総 説

難消化吸収性糖質の有効エネルギー量について

奥 恒 行

東京大学医学部保健栄養学講座

Available Energy of Nondigestible and/or Nonabsorbable Saccharides

Tsuneyuki Oku

Department of Nutrition, Faculty of Medicine, University of Tokyo

はじめに

この度の栄養改善法の一部改正（平成8年5月24日施行）に伴って、すべての加工食品は栄養表示することが義務づけられ、熱量も表示項目に挙げられている。従来の消化吸収性糖質とは異なった機能をもついろいろな甘味糖質が加えられている特定保健用食品を始め、機能を強調した加工食品についてもエネルギー表示は義務づけられている。しかしながら、消化吸収されない、あるいは極めて消化吸収されにくい糖質については、信頼できるエネルギー評価法が確立されていないために、暫定的な数値が用いられている。ここでは、食物繊維を含めた難消化吸収性糖質のエネルギー換算係数の暫定値を示し、今後の検討のたたき台にいただければと考えている。

I. 難消化吸収性糖質の代謝的特徴

スクロースのフルクトース残基にフルクトース1～3分子が β -2,1結合したフラクトオリゴ糖（別名ネオシュガー）は、消化酵素で消化されない。また、静注したフラクトオリゴ糖は、代謝されずに速やかに尿中に排泄される¹⁾。これらの結果は、一見、フラクトオリゴ糖を摂取すると代謝されずにそのまま糞便中に排泄されることを予測させる。ところ

が、通常ラット（conventional rat）へ ^{14}C -フラクトオリゴ糖を経口投与すると、24時間の炭酸ガス排泄率は難消化性のフラクトオリゴ糖と消化性のスクロースとの間にほとんど差異はみられず、摂取後7～8時間頃まではフラクトオリゴ糖とスクロースの間に約3～4時間のtime lagがみられるにすぎない（図1）^{2, 3)}。一方、無菌ラット（germfree rat）あるいは抗生物質処理して腸内細菌を減少させたラットに同様に

図1 ^{14}C -フラクトオリゴ糖（ネオシュガー）を通常ラット，無菌ラット，抗生物質処理ラットへ経口投与した時の ^{14}C -炭酸ガスへの代謝の経時的変化

[^{14}C] -フラクトオリゴ糖を経口投与すると、スクロースは通常ラットの場合と同じように炭酸ガスに代謝されるが、フラクトオリゴ糖はほとんど代謝されない^{2, 3)}。更に、通常ラットの盲腸内に [^{14}C] -フラクトオリゴ糖を直接投与すると、速やかに炭酸ガスへ代謝され、消化吸収性糖質との time lag は観察されなくなる³⁾。つまり、フラクトオリゴ糖は消化酵素で消化されないにもかかわらず、経口的に摂取するとそのほとんどが炭酸ガス、水素ガス、メタンガス、菌体成分などに代謝される。従って、そのまま糞便中に排泄されることはない。

これらの結果は、摂取したフラクトオリゴ糖は腸内細菌によって発酵を受け、その生成物である短鎖脂肪酸が吸収されて代謝されることを示している。つまり、難消化性のフラクトオリゴ糖は、発酵・吸収によって利用されることを意味している（図2）。

現在、特殊な機能をもった難消化吸収性甘味糖質が多種類開発されているが⁶、いずれもフラクトオリゴ糖と同様に大腸に送り込まれ、腸内細菌を介して代謝されと考えられている。

図2 難消化吸収性糖質の発酵・吸収によるエネルギー産生

II. 発酵・吸収される糖質のエネルギー評価⁴⁾

難消化吸収性甘味糖質が腸内細菌によって発酵を受けると、図3のように酢酸、プロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸のほか、炭酸ガス、メタンガス、水素ガスなどが生成され、一部は菌体成分に取り込まれて糞中に排泄される⁵⁾。従って、難消化吸収性甘味糖質の有効エネルギー量 (available energy) は、消化吸収性のスクロースやグルコース

に比べて少なくなる。しかし、このような発酵・吸収によって利用される糖質についてのエネルギー評価法が確立されていないために、公的機関による有効エネルギー量は示されていない。食品の生理的エネルギー量は、物理的燃焼値に見かけの消化吸収率を乗じて求めているが、これには腸内細

図3 大腸における糖質の発酵による代謝経路

表1 いろいろな研究者から提唱されている発酵式

1. $58C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 62 \text{ 酢酸} + 22 \text{ プロピオン酸} + 16 \text{ 酪酸} + 60.5CO_2 + 33.5CH_4 + 27H_2O = 2.78 \text{ kcal/g}$ (Hungate, 1966) ⁷⁾
2. $34.5C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 48 \text{ 酢酸} + 11 \text{ プロピオン酸} + 5 \text{ 酪酸} + 34.25CO_2 + 23.75CH_4 + 10.5H_2O = 2.70 \text{ kcal/g}$ (Miller & Wolin, 1979) ⁸⁾
3. $58C_6H_{12}O_6 + 36H_2O \longrightarrow 60 \text{ 酢酸} + 24 \text{ プロピオン酸} + 16 \text{ 酪酸} + 92CO_2 + 256 [H] = 2.86 \text{ kcal/g}$ (Liversy & Elia, 1988) ⁹⁾
4. $37.73C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 34.5 \text{ 酢酸} + 9.7 \text{ プロピオン酸} + 8.6 \text{ 酪酸} + 38.2CO_2 + 18.8CH_4 + 6.13C_6H_{10}O_5 = 2.51 \text{ kcal/g}$ (Smith & Bryant, 1979) ¹⁰⁾

注) 4式から得られた平均値は2.71kcal/g。

菌による損失分が考慮されていない。例えば、大部分が消化吸収されると考えられているでんぷんの一部は、resistant starch のような形で大腸に送り込まれ、腸内細菌によって発酵を受けているので⁹⁾、でんぷんについての有効エネルギー量は過大評価されていることになる。また、水溶性食物繊維も腸内細菌によって発酵を受け、部分的に利用される。

腸内細菌によって発酵を受ける時の基質と生成物の量比は、表1に示した発酵式の関係にあることがいろいろな研究者から提示されている⁷⁻¹⁰⁾。生成物のうち、エネルギー源として生体に利用されるのは酢酸、プロピオン酸、酪酸のみである。これらの短鎖脂肪酸の保有エネルギー量(物理的燃焼値)を表1の式へ代入すると、発酵によって生成される短鎖脂肪酸の総保有エネルギー量は、平均2.71kcal/gとなる。各発酵式の係数は著しく異なるが、得られた総保有エネルギー量のばらつきは意外と小さい。保有エネルギー量が2.71kcal/gということは、発酵を受けるだけでエネルギーが約68% ($2.71 \div 4 \times 100 = 68$)に減少することを意味している。更に、 $[^{14}C]$ -マルチトールや $[^{14}C]$ -フラクトオリゴ糖を用いた人体実験結果では、菌体成分に取り込まれて糞中に排泄される $[^{14}C]$ 量は摂取量の10~15%になることを示している^{11, 12)}。すなわち、大腸に送り込まれる糖質の85%相当量が発酵生成物の基質として利用される。従って、この分を差し引くと2.3kcal/g ($2.71 \times 0.85 = 2.3$)となる。

一方、大腸で生成される短鎖脂肪酸が保有しているエネルギーが100%有効に利用されるとは考えにくい。例えば、酢酸の保有エネルギー量(燃料熱)は3.48kcal/gであるが、食品成分表の有効エネルギー量は2.40kcal/gである。この差異を酢酸の利用効率によるものと仮定すれば、その利用効率は69% ($2.40 \div 3.48 \times 100 = 69$)となる。プロピオン酸や酪酸は酢酸とは異なった代謝経路をもっているため、利用効率は当然酢酸とは異なることが考えられる。しかし現在のところ、それを推定する根拠となるものがないので、これらの利用効率も酢酸のそれと同一と仮定すれば、糖質1gが腸内細菌によって発酵を受けた時の有効エネルギー量は1.59kcal/g ($2.3 \times 0.69 = 1.59$)で、約2kcal/gとなる。すなわち、発酵吸収過程を経て利用される糖質の有効エネルギー量が消化吸収性糖質の約半分に相当することが、難消化吸収性糖質のエネルギー換算係数の算出根拠として用いられている。

Ⅲ. 発酵・吸収によって利用される糖質のエネルギー換算係数 2kcal/g の妥当性

発酵式の基質と生成物の量比を根拠にした有効エネルギー算出法は、いくつかの仮定の上に成り立っている。発酵によって生成される短鎖脂肪酸の総保有エネルギー量 2.71kcal/g を基にして、菌体成分に取り込まれ

て糞中に排泄される比率 15%を加味すると 2.3kcal/g になる。ほかに損失がないとしてこの値を四捨五入すると、2 kcal/g になる。仮に、酢酸の燃焼熱とエネルギー換算係数から算出した短鎖脂肪酸の利用効率を 69%とすると、有効エネルギー量は 1.59kcal/g となる。この値も四捨五入すると 2 kcal/g になる。従って、発酵・吸収される糖質のエネルギー換算係数は整数である 2 kcal/g としても大きな間違いではないと思われる。

オランダ厚生文化省“栄養と食料に関する諮問委員会”は、糖アルコールのエネルギー評価に当たって、大腸で発酵を受ける糖アルコールの有効エネルギー量は、消化吸収される糖質の約 50%としている¹³⁾。つまり、2 kcal/g に相当する。この 0.5 の係数に問題の多いことはその委員会も認めている。委員会では、腸内細菌によるエネルギー損失は短鎖脂肪酸の生成 (15~20%)、ガスの生成 (3~8%)、熱の発生 (2~5%)、微生物の成育 (約 20%) で、合計 40~53% となることから、50%を用いている。また、飼料の消化性糖質の一部を試験糖質で置換して、体内蓄積エネルギー量から相対的な有効エネルギーを推定する動物試験では、スクロースを対象とした難消化性糖アルコールの有効エネルギー量は、約 2.2kcal/g になるとしている¹⁴⁾。更に、豚を用いた実験では、難消化性糖アルコールの有効エネルギー量は、約 2 kcal/g に近いとしている¹⁵⁾。一方、EC の甘味料協会では難消化吸収性糖アルコール甘味料 (ラクチトール、パラチニット、マルチトール、ソルビトール) は一括して 10kJ/g (2.4kcal/g) としている¹⁶⁾。また、Roberfroid ら¹⁷⁾ は、チコリから得たフルクタン部分加水分解物であるオリゴ糖の有効エネルギー量を発酵式や糞便の変化量から理論的に算出して、1~1.3kcal/g を提唱している。このような報告からも、大腸で発酵を受けて利用される糖質のエネルギー換算係数は、整数である 2 kcal/g が妥当ではないかと考える。新しいエネルギー評価法が確立された時点で見直すことはいうまでもないが、当分の間は 2 kcal/g を用いても大きな問題はないであろう。

Ⅳ. 難消化吸収性糖質のエネルギー評価をするための前提条件

各々の難消化吸収性糖質の有効エネルギーを評価するに当たっては、次のことを前提とする。

- ① 糖質のエネルギー評価は、小腸より上で行われる消化吸収と、大腸で行われる発酵・吸収とに分けて取り扱う。
- ② 消化酵素で消化されない難消化性オリゴ糖及び糖アルコールは、その大部分が大腸において腸内細菌による発酵を受け、短鎖脂肪酸となってエネルギー源になるものとする。
- ③ 消化吸収される糖質のエネルギー量は 4 kcal/g とする。
- ④ 発酵・吸収される糖質のエネルギー量は 2 kcal/g とする。
- ⑤ ある種の糖質は、消化性糖質と拮抗的に消化酵素に作用して消化吸収を阻害し、有効エネルギー量を減少させるように作用することも考えられる。しかし、ここではそのような作用によるエネルギー減少は評価の対象としない。
- ⑥ 吸収されるが代謝されずに尿中に排泄されるエリスリトールや、発酵を受けにくいポリデキストロースなどについては別途に取り扱う。

Ⅴ. 難消化吸収性糖質のエネルギー評価の手順

- ① その糖質の消化率を求める。*in vitro* や *in vivo* などの消化実験、代謝実験などから総合的に消化性、難消化性を判断する。*in vitro* の実験で消化されるものは難消化性とはいえない。

- ② その糖質の発酵性を確認する。少なくとも摂取した糖質が糞便に排泄されないことを確認する必要がある。できれば、*in vitro* の発酵実験で腸内細菌に利用されやすいことを確認する。
- ③ 消化吸収される分には 4 kcal/g を乗じ、発酵・吸収される分には 2 kcal/g を乗じ、その和を該当する難消化性糖質の有効エネルギー量とする。
- ④ 各難消化吸収性糖質の有効エネルギーの小数部分を四捨五入して整数とし、0, 1, 2, 3, 4 kcal/g のいずれかに割り振る。

Ⅵ. 難消化吸収性甘味糖質のエネルギー換算係数

難消化吸収性糖質は消化、発酵、吸収、代謝に対して消化吸収性糖質とは異なった特徴をもっているため、個々の糖質の有効エネルギー量はそれぞれの実験的データに基づいて細かく決めるべきである。しかし、難消化吸収性糖質については、信頼性のあるエネルギー評価法が現在のところ確立されていない。一方、加工食品に加えられた難消化吸収性糖質のエネルギー量について、細かい数値を示しても日常の食生活においてあまり意味がない。むしろ、消費者が理解しやすいように配慮して大まかな数値で示したほうが現実的であり、理解しやすいと考えられる。つまり、g 当たり 0, 1, 2, 3, 4 kcal の 5 段階程度に分けることがより実用的と考える。このため、現在までに示されている各糖質についての消化、発酵、吸収、代謝などについての資料に基づいて有効エネルギー量を算出し、その小数部分を四捨五入して整数とし、これをエネルギー換算係数とする。従って、0.49kcal/g 以下は 0 kcal/g、0.5~1.49kcal/g は 1 kcal/g、1.5~2.49kcal/g は 2 kcal/g、2.5~3.49kcal/g は 3 kcal/g、3.5kcal/g 以上は 4 kcal/g となる。

このような考え方に基づいて、すでに食品に用いられている甘味糖質のエネルギー換算係数を算出すると表 2 のように整理される。ここで示した数値は、高純度の糖質についてのものであるため、混合物であるオリゴ糖などについてはその組成を配慮して計算する必要がある。なお、エネルギー評価に当たって次のような事項を考慮した。

- ① 消化吸収されないものは大腸で発酵され、ほとんどは短鎖脂肪酸に転換されて利用されるとし、そのエネルギー量は 2 kcal/g とした。
- ② 糖質のごく一部が *in vitro* で消化されるものであっても、大量摂取によって下痢を誘発する糖質は大部分が消化されずに大腸へ移行するものと考えられるので、下痢に対する最大無作用量が約 0.3/kg 体重のものはいずれも 2 kcal/g とした¹⁸⁾。
- ③ ポリデキストロースの約 25% は消化吸収あるいは発酵吸収されるが、骨格部分は発酵を受けないので¹⁹⁾、従来どおり 1 kcal/g とした。
- ④ エリスリトールは 90% 以上が吸収され、代謝されずにそのまま尿中へ排泄されるので、有効エネルギー量は 0.2~0.3kcal/g となる²⁰⁾。それゆえ、0 kcal/g とした。
- ⑤ 単糖アルコールであるソルビトールの吸収率は、摂取量によって変化するので有効エネルギー量も変化する。それゆえ、通常の 1 回使用量 5~10 g 程度の吸収率を約 30% と推定した。
- ⑥ マンニトールはわずかしき吸収されず、大部分が大腸に移行するとした。

Ⅶ. 食物繊維のエネルギー評価について

食物繊維は水溶性と不溶性に大別される。不溶性食物繊維は腸内微生物に極めて資化されにくい、水溶性

表2 各種単糖及びオリゴ糖のエネルギー換算係数

エネルギー換算係数 (kcal/g)	該当する糖質	報告資料等による推定 エネルギー量(kcal/g)
0 (≤0.4)	エリスリトール*	0.3, 0
1 (0.5~1.4)	ポリデキストロース	1.0
2 (1.5~2.4)	ソルボース	1.4~2.2
	マンニトール*	2.1
	ガラクトピラノシル (β 1→3) グルコピラノース	1.6
	ガラクトピラノシル (β 1→6) グルコピラノース	1.6
	キシロピオース	1.6
	ゲンチオピオース	1.6
	ラクチュロース	1.6
	イソマルチトール*	1.6
	パラチニット*	1.6
	マルチトール*	1.77
	ラクチトール*	1.6
	ガラクトシルスクロース (別名ラクトスクロース)	1.6
	ガラクトシルラクトース	1.6
	ガラクトピラノシル (β 1→6) ガラクトピラノシ ル (β 1→4) グルコピラノース	1.6
	キシロトリオース	1.6
	kestトース	1.6
	ゲンチオトリオース	1.6
	ラフィノース	1.6
	マルトトリイトール*	2.3
	スタキオース	1.6
	ニストース	1.6
	ゲンチオテトラオース	1.6
	フラクトフラノシールニストース	1.6
	α-サイクロデキストリン	1.6
	β-サイクロデキストリン	1.6
	マルトシルβ-サイクロデキストリン	1.8
	4'ガラクトオリゴ糖	1.6
	6'ガラクトオリゴ糖	1.6
	キシロオリゴ糖	1.6
	ゲンチオリゴ糖	1.6
	フラクトオリゴ糖	1.6
3 (2.5~3.4)	ソルビトール	3.0, 2.8
	キシリトール*	3.6 ¹⁾
	テアンデオリゴ	3.0
	イソマルトオリゴ糖	3.1
	パラチノースオリゴ糖	3.0
	大豆オリゴ糖	3.4
4 (≥3.5)	グルコース	
	フルクトース	
	ガラクトース	
	イソマルトース	
	スクロース	
	トレハロース	
	トレハロース	
	ラクトース	
	パラチノース	
	マルトース	
	イソマルトトリオース	
	パノース	
	マルトトリオース	
	カップリングシュガー	

注) 糖質の順番は, ① 重合度の少ない順, ② 五十音順, ③ 同一重合度では糖アルコールが後。

* 糖アルコール。

食物繊維は腸内微生物による発酵を受けやすい²⁰⁾。もちろん、水溶性食物繊維であってもその種類によって発酵性は異なる。特に、海藻類の食物繊維は水溶性であっても発酵されにくい。発酵を受ける食物繊維は、難消化性糖質と同様の経路で短鎖脂肪酸に転換されるので、エネルギー量は0 kcal/gではない。米国やECでは、食物繊維の有効エネルギー量は特別な場合を除いて0 kcal/gとして取り扱っているが、これは信頼性のある優れたエネルギー評価法が確立されていないために便宜上用いているにすぎない。本来であれば、食物繊維を加えた加工食品のエネルギー評価には、食物繊維のエネルギー量も合わせて評価をする必要がある。このことを踏まえて、食物繊維のエネルギーは次のように評価してはどうかと考えている。なお、食物繊維は他の栄養素の消化吸收を阻害するために、全体として有効エネルギー量を減らすように作用するが、ここではそのような阻害作用によるエネルギー減少は評価の対象としないことにする。

- ① 不溶性食物繊維は、腸内微生物に発酵されないものとして取り扱う。原則として、0 kcal/gとする。
- ② 水溶性食物繊維は難消化性糖質と同様に、完全に発酵されるものとして取り扱う。原則として2 kcal/gとする。ただし、海藻類由来の食物繊維については水溶性であっても原則として0 kcal/gとする。水溶性食物繊維であっても完全に発酵されないものもある。また、不溶性食物繊維であっても一部が発酵されるものもある。従って、水溶性食物繊維は完全に発酵されると見なし、また不溶性食物繊維は全く発酵されないものとして取り扱っても差し引きすればそれほど大きな誤差は生じないものとする。また、食物繊維の腸内微生物による発酵性は摂取量の多寡によって変化するが、1回の摂取量はせいぜい数g程度と考えられ、更に水溶性食物繊維は全体の1/4~1/5程度であるので²¹⁾、完全に発酵されるものとして取り扱ってもあまり問題はないであろう。
- ③ 食物繊維の定量は、科学技術庁の食物繊維成分表に用いている Prosky 法²²⁾によって水溶性、不溶性並びに総食物繊維量を測定する。得られた水溶性食物繊維量に2 kcal/gを乗じて食物繊維のエネルギー量とする。この方法で測定できない小分子のものは、すべて4 kcal/gとして取り扱う。従来の粗繊維ではなく、食物繊維で表すものとする。

お わ り に

栄養改善法の一部改正によって、加工食品のエネルギー表示が義務化されたにもかかわらず、難消化吸収性糖質のエネルギー評価法が確立されていないために、すでに述べた考え方に基づいて算出した暫定的なエネルギー換算係数が用いられている。ここで示した難消化吸収性糖質のエネルギー評価法はいくつかの仮定の上に成り立っているため、多くの問題を含んでいる。これに代わる信頼性のある評価法が1日も早く研究・開発され、食品の栄養表示、更には国民の栄養改善に寄与することを願うものである。

文 献

- 1) Oku, T., Tokunaga, T. and Hosoya, N. : Nondigestibility of new sweetener "Neosugar" in the rats, *J. Nutr.*, **114**, 1574~1581 (1984)
- 2) Tokunaga, T., Oku, T. and Hosoya, N. : Utilization and excretion of a new sweetener fructooligosaccharides (Neosugar) in rats, *J. Nutr.*, **122**, 553~559 (1989)
- 3) 奥 恒行 : 特定保健用食品の新展開－新しい糖質甘味料の機能性について, 糖尿病記録号 1993, 73~76 (1994)

- 4) McNeil, N. I. : The contribution of the large intestine to energy supplies in man, *Am. J. Clin. Nutr.* **39**, 338~342 (1984)
- 5) 池上幸江, 印南 敏 : レジスタントスターチの機能, 食物繊維/印南 敏, 桐山修八編, pp. 244~246 (1995) 第一出版, 東京
- 6) 奥 恒行 : 難消化性糖類に対する有効エネルギー量推算の試み—マルチトールを中心に—, 糖質のエネルギー—その測定と評価—/細谷憲政編, pp. 60~79 (1988) 糖質代謝研究会, 東京
- 7) Hungate, R. E. : The Rumen and Its Microbes (1966) Academic Press, New York
- 8) Miller, D. and Wolin, M. J. : Fermentations by sacchalytic intestinal bacteria, *Am. J. Clin. Nutr.* **32**, 164~172 (1979)
- 9) Liversy, G. and Elia, M. : Estimation of energy expenditure, net carbohydrate utilization, and net fat oxidation and synthesis by indirect calorimetry : Evaluation of errors with special reference to the detailed composition of fuels, *Am. J. Clin. Nutr.*, **47**, 608~628 (1988)
- 10) Smith, C. H. J. and Bryant, M. P. : Introduction to metabolic activities of intestinal bacteria, *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 149~157 (1979)
- 11) Oku, T., Akiba, M., Lee, M. H., Moon, S. J. and Hosoya, N. : Metabolic fate of ingested [¹⁴C]-maltitol in man, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **37**, 529~544 (1991)
- 12) Hosaya, N., Dhorranintra, B. and Hidaka, H. : Utilization of [U-¹⁴C] fructooligosaccharides in man as energy resources, *J. Clin. Biochem. Nutr.*, **5**, 67~74 (1988)
- 13) Nutrition Council of Netherlands : The energy value of sugar alcohols : Recommendations of the committee on polyalcohols (1987) Ministry of Welfare, Health and Cultural Affairs of the Netherland, Hague
- 14) 鈴木正成 : パラチノースと還元パラチノースの体脂肪蓄積抑制作用, 第2回パラチノース研究会講演要旨集, pp. 18~19 (1990)
- 15) Berschauer, F. and Spengler, M. : Energetische Nutzung von Palatinin, *Dtsch Zahnarztl. Z.*, **42**, S141~144 (1987)
- 16) Bar, A. : Factorial calculation model for the estimation of the physiological caloric value of polyols, In Caloric Evaluation of Carbohydrates/Hosoya, N. ed., pp. 209~257 (1990) Research Foundation for Sugar Metabolism, Tokyo
- 17) Roberfroid, M., Gibson, G. R. and Delzenne, N. : The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber : An approach to calculate its caloric value, *Nutr. Rev.*, **51**, 137~146 (1993)
- 18) Oku, T. : Special physiological functions of newly developed mono- and oligosaccharides, In Functional Foods/Goldberg, I. ed., pp. 202~218 (1994) Chapman & Hall, New York
- 19) 奥 恒行, 細谷憲政 : 低エネルギー食品素材ポリデキストロースの生体利用 (1985) ファイザー, 東京
- 20) Noda, K. and Oku, T. : Metabolism and disposition of erythritol after oral administration to rats, *J. Nutr.*, **122**, 1266~1272 (1992)
- 21) 印南 敏 : 序説, 食物繊維/印南 敏, 桐山修八編, pp. 1~11 (1995) 第一出版, 東京
- 22) 奥 恒行, 岡崎光子 : わが国の食物繊維成分表についての一考察, 栄養学雑誌, **53**, 25~32 (1995)
- 23) 科学技術庁資源調査会編 : 日本食品食物繊維成分表 (1992) 大蔵省印刷局, 東京