報 文

低粘性水溶性食物繊維（難消化性デキストリン） の耐糖能改善効果

藤原 啓子, 松岡 瑛

兵庫医科大学病院中央臨床検査部

Improvement of Glucose Tolerance by Low-viscosity, Water-soluble Dietary Fiber,

Indigestible Dextrin

Keiko Fujiwara and Akira Matsuoka

Department of Clinical Laboratory, Hyogo College of Medicine

In this study we evaluated the effects of low-viscosity water-soluble dietary fiber or indigestible dextrin (PF-L : dietary fiber content 55%, PF-C : 92%) on improvement of glucose tolerance in rats and humans.

1) The increase in blood glucose levels after sucrose loading (1.5g/kg body weight) was significantly reduced by addition of both PF-L (340 μ l/kg body weight) and PF-C (0.15g/kg body weight) in male Sprague-Dawley rats.

2) In eight healthy male adults, the increase in both blood glucose and insulin levels after a Trelan-G75 loading (=75g of glucose) was significantly reduced by addition of PF-L 40ml (=16g of dietary fiber).

3) PF-C was administered at 30g/day continuously for three months to five NIDDM patients who had been on 30kcal/kg body weight restricted diet for at least three months prior to the start of the study. At the third month of the study, four of the five patients showed obviously improved glucose tolerance following a test meal loading (459kcal) compared to the conditions at the start. In the remaining patient, glucose tolerance was improved up to the second months.

Jpn. J. Nutr., **53** (6) 361~368 (1995)

結 言

難消化性デキストリンはでんぶん由来の水溶性食物繊維であり、ベクチン、グアガム、サイリウムなどに比べ溶解率は高く（約70%）、水溶液の粘度は低い（15cps；37℃において30%水溶液をB型粘度計で測定）¹⁾。筆者らは、これまで健常成人並びにインスリン非依存型糖尿病（NIDDM）患者において、難消化性デキストリンの連続投与が脂質代謝の改善に有用であることを報告してきた^{2, 3)}。

今回、難消化性デキストリンの糖質代謝に及ぼす影響について、動物実験並びに臨床的検討を行った。まず、健常ラットを対象に難消化性デキストリン添加あるいは非添加条件下にショ糖を経口投与し、耐糖能に及ぼす影響を検討した。更に、健常成人男子を対象とした糖負荷試験、並びにNIDDM患者を対象とした3か月間連続投与試験を実施し、耐糖能に及ぼす影響を検討した。

試 験 方 法

1. 低粘性水溶性食物繊維

低粘性水溶性食物繊維として、松谷化学工業(株)より提供された2種類の難消化性デキストリン〔商品名：パ

Key words : indigestible dextrin, dietary fiber, glucose tolerance, NIDDM

難消化性デキストリン, 食物繊維, 耐糖能, NIDDM

インファイバー-L（液状，以下PF-Lと略す）及びバインファイバー-C（粉末，以下PF-Cと略す）〕を用いた。

PF-Lは馬鈴薯でんぷんを加熱分解し，アミラーゼ及びグルコアミラーゼを作用させた後，イオン交換樹脂，活性炭などで精製することにより製造されており，食物繊維（固形分の55％）とグルコース（同45％）の混合物である。また，PF-CはPF-Lに含まれるグルコースをクロマト分離し粉末化した製品である。両者の食物繊維含有率（HPLC法¹⁾）は，PF-Lは固形分の55％（固形分60％），PF-Cは92％であった。

2. 動物実験

生後7週齢のSprague-Dawley系雄ラット（Jcl：SD，日本クレア）を固形飼料（CE-2，日本クレア）で1週間予備飼育後，経口糖負荷試験を行った。ラットを16時間絶食後，kg体重当たりショ糖 1.5g，ショ糖 1.5g＋デキストリン（PF-L及びPF-Cの原料である馬鈴薯でんぷんの加水分解物；Dextrose equivalent 10，松谷化学工業）0.15g，ショ糖 1.5g＋PF-L 340μl〔食物繊維量 0.14g＝0.34ml×1.22（比重）×0.6（固形分）×0.55（食物繊維含有率）〕あるいはショ糖 1.5g＋PF-C 0.15g〔食物繊維量 0.14g＝0.15g×0.92（食物繊維含有率）〕を水溶液として経口投与し，固定器（MAC-1S，CFK技術研究所）^{4, 5)}を用いて開始前，負荷後30分，60分，及び120分後に無麻酔下で外頸静脈より採血し，血糖値を測定した（ムタローゼ-GOD法；和光純薬）。

なお，本研究は「動物の飼養および保管等に関する基準」（昭和55年3月総理府告示第6号）を遵守して実施した。

3. 臨床試験

(1) 単回投与試験（健康成人）

健康成人男性 8人を対象として経口糖負荷試験を実施した。各被験者は試験前日午後9時以降絶食し，試験当日起床後は絶飲食とした。試験当日午前9時にトレランG75 225ml（グルコース75gに相当，清水製薬）あるいはトレランG75 185ml（グルコース62gに相当）＋PF-L 40ml（グルコース13g＋食物繊維 16g）を経口投与した。負荷の順番は無作為に割り付け，1週間間隔で両負荷試験をクロスオーバーして実施した。採血は開始前，負荷後 30分，60分，90分及び120分に肘静脈より行い，血糖値並びにインスリン（EIA法，和光純薬）を測定した。

(2) 連続投与試験（NIDDM患者）

対象は，兵庫医科大学病院糖尿病外来通院中のNIDDM患者 5人である。患者背景を表1に示す。いずれも試験開始前に3か月以上食事療法（栄養指導での教育を徹底し，標準体重 1kg当たり30kcalの食事制限）を行い，状態の安定をみた上で試験を開始した。投与は毎食 30分前に行い，PF-C 10gを約100mlの水に溶解して摂取させた（30g/日）。投与開始時，1か月，2か月，および3か月目に一夜（約12時間）絶飲食の後，試験食負荷試験を実施し，耐糖能を観察した。試験食はトースト 1枚（1斤 6枚切り），牛乳 200ml及びサラダからなり，毎回の総エネルギー

量は459kcalとした。試験食摂取前，摂取後 60分及び120分後に肘静脈より採血し血糖値を測定した。また，ヘモグロビン（Hb）A_{1c}（HPLC法，京都第一科学）を測定した。試験期間中は，特に病態の悪

表 1 被験者の背景（NIDDM患者）

	性	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	病歴 (年)	治療法
KA	女性	67	155	87	36.3	6	食事＋薬物
KY	女性	41	160	75	29.3	11	食事
MI	男性	56	164	60	22.3	14	食事＋薬物
IT	男性	42	166	70	25.4	24	食事＋薬物
KD	男性	68	165	54	19.9	33	食事＋薬物

注) 薬物はいずれもSU剤（グリベンクラミド）を投与。

表 2 ショ糖経口投与後のラットの血糖値に及ぼす難消化性デキストリンの影響 (M±SE)

投与物質	血糖値 (mg/dl)				曲線下面積 ^a (mg/120分)
	開始時	負荷後30分	60分	120分	
ショ糖1.5g/kg体重 (n=10)	71.7±1.9	160.4±1.6	120.2±2.1	112.7±2.9	100.3±4.0
ショ糖+デキストリン0.15g/kg体重 (n=6)	74.5±4.4	158.8±4.4	120.3±2.6	114.7±3.9	96.8±8.8
ショ糖+PF-L340 _μ d/kg体重 (n=10)	71.0±2.8	138.2±5.4*	104.6±3.5*	106.1±2.7	74.6±4.3*
ショ糖+PF-C0.15g/kg体重 (n=12)	75.3±2.7	136.2±4.2*	112.8±3.9*	107.5±2.6	74.9±5.4*

^a 120分間の血糖値上昇面積。
* $p<0.05$ (ショ糖単独と比較して有意差あり)

表 3 健康成人男性におけるトレランG75負荷後の血糖値に及ぼす難消化性デキストリン(PF-L)添加の影響

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI	難消化性デキストリン 添加の有無	血糖値 (mg/dl)					曲線下面積 ^a (mg/120分)
						開始時	負荷後30分	60分	90分	120分	
A	58	161	57	22.0	(－)	90	133	171	154	130	104
					(＋)	82	131	145	121	119	85
B	44	164	65	24.4	(－)	89	145	171	147	120	106
					(＋)	85	132	166	141	99	96
C	41	164	63	23.4	(－)	77	145	142	133	109	103
					(＋)	82	138	132	132	107	84
D	34	171	62	21.2	(－)	82	138	146	126	110	89
					(＋)	87	134	127	133	103	71
E	33	171	66	22.6	(－)	65	124	127	122	92	96
					(＋)	63	99	85	108	76	55
F	31	168	59	20.9	(－)	76	136	145	114	120	95
					(＋)	79	130	118	110	121	71
G	30	158	58	23.2	(－)	79	160	191	160	123	148
					(＋)	83	122	132	140	120	82
H	27	182	65	19.6	(－)	86	131	113	89	82	37
					(＋)	80	121	90	85	83	29
M±SE (n=8)					(－)	80.5±3.1	139.0±4.2	150.8±9.6	130.6±8.8	110.8±6.2	97.3±11.5
37.3±3.8歳, 167.3±2.8cm,						NS	*	NS	NS	NS	NS
61.9±1.3kg, BMI22.1±0.6					(＋)	80.1±2.8	125.9±4.6	124.4±10.2	121.3±7.3	103.5±6.4	71.6±8.0

^a 曲線下面積は各時点の血糖値から開始時の血糖値を差し引き求めた。
* $p<0.05$, NSは有意差なし。有意差検定は難消化性デキストリン添加群及び非添加群間で、対応のないt検定を行った。

化を認めない限り開始前の治療法（食事療法、投薬内容など）を継続することとした。

なお、上記いずれの臨床試験も世界医師会総会において承認された「ヘルシンキ宣言」（1964年承認，1989年修正）の精神に則り実施した。

4. 統計処理

群間の有意差検定は，Student's t-testにより行い，5 %以下の危険率をもって有意とした。

表 4 健康成人男性におけるトレランG75負荷後のインスリン分泌に及ぼす
難消化性デキストリン (PF-L) 添加の影響

被 験 者	年 齢 (歳)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	BMI	難消化性デ キストリン 添加の有無	インスリン分泌 (μU/ml)					曲線下面積 ^a (μU/120分)
						開始時	負荷後30分	60分	90分	120分	
A	58	161	57	22.0	(－)	4.2	23.8	48.0	60.0	40.7	77.1
					(＋)	3.0	28.9	23.9	19.1	27.7	43.6
B	44	164	65	24.2	(－)	5.4	32.9	42.3	46.3	32.5	70.2
					(＋)	4.7	21.9	16.2	25.9	17.8	37.6
C	41	164	63	23.4	(－)	8.2	58.5	47.6	31.4	26.7	77.5
					(＋)	6.9	48.4	39.3	32.3	24.3	67.8
D	34	171	62	21.2	(－)	5.7	31.0	37.2	37.8	28.8	61.6
					(＋)	4.8	22.9	31.3	31.9	21.4	49.6
E	33	171	66	22.6	(－)	6.7	34.9	37.8	53.9	38.0	74.5
					(＋)	6.4	20.5	14.2	30.6	17.9	38.7
F	31	168	59	20.9	(－)	6.5	37.3	42.0	30.4	22.7	62.2
					(＋)	8.6	30.7	41.0	26.9	22.2	57.0
G	30	158	58	23.2	(－)	5.9	33.4	55.6	29.3	31.6	68.5
					(＋)	3.0	16.3	27.9	25.2	16.6	39.6
H	27	182	65	19.6	(－)	4.0	23.9	40.0	21.2	9.9	46.0
					(＋)	3.0	26.0	17.7	8.9	4.0	28.1
M±SE (n=8)					(－)	5.8±0.5	34.5±4.1	43.8±2.4	38.8±5.1	28.9±3.6	67.2±4.0
37.3±3.8歳, 167.3±2.8cm,						NS	NS	**	*	*	**
61.9±1.3kg, BMI22.1±0.6					(＋)	5.1±0.8	27.0±3.7	26.4±3.9	25.1±3.0	19.0±2.7	45.3±4.7

^a 曲線下面積は各時点のインスリン分泌から開始時のインスリン分泌を差し引き求めた。
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, NSは有意差なし。有意差検定は難消化性デキストリン添加群及び非添加群間で、対応のないt検定を行った。

結 果

1. 動物実験

結果を表2に示す。ショ糖単独負荷後の血糖値は負荷後30分に頂値(160.4±1.6mg/dl)に達した後、漸次低下した。各時点の血糖値から開始時の血糖値を差し引いて算出した曲線下面積は、100.3±4.0mg/120分であった。ショ糖+デキストリン負荷についても30分を頂値とする一峰性のパターンがみられ、各時点での血糖値並びに曲線下面積はショ糖単独負荷時とほぼ同様の値を示した。一方、PF-L並びにPF-C添加条件でショ糖負荷を行った場合、いずれもショ糖単独負荷に比べ30分及び60分の血糖値の有意な低下が認められ、曲線下面積はそれぞれショ糖単独負荷時の約75%と有意な低値を示した。

2. 臨床試験

(1) 単回投与試験 (健康成人)

結果を表3及び表4に示す。いずれの被験者においてもPF-L添加条件では、トレラン単独負荷時に比べ血糖値並びにインスリン分泌は低値で推移した。全8例について平均値を算出し、両負荷間で有意差検定を行うと、血糖値については負荷後30分に、また、インスリン分泌については60分、90分、120分及び曲線下面積についてそれぞれ有意差が認められた。

図1 NIDDM患者の試験食負荷後の血糖値に及ぼす難消化性デキストリン(PF-C)連続投与の影響

(2) 連続投与試験 (NIDDM患者)

いずれの被験者においても試験期間中病態の悪化は認めず、開始前の治療内容(食事療法、投薬内容)を何ら変更することなく投与を実施できた。結果を図1に示す。図の上段は、各観察時点における試験食負荷後の血糖値の推移を、図の下段は上段に示した結果から算出した曲線下面積(負荷開始前の血糖値は差し引かず求めた)の変化率(PF-C投与開始前を100%とした)を示す。PF-C投与開始後3か月目において、5例中4例(被験者KA, MI, IT, KD)でそれぞれ空腹時血糖値の低下と試験食負荷後の血糖値レベル及び曲線下面積の低下がみられ、それぞれ耐糖能の改善が示唆された。残る1例(被験者KY)については、2か月目まで耐糖能の改善がみられた。また、PF-C投与後3か月目のHbA_{1c}の値は、5例中4例(被験者KA, KY, MI, IT)で開始時に比べ低下が観察された。

なお、期間中下痢、腹痛など食物繊維摂取に起因すると考えられる随伴症状は観察されなかった。

考 察

最近、難消化性デキストリンをはじめ、低分子グアガム(グアガム部分加水分解物)やプルランなどの低粘性水溶性食物繊維にシヨ糖やマルトデキストリンなど、二糖類から多糖類摂取後の血糖値上昇を緩徐にする効

果がみられることが報告された⁴⁻⁹⁾。これら低粘性水溶性食物繊維は、グルコースなど単糖類摂取後の血糖値上昇に対しては影響を及ぼさないことから^{4-6,9)}、粘性（ゲル形成）に基づく栄養素の吸収遅延作用以外の機序により耐糖能改善効果を現したものと考えられ、スクラーゼなど二糖類分解酵素の阻害剤として作用している可能性が推定されている。しかし、難消化性デキストリンに関しては、ラット小腸粘膜酵素標品を用いた *in vitro* の試験系においてスクラーゼ及びマルターゼ活性を抑制しないことが報告され^{4,6)}、一方、ラットの *in situ* 小腸灌流実験や翻転小腸嚢を用いた消化吸収試験において難消化性デキストリンは遊離のグルコースの吸収は抑制しないが、ショ糖やマルトースの加水分解により生じたグルコースの吸収は、選択的に抑制していることが見出された^{4,6)}。これらの成績から、難消化性デキストリンの耐糖能改善効果発現の作用点は、二糖類分解酵素と共役した輸送路（Disaccharidase related transport）にある可能性が示唆されている^{4,6)}。

本研究において、著者らはまずSD系ラットを対象としてショ糖負荷に対する難消化性デキストリンの耐糖能改善効果を確認した。すなわち、食物繊維含有量の異なる二種類の難消化性デキストリンであるPF-L及びPF-Cを用い、ショ糖に添加する食物繊維量をほぼ等しく調整した時（0.14g/kg体重）、同程度に耐糖能改善効果が現れることを観察し、PF-L及びPF-Cの食物繊維部分が耐糖能改善効果を示す有効成分であることを明らかにした。

難消化性デキストリンの耐糖能改善効果は、臨床試験においても検証した。健常成人を対象とした糖負荷試験に用いたトレーランG75（液状）の糖組成は、生体の浸透圧との関係から下痢や嘔吐などの副作用を惹起しないように調製されており、糖組成はグルコース35.5%、マルトース19.5%、マルトトリオース12.5%、オリゴ糖+デキストリン（四糖類以上）32.5%である（トレーランG75 225mlは消化された状態でグルコース75gに相当する）¹⁰⁾。本研究では、PF-Lに含まれるグルコースと食物繊維の量を考慮し、PF-L 40ml（グルコース13g、食物繊維 16g）をトレーランG75 185ml（グルコース62g）に添加して投与し（糖質75g+食物繊維16g）、トレーランG75単独投与負荷時の血糖値並びにインスリン分泌と比較した。その結果、血糖頂値並びにインスリン分泌は、PF-L添加条件下では、非添加条件下に比して有意に低下することを認めた。

更に、NIDDM患者を対象に難消化性デキストリンの連続投与試験を行った。この試験では、食物繊維含有量の高いPF-Cを用いた。また、被験者の病態に配慮し、PF-C連続投与前後での耐糖能の変化は、トレーランG75負荷試験ではなく、被験者の負担の軽い試験食負荷試験により評価した。その結果、投与開始前の治療内容（食事療法及び投薬内容）を全く変更することなく、PF-C投与3か月目において5例中4例でそれぞれ耐糖能の改善を認めた。これら4例は、いずれも試験開始前3か月以上継続してSU剤を服用していたが、その間の血糖コントロール状態（HbA_{1c}の値を基準として判定、9%以上：不良、7～9%：ほぼ良好、7%未満：良好）は、“不良”（被験者KA：HbA_{1c} 13.3%）または“ほぼ良好”（被験者KY：7.7%、MI：6.8%、IT：7.4%、KD：7.3%）で一定していた。しかし、PF-C投与開始後3か月目において空腹時血糖値及び食後血糖値の上昇は開始時に比べそれぞれ低下した。これらのことを考慮すると、本治療における耐糖能改善はSU剤単独の効果と考えるよりも、効果の一端にPF-Cが寄与した結果であると考えられた。また、残る1例（被験者KY、食事療法のみでコントロール）については、PF-C投与3か月目にはほぼ開始時の耐糖能に復していたが、投与2か月目までは耐糖能の改善がみられており、このケースにおいてもPF-Cは耐糖能改善に一定の効果を実したものと考ええる。

一方、試験開始時及びPF-C投与3か月目のHbA_{1c}の値と食事負荷試験での血糖値曲線下面積の推移は、必ずしも一致していなかった。例えば、被験者KDでは、投与1か月目の食事負荷試験の結果をみると耐糖能の悪

化がみられ、3 か月目に血糖値曲線下面積の低下がみられたにもかかわらず3 か月目のHbA_{1c}の値は開始時より高値を示していた。また、被験者KYでは、上述したごとくPF-C投与2 か月目までは耐糖能の改善がみられたが、3 か月目には開始時の状態に復していた。これに対し、3 か月目のHbA_{1c}値は開始時より低下していた。HbA_{1c}は採血時の1～2 か月前の血糖コントロール状態を反映する指標であることを考慮すると、食事負荷試験後の血糖値とHbA_{1c}値は一部乖離を示したが、これらの結果はPF-Cの耐糖能改善効果を否定するものではない。

PF-L及びPF-Cは水溶液の粘度が同濃度のショ糖水溶液と大差なく、セロファン透析膜を用いた拡散実験¹¹⁾、並びにラットや健常成人への長期投与試験の結果^{2, 3, 12, 13)}、ミネラルなどの吸収阻害作用はないことが明らかにされている。更に、溶解率は70%と高いため、食物繊維の目標摂取量(20～25g/日)¹⁴⁾を容易に補える利点がある。また、摂取した健常成人の半数が下痢を起こす単回投与量は、食物繊維量に換算して60g(PF-Lとして150ml, PF-Cとして55g)以上と推定されており¹⁵⁾、効果量並びに通常の使用量を考慮すると安全性の高い食物繊維といえる。本研究においても、難消化性デキストリンの摂取に起因すると考えられる副作用(例えば下痢や腹痛)は観察されなかった。

以上、本研究により明らかにされた効果と安全性を勘案し、難消化性デキストリンは食後の血糖値上昇を緩やかにし、インスリンの必要量を低減する上で有用であると考ええる。更に、連続摂取することにより糖代謝改善効果が期待できるものと考ええる。

要 約

馬鈴薯でんぷん由来の低粘性水溶性食物繊維である難消化性デキストリン(PF-L:食物繊維含有率55%, PF-C:同92%)の耐糖能改善効果をラット、健常成人並びにインスリン非依存型糖尿病(NIDDM)患者において評価した。

1) Sprague-Dawley系雄ラットのショ糖 1.5g/kg体重経口投与後の血糖値上昇は、PF-L (340 μ l/kg体重)並びにPF-C (0.15g/kg体重)存在下では非存在下に比べ有意に低下した。

2) 健常成人8例を対象とした経口糖負荷試験において、PF-L 40ml(食物繊維量 16g)はトレランG75負荷により血糖値上昇並びにインスリン分泌を有意に低下させた。

3) 30kcal/kg体重の食事制限を3か月以上施行し、状態の安定しているNIDDM患者5例を対象にPF-Cを3か月間投与(30g/日)し、試験食(459kcal)負荷試験により耐糖能の変化を観察した。その結果、3か月目では5例中4例で開始前に比べ耐糖能の改善が認められた。残り1例についても2か月目までは改善がみられた。

文 献

- 1) 大隈一裕, 松田 功, 勝田康夫, 半野敬夫: 澱粉の熱変性と酵素作用—難消化性デキストリンの特性—, 澱粉科学, **37**, 107～114 (1990)
- 2) 松岡 瑛, 永野貞明, 斉藤通宏: 難消化性デキストリンの連続投与試験(第1報) 健常人における脂質代謝改善効果の検討, 臨床栄養, **80**, 167～172 (1992)
- 3) 藤原啓子, 松岡 瑛: 難消化性デキストリンの連続投与試験(第2報) インスリン非依存型糖尿病患者における脂質代謝改善効果の検討, 臨床栄養, **83**, 301～305 (1993)
- 4) 若林 茂, 植田由香, 松岡 瑛: 各種糖質負荷後のラットの血糖値ならびにインスリン分泌に及ぼす難

- 消化性デキストリンの影響, 栄食誌, **46**, 131~137 (1993)
- 5) Wakabayashi, S., Kishimoto, Y. and Matsuoka, A.: Effects of indigestible dextrin on glucose tolerance in rats, *J. Endocrinol.*, **144**, 533~538 (1995)
  - 6) 若林 茂: 難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響 (第1報) 消化吸収試験および糖負荷試験による検討, 日内分泌誌, **68**, 623~635 (1992)
  - 7) 若林 茂, 植田由香, 松岡 瑛: 難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響 (第2報) 高ショ糖食飼育ラットに対する連続投与試験, 糖尿病, **35**, 873~880 (1992)
  - 8) 若林 茂: 難消化性デキストリンの耐糖能に及ぼす影響 (第3報) 耐糖能障害モデルにおける効果の検討, 日内分泌誌, **69**, 594~608 (1993)
  - 9) 讀井和子, 世利謙二, 秋野利郎, 堀越弘毅: 糖負荷後の血糖上昇および消化管輸送能に及ぼす新規な低分子グアガムの作用, 栄食誌, **45**, 417~422 (1992)
  - 10) 井出 肇, 相川忠弘, 小熊 豊, 境 弘, 加地 浩: トレーランG50とブドウ糖との比較, ホルモンと臨床, **25**, 1161~1163 (1977)
  - 11) 野村 誠, 大橋 誠, 西側孝昌, 久保田昌詞, 大隈一裕, 中島泰子, 阿部 裕: 各種食物繊維による栄養素の拡散阻害効果の検討, 臨栄誌, **13**, 141~147 (1992)
  - 12) 若林 茂, 里内美津子, 野上義喜, 大隈一裕, 松岡 瑛: ラットのコレステロール代謝に及ぼす難消化性デキストリンの影響, 栄食誌, **44**, 471~478 (1991)
  - 13) 野村 誠, 中島泰子, 阿部 裕: 水溶性食物繊維長期投与時における脂質と糖代謝に与える影響の検討, 栄食誌, **45**, 21~25 (1992)
  - 14) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修: 第五次改定日本人の栄養所要量, p.59 (1994) 第一出版, 東京
  - 15) 里内美津子, 若林 茂, 大隈一裕, 藤原啓子, 松岡 瑛: 難消化性デキストリンのヒト便通に及ぼす影響, 栄養誌, **51**, 31~37 (1993)

(受付: 平成6年11月14日)