによる影響を受け易いため、試験対象となる被験者の年齢や性別、サンプル数をある程度規定する必要があります。

食物繊維は、その大部分が腸内細菌による発酵を受け、短鎖脂肪酸を介してエネルギー産生に利用されるペクチンのようなもの、セルロースのようにほとんど腸内細菌による発酵を受けないもの、その中間的なものがあります。栄養表示制度では、食物繊維のエネルギー評価に際して、その発酵性を発酵分解率に応じて3つのレベルに分類し、それぞれのレベルの発酵分解率とエネルギー換算係数の関係を表-1のように定めています。

表-1 発酵分解率とエネルギー換算係数との関係

① 発酵分解率が 25%未満のもの(0~25%)	0 kcal/g
② 発酵分解率が 25%以上, 75%未満のもの(25~75%)	1 kcal/g
③ 発酵分解率が 75%以上, 100%のもの(75~100%)	2 kcal/g

各種食物繊維素材のエネルギー換算係数

食物繊維のエネルギーは発酵性の程度に依存する部分が多いことは上で述べたとおりです。表-2 にその発酵性を考慮して提案された各種食物繊維素材のエネルギー換算係数を示しました。これらの係数は、平成 15 年 2 月 17 日付の厚生労働省の通知『「栄養表示基準における栄養成分等の分析方法等について」の一部改正について』(食安発 第 0217002 号)に定められているものです。なお、表-2 に記載のない食物繊維素材には 2kcal/g を適用することになっています。

表-2 食物繊維素材のエネルギー換算係数

食物繊維素材	エネルギー換算係数
寒天, キサンタンガム, サイリウム種皮, ジェランガム, セルロース, 低分子化アルギン酸ナトリウム, ポリデキストロース	0 kcal/g
アラビアガム, 難消化性デキストリン, ビートファイバー	1 kcal/g
グァーガム(グァーフラワー, グァルガム), グァーガム酵素分解物, 小麦胚芽, 湿熱処理でんぷん(難消化性でんぷん), 水溶性大豆食物繊維(WSSF), タマリンドシードガム, プルラン等	2 kcal/g

エネルギー換算係数の適用

表-2 のエネルギー換算係数を適用するには、当該素材が含有されている根拠を示すなど客観的な評価手順が必要となります。一例として、難消化性デキストリンのエネルギー換算係数 1kcal/g を適用する際の手順を図-2 に示しました。食物繊維量を酵素-HPLC 法で測定し、さらに難消化性デキストリンそのものと他の原材料由来の低分子水溶性食物繊維の合計を定量します。得られた高速液体クロマトグラムの比較により、検体と難消化性デキストリン標準品の低分子水溶性食物繊維に相当する部分のクロマトグラム（図-3 参照）が一致し、ブランク品の低分子水溶性食物繊維量（図-2 中の③）が無視できる量であれば、検体の低分子水溶性食物繊維は全て難消化性デキストリン由来と考え、低分子水溶性食物繊維（図-2 中の②）のエネルギー換算係数として 1kcal/g を適用します。他方、低分子食物繊維以外の食物繊維（図-2 中、①-②に相当）には 2kcal/g を適用します。

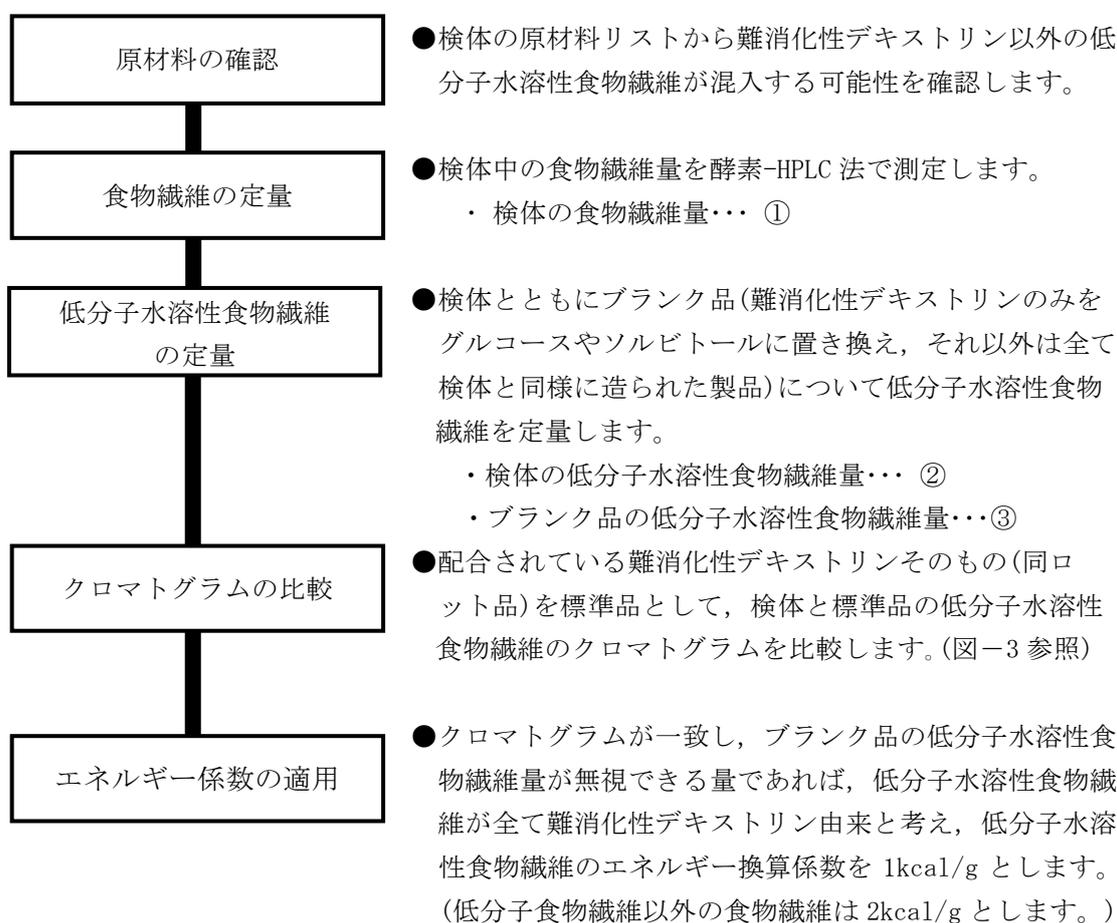
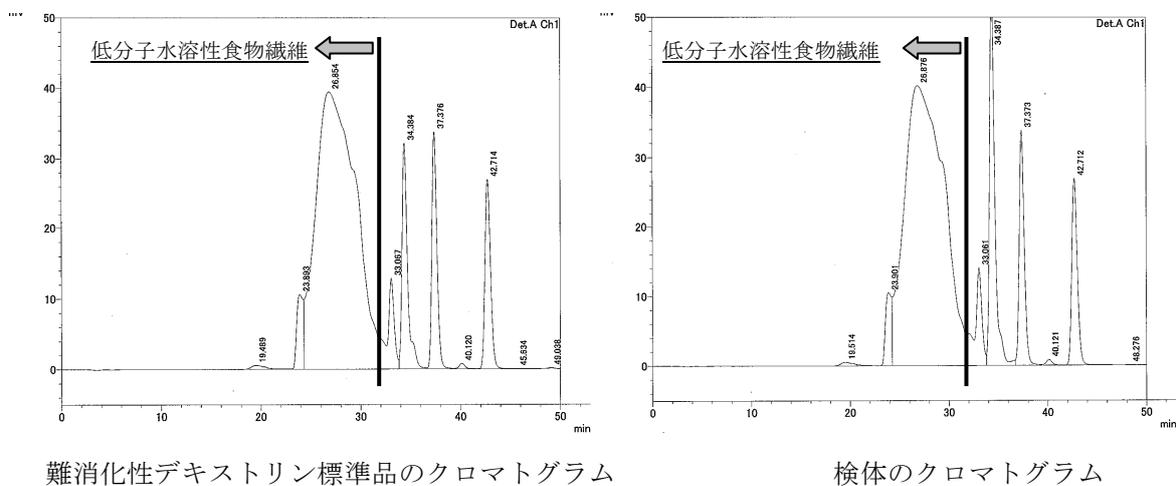


図-2 難消化性デキストリンを含む食品のエネルギー評価の手順



難消化性デキストリン標準品のクロマトグラム

検体のクロマトグラム

図-3 試験により得られた高速液体クロマトグラムの例

[保持時間 32 分（実線の位置）より前に溶出しているものが低分子水溶性食物繊維に相当]

参考資料

- 1) 日本食物繊維学会編集委員会編：食物繊維 基礎と応用, 第一出版(2008)
- 2) 印南敏, 桐山修八編：改訂新版 食物繊維, 第一出版(1995)
- 3) 栄養表示基準における栄養成分等の分析方法等について, 平成 11 年衛新第 13 号
- 4) 日本食品分析センター編：分析実務者が解説 栄養表示のための成分分析のポイント, 中央法規 (2007)