

日本食品標準成分表の成分値策定における 食物繊維定量法の選定に関する提言

一般社団法人 日本食物繊維学会

1. 背景

文部科学省所管の日本食品標準成分表（以下、食品成分表）および消費者庁所管の栄養表示基準（以下、栄養表示）にはそれぞれ「食物繊維」の項目があるが、採用されている定量法に違いがみられる。すなわち、食品成分表では、AOAC Method 991.43 をベースにした方法が藻類以外の食品の水溶性食物繊維（SDF）と不溶性食物繊維（IDF）の分別定量に、また AOAC Method 985.29 をベースにした方法が藻類の食物繊維総量（TDF = SDF + IDF）定量に適用されている。食品成分表では、イヌリン分解物など低分子の水溶性食物繊維は定量されていない。他方、栄養表示では、AOAC Method 985.29 と AOAC Method 2001.03 の2種の方法が TDF の定量法として採用され、イヌリン分解物や大豆オリゴ糖なども食物繊維として定量されている。（表1参照）

栄養表示では、表示値を決めるに当たって分析は必ずしも必須ではなく、信頼できるデータベースを参照することも可とされており、食品成分表を参照して表示値を決めているケースもある。このため、食品成分表と栄養表示のそれぞれで採用される食物繊維定量法の間には高い整合性が求められている。

2. 食物繊維定量法の選定における基本的な考え方

表1によれば、定量法の選択に当たって考慮すべきは、1) SDF と IDF を分別定量する必要があるかどうか、2) イヌリン（フルクタン）などの低分子水溶性食物繊維、大豆オリゴ糖などの難消化性オリゴ糖、あるいは糖アルコールを食物繊維として定量する必要があるかどうか、3) レジスタントスターチ（RS）、特に RS1 や RS2（これらの RS は、熱に不安定で、加熱処理で消失するとされている）を食物繊維として定量する必要があるかどうかの3点である。なお、RS3 と RS4（これらの RS は、熱に対して比較的安定である）については、表1のいずれの方法でも定量できるとされている。（注：RS3 の一部は熱に不安定で、AOAC Method 985.29、AOAC Method 991.43 あるいは AOAC Method 2001.03 による定量では、定量値から除外される可能性があるとの議論もある。）

表1によれば、SDF と IDF を分別定量しないなら AOAC Method 2009.01 を、SDF と IDF を分別定量するなら AOAC Method 2011.25 を適用すればほぼ全ての食品に対応できるものと考えられる。しかしながら、これら2種の方法は操作が複雑で多大の時間とコストを費やす方法であるため、RS、特に RS1 や RS2 を含む可能性のない食品にまで適用することは時間とコストの浪費につながる。また、これら2種の定量法では、フルクトオリゴ糖（FOS）

表1 Codex 委員会の推奨する代表的な食物繊維総量の定量法（Type I）の特徴

Codex 分析法	AOAC 985.29	AOAC 991.43	AOAC 2001.03	AOAC 2009.01	AOAC 2011.25
栄養表示	酵素-重量法	—	酵素-HPLC法	—	—
食品成分表	プロスキー法 (藻類のみ)	プロスキー変法 (藻類以外)	—	—	—
食物繊維の種類と各定量法の関係 (○: 適用可, ×: 適用不可)					
高分子食物繊維の総量	○	○	○	○	○
水溶性・不溶性の分別	×	○	×	×	○
低分子水溶性食物繊維	×	×	○	○	○
難消化性オリゴ糖 (DP ≥ 3)	×	×	○	○	○
糖アルコール (DP ≥ 3)	×	×	○	○	○
レジスタントスターチ (RS) と各定量法の関係 (○: 適用可, ×: 適用不可)					
RS1	×	×	×	○	○
RS2	×	×	×	○	○
RS3	○	○	○	○	○
RS4	○	○	○	○	○

RS1: 豆類や米粉等の全粒穀類のデンプンなど物理的に消化酵素が接触できないもの。

RS2: 生のジャガイモ、未熟なバナナ、あるいはハイアミロースコーンなどのデンプン。

RS3: 老化デンプン（一旦糊化（ α 化）したデンプンが再結晶化（ β 化）したもの）。

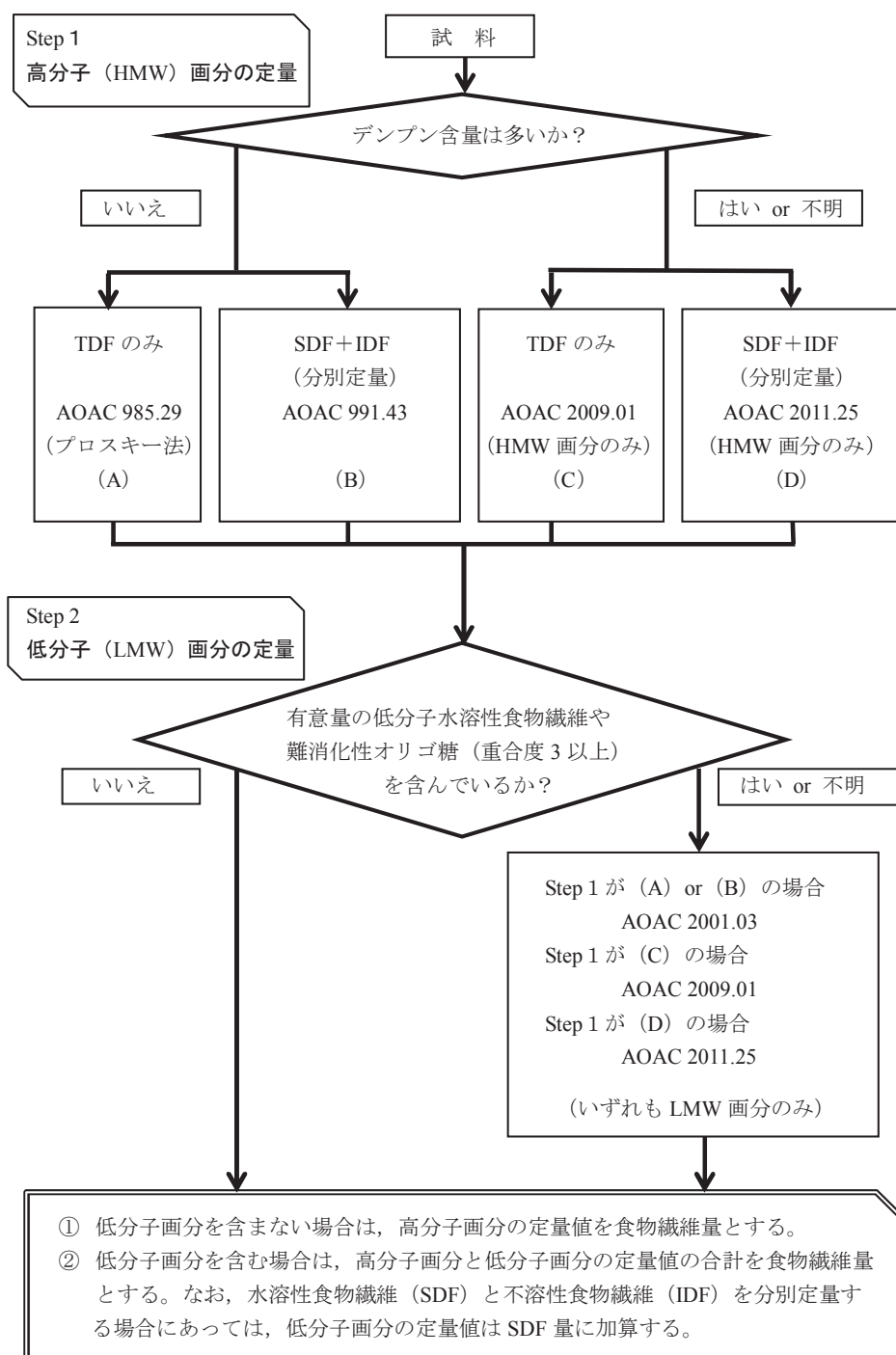
RS4: 加工デンプン（架橋デンプンなど化学修飾されたもの）。

の一部が分解されて定量値から除外されてしまうとの議論もある。

RS1 や RS2, あるいは低分子の水溶性食物繊維や難消化性オリゴ糖などを含む可能性のない食品であれば, TDF の定量は AOAC Method 985.29 で, SDF と IDF の分別定量は AOAC Method 991.43 で対応できる。また, RS1 や RS2 を含む可能性はないが, 低分子の水溶性食物繊維や難消化性オリゴ糖などを含む可能性のある食品であれば, TDF の定量は AOAC Method 2001.03 で, SDF と IDF の分別定量は AOAC Method 991.43 と AOAC Method 2001.03 を組み合わせる方法で対応できる。

問題は, RS1 や RS2 を含む可能性のある食品である。

AOAC Method 985.29, AOAC Method 991.43 および AOAC Method 2001.03 で用いられている耐熱性アミラーゼ処理では, 熱に不安定な RS1, RS2 が消失してしまう(注: RS3 の一部も消失する可能性があるとの議論もある)ことから, これらの定量法を RS1 や RS2 を含有する食品に適用するのは適切ではない。他方, AOAC Method 2009.01, AOAC Method 2011.25 (いずれもブタ膵臓由来パンクレアチン処理を採用している)は, RS1 や RS2 を含有する食品に適している。(注: 一部の RS3 は熱に不安定との議論もあり, その種の RS3 を含有する食品にも適していると思われる。)そこで, RS1 や RS2 を含む可能性があり, 低分子の水溶性食物繊維や難消化性オリゴ糖など



を含む可能性のない食品であれば、TDFの定量はAOAC Method 2009.01の高分子食物繊維(HMW-DF)定量操作部分で、SDFとIDFの分別定量はAOAC Method 2011.25のHMW-DF定量操作部分で対応できる。また、RS1やRS2だけでなく、低分子の水溶性食物繊維や難消化性オリゴ糖なども含む可能性がある食品であれば、TDFの定量はAOAC Method 2009.01で、SDFとIDFの分別定量はAOAC Method 2011.25で対応できる。(注：これらの方法のいずれかによれば、AOAC Method 985.29、AOAC Method 991.43あるいはAOAC Method 2001.03では除外される可能性のある熱に不安定な一部のRS3も定量値に測り込まれるはずである。)

以上を基に、食品成分表の成分値策定において採用すべき定量法を以下に提言する。

3. 食品成分表の成分値策定における食物繊維定量法の選定について

食品成分表に「食物繊維」の成分値が記載されている食品は下記の3種に大別できる。

- ①デンプンを多く含む食品：
穀類、いも・デンプン類、豆類、未熟バナナ、栗など
- ②イヌリンや難消化性オリゴ糖を多く含む食品：
菊芋、ごぼう、にんにく、大豆など
- ③上記以外の食品：
大部分の野菜類と果実類、大部分の種実類、きのこ類、藻類

③の食品では、RS、あるいは低分子のイヌリンやオリゴ糖について考慮する必要がないので、SDFとIDFを分別せずに定量する場合はAOAC Method 985.29で、SDFとIDFを分別して定量する場合はAOAC Method 991.43で対応すること、すなわち現行(2010年版)の食品成分表で採用されているのと同様の定量法で対応することを提言する。

①の食品、特に「生」「乾」「玄穀」「精白粒」「製粉」などに該当する食品には有意量のRS1やRS2が含まれている可能性があるため、RS1やRS2も正確に定量できる方法を適用する必要がある。SDFとIDFを分別せずに定量する場合はAOAC Method 2009.01のHMW-DF定量操作部分で、SDFとIDFを分別して定量する場合はAOAC Method 2011.25のHMW-DF定量操作部分で対応するこ

とを提言する。(注：これら2種の方法のいずれかによれば、AOAC Method 985.29あるいはAOAC Method 991.43では除外される可能性のある熱に不安定な一部のRS3も定量値に測り込まれるはずである。)なお、RS1とRS2は加熱・調理によって易消化性デンプンに変化するので、「生」などの状態のものとは加熱・調理後のものの両者(たとえば、精白米と米飯)について定量し、調理変化の有無を確認すべきであろう。

②の食品(イヌリン、大豆オリゴ糖などを含む食品)では、HMW-DFの定量操作で得られる「ろ液」中に有意量の低分子食物繊維(LMW-DF)や難消化性オリゴ糖(ただし、重合度3以上)が含まれている可能性がある。そこで、SDFとIDFを分別せずに定量する場合はAOAC Method 2001.03でHMW-DFとLMW-DFの両方を定量する。SDFとIDFを分別して定量する場合はAOAC Method 991.43でHMW-DFを定量し、得られる「ろ液」に対してAOAC Method 2001.03のLMW-DF定量操作部分を適用することを提言する。

なお、LMW-DFの定量操作では、所定の条件で高速液体クロマトグラフィーを実施し、マルトトリオース(maltotriose)よりも先に溶出する画分を食物繊維とする。SDFとIDFを分別定量する場合、LMW-DFの定量値はSDFの定量値に加算する。

【注】AOAC Method 2009.01とAOAC Method 2011.25では、アジ化ナトリウムが緩衝液の防腐剤として使用されているが、アジ化ナトリウムは指定毒物であるため、できれば他の防腐剤に置き換えるべきである。

4. 判断樹(食品成分表策定における食物繊維定量法の選定の場合)

食品成分表における食物繊維定量法の選定のための判断樹を次に示す。有意量の低分子水溶性食物繊維や難消化性オリゴ糖(重合度3以上)を含む食品の場合、Step2(LMW-DFの定量)においてAOAC Method 2001.03、2009.01および2011.25の何れを適用すべきかが問題となる。使用する酵素剤の違いからみて、Step1(HMW-DFの定量)でAOAC Method 985.29か991.43を適用した場合はAOAC Method 2001.03、Step1でAOAC Method 2009.01か2011.25を適用した場合はStep2でも当該法を適用するのが妥当である。