



## 食物繊維を取り巻く分析の現状

### はじめに

食品には第1次機能（栄養特性）、第2次機能（嗜好特性）及び第3次機能（生理調整機能）があるとされているが、その時代により食品に求められてきた機能は変化してきている。まず、第1次機能の栄養素の補給・生命の維持機能が求められ、それが満たされた次のステップとして、おいしさや食の楽しみである第2次機能が求められてきた。現代は食品に、健康性や生体調節機能を期待し、人の健康の維持と増進に寄与する第3次機能が求められてきている。

食物繊維は、循環器疾患等生活習慣病の予防に効果的に働くと考えられており、「健康日本21」では食物繊維の摂取量の増加を目標としている。しかし、現実には食事摂取基準における食物繊維の目標量は1日あたり18歳以上の成人男性19g以上、成人女性17g以上とされているが、国民健康・栄養調査の再解析結果<sup>1)</sup>によると、目標量に達していない人が非常に多いことが示されている。また、WHO（世界保健機構）は、食物繊維の十分な摂取が体重の減少を促進させるとともに、総コレステロールやLDLコレステロールを低下させることから、食物繊維の適切な摂取を求めている<sup>2)</sup>。このような背景もあり、2015年度に施行された食品表示基準において、食物繊維含有量表示は義務化とはならなかったが、表示推奨項目とされたことにより、国としてもその重要性を認める形となった。

このような食物繊維を取り巻く状況の中、様々な食物繊維素材の開発が行われており、その生理活性は注目されてきている。また、これらの素材を使用した様々な加工食品の開発も盛んに行われるようになり、食物繊維を正しく定量することは極めて重要である。本稿では、食物繊維を取り巻く定量分析の現状と、食物繊維素材のうち特定保健用食品の関与成分として数多く許可されている「難消化性デキストリン」の概略及び分析例について解説する。

### 食物繊維の定義と分析の現状

食物繊維とは単一の物質ではなく、様々な物質の集合体の総称となっている。このため、食物繊維の定量分析は、その定義と密接な関係にある。国際的に広く受け入れられた最初の食物繊維の定義は、Trowellらが提唱した「ヒトの消化管酵素によって加水分解されない食物の多糖類とリグニン」<sup>3)</sup>であった。現在は、コーデックス栄養・特殊用途食品規格部会（CCNFSDU）が「食物繊維とは、小腸において消化、吸収されない重合度10以上の多糖類であり、食品中にもともと存在する可食性のもの、物理的、酵素的、化学的処理により得られたもの及び合成されたものとし、重合度3~9の多糖類の取り扱いについては各国の判断に委ねる。」と示しているが、日本では2015年に施行された「食品表示基準について（平成27年3月30日消食表第139号）」の「別添 栄養成分等の分析方法等」の通知（以下、食品表示法の分析方法）においては、3糖以上を食物繊維と定義している。

食品表示法の分析方法では、「プロスキー法（酵素-重量法）」及び「高速液体クロマトグラフ法（酵素-HPLC法）」の2方法が記載されている。これらの方法は、それぞれAOACインター

ナショナルの Official Method である AOAC985.29 (AOAC991.43) 及び AOAC2001.03 に対応している。図-1 のように、それぞれの分析方法によって測定できる食物繊維の種類が異なるため、試料によって方法を選択する必要がある。また、現在の食品表示法の分析方法では、難消化性デンプン（レジスタントスターチ）が正しく定量できないことが知られており、それを改善した方法として、AOAC2009.01 という方法が近年開発された。この方法は、すでにコーデックス委員会では Type 1 の方法に認められているが、日本においてはまだ十分に認知されていない方法である。しかしながら、この方法においても通常、ヒトで消化される多糖類が食物繊維として定量されてしまうため、その改良法が開発されてきている<sup>4)</sup>。

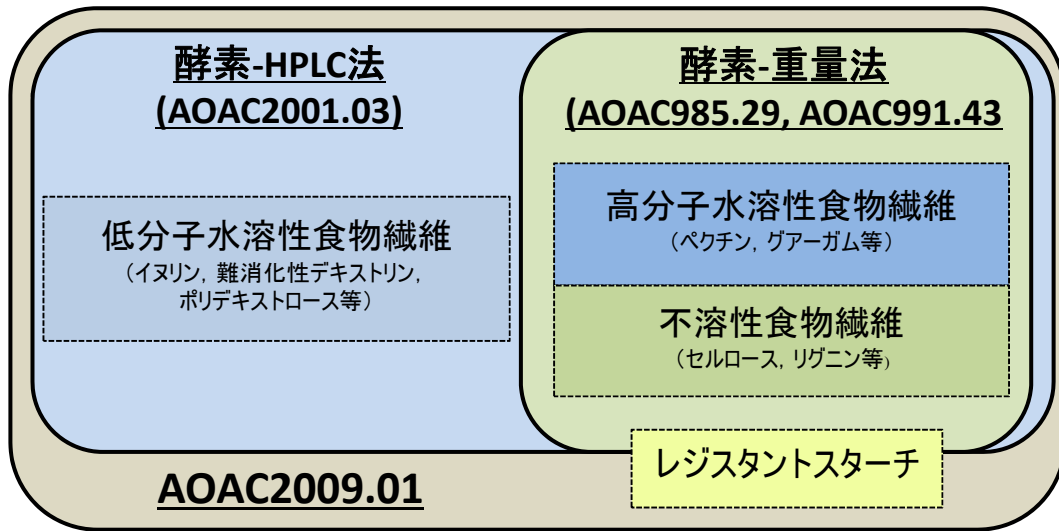


図-1 各食物繊維の素材に対する分析方法の適用範囲

今後、前述のとおり表示の推奨項目として注目されている食物繊維を正しく定量することの重要性は高まると考えられる。一方で食品表示基準では従前の栄養表示基準とは異なり、その通則中に、「規定の方法に代わる方法で、それが規定の方法と同等以上の真度及び精度がある場合（簡易・迅速な試験法を用いる場合を含むが、別表第9の第3欄に掲げる方法名の範囲に限る。）は、その方法を用いることができる。（後略）」と記載されている。これは、掲載されている方法で正しく定量できない場合は、例えば先の AOAC2009.01 の方法を適用し、目的の食物繊維を定量することを妨げないとも解釈できるので、方法に柔軟性を持たせた通知となっている。従って、食物繊維においては、国内外における分析方法の最新の情報を収集し、試料に応じた方法を選択することが重要となる。

### 難消化性デキストリンの概略と分析例

難消化性デキストリンとは、「消化しにくいデキストリン」であり、水溶性の食物繊維の一種である。難消化性デキストリンは、でんぷんに微量の酸を添加して高温で加熱分解し、 $\alpha$ -アミラーゼ及びグルコアミラーゼで加水分化した後、脱色、脱塩などの精製を行った物質であり、その平均分子量は約 2000 程度のグルカンとされている。その安全性はアメリカの FDA が 1 日の摂取量の上限を定めず、1990 年に GRAS (Generally Recognized As Safe) の認定を与えていることより、安全な食品素材であると言われている。

近年は、清涼飲料水の特定保健用食品（トクホ）の関与成分として紹介されて以来、注目を集める素材になり、トクホの許可食品の関与成分としては、難消化性デキストリンが一番多く許可されている状態である（2015年12月現在）。また、難消化性デキストリンはトクホとして許可実績が十分であるなど科学的根拠が蓄積されているとして、規格基準型のトクホの関与成分になっている。これにより詳細は省略するが多くの申請書類を省略することが出来る。ただし、申請時には当該食品における関与成分の定性及び定量試験の資料は必要である。難消化性デキストリンの定量法は、特定保健用食品（規格基準型）の成分規格中に定量法の記載がある。この方法は、食物繊維の酵素-HPLC法と原理は同じであるが、エタノール沈殿操作を省略した方法となっている。すなわち食物繊維分析と同様の酵素処理後、脱塩・精製操作を行い、ゲル濾過モードで、高速液体クロマトグラフを用いマルトトリオース（3糖）より早く溶出される関与成分画分（食物繊維画分）のピーク群の面積の総和を、内部標準物質である既知濃度のグリセリンとの面積比から難消化性デキストリン含量とする定量方法である（図-2参照）。

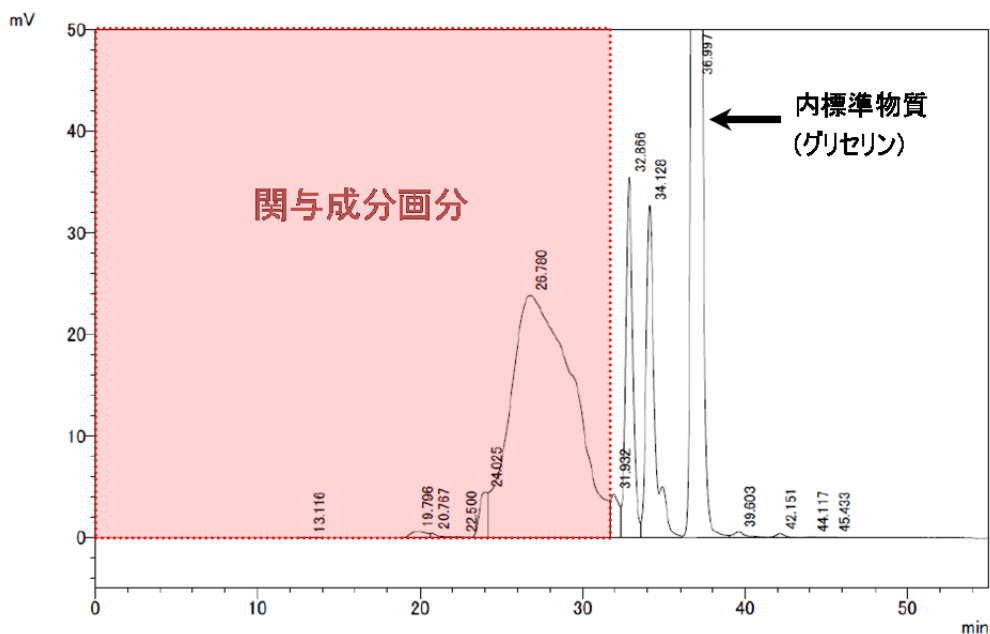


図-2 難消化性デキストリンのクロマトグラム例

この分析法で得られた難消化性デキストリンの定量値はあくまでも食物繊維画分の定量値であり、この食物繊維画分に難消化性デキストリン以外が存在しないことが前提の分析法である。言い換えると、難消化性デキストリンの定量試験を成立させるためには、得られる食物繊維画分の値がすべて難消化性デキストリン由来であることを事前に明らかにする試験（定性試験）が必要となる。難消化性デキストリン以外の原材料から食物繊維画分への混入が無いことを確認する一つの手法として、試料から難消化性デキストリンを抜き、予め食物繊維画分にピークを認めないことが確認できている糖類を同じ割合で添加したプラセボ品（ブランク品）を用意し、そのプラセボ品について同様の試験を行い、得られた食物繊維画分のクロマトグラムを確認する手法がある（図-3参照）。また、プラセボ品の試験に加え、当該食品に使用した難消化性デキストリン製剤についても同様の試験を行い、当該食品と難消化性デキストリン製剤のクロマトグラムを比較し、ピーク形状が同じであることを確認することも有効である。

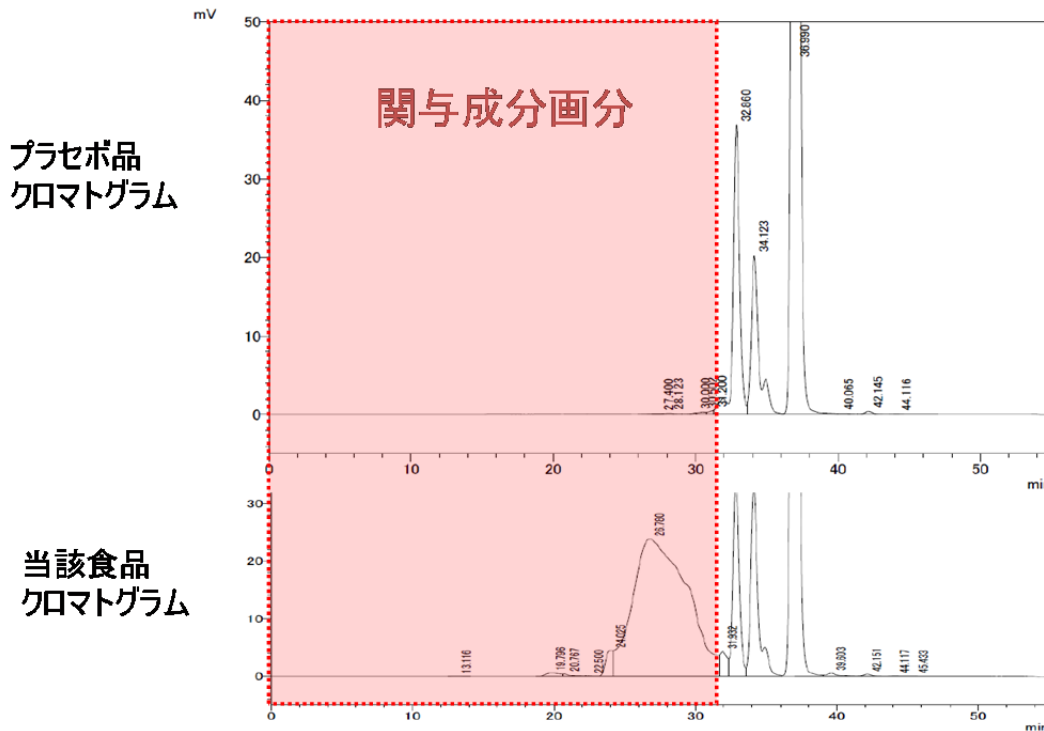


図-3 プラセボ品及び当該食品のクロマトグラム比較例

**おわりに**

難消化性デキストリンをはじめ、多糖類からなる食物繊維素材は単一の化合物ではなく、ある集合体の総称であることが多い。また、同じ食物繊維素材の名称であっても、その構造や重合度などが異なる場合がある。従って、特定の食物繊維素材を特異的に定量することは非常に難しい。また、食品表示基準において食物繊維のエネルギー換算係数は2 kcal/gとされているが、ある特定の食物繊維素材において特有のエネルギー換算係数を適用できることになっている。しかし、それぞれの食物繊維素材の定義（規格）や特異的に測定できる方法の記載が無い。また、新たな食品表示制度の一つとして、機能性食品制度が始まり、食物繊維素材の様々な機能を表示する商品が開発されてきているため、その関与成分を正しく定量できる方法が必要となっている。一方で、栄養成分表示や機能性食品表示においては、事業者がその表示に責任を持つこととなっている。前述のように定性・定量が難しい食物繊維素材においては、どのようにその食物繊維素材であることを定性的にとらえたか、どのような根拠でその素材の定量値を導き出したかといった根拠資料を事業者側で用意しておき、説明できる必要性が今後ますます高まってくると考えられる。

**参考文献**

- 1) 佐々木敏：第7回「栄養成分表示検討会」検討会資料「国民健康・栄養調査データを用いた主要栄養素摂取量の分布」（平成 23 年 6 月 27 日）
- 2) WHO：Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series No.916 (2003)
- 3) H. C. Trowell, D. A. T. Southgate, T. M. S. Wolever, *et al.* *Lancet*, **1**, 967 (1976)
- 4) Tanabe, K., Nakamura, S., Oku, T. *Food Chem.* **151**, 539-546 (2014)