

調査・研究

いも類の機能性 “食物繊維と健康”



大妻女子大学 津久井亜紀夫

1. いも類は「穀類」それとも「野菜類」？

サツマイモ（ヒルガオ科）やキャッサバ（トウダイグサ科）などは根が肥大して塊根を形成するが、ジャガイモ（ナス科）、サトイモ（サトイモ科）、キクイモ（キク科）およびこんにゃくいも（サトイモ科）などは地下茎が肥大して塊茎を形成する。またヤマノイモ（ヤマノイモ科）は地下茎と根の中間的な性質の担根体である。これらいも類は国々によって主食やそれに準ずる食べ物としているが、単一の科に属する植物ではなく塊根あるいは塊茎にデンプンやその他難消化性多糖類（イヌリン及びマンナンなど）を蓄えた食用作物である。農林水産省の野菜価格安定対策事業では国民生活上極めて重要な14品目の「指定野菜」にジャガイモが含まれ、「指定野菜」に準ずる野菜とした34品目の「特定野菜」にはサツマイモとヤマイモが農林省令で定められている。農林水産統計用語事典¹⁾ではジャガイモ、サトイモは野菜として扱われ、サツマイモはデンプン原料のエネルギー源でもあることから米と同じ作物に分類されている。一方、日本食品標準成分表「以下成分表」（文部科学省）²⁾では、18食品群に分類され野菜類のなかにいも類を分類することもできるが「でん粉・でん粉製品」として一括されている。このように各分野でのい

も類の定義や分類は統一的なものではなく、それぞれの必要性に応じて行われている。

2. 食生活と疾病

日本人が病気で亡くなる死因の第1位はガンで、これは高齢者の数が増えたことが大きく影響している。近年、少子化や高齢化が急速に進み食の消費構造が様変わりし、戦後食生活は日本型から欧米型に依存してきた。昭和55年以降、部位別では胃ガンが減り大腸ガンなどが増加、また心臓病で命を落とす人が増えてきた。誰もがマグロのトロや霜降り牛肉などはおいしく感じるし、油脂の割合が比較的多い欧米型の料理の味に慣らされエネルギー過剰摂取の食生活に移行してきた。最近、消費経済が低迷し経済危機に陥っても食べ物は豊富に出回り食べ過ぎによる肥満者が減ることはなく、5人に1人はインスリンの出る量が少ないあるいは働きが悪くなる糖尿病（Ⅱ型）患者が増えている。また一方では共働きの家庭や独身者、単身赴任者、老人世帯などでは家庭で食事を作ることが少なくなりスーパーマーケットやコンビニエンスストアの出来合い食品に頼り好きな食べ物だけを食べ続け栄養が偏った人が増えている。特に老人世帯が増加すると買い物や食事づくりへの負担により質素な食生活を送る

ケースがみられ、一日の食品群のなかに乳類、卵類、いも類が少なくなり、カルシウム、たんぱく質、食物繊維が不足してきた。そのため食事で病気を予防しようとする栄養指導が試みられている。その一つに昔は不消化物の繊維をできるだけ食べ物から取り除かれてきたが、今日では食物繊維を含む食事は健康の維持に欠かせない重要な機能性成分となった。

3. 機能性食品とは

食品の機能には一次機能と二次機能のほかに、三次機能が昭和59～61年度の文部省特定研究で提唱された。

1) 一次機能（栄養機能）

栄養とは生体が必要とする物質を体外から取り入れ利用し成長、発育して生命を維持し、健全な生活活動を営むためにある。この体外から摂取する物質が栄養素である。たんぱく質、脂質、糖質、ビタミン、ミネラルの五大栄養素をバランスよく摂ることが不可欠である。自動車をヒトのからだに例えると、車体は主にたんぱく質で筋肉、皮膚、毛及び骨であり、エンジンは内臓、ホルモン、酵素、免疫などに相当する。自動車の燃料（ガソリン）は脂質や炭水化物である。脂質は炭水化物の約2倍の9kcal/gで大変効率のよいエネルギー給源であるが、摂りすぎると皮下脂肪や心臓、腎臓などの臓器の周囲に体脂肪として蓄積される。オイルはビタミンやミネラルに相当する。ビタミンは微量でからだの代謝をスムーズにする働きがあり、大部分からだのなかで作れないので食べ物として外部から取り入れなければならない。ミネラルは体液の酸・塩基平衡や浸透圧調節のほか、

骨、歯、血液などの組織を作り、ビタミン、ホルモン、酵素など重要な構成成分になっている。

2) 二次機能（おいしさの機能）

おいしさは舌および口腔内で感じる味覚（甘味、酸味、塩味、苦味、旨味）のほか、皮膚感覚を伴う辛味、渋味である。食品や料理から立ち上がった香り（アロマ）は嗅覚神経で感じる。風味は嗅覚と味覚が混合された感覚で食べ物を口に入れたときに感じる香り（フレーバー）である。また食品の色、形、光沢などや硬さ、軟らかさ、なめらかさ、弾力性、歯切れなどの感覚もおいしさの重要な要因の一つである。ジャガイモのホクホク感や焼いたサツマイモの甘く香ばしさは独特の焼きいもの香りでおいしさを感じさせる機能である。

3) 第三の機能（生体調節機能）

食品の生態調節機能は生体防御の調節、病気の予防や回復、体調の調節、老化抑制などに関わる成分が存在する。平成13年4月に「特定保健用食品」が創設され食品素材の研究開発が進んでいる。しかし栄養バランスのよい食生活と腹八分目、つまり食べ過ぎに気をつけていれば生活習慣病の予防に大きな役割を果たすことは改めて説くまでもない。いも類の機能成分には食物繊維やフィトケミカルがある。フィトケミカルはポリフェノール類のチロシン、クロロゲン酸と3種のイソクロロゲン酸、アントシアニンなどで、最近抗酸化性、糖吸収遅延作用、消化抑制作用、メラニン生産阻害作用、抗変異原性および血圧降下作用が認められている。戦後の食糧難や救荒作物としてのイメージの強かったサツマイモは、かえって栄養とエネルギーに支えられ健康

であったといえる。また、パプアニューギニア高地人の栄養状態が1950年オーストラリアのヒップスレーによって紹介され、奥田豊子氏³⁾によって1978年から約5年間にわたり東部高地ベハ村の調査研究を行った。ベハ村の人の食生活はサツマイモに依存しており、サツマイモの摂取量は一日一人平均1480gであり1 kg以上食べている。ベハ村の人の栄養摂取の特徴はたんぱく質、脂質、ナトリウムが極めて少なく、糖質、繊維、カリウムが多い。そして日本人より血圧は低く、血清中の尿素値やコレステロール値も低く、貧血症状がなく筋骨たくましい体型をしている。冠婚葬祭時には豚肉を大量に食べているが日常食ではほとんど食べない。余分に摂取した豚肉のたんぱく質や体内の尿素態窒素を体タンパク質へ有効に利用している。特にサツマイモ食の繊維量が多く腸内細菌の環境に影響していると考えられている。

4. 食物繊維の生体調節機能

1) 食物繊維の定義

食物繊維の定義は「ヒトの消化管に分泌される消化酵素により分解を受けない多糖類とリグニン」とされ、日本では「植物性食品だけでなく動物性食品も含めてヒトの

消化酵素で消化されない食物中の難消化性成分の総体」とした。最近になって日本食物繊維研究会から「ヒトの小腸内での消化・吸収されにくく、消化管を介して健康の維持・増進に役立つ生理作用を発現する食物中の成分のこと」と新しい定義が発表された。食物繊維を分類すると次のようになる(図1)⁴⁾。

2) いも類の食物繊維と、その含量

いも類には不溶性食物繊維(セルロース、ヘミセルロース、リグニン)と水溶性食物繊維(ペクチン)が含まれる。セルロースは植物細胞壁を構成してヒトの消化管で消化吸収されず蠕動運動を促進し大腸内移動時間が早くなり便秘が予防される。ヘミセルロースも植物細胞壁に含まれる。ヘミとは「半分」の意味でキシラン、マンナン、ガラクトンなどの糖質で構成され、セルロースとともに腸内の有用菌を増殖し便秘の予防や有害物質を排出する。リグニンはフェノール性の巨大高分子化合物で木質化ともいい植物細胞壁に含まれ、腸管の残留物の排泄を促し肥満防止に役立つ。ペクチンは未熟の果実の時は不溶性であるが成熟すると水溶性となる。このペクチンはポリガラクトチュロン酸で一部がメチルエステルになっており、ヒトはペクチンを消化吸収

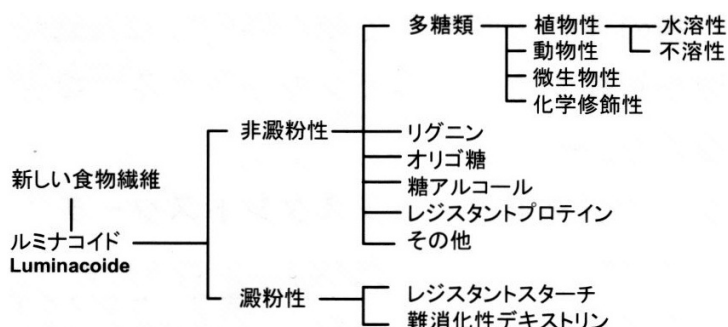


図1 新しい食物繊維の範囲 (日本食物繊維研究会より発表)

されず腸内で水分を抱え込んでヌルヌルとしたゲル状成分となり有害成分を吸着して排泄する。いも類と穀類の食物繊維量（表1²⁾）ではサツマイモはジャガイモより総食物繊維量が多く、特に不溶性食物繊維量が多く含まれる。また蒸しサツマイモの食物繊維は蒸しジャガイモ、食パンおよびめしよりも多い。サツマイモに含まれる食物繊維類と、その含量（表2）ではセルロース2.14～2.59g、ヘミセルロース0.97～1.70g、リグニン0.24～0.32g、熱水可溶性ペクチン0.59～1.02g、ヘキサメタリン酸可溶性ペク

チン0.61～1.43gである⁵⁾。いも類の食物繊維量の加熱変化（表3）で、特に煮たサツマイモは40.2%も食物繊維が増加する。その内訳はセルロースは2.04%から4.69%（2.30倍）、ヘミセルロースは1%から1.65%（1.65倍）に、それぞれ増加する⁶⁾。これは「蒸す」、「煮る」という加熱操作により湿熱デンプンの一部がレジスタントスターチに変化する。このデンプンはセルロース及びヘミセルロースとよく似た性質の成分でヒトの消化酵素で分解できない。

表1 いも類と穀類の食物繊維量比較

（新鮮物100g当たり%）

いも類と穀類	加熱及び加工	食物繊維		
		総量	不溶性	水溶性
サツマイモ	生	2.3	1.8	0.5
	蒸し	3.8	2.8	1.0
	焼き	3.5	2.4	1.1
ジャガイモ	生	1.3	0.7	0.6
	蒸し	1.8	1.2	0.6
小麦	玄穀（硬質）	11.4	9.9	1.5
	強力粉	2.8	1.6	1.2
	食パン	2.3	1.9	0.4
米	玄米	3.0	2.3	0.7
	精白米	0.5	0.5	Tr
	めし	0.3	0.3	0

（五訂増補日本食品成分表）

表2 サツマイモの食物繊維類と、その含量

（固形物100g当たり%）

* 1	固形物量	* 2	* 2	* 3		ヘキサメタリン酸 可溶性ペクチン	全食物繊維量
サツマイモ類		セルロース	ヘミセルロース	ADF-リグニン	水溶性ペクチン		
沖縄100号	23.5	2.36±0.11	1.15±0.16	0.32±0.02	0.74±0.02	1.28±0.03	6.05
高系14号	30.7	2.14±0.04	1.70±0.01	0.29±0.00	0.59±0.02	0.75±0.04	5.47
ベニアカ	28.5	2.34±0.09	1.22±0.02	0.32±0.02	0.80±0.03	1.01±0.05	5.73
ベニコマチ	31.2	2.35±0.11	1.50±0.24	0.26±0.03	0.88±0.03	0.98±0.03	5.97
タムユタカ	29.4	2.59±0.04	1.27±0.03	0.27±0.02	1.02±0.05	1.43±0.06	6.59
コガネセンガン	30.3	2.23±0.03	0.97±0.07	0.24±0.03	0.59±0.00	0.61±0.03	4.64
平均	28.9	2.34	1.3	0.28	0.77	1.01	5.74

* 1 農事試験所四街道試験地で栽培した分析用試料

* 2 Southgate法を改良した森らの方法で定量

* 3 ADF（Acid Detergent Fiber）-リグニンはVan Soest法により定量

表3 いも類の食物繊維量の加熱変化

(固形物100g当たり%)

いも類	加熱方法	不溶性食物繊維量			暫定的水溶性 食物繊維量	全食物繊維量	増加率 (%)
		セルロース	ヘミセルロース	リグニン			
サツマイモ (高系14号)	生	2.04	1.00	0.65	3.30	6.99	—
	蒸し	4.07	1.81	0.54	2.98	9.40	34.5
	煮る	4.69	1.65	0.45	3.01	9.80	40.2
ジャガイモ (男爵薯)	生	2.57	0.12	0.48	2.88	6.05	—
	蒸し	2.97	0.71	0.67	3.49	7.89	30.4
	煮る	2.78	0.46	0.63	3.73	7.61	25.8
サトイモ (土垂)	生	3.26	0.07	0.93	5.21	9.47	—
	蒸し	3.69	0.15	0.68	7.52	12.02	26.9
	煮る	3.49	0.26	0.73	7.78	12.26	29.5
ヤマノイモ (長いも)	生	2.03	0.68	0.59	4.08	7.36	—
	蒸し	3.44	1.44	0.71	2.65	8.24	12.0
	煮る	3.46	1.68	0.50	2.36	8.00	8.7

セルロース = ADF (Acid Detergent Fiber) - リグニン

ヘミセルロース = NDF (Neutral Detergent Fiber) - ADF

3) サツマイモをどのくらい食べたらよい か

以前、食物繊維は栄養素ではないと考えられていたために食べ物から取り除かれてきた。そのため戦前には多かった日本人の便量が減少してきた。日本人の食事摂取基準（2010年版）⁷⁾では成人（18歳以上）の食物繊維摂取量は男性19g/日以上、女性17g/日以上とされ、これは1日150g以上（バナナ1～2本分）という理想的な便量の目安になる量である。平成17年及び18年国民健康・栄養調査によると、成人の摂取量中央値は男女それぞれ12.3～16.3g/日と11.8～16.1g/日であり不足している。いも類摂取量は昭和55年には一人1日当たり67gであったのが平成16年には49.1gに減った。いも類は60～80%の水分を含み穀類に比べ貯蔵性が悪く、特にサツマイモは甘味があって主食になりにくいが米は淡泊で毎日食べても飽きない。いも類と穀類の食物繊維量の表1より、サツマイモ2.3g/100gを蒸すことにより3.8g/100gになり1.5g増加する。ジャガイモの増加量は

0.5gで、小麦や米は増加していない。サツマイモから日本人の食事摂取基準の食物繊維を摂取することは現在の食生活では大変厳しいが、一日三食のうち一食をサツマイモに替え食物繊維量を増やすことはそんなに難しくない。蒸したサツマイモを一日に200～300g食べると7.6～11.4gの食物繊維量が摂取でき、他の主菜や副菜と組み合わせると十分目標食物繊維の摂取が可能である。

4) 食物繊維の生理作用

ヒトの消化管は口腔から肛門まで約8m、栄養素の消化吸収は口、食道、小腸（十二指腸、空腸、回腸）で行われ、食べ物の「カス」は大腸（結腸、直腸、肛門）を移動し24～48時間かけて未消化物が排泄される（図2）。

口に食物繊維の多い食べ物を摂取すると咀嚼回数が増え唾液の分泌量が促されデンプンの初期消化が進み、食事時間が長くなるので顎の発達がよくなる。食道から胃に貯えられた食べ物は食物繊維が多いと水分を吸収・保持するため胃内容量も増し満腹

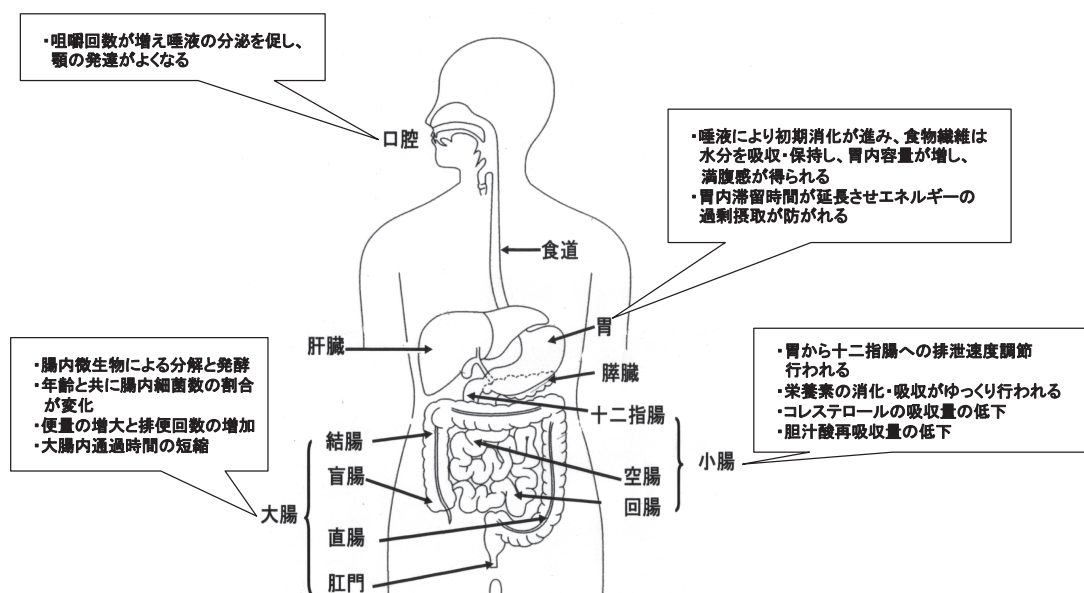


図2 食物繊維の生理作用

感が得られる。食べ物は胃から十二指腸へと送り込まれ、食物繊維の多い食べ物はゆっくりと排出されエネルギーの過剰摂取が防がれる。ペクチンのようにヌルヌルしている水溶性食物繊維は粘度を増し胃内滞留時間を延長させ小腸での栄養素の利用効率がよくなる。食物繊維が少ない食べ物は小腸上部を通過する間に栄養素は消化吸収されてしまうが、食物繊維の多い食べ物では一定の体積を保ちながら栄養素吸収がゆっくりと行われ回腸末端部へと移動する。特に食物繊維は糖質の吸収を遅らせるので血糖値上昇を抑えインシュリンの分泌を節約する。またコレステロールの吸収量や胆汁酸の再吸収量も抑えられる。消化吸収されなかった残りの食べ物は小腸に移動する。大腸では腸内細菌が約100種類存在し、 $10^{10} \sim 10^{11}$ 個の細菌が見出されている。腸内細菌を大別すると有用菌（ビフィズス菌、乳酸菌）、有害菌（ウェルシュ菌、ブ

ドウ球菌、有毒株の大腸菌）、日和見菌（^{ひよりみきん}バクテロイデス、無毒株の大腸菌、連鎖球菌）の3種類に分類される。ヒトの年齢が増すごとに腸内細菌の割合が変化する。母乳で育った乳児は乳糖やガラクトオリゴ糖などを栄養源としているためビフィズス菌（ビタミン合成、消化吸収補助、免疫刺激及び老化防止などの働き）が95%を占めているが、離乳食を食べ始めた幼児から成人へと成長すると有用菌が減り有害菌（腸内腐敗、発ガン性成分の生産など）が増え、さらに成年期を過ぎて老年になるとさらに増えてくる。特に食物繊維が少ない食べ物は小腸内容量も少なく排便回数の減少、大腸内移動時間も長くなりガン原物質（消化吸収されなかったたんぱく質に有害菌が働きかけて生成するアンモニア、アミン、フェノール、硫化水素など）と大腸内粘膜との接触時間も長く発ガンの危険性が高くなる。逆に食物繊維の多い食べ物は有用菌の割合も

多くなり大腸内の発酵により酢酸、プロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸が生成し便容積、重量、保水性、大腸運動などが行われ腐敗の進行が抑制される。また短鎖脂肪酸は結腸部でエネルギー源として利用される。有害菌はたんぱく質を分解してアミン、インドール、スカトールなどがオナラに増え臭くなるが、いも類のデンプンは腸内で発酵するが臭いは少なくなる。

5. グリセミック・インデックス

グリセミック・インデックス (glycemic index : GI)^{7), 8)} は、血糖上昇という消化性炭水化物の生理機能の違いに着目して消化・吸収される炭水化物の質的評価を行うための指標である。ブドウ糖100gを摂取したときの血糖上昇を100%として比較すると、等エネルギーの炭水化物あるいは他の食品を摂取2時間後の血糖の上昇比を示した数値である。ジャガイモ、食パン、玄米、そば、ヤマイモに比べサツマイモのGI値は40～49%と低く血糖値の上昇が比較的緩やかである。しかし、最近のメタ・アナリシスによるとGIの高い食事が糖尿病や心筋梗塞の発症率のリスクを増加させる可能性を疫学的にまとめているが、日本人の食事摂取規準において食物繊維の種類や量だけでなく咀嚼回数、調理方法、他の栄養素の影響などからGI値が左右されるため十分な科学的根拠が得られていない。

6. おわりに

便秘あるいは便秘ぎみの女子学生に毎日三食のうち一食、蒸したサツマイモを100

～200g一週間食べ続けた。その結果、個人の差はあるがほとんどの学生に便秘が改善され食物繊維の効果によるものである。またサツマイモを切断するとミルク状の物質が滲み出てくる。これをヤラピン（糖脂質の仲間）といい、サツマイモ特有の成分である。ヤラピンは緩下作用があり食物繊維との相乗効果により一層便秘が改善されるものと期待できる。

引用文献

- 1) 農林統計協会編集 改定新版農林水産統計用語事典 (2000年)
- 2) 文部科学省 科学技術・学術審議会資源調査分科会 五訂増補日本食品標準成分表 平成17年3月22日発行
- 3) 小石秀夫、鈴木継美責任編集 栄養生態学 (奥田豊子 パプアニューギニア高地人の栄養生態) p117-142 恒和出版 (1984年)
- 4) 辻智子、吉川敏一編集 機能性食品ガイド (池上幸江 食物繊維) p236-243講談社 (2004年)
- 5) 津久井亜紀夫 日本家政学会誌 39 89-97 (1988)
- 6) 津久井亜紀夫他 日本家政学会誌 45 1029-1034 (1994)
- 7) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室 日本人の食事摂取基準 (2010年版) 平成21年5月29日
- 8) 豊田隆謙 糖尿病キーワード (及川真一 Glycemic Index) p46-47 日本医学出版 (2002年)