

甘藷を原料とした機能性食品の整腸効果について

Effect on Intestinal Regulation of a Functional Food made from Sweet Potato

玉城 和彦¹, 玉城 武², 其木 茂則³

¹カリフォルニア大学デービス校 (カリフォルニア州デービス 95616)

²秋草学園短期大学 (〒359-1112 埼玉県所沢市泉町 1789)

³麻布大学生命・環境科学部 (〒229-8501 神奈川県相模原市淵野辺 1-17-71)

Kazuhiko Tamaki*, Takeshi Tamaki** and Shigenori Sonoki***

*Department of Food Science & Technology, University of California, Davis, CA 95616, USA

**Akikusa Gakuen Junior College, Saitama 359-1112, Japan

***Azabu University, Kanagawa 229-8501, Japan

Abstract: Experimental results of the effects of the intake of a functional food, derived from sweet potato, on defecation are described. After ingestion, functional food significantly increased the weekly defecation frequency and the defecation output, and the effect was more prominent in constipated subjects. The quality of defecation (color, odor, shape) was also measured and all of the qualities were improved after ingestion, especially in constipated subjects. Although the effect was not significant in the non-constipated adults, there was some tendency of the improvement. In conclusion, ingestion of the functional food derived from sweet potato promoted the defecation frequency as well as the stool quality and increased the stool amount in constipated subjects.

Key words: intestinal regulation, constipated subject, defecation frequency, sweet potato, quality of defecation

キーワード：整腸 便秘傾向者 排便回数 甘藷 排便の質

緒 言

甘藷は、17世紀に中国から沖縄へ伝えられ、それから九州へと伝播した澱粉質の、ひるがお科に属する植物で、栄養的には食物繊維やビタミンA, C, Eなどを豊富に含み緑黄色野菜の栄養分も兼ね備えている。それは、荒れ地にも生育し、栽培に手間がかからず、単位面積当たりのカロリー生産が最も多い優れた作物で、我が国の戦後の食糧難時代の重要な食糧であり、我々を飢餓から救ってくれた作物である。時代の進歩につれ、食糧事情がよくなると甘藷に変わって米やパンが登場し、次第に甘藷は食卓から消えていった。その利用・加工についての学問的な研

究は、農水省を中心になされているものの、時代が求める甘藷の高度利用は充分になされているとは言えないのが現状である。そこで筆者らは、甘藷の加工に、プロバイオティクスの考えを導入して、澱粉供給食品から機能性食品へと変換し、その高付加価値化の研究を行って来た。

我が国政府は甘藷の消費の落ち込みを打破しようと、消費者が求める多様な食の需要にも対応できるようβ-カロテン、アントシアニンなどの高色素系甘藷の開発に取り組んできた^{1,2)}。その結果開発された品種としてベニハヤトとアヤムラサキがあり、前者は我が国初のカロテン芋で、安全なビタミンAを含み、我々の健康を高めてくれる³⁾。一方後者は抗

酸化能⁴⁾、肝機能障害の軽減⁵⁾、抗変異原性⁶⁾等の機能性が認められる。高色素系甘藷はカラフルで見た目にもきれいで心を和ませ、食欲を増し天然の色は体に良いと言われるとおりの高い機能性を有することから、筆者らはその色に着眼した。

発酵学は微生物の力を活用して人間に有用な有機物をつくり、我々の生活を豊かにした。その一つである乳酸発酵について、乳酸菌による発酵乳の歴史は古く、メニチコフによって発酵乳の不老長寿説が提唱され世界的に有名になったが、その内容は“コーカサス地方の人々に長寿者が多いのは、乳酸菌を多量に含む発酵乳を毎日食べて、乳酸菌が腸内に定着して、有害菌による腐敗を抑え、老化を遅くさせている”というものであった。今日その研究はプロバイティクスとして世界的に広く研究され発展の途にある。筆者らは、 β -カロテンを多量に含んだ橙色の甘藷に、プロバイオティクス性の高い乳酸菌⁷⁾を生育させ、健康機能の富化を目指した機能性のある食品を完成させた（加工した食品をプロバイオティクス芋と命名し、以下それを probiotics IMO と記す）。食品加工の本来の目的は食品の持つ二次機能および三次機能の向上である。ここでは甘藷を原料として加工された probiotics IMO が、どのような整腸効果を持つかについての研究を重点に、原料甘藷の蒸し芋が加工によりどれくらい二次機能（美味しさ）が向上したかについても研究を行った。

方 法

1. 甘藷および一般成分分析

2004年10月鹿児島県で収穫されたベニハヤト芋を使用した。一般成分の分析は、水分は乾燥法、澱粉は酵素法、グルコース、スクロースおよび総カロテンは高速液体クロマトグラフ法、たんぱく質はケルダール法、脂質はソックスレー抽出法により行った。

2. 甘藷を原料とした機能性食品の製造

原料のさつまいも1kgを水洗し、60～65℃で蒸煮してさつまいも芋の持つ酵素で糊化・糖化し、それから100℃に昇温し1時間加熱して糖化を促進した。次に1.8ℓの蒸留水と5gの α -amylase (uniase BM-8 80,000 unit/g)を加え、60℃、3時間保持した。続い

て5gのgluco amylase (uniase 30 80,000 unit/g)を加え、55℃、1時間糖化して澱粉の糖化を完了させ、それをガーゼでろ過した。（ろ過された液を probiotics IMO の原料という意味で、以下 material for probiotics IMO と記す）。調製した material for probiotics IMO に yeast extract (sensient 社、酵母エキス B2) 0.5%、peptone (DMV 社) 0.5%、脱脂粉乳（雪印乳業（株））7%の割合で加え、pH7に調整し、121℃、15分間高压蒸気滅菌した。次いで20℃まで冷却し、バニラエッセンス（長谷川香料（株））0.05%、イチゴエッセンス0.05%を添加し、乳酸菌 *Lactobacillus brevis* subsp. *coagulans* 1.8×10^8 /g のスターターを0.5%接種し、35℃、20時間で発酵させてゲル状の probiotics IMO を作成した。

なお probiotics IMO の成分分析は原料芋と同じ方法で、滴定酸度は試料10gを中和するのに必要な1/10 mol NaOH量であらわした。

3. 供試した乳酸菌

市販の製品より分離した *Lactobacillus brevis* subsp. *coagulans* を用いた。

4. 官能評価

加工操作により甘藷の持つ二次機能が向上したか否かをみるために、甘藷の高次加工において、原料処理時の60～65℃で蒸煮後100℃に昇温し1時間加熱して糖化を促進した蒸し芋と、高次加工後の probiotics IMO について、つぎの条件で二つの美味しさの比較試験を行った。

評価者：体に異常のない健康な日本人女性、年齢19～25歳10名、甘藷と乳酸発酵食品のいずれかの一方だけが好きと答えた人を除き、両方とも好きと答えた人を選抜した。

評価室の室温と試料の温度：20℃

評価方法：アイマスクをして、実験助手により一方の試料約30gの試料を最初においを嗅いでもらい、次に口に入れてもらった。試験後蒸留水で口をすすぎ、10分後もう一方の試料について同様の手順で食べてもらい、次の5段階評価基準で総合的な美味しさを評価した。続いて順序効果を考慮して試料の順序を変えて同様の試験を実施した。試験の時刻は評価者の体のコンディションが良いといわれる午

前10時を選んだ。

1	2	3	4	5
おいしくない		普通		おいしい

統計計算：SPSS ver. 11.0によるt検定⁸⁾を行った。

5. 整腸効果試験

試験条件：ヘルシンキ宣言⁹⁾の精神により摂食試験を実施した。

摂食期間：14日間 probiotics IMO 150 g を摂食し、それを摂食しない14日間の便性状との比較を行った。但し試験期間中、乳酸菌を含む食品、発酵乳、乳酸菌飲料、チーズやオリゴ糖を含む食品、納豆、キムチ、整腸剤等を控えるように被験者に伝えた。但し習慣的に摂取している場合はそのまま摂取を認めた。

被験者：非便秘傾向者女性3名（排便回数 9回以上/2週間）便秘傾向者女性3名 排便回数 8回以下/2週間）けいれん性便秘傾向者2名 年齢19～35歳

測定項目：排便回数、排便量、色調、便臭、排便後の爽快感、形状

結果 および 考察

蒸し芋と比較した probiotics IMO の二次機能（美味しさ）特性と、 probiotics IMO の持つ三次機能特性の整腸効果についての試験結果は次のとおりであった。

1. 原料芋および probiotics IMO の一般成分

原料芋の一般成分のうち、水分 71.3 %、澱粉 14.8 %、グルコース 0.15 %、スクロース 2.70 %、総カロテン 8.10 mg /100g、たんぱく質 1.5 %、脂質 0.4 %であった。一方 probiotics IMO の一般成分につ

いて、水分 88.5 %、澱粉 0.0 %、グルコース 7.10 %、滴定酸度 5.0 mlであった。カロテン含量が高く肉質は写真に示す通り橙色であった。

2. 二次機能（嗜好性）特性

原料処理時の60～65℃で蒸煮後100℃に昇温し、1時間加熱して糖化を促進した蒸し芋と probiotics IMO について、10名の評価者により5段階評価法で総合的な美味しさを比較したところ、前者の評点平均値が3.4に対し、後者は3.8であった。二つの平均値間の有意性をt検定したところ、 $p < 0.05$ で有意で、高次加工により美味しさが向上することが明らかになった。食品加工の目的は食品の美味しさを増やすことがその一つにあげられており、その条件を満たすことが判明した。また蒸し芋のもつ芋臭は嗜好性が低い、乳酸発酵によってそれが向上することが10名の評価者全員によって確認された。

3. 三次機能（機能性）特性

排便をスムーズにする作用を有するものとして、食物繊維¹⁰⁾、オリゴ糖^{11,12)}、乳酸菌^{13,14)}があげられる。食物繊維には水溶性と不溶性の二種があり、特に不溶性食物繊維は保水力が強く、それによって便を軟らかくし、かさを増加させる。また食物繊維は水に溶けるとゲル状になって腸管を移動するようになり、これが血糖値の上昇を抑制し、血中コレステロールを抑える働きが期待される。さらに善玉菌によって分解されて有機酸や短鎖脂肪酸に変わり、結果的に大腸の中が酸性になり悪玉菌が住みにくくなる。オリゴ糖も同様に整腸効果を持つ。また乳酸菌についてもプロバイオティクスとして整腸効果を持つことが広く認められている。

腸の中には善玉菌と悪玉菌が常住しており、善玉菌を増やすことにより腸内のバランスを良好にし、免疫が調節され健康が増進される¹⁴⁾。また現代人としてくに女性に便秘が多いと言われるが、ビフィズス菌を含む発酵乳を摂食することにより、便性が改善される¹⁵⁾。我々が食べ物を摂ると胃や小腸で消化され吸収される。吸収されなかった残りのものは、腸のぜん動運動によって肛門の方へと送り出され体外へ排出される。このぜん動運動がうまく行われないと、便は大腸に留まり便秘の原因となる。大腸に長時間

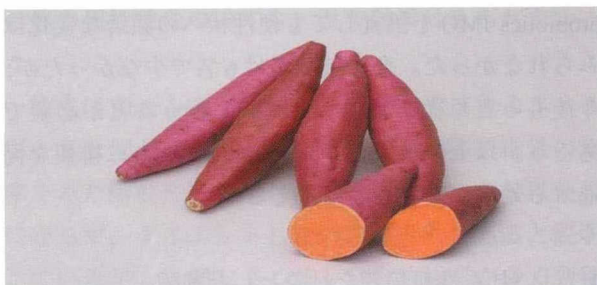


写真 ベニハヤト芋

表1 probiotics IMO が排便回数及び量に及ぼす影響

		非摂食期	試験摂食期
回数	非便秘傾向者	a	9
		b	10
		c	10
	便秘傾向者	d	7
		e	8
		f	8
量	非便秘傾向者	a	3
		b	4
		c	4
	便秘傾向者	d	2
		e	3
		f	3

排便量は鶏卵Mサイズ（短径4 cm, 長径5.5 cm）を基準とし, 1: 1個分以下 2: 1~2個分 3: 2~3個分 4: 3個以上

留まっているために水分が吸収されて便が硬くなり, ますます出にくくなってしまふ。

Lactobacillus brevis subsp. *coagulans* を100 g当り 1.8×10^{10} 個以上含む probiotics IMO を1日150 gを2週間摂食してもらい, 排便状況に変化がみられるか調べた。排便回数では probiotics IMO を摂食した場合, 増加する傾向がみられ, 特に便秘傾向者ではその傾向が強かった。排便量に関しては probiotics IMO を摂食することにより, 増加する傾向がみられ, 特に便秘傾向者ではその傾向が強かった (表1)。

次に便の色調では probiotics IMO を摂食することにより, 黄色化する傾向がみられ, 便秘傾向者ではその傾向が強かった。便臭では probiotics IMO を摂食することにより, 弱くなる傾向がみられ, 排便後の爽快感は改善される傾向がみられた (表2)。色調は胆汁中に含まれるビリルビンに起因し, それは酸性で黄色を呈しアルカリ性で茶褐色になる。甘藷中の食物繊維やオリゴ糖が有機酸に変わったためなのか, *L. brevis* により産生された有機酸によるのか, あるいは両者の相乗効果なのかは, 本試験からだけでは明確でないが, 産生された有機酸によって, 便が酸性に傾き, 便が黄色味を帯びたものと考えられる。

便の形状は項目を「コロコロ状+カチカチ状」「バナナ状+半練り状」「泥状+水状」に分けて解析した

表2 probiotics IMO が便性状に及ぼす影響

		非摂食期	試験摂食期
色調	非便秘傾向者	a	3
		b	3
		c	3
	便秘傾向者	d	2
		e	2
		f	2
便臭	非便秘傾向者	a	3
		b	3
		c	3
	便秘傾向者	d	2
		e	2
		f	2
排便後の爽快感	非便秘傾向者	a	3
		b	3
		c	3
	便秘傾向者	d	2
		e	2
		f	2

色調は 1: 黒に近い焦げ茶色 2: 焦げ茶 3: 茶 4: 濃い黄土色 5: 黄土色 6: 黄
 便臭は 1: 強い 2: やや強い 3: 弱い 4: 殆どない
 排便後の爽快感は 1: すっきりしない 2: あまりすっきりしない 3: ややすっきりした 4: すっきりした

(表3)。「コロコロ状+カチカチ状」はいずれの被験者でも, probiotics IMO を摂食することにより減少する傾向がみられ, 一方「バナナ状+半練り状」は増加する傾向がみられた。また「泥状+水状」は出現率が低く, 便秘傾向者で1回みられたものの非便秘傾向者ではみられなかった。

非便秘傾向者がたとえ発酵乳を摂食しても, 便性状や排便回数に顕著な変化はみられないことが報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。本研究結果でも非便秘傾向者では probiotics IMO を摂食しても便性状への顕著な変化はみられなかった。今回被験者は6名で少なかったが, 今後もっと母数を増やした試験を行うことが必要であろう。以上の結果より, probiotics IMO に排便を促進する効果があるものと考えられた。

4. けいれん性便秘者を対象とした試験

けいれん性便秘は, 精神的ストレスなどにより自

表3 probiotics IMO が便の形状に及ぼす影響

		非摂食期	試験摂食期	
形 状	a	コロコロ状+カチカチ状	6	5
		バナナ状+半練り状	2	4
		泥状+水状	1	1
	非便秘傾向者 b	コロコロ状+カチカチ状	6	5
		バナナ状+半練り状	3	4
		泥状+水状	1	1
	c	コロコロ状+カチカチ状	6	5
		バナナ状+半練り状	2	4
		泥状+水状	1	1
	d	コロコロ状+カチカチ状	5	4
		バナナ状+半練り状	2	4
		泥状+水状	0	0
	便秘傾向者 e	コロコロ状+カチカチ状	6	5
		バナナ状+半練り状	2	4
		泥状+水状	0	0
	f	コロコロ状+カチカチ状	5	4
		バナナ状+半練り状	2	4
		泥状+水状	0	0

数値は出現回数を示す。

律神経が乱れ、腸のぜん動運動が強すぎ、大腸の筋肉がけいれんを起こして細くなり、便が通りにくくなる便秘である。上記の便秘は食生活を工夫することによって改善できるが、けいれん性便秘はストレスなどの原因を解決することが必要である。今日、生活が非常に便利になったが、それとともにストレスを受けやすい環境になって、若い人にけいれん性便秘が多く見られる。

けいれん性便秘傾向のみられる被験者gとhに、上記試験方法で14日間probiotics IMOを摂食してもらい、上記の試験項目について整腸効果がみられるか調べてもらった。ところが表4から明らかなように、排便回数は14日間に1回と改善は見られず、その他の便性状についても、改善効果はみられなかった。

松生はfiber index（食材100g中に含まれるエネルギー量と同じく100g中に含まれる食物繊維量の比率をみた指数）を提唱し、その値が低い食材は便秘にならず、ダイエットしたい方に有効であると説明している¹⁹⁾。一般にさつま芋は食物繊維が多く便秘に効果があると言われ、一方では澱粉を多く含むと

ころから太ると言われる。我々は澱粉を基質としてプロバイオティクス性の高い乳酸菌で発酵させ澱粉を乳酸へ変換し、エネルギーを低減させた食品を開発した。ここではその保健効果について調べた。

健常な便秘傾向の女性を対象とした今回の試験で、我々が開発した甘藷を原料とした機能性食品（probiotics IMO）を摂食することにより、排便回数や排便量、臭いおよび形状等の便性状が改善される傾向が認められた。それは食物繊維やオリゴ糖がビフィズス菌等の善玉菌の増殖を促し、それに伴って産生した有機酸がぜん動運動を刺激して便通を促進したためと推察された。

便秘症患者の便性状は量は少なく臭いは強く、色は黒褐色で、硬さは硬いと言われている¹⁸⁾。本試験の便秘傾向者においても、probiotics IMO摂取前の対照期にはそのような便性状が見られたが、probiotics IMO摂取により排便回数および排便量の増加、臭いの低減、色の黄色化、硬度の軟化が観察され、便性状が改善されることが示された。これはビフィズス菌のような善玉菌の増殖が、便性状に変化をおよぼしたものと考えられる。

表4 probiotics IMO がけいれん性便秘傾向者排便に及ぼす影響

		非摂食期	試験摂食期
	回数	便秘傾向者 g	1
	量		1
	色調		2
	便臭		2
	排便後の爽快感		1
形状	コロコロ状+カチカチ状		1
	バナナ状+半練り状		0
	泥状+水状		0
	回数	便秘傾向者 h	1
	量		2
	色調		1
	便臭		2
	排便後の爽快感		1
形状	コロコロ状+カチカチ状		1
	バナナ状+半練り状		0
	泥状+水状		0

排便量は鶏卵Mサイズ（短径4 cm，長径5.5 cm）を基準とし，

1：1個分以下 2：1～2個分 3：2～3個分 4：3個以上

便臭は 1：強い 2：やや強い 3：弱い 4：殆どない

排便後の爽快感は 1：すっきりしない 2：あまりすっきりしない

爽快感は 3：ややすっきりした 4：すっきりした

形状の数値は出現回数を示す。

便秘を改善することは、悪玉菌が大腸内容物に対して作用する時間を短縮させて、発がん物質の生成を抑制するとともに、発がん関連物質が大腸粘膜に対して作用する時間を短縮することとなり、がん化の危険性を低くすることにつながる²⁰⁾。Probiotics IMOの摂取は、便秘の改善を通して大腸がんの予防につながる事が期待されるが、大腸がんとの関連についてはこれからの研究が必要である。健常な便秘傾向者には、probiotics IMOの整腸効果が期待できる。便秘にはいろいろな種類があるが、けいれん性便秘は精神的ストレスが原因で、自律神経のバランスを崩し引き起こされる。けいれん性便秘者を対象とした試験では、顕著な便性状の改善効果は見られなかった。

桂らは²¹⁾ 医師のもと、通院治療中の慢性便秘患者を対象に*L. brevis*（ラブレ菌と称している）入り飲料による下剤使用量低減化試験を行い、下剤使用回数と下剤使用総量を低減できる可能性を示唆した。慢性便秘患者の薬剤に頼った排便が、自然な排便に

改善される一助になる可能性が示された。一方オリゴ糖について高齢者を対象とした試験で、原²²⁾は食事にラクトスクロースを取り入れたところ、緩下剤の使用量が低減されたことを報告している。老人ホームにおける居室の独特の臭いが改善され、排便作業が楽になり介護者にかかる負担が大幅に緩和されたことが大きなメリットであると説明している。下剤の使用量や種類については個人差があり、その改善効果との関係について今後更なる研究が必要と思われるが、食を工夫することにより薬剤への依存の問題を解決できることを示すものである。

現代人は消費エネルギー量に対する摂取エネルギー量が多いことが、緒々の生活習慣病を引き起こしている一因と考えられている。本研究により我々のエネルギー源となる澱粉はその含量がprobiotics IMOではゼロとなったことから、低エネルギー食品になったと言える。また乳酸発酵により、蒸し芋でみられた芋臭が減少して風味が向上し、pHの低下による貯蔵性の向上も期待される。加えてプロバイオティ

クス効果による整腸効果のほか免疫力の向上が期待できる。また本研究で作成した probiotics IMO は原料甘藷に由来する色と食品のもつ二次機能（美味しさ）それから三次機能（機能性）も有していることが明らかになった。食糧の自給率アップが唱えられている今日、自国でコスト安に作られる甘藷が、時代のニーズにあった食品として、その付加価値が高められたと言えよう。現在 probiotics IMO 摂食によって免疫力が調節され、どのように保健効果が高められたかについて研究を続けている。

本研究にあたり、ベニハヤト芋についてご指導いただき、資料を提供くださいました鹿児島県農業開発総合センター田丸保夫室長、久米隆志室長に深謝いたします。

要 約

甘藷を原料とした機能性食品の整腸効果について調べたところ、次の知見が得られた。

- ① 排便回数は probiotics IMO を摂食した場合、増加する傾向がみられ、特に便秘傾向者ではその傾向が強かった。排便量に関しては probiotics IMO を摂食することにより、増加する傾向がみられ、特に便秘傾向者ではその傾向が強かった。
- ② 便の色調では probiotics IMO を摂食することにより、黄色化する傾向がみられ、便秘傾向者ではその傾向が強かった。それは便が酸性に傾き、便が黄色味を帯びたものと考えられる。便臭では probiotics IMO を摂食することにより、弱くなる傾向がみられ、排便後の爽快感は改善される傾向がみられた。
- ③ 便の形状は項目を「コロコロ状+カチカチ状」「バナナ状+半練り状」「泥状+水状」に分けて解析した。「コロコロ状+カチカチ状」はいずれの被験者でも、probiotics IMO を摂食することにより減少する傾向がみられ、一方「バナナ状+半練り状」は増加する傾向がみられた。また「泥状+水状」は出現率が低く、便秘傾向者で1回みられたものの非便秘傾向者ではみられなかった。
- ④ 蒸し芋と probiotics IMO について、10人の評価者により5段階評価法でおいしさを比較したと

ころ、前者の評点平均値が3.4に対し、後者は3.8であった。二つの平均値間の有意性をt検定したところ、 $p < 0.05$ で有意で、高次加工により美味しさが向上した。

参考文献

- 1) 山川 理, 熊谷 亨, 吉永 優, 高アントシアカンしょ「アヤマラサキ」の育成 九州農業研究 **58**, 23 (1996).
- 2) 山川 理, 吉永 優, 熊谷 亨, 日高 操, 小巻 克巳, 久木村久, 石黒浩二, カンショ新品種“ジェイレッド”の育成 九州農業試験場報告, **33**, 49-72 (1998).
- 3) Olson, J.A., Biological actions of carotenoids. *The Journal of Nutrition*. **119**, 94-95 (1989).
- 4) Furuta, S., Suda, I., Nishiba, Y. and Yamakawa O., High tert-Buthylperoxyl Radical Scavenging Activities of sweet Potato Cultivars with Purple Flesh. *Food Science and Technology International, Tokyo*. **4**, 33-35 (1998).
- 5) 須田郁男, 古田収, 西場洋一, 山川理, 松ヶ野一郎, 杉田浩一, 紫甘しょジュース飲用ラットにおける四塩化炭素誘起肝障害の軽減 食品科学工学会誌 **44**, 315-318 (1997).
- 6) Yoshimoto, M., Okuno, S., Yoshinaga, M., Yamakawa, O., Yamaguchi, M. and Yamada J., Antimutagenicity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) roots. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* **63**, 537-541(1999).
- 7) Kishida, T., Uno, K., Kishi, A., Onishi, T. and Matsubara, Y., Enhancement of Immunological Functions by *Lactobacillus brevis* subsp. *Coagulans*. *THE CLINICAL REPORT*, **27**, 3701-3707 (1993).
- 8) 市原清志, バイオサイエンスの統計学 南江堂, 東京 pp.28-41 (1989).
- 9) 世界医師会のヘルシンキ宣言 2004年版.
- 10) 土居邦紘, 辻啓介, 食物繊維—基礎と臨床— pp.353-360 朝倉書店, 東京 (1997).
- 11) Hara, H., Shou-Tou Li, Sasaki, M., Maruyama, T., Terada, A., Ogata, Y., Fujita, K., Ishigami, H., Hara, K., Fujimori, I. and Mitsuoka, T., Effective dose of Lactosucrose on Fecal Flora and Fecal Metabolites of Humans. *Bifidobacteria Microflora* **13**, 51-63 (1994).
- 12) 緒方幸代, 藤田孝輝, 石神博, 原耕三, 寺田厚, 原宏佳, 藤森勳, 光岡知足, 4G-βD-Galactosylsucrose (Lactosucrose) の少量摂取がヒト腸内フローラおよび糞便性状に及ぼす影響 日本

- 栄養・食糧学会誌 46, 317-325 (1993).
- 13) Matsumoto, K., Takada, T., Shimizu, K., Kado, Y., Kawakami, K., Matsuno, I., Yamaoka, Y., Hirono, K., Nishimura, A., Kajimoto, O. and Nomoto, K., The Effect of a Probiotic Milk Product Containing *Lactobacillus casei* Strain Shirota on the Defecation Frequency and the Intestinal Microflora of Sub-optimal Health State Volunteers: A Randomized Placebo-controlled Cross-over Study. *Bioscience Microflora* 25, 39-48 (2006).
 - 14) 伊藤喜久治, プロバイオティクスとバイオジェニクス (株)エスティーエス, 東京 pp.27-29 (2005).
 - 15) Benno, Y. and Mitsuoka, T., Impact of *Bifidobacterium longum* on Human Fecal Microflora., *MICROBIOLOGY and IMMUNOLOGY* 36, 683-694 (1992).
 - 16) Nishida, S., Goto, M., Akutsu, S., Ono, M., Hitomi, T., Nakamura, T., Iino, H., Effect of Yogurt Containing *Bifidobacterium lactis* BB-12 on Improvement of Defecation and Fecal Microflora of Healthy Female Adults. *Milk Science* 53, 71-80 (2004).
 - 17) Mori, K., Nakagawa, K., Kato, I., Ogawa, H., Bessho, H., Inoue, T., Kawai K., Imamura S., Shinho, H., Tamai, I., Nakano, H., Katsuya, H., Effect of the fermented milk drink with *Lactobacillus casei* strain SDR1202 and *Lactobacillus helveticus* strain SDR1101 on the defecation, fecal properties, fecal microflora and safety in human volunteers. *Journal of Nutritional Food* 5, 11-27 (2002).
 - 18) Uchida, K., Akashi, K., Kusunoki, I., Ikeda, T., Katano, N., Motoshima, H. and Benno, Y., Effect of fermented milk containing *Bifidobacterium lactis* Bb-12 on stool frequency, defecation, fecal microbiota and safety of excessive ingestion in healthy female students -2nd report-. *Journal of Nutritional Food* 8, 39-51 (2005).
 - 19) 松生恒夫, 腸内リセット健康法 講談社, 東京 pp.179-185 (2007).
 - 20) 坂元一久, 便秘 (その実態・種類・診断・治療法などについて) 診断と新薬 23, (8) 9-18 (1986).
 - 21) 桂 幸次, 信田幸大, 矢加部隆史, 矢嶋信浩, 2008年度乳酸菌学会講演要旨集 pp.114.
 - 22) 原 耕三, 砂糖を原料とした機能性甘味料「乳果オリゴ糖」のその後 砂糖類月報 2, 3-12 (1995).