

1 食物繊維

元 東京家政学院短期大学 教授 つく い あ き お
津久井亜紀夫

1.1 食物繊維の基礎知識と特徴

1.1.1 食物繊維の定義と分類

繊維というと衣料用を思い浮かべるヒトがいると思われるが、食べ物にも繊維が含まれている。食べ物の繊維を食物繊維(dietary fiber：以下DFとする)と呼ぶ。ヒトが生存する基盤は「食生活」である。近年、美味しさや栄養だけでなく食べて病気の予防や回復のできる生体調節作用が備わり、その一つにDFがある。DFは「ヒトの消化管で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」であるが、日本食物繊維学会では「ルミナコイド」¹⁾が提案され、その新しい定義は「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」と単に“繊維”という語から想像される物質だけでなく、消化吸收されない植物性や動物性の食品成分、オリゴ糖や糖アルコール、さらにレジスタントスターチやレジスタントプロテイン、難消化性デキストリンなどDFの範囲が広がっている。

サツマイモ塊根のDFには多糖類のセルロース、ヘミセルロースおよびペクチン質が含まれ植物細胞壁を構成している。セルロースはグルコース残基が β 1→4結合で多数結合しているが、ヘミセルロースはセル

ロースとペクチン以外の成分でアルカリにより抽出できる。ペクチン質は α -D-ガラクトシュロン酸が α 1→4結合した直鎖状の主構成成分で、不溶性のプロトペクチン、水溶性のペクチン(ペクチニン酸)とペクチン酸(ヘキサメタリン酸可溶性ペクチン)を総称している。リグニンは植物細胞壁を強固にしており「木質素」ともいい、ヒドロキシフェニールプロパンを単位とした複雑な高分子化合物である。レジスタントスターチ²⁾は、サツマイモを「蒸す」、「煮る」ことによりでん粉の一部が小腸管腔内において消化・吸収されないでん粉およびでん粉分解物の総称である。

1.1.2 サツマイモ類の品種別、収穫年度別および栽培地別の食物繊維量

1981年と1982年の千葉県産および1982年群馬県産のサツマイモ6品種のDF量を表1(プロトペクチンは微量なため省いてある)に示す³⁾。千葉県産の1981年(2.51～3.94%)と1982年(4.64～6.59%)の収穫年度別ではDF量に差があるが、1982年の千葉県産と群馬県産(4.44～5.93%)の栽培地別ではDF量に差が認められなかった。通常、7月上旬から9月上旬の暑い時期にサツマイモ塊根は80%程度が肥大する。1982年の平均気象表(4～11月)によると気温が低く寡照で降雨量が極めて多

表1 サツマイモ類の品種別、収穫年度別および栽培地別の食物繊維量

(%固形物当たり)

収穫年度、栽培地	品種	固形物量	セルロース	ヘミセルロース	ADF・リグニン	ペクチン質			TDF
						WSP	CSP	WSP + CSP	
1981年、千葉県産	沖縄100号	23.0	1.28 (0.03)	0.42 (0.05)	0.25 (0.01)	0.67 (0.02)	0.30 (0.01)	0.97	2.92
	高系14号	30.6	1.11 (0.08)	0.19 (0.02)	0.33 (0.01)	0.62 (0.05)	0.22 (0.01)	0.84	2.51
	紅赤	30.5	1.20 (0.07)	0.50 (0.03)	0.33 (0.03)	0.56 (0.03)	0.24 (0.01)	0.80	2.83
	紅小町	34.6	1.15 (0.04)	0.58 (0.05)	0.34 (0.04)	0.34 (0.01)	0.28 (0.02)	0.62	2.69
	タマネタカ	28.9	1.76 (0.07)	0.86 (0.03)	0.32 (0.03)	0.73 (0.06)	0.27 (0.01)	1.00	3.94
	黄金千貫	33.3	1.27 (0.05)	0.78 (0.05)	0.34 (0.04)	0.74 (0.04)	0.11 (0.01)	0.85	3.24
1982年、千葉県産	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)	2.22	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)	1.34	5.47
	紅赤	28.5	2.38 (0.09)	1.22 (0.02)	0.32 (0.02)	0.80 (0.03)	1.01 (0.05)	1.81	5.73
	紅小町	31.2	2.35 (0.11)	1.50 (0.24)	0.26 (0.03)	0.88 (0.03)	0.98 (0.03)	1.86	5.97
	タマネタカ	29.4	2.59 (0.04)	1.27 (0.03)	0.27 (0.02)	1.02 (0.05)	1.43 (0.06)	2.44	6.59
	黄金千貫	30.3	2.23 (0.03)	0.97 (0.07)	0.24 (0.03)	0.59 (0.00)	0.61 (0.03)	1.20	4.64
1982年、群馬県産	沖縄100号	23.2	1.83 (0.10)	0.34 (0.04)	0.57 (0.09)	0.87 (0.05)	1.36 (0.11)	2.23	5.04
	高系14号	29.2	2.14 (0.04)	0.27 (0.04)	0.45 (0.12)	0.64 (0.03)	0.97 (0.03)	1.61	4.44
	紅赤	29.6	2.38 (0.09)	0.39 (0.02)	0.53 (0.04)	0.72 (0.00)	1.23 (0.05)	1.95	5.25
	紅小町	35.6	2.31 (0.17)	0.58 (0.03)	0.72 (0.01)	0.87 (0.01)	1.31 (0.08)	2.18	5.80
	タマネタカ	30.0	2.59 (0.04)	0.45 (0.01)	0.44 (0.02)	0.93 (0.04)	1.52 (0.10)	2.45	5.93
	黄金千貫	32.6	2.23 (0.03)	0.39 (0.01)	0.47 (0.04)	0.78 (0.04)	1.14 (0.03)	1.92	5.01

セルロースとヘミセルロースはSouthgate法を改良した森らの方法で定量、ADF (acid detergent fiber)・リグニンはVan Soestで定量、ペクチン質は暫定食品分析法に準じ熱水可溶性ペクチン (WSP) とヘキサメタリン酸可溶性ペクチン (CSP) を定量、データ (標準偏差) は5点分析による、TDF (総食物繊維) はセルロース、ヘミセルロース、ADF・リグニンおよびペクチン質 (WSP + CSP) の合計量

かった。この年の塊根は肥大が悪く、平年の70%程度の収穫量であった。それに比べ1981年は気温が高く日射量多く降雨量に恵まれたため塊根肥大が良好で多収年次であった。この両年度の気温差がDF量に影響している。

1.1.3 いも類の不溶性食物繊維量の加熱処理による変化

サツマイモ、ジャガイモ、サトイモおよびヤマノイモを「蒸す」、「煮る」の湿熱処理により中性界面活性剤繊維 (NDF: セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの合計) 量は増加する。特にサツマイモとヤマノイモのNDF増加率が70%以上と高くなる (表2)。この増加したNDFは湿熱処理によりでん粉の一部が消化に抵抗を示す難消化性でん粉であり、これがレジス

表2 いも類の「生」、「蒸す」、「煮る」に含まれるNDF量

いも類	品種	加熱方法	NDF	増加率 (%)
サツマイモ	高系14号	生	3.69 (0.23)	
		蒸す	6.42 (0.35)	74.0
		煮る	6.79 (0.41)	84.0
	紅赤	生	3.69 (0.19)	
		蒸す	6.04 (0.42)	63.7
		煮る	6.28 (0.65)	70.2
ジャガイモ	男爵	生	3.17 (0.21)	
		蒸す	4.40 (0.39)	38.8
		煮る	3.88 (0.16)	22.4
	メークイーン	生	4.68 (0.43)	
		蒸す	5.44 (0.79)	16.2
		煮る	5.36 (0.30)	14.5
サトイモ	土垂	生	4.26 (0.06)	
		蒸す	4.52 (0.15)	6.1
		煮る	4.48 (0.17)	5.2
ヤマノイモ	長いも	生	3.30 (0.12)	
		蒸す	5.59 (0.24)	69.4
		煮る	5.64 (0.28)	70.9

NDF (neutral detergent fiber): 中性界面活性剤繊維 (セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの合計量)、データ (標準偏差) は5点分析による

表3 サツマイモ葉柄の一般成分量と食物繊維量

(%固形物当たり)

試料	部位	固形物	粗灰分	粗タンパク質	粗脂肪	NFE	TDF	NDF	(NDF/TDF)	ADF	リグニン
ツルセンガン	葉と柄	10.6 (0.4)	17.8 (0.2)	20.9 (0.1)	4.5 (0.2)	24.7	35.2 (0.4)	32.1 (1.5)	0.91	20.9 (1.6)	5.0 (0.5)
ベニアズマ	葉と柄	13.1 (0.9)	15.4 (0.2)	21.4 (0.7)	4.0 (0.2)	26.8	37.2 (1.2)	32.4 (0.7)	0.87	23.2 (0.7)	4.5 (0.5)
関86036-66	葉と柄	10.9 (0.4)	15.0 (0.1)	19.7 (0.7)	4.1 (0.5)	30.0	34.5 (0.9)	31.1 (2.4)	0.90	19.1 (1.3)	4.5 (0.2)
紅小町	葉と柄	10.7 (0.6)	17.0 (0.1)	20.0 (0.4)	4.4 (0.1)	26.5	38.9 (0.5)	32.1 (1.5)	0.83	22.1 (0.5)	4.8 (0.3)
紅小町	葉	5.6 (0.1)	21.8 (0.1)	8.4 (0.6)	1.9 (0.1)	23.5	30.3 (0.7)	24.1 (1.2)	0.80	18.9 (0.1)	4.8 (0.3)
紅小町	柄	10.7 (0.2)	13.6 (0.1)	21.8 (0.3)	3.0 (0.2)	28.0	43.2 (0.6)	39.5 (0.9)	0.91	22.3 (0.2)	3.7 (0.3)
ほうれん草	葉	6.2 (0.1)	24.9 (0.1)	32.2 (0.7)	4.3 (0.3)	22.7	24.5 (1.7)	15.9 (0.5)	0.65	10.9 (0.3)	2.1 (0.1)
小松菜	葉	6.6 (0.1)	22.6 (0.6)	35.6 (1.1)	4.3 (0.4)	20.6	28.4 (2.3)	16.9 (0.6)	0.60	11.7 (0.3)	1.6 (0.1)
三つ葉	葉と茎	7.1 (0.3)	20.2 (0.5)	26.0 (1.1)	3.9 (0.8)	24.0	29.6 (0.6)	25.8 (1.0)	0.87	19.5 (0.8)	4.0 (0.4)
ふき	葉柄	7.5 (0.1)	13.5 (0.1)	4.5 (0.1)	3.0 (0.4)	54.4	39.3 (1.6)	24.6 (0.4)	0.63	21.9 (1.0)	3.0 (0.3)

NFE: nitrogen free extract (可溶無窒素物)、TDF: total dietary fiber (総食物繊維)はProskyらの酵素重量法でFiber Zyme Kit (biolads社製)で定量、NDF: neutral detergent fiber (Van Soestの中性界面剤繊維法でセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンの合計量)、ADF: acid detergent fiber (酸性界面剤繊維法でセルロースとリグニンの合計量)、リグニン: ADF中のリグニンをKlason法で定量、データ(標準偏差)は5点分析による

タントスターチの生成である⁴⁾。

1.1.4 サツマイモ葉柄の一般成分と食物繊維

ツルセンガン、ベニアズマ、関86036-66および紅小町の葉と柄(つる先から10節までの葉柄)は同一年月日、同一圃場および施肥量の下で栽培した一般成分値およびDF量である⁵⁾。品種間の含量に大きな差が認められないが、NDFとADFが多いことからサツマイモの葉柄はセルロースとヘミセルロースが多く含まれる野菜である。葉は茹でると柔らかくヌルヌルとした食感がある。紅小町の葉と柄を比べると柄は粗灰分以外の一般成分とDF量が多く含まれる。またサツマイモ葉柄の固形物量、TDF、NDF、ADFおよびリグニンはほうれん草、小松菜、三つ葉およびふきに比べ多く含まれている。

1.2 サツマイモは不足している食物繊維を補える

1.2.1 日本人が不足している食物繊維摂取量

DFは生活習慣病と深い関わりがある。

特に、メタ・アナリシス(根拠に基づいた医療において、最も質の高い根拠)では1日24g以上のDFの摂取は心筋梗塞での死亡率が低下し、12g以下では死亡率上昇が観察されている。

一人一日当たりの日本人のDF摂取量の概算値は1960年頃21.01gであったが、2015年では男性13.1~17.0g、女性11.8~16.8gであり、食事摂取基準2015の目標量である男性19g以上、女性17g以上を下回っている。特に中高年より若年層のDFが不足している。これは動物性食品や調味・嗜好飲料類が著しく増え、穀類や豆類、いも類の摂取量が減少した食生活の変化である。また、一人一日当たりの野菜摂取量(15歳以上)は男性299g、女性289gと少なく目標値の350g(健康日本21)に達していない。野菜摂取量が350g以上に達している割合は男性が33.7%、女性が31.4%である。

1.2.2 料理書に記載の一人一回分の料理食材と食物繊維量

一人一回分の料理食材と食物繊維量ベスト20を表4に示すと焼きいもが最も多い。

表4 料理食材と食物繊維ベスト20

(g)

No.	料理食材	使用量	DF	No.	料理食材	使用量	DF
1	焼きいも	160	5.60	11	キャベツ	100	1.80
2	菜の花	100	4.20	12	ブロッコリー	60	1.76
3	モロヘイヤ	60	3.54	13	しめじ	50	1.75
4	食パン（6枚切れ2枚）	120	2.76	14	ゴボウ	30	1.71
5	納豆	40	2.68	15	春菊	50	1.60
6	セロリ	10	2.24	16	ニガウリ	60	1.56
7	ひじき（生）	5	2.17	17	ナス	70	1.54
8	大豆（水煮缶詰）	30	2.04	18	蒟いんげん	50	1.54
9	えのきだけ	50	1.95	19	オクラ	30	1.50
10	大根	100	1.90	20	ニラ	50	1.35

料理食材の使用量は「金沢良枝著：糖尿病を治すおいしいバランス献立（主婦の友社）」記載を用いた食物繊維量（DF）は日本食品標準成分表から算出した

1.2.3 ごはん一杯に相当する「蒸す」と「焼く」サツマイモの食物繊維量

精白米ごはん量と茶碗の目安量に相当する玄米ごはん、白米ごはん、「蒸す」と「焼く」サツマイモのDF量を表5に示す。精白米ごはんのDFに比べ、玄米ごはんは約5倍、なんとサツマイモの「蒸す」は約13

倍、「焼く」は約12倍のDFが摂取できる。

1.2.4 一日一食「サツマイモ」を食事に取り入れたときの食物繊維摂取量

一日一食、焼きいも食（焼きいも、牛乳、りんご）、ごはん（五目炒飯、カレーライス）、パン（サンドイッチ）および麺類（冷し中華）のDFの概算値を表6に示す。焼きいも食

表5 ごはん量に相当するごはん「蒸す」「焼く」サツマイモの食物繊維量 (g)

ごはん量	目安分	ごはんDF		サツマイモDF	
		玄米	白米	蒸す	焼く
100 g	小さい茶碗に軽く一杯	1.40	0.30	3.80	3.50
125 g	中ぐらいの茶碗八分目	1.75	0.38	4.75	4.38
175 g	中ぐらいの茶碗一杯	2.45	0.53	6.65	6.13
200 g	小さい茶碗軽く2杯	2.80	0.60	7.60	7.00

食物繊維量（DF）は日本食品成分表から算出

表6 焼きいも食と他の料理から摂取する食物繊維量の比較

(g)

料理名	料理食材	使用量	DF	料理	料理食材	使用量	DF
焼きいも食 DF (8.15 g)	焼きいも	160	5.60	サンドイッチ DF (5.50g)	食パン	110	2.30
	牛乳	200	0		ロースハム	30	0
	りんご（正味量）	170	2.55		レタス	20	1.10
冷やし中華 DF (2.43 g)	ゆで中華めん	120	1.56	カレーライス DF (2.42g)	トマト	80	1.00
	鶏もも肉（皮なし）	20	0		きゅうり	25	1.10
	卵	15	0		カテージチーズ	20	0
	春雨（乾燥）	10	0.37		マヨネーズ	小さじ2	0
	もやし	20	0.28		ごはん	200	0.53
五目炒飯 DF (2.35 g)	きゅうり	20	0.22		牛もも肉	60	0
	ごはん	175	0.66		ジャガイモ	50	0.20
	焼き豚	30	0		にんじん	30	0.81
	卵	30	0		玉ねぎ	30	0.32
	玉ねぎ	30	0.32		カレールウ	15	0.56
	にんじん	15	0.41	食物繊維量（DF）は日本食品標準成分表から算出した サラダ油、調味料（砂糖、塩、醤油類）は除く			
	グリーンピース	5	0.96				

表7 焼きいも食を加えた一日の献立の食物繊維量 (g)

	料理名	料理食材	使用量	DF
朝食	ごはん	ごはん	160	0.48
	焼魚	あじの開き干し	150	0
	納豆	納豆	40	2.68
		万能ねぎ	5	0.15
	ぬかみそ漬	きゅうり	30	0.45
昼食	味噌汁	豆腐 (ねぎ)	20 (2.5)	0.08
	焼きいも食	表6と同様		8.15
夕食	ごはん	ごはん	160	0.48
	いり鶏	鶏胸肉 (皮つき)	50	0
		干しシイタケ (1個)	4.6	1.89
		ごぼう	30	1.71
		にんじん	20	0.54
		ゆでたけのこ	20	0.66
		板こんにゃく	50	1.1
		絹さや (3さや)	9	0.27
	梅あえ	いがうり	60	1.56
		梅干しの果肉	5	0.18
	含め煮	かぼちゃ	60	2.16
総食物繊維量				22.54

食物繊維量 (DF) は日本食品標準成分表から算出したサラダ油、調味料 (砂糖、塩、醬油類) は除く

はごはん、パンおよび麺類よりDFを多く摂取できることがわかる。次に、一日の献立を作成し朝食 (焼き魚と納豆)、昼食 (焼きいも食)、夕食 (野菜多くした主菜と副菜) の食事の一例を表7に示す。この献立では総DF量22.54gとなる。このように焼きいもを一日一食取り入れることにより食事摂取基準の目標量を上回ることができる。

1.3 サツマイモは低グリセミックインデックス食品である。

グリセミックインデックス (Glycemic index : GI) は食後血糖値の上昇度を示す指数である。この指数はグルコース100gを摂取したときの血糖上昇を100%として、等カロリーの炭水化物あるいは食品を摂取したときの血糖上昇比を示す数値である。食品に含まれる糖質が摂取後2時間までに

血液に入る糖質の量を計ったものである。

WHOは2003年に過体重、肥満、2型糖尿病の発症リスクを低GI食品が低減させる可能性があるというレポートを提出した。このGI値の効果は、食品に含まれるDF、脂肪量、糖質の種類などの違い、消化の速度、調理法や食べ合わせ、個人差によって影響される。オーストラリアのシドニー大学ではGI値が70以上の食品を高GI食品、55~70の食品を中GI食品、55以下の食品を低GI食品の3つに分けて評価している。及川眞一⁶⁾はGI値を示している各食品の中から、高GI食品はパン、白米、ポテトなど、中GI食品は玄米、そば、スパゲッティ (白色)、ヤマイモ、ポテトチップスなど、低GI食品はサツマイモ、スパゲッティ (黄色)、ササゲ、インゲン豆、大豆などと分類している。これによるとサツマイモは低GI食品に属しパンや白米に比べ肥満や2型糖尿病を抑える効果がある。

1.4 生体調節作用

1.4.1 食物繊維の効果

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、食べ物は小腸 (結腸、直腸、肛門) を移動し24~48時間かけて排泄される。ヒトはでん粉とグリコーゲンを α -アミラーゼで消化 (加水分解) できるが、サツマイモのDF (セルロース、ヘミセルロース、リグニンおよびペクチン質) は消化できない。食物の栄養素は小腸上部で大部分消化・吸収され腔内移動速度は速く下方に移動するほど遅くなる。小腸内では高DFの食物粥は栄養素吸収が終わっても一定の体積を維持し移動する。

栄養素の吸収後、高DF量の多い食物の残差は大腸に送り込まれ蠕動運動により通過する速度が速くなり肛門へと移動し、やわらかい便が排泄される。

1.4.2 体内で働く食物繊維¹⁾⁷⁾

① 口腔から小腸までの食物繊維の役割

DFの多い食物は口腔内で咀嚼回数が増え、唾液の分泌量も促され初期消化が進み歯と顎の発達がよくなる。胃に貯えられた不溶性DFを含む食物粥は水分をより多く吸収し胃内容物の容量が増して満腹感が得られる。さらに水溶性ペクチンはヌルヌルしており粘度が増して胃内滞留時間が長くなり食物粥は胃から十二指腸へゆっくりと進み、その排泄速度が調節される。このため栄養素は体内流入速度が緩和されエネルギーの過剰摂取が防がれる。高DF量の食物粥は一定の体積を保ちながら小腸部の下方に移動するに従い速度を遅らせ栄養素の利用効率を高めゆっくりと吸収されるので血糖値上昇を抑え、インスリンの分泌を節約し糖尿病の改善に役立つ、またコレステロールの吸収量や胆汁酸の再吸収量が抑えられる。さらに食物粥は空腸を通り回腸末端部へと移動する。

② 大腸内の食物繊維の役割

小腸で消化吸收されない食物残差は大腸に移動する。高DFの残差は便容量、重量、保水性、蠕動運動などに役立っている。大腸内は腸内細菌が約100種類以上存在し10～11兆個の細菌が見出されている。腸内細菌は不溶性や水溶性DF、レジスタントスターチの一部が分解され、その分解産物の一部は腸内細菌の増殖に利用される。また、腸内発酵により酢酸、プロピオン酸、酪酸などの短鎖脂肪酸が生成し脂肪代謝を改善

する効果や大腸の運動を亢進させる。そして結腸部から短鎖脂肪酸は効率よく吸収されエネルギー源として利用される。また腸内細菌の有用菌（ビフィズス菌、乳酸菌）の増殖を助けるプレバイオティクス効果が認められ大腸内の環境を良好に保ち大腸内移動速度が速められる。一方、有害菌（バクテロイデス、無毒株の大腸菌、連鎖球菌）の増殖は老年になると増え腸内の腐敗を促進しやすくなるが、高DF摂取は有用菌が有害菌を抑えて細菌叢のバランスが変わり腐敗の進行が抑制される。さらには便秘改善効果や大腸がんリスク低減などの危険性が減少し腸内の免疫力を強めるなど体を守っている。

引用文献

- 1) 池田義雄監修. 2009. ルミナコイドの保健機能と応用－食物繊維を超えて－. シーエムシー出版
- 2) Englyst, H · Trowell, H · Southgate, D, A, T, and Cummings, H. 1987. Am. J. Clin. Nutr. 46 : 873-874
- 3) 津久井亜紀夫. 1988. 日本家政学会誌. 39 : 89－97
- 4) 津久井亜紀夫・鈴木敦子・小口悦子・永山スミ. 1994. 日本家政学会誌. 45 : 1029－1034
- 5) 津久井亜紀夫・鈴木敦子・小口悦子・永山スミ. 1993. 日本家政学会誌. 44 : 887-891
- 6) 豊田隆謙編集. 1998. 糖尿病キーワード. 及川眞一. Glycemic index. 46-47. 日本医学出版
- 7) 日本食物繊維学会監修. 2008. 食物繊維－基礎と応用－. 第一出版