

日本人のフィトケミカルの摂取量と健康影響

メリッサ・メルビー*・卓 興鋼・渡邊 昌

(独) 国立健康・栄養研究所

Intake of Phytochemicals by Japanese and Its Health Effects

Melissa Melby, Kyohko TAKU and Shaw WATANABE

National Institute of Health and Nutrition Tokyo 156-8502

ABSTRACT

Effects of phytochemicals on human health are suggested from various animal experiments, but human study is quite a few. We have made a composition table of various phytochemicals (polyphenols, carotenoids, sulphur compounds) and tried to estimate the amount of intake among Japanese population. The data was analyzed in relation to the various biomarkers, especially of plasma lipids. The subjects were volunteers (16 males and 63 females, averagely aged 71 and 61, respectively) in Iwate city. Average BMI was 23 in both sex. Number of hypercholesterolemia more than 220 mg/100mL was 42, and hypertriglyceridemia more than 150 mg/100mL was 12. Intake of 36 phytochemicals were calculated from one-day dietary record of all intake, by multiplying concentration of each phytochemical in foods. Phytochemicals at least taken more than 10 μ mole per day were catechin, isoflavones, isothiocyanate, ferulic acid, quercetin, cinnamic acid and chlorogenic acid. Chief component analysis yielded 12 factors (80%). Only a few factors showed negative association with total cholesterol and LDL cholesterol. Many factors showed positive relationship with liver function and TG. Application of these phytochemicals as supplements should be prudent to avoid adverse health effect. *Soy Protein Research, Japan* **9**, 138-146, 2006.

Key words : phytochemical, flavonoids, human, epidemiology

野菜などの植物性食品が健康・長寿に好ましいことは、歴史的にも明らかであるが、最近はその中のいわゆる非栄養成分（機能性食品因子、フィトケミカル）が話題になっている^{1,2)}。その多くはサプリメントとし

て市場にでまわっているが、その効能に関しては試験管内の実験や動物実験がもとになっていてヒトで実証されたものはほとんどない。我々はフラボノイド、ポリフェノールを野菜、果物、お茶などから毎日摂取している。オランダのHertogら³⁾は、フラボンおよびフラボノールの平均摂取量はアグリコンとして23 mgで

*〒156-8502 世田谷区桜丘1-1-1

そのうち16 mgがケルセチンであることを報告していた。この摂取量は、他の抗酸化ビタミンの1日当たり平均摂取量(ビタミンA約0.6 mg, カロテノイド約1 mg, α -トコフェロール約15 mg)より多く、なんらかの健康影響があっても不思議ではない。さらに、Hertogらの研究は数種類のフラボノイドの摂取量を考慮するだけで、その他のフェノール性化合物は考慮されていない。

私たちはイソフラボンの健康影響をはかるため、食品中のイソフラボンデータベースを作成し、摂取量や疫学調査用に血液スメアから開発した測定法をもちいて血中濃度との関係をもてきた⁴⁾。さらにイソフラボンのみならずフィトケミカルの摂取量を総合的に推定し、健康影響を疫学的に研究できるようにFFFデータベースを作成した⁵⁾。これにより秤量法による食事調査からフィトケミカルの摂取量を推計できるようになった。このようなデータを積み重ねてコホート研究や横断研究に応用できれば「食による疾病予防」の科学的根拠の提示に繋がる。本稿では一般住民のフィトケミカル摂取量を推計し、血液検査データと横断的に解析した結果をしめし、FFFデータベースの有用性について考えたい。

方 法

FFFデータベースによるイソフラボン摂取の妥当性

FFFデータベースの妥当性をみるためには計算値と実測値を比較すればよい。とりあえず秤量法による食事調査より推計したイソフラボン摂取量(計算値)の妥当性を検討するため30名に対して陰膳調査(実測値)を実施し、両者の相関性より妥当性を検討した。

フィールド調査によるフィトケミカルの摂取量

栄養調査を継続しておこなっている岩手県下のI市で保健センターを通して対象者を募集し、一般住民79名(男性16名, 女性63名, 平均年齢63歳)のボランティアについて、フィトケミカル摂取量と健康影響の関係について断面調査をおこなった。

食事調査として調査日1日間の秤量法による食事記録を使用した。回収時に面接を行い、食品名、摂取重量、調理状態等を確認した。食品名は「五訂日本食品標準成分表」を用いてコード化し、栄養素摂取量はFFFデータベースの栄養計算用表を使用した。転記・入力時には、秤量時の食品の状態に最も近い食品コードを使用した。本研究では野菜類の調理後のデータが不十分だったため、野菜類のみ生のコードに変換した。

健診データ

健診時に身長、体重、体脂肪、血圧測定をおこない、採血により、赤血球数(RBC)、白血球数(WBC)、平均赤血球容積(MCV)、平均赤血球ヘモグロビン量(MCH)、平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC)、ヘマトクリット(Ht)、ヘモグロビン(Hb)、AST(GOT)、ALT(GPT)、グルタミルトランスペプチダーゼ(γ -GTP)、アルカリホスファターゼ(ALP)、コリンエステラーゼ(ChE)、総たんぱく質(TP)、アルブミン(Alb)、A/G、総コレステロール(TChol)、トリアシルグリセロール(TG)、HDLコレステロール、LDLコレステロール、血糖(Blood glucose)、ヘモグロビンA_{1c}(HbA_{1c})、総ビリルビン(Tbil)、尿酸(UA)、クレアチニン(Cr)を測定した。

統計学的解析

すべてのデータをSPSSデータベースとして作成し、各変数の平均、標準偏差、中央値と各パーセンタイル値を計算した。また各変数値の相関、主成分分析などをおこない、フィトケミカルの健康影響を分析した。

結果と考察

FFFデータベースによるイソフラボン摂取の妥当性

以前におこなった更年期女性の食事摂取記録よりFFFデータベースを用いてイソフラボン摂取量を計算した。総イソフラボン摂取量は47.2+/-23.6 mg/dで、ゲニステインとダイゼインはそれぞれ30.5+/-15.6 mg/dと16.6+/-8.0 mg/dであった。摂取割合は豆腐(すべての種類の合計)からの摂取量が最も多く(37%)、ついで納豆(32%)、味噌(18%)から摂取しており、この大豆食品3種類でイソフラボン摂取量の87%を、豆類摂取量全体の86%を占めていた。計算値と実測値の相関係数は、ダイゼイン $r=0.816$ ($P<0.01$)、ゲニステイン $r=0.851$ ($P<0.01$)とともに有意な正の相関を示し、イソフラボンに関して食事調査表から摂取量を推定できることが示された。

対象者特性

男性、女性、全体の身体状況および生体指標の平均値を示す(Table 1)。総コレステロールの平均が221±36 mg/100mLであり、LDLコレステロールにおいても全体平均で142±34 mg/100mLであり基準値よりやや高い数値であったが、その他の検査結果は正常範囲内の数値であった。

現在の健康状態、既往歴、飲酒喫煙習慣、食習慣、生活習慣、性格などは自記式回答による健康づくりア

ンケートにより調べた。既往歴と検査データによる罹患者は糖尿病罹患者7名、高血圧症罹患者25名、高脂血症罹患者54名であった。

機能性食品因子を多く含む豆類、果実類、野菜類（緑黄色野菜、その他の野菜）、穀類（米類、小麦類）の摂取量を平成13年国民栄養調査（食品群別摂取量）と比較したが、この対象者は米類の摂取量が低く、男性の果実類の摂取量が少ない他はとくに差がなかったためのおおむね日本人平均に近いとみなせる。

機能性食品因子の摂取量

機能性食品因子（Functional Food Factor, FFF）の複合的な生体影響を比較評価するために、FFFデータベース内にモル濃度（ $\mu\text{mol}/100\text{g}$ ）含量のテーブルを作成した（<http://www.nihn.go.jp>）。食品分類と食品名と成分名と成分量（ $\mu\text{mol}/100\text{g}$ ）を検索条件として、機能性因子情報を検索すると検索結果として、食品番号、食品名、成分名、成分量（ $\mu\text{mol}/100\text{g}$ ）のデータが表示される。食事調査のデータから、作成したFFFデータベースを使用し、1人1日あたりのフィトケミカルの摂取量を算出した。

カロテノイド、含硫化合物、ポリフェノール、有機

酸について、1人1日あたりの平均値、中央値、最大値、75%タイル、90%タイルの表および箱ひげ図で示す（Table 2, Fig. 1）。含硫化合物のS-methyl-L-cysteine sulfoxide, S-propyl-L-cysteine sulfoxide, S-1-propenyl-L-cysteine sulfoxideは、たまねぎ、根深ねぎ、葉ねぎなどねぎ類からの摂取が多かった。Isothiocyanateは、大根（根）、キャベツ、わさびから多く摂取していた。ケルセチンはたまねぎ、トマト、モロヘイヤから、ゲニステイン、ダイゼイン、グリシテインは、糸引き納豆、挽きわり納豆、木綿豆腐、絹ごし豆腐から多く摂取していた。（-）-エピガロカテキン、（-）-エピカテキンは、煎茶、ウーロン茶、番茶から多く摂取していた。クロロゲン酸はコーヒー、なす、ももから、フェルラ酸は、なす、食パン、めしから、桂皮酸は、モロヘイヤ、ごぼう、ももからの摂取が多かった。

たんぱく質や脂質といった主要な栄養素に比べて含有量の少ない機能性食品因子は、個人個人の摂取量の差が大きく、1,000倍もの差が現れることがある。そのため、平均値が高くとも、75パーセントイル、90パーセントイルの値が小さければ、ごく一部の対象者し

Table 1. Anthropometric & biochemical data

	unit	Males	Females	Total
n		16	63	79
Age	y	71 ± 9	61 ± 9	63 ± 10
Height	cm	161.7 ± 6.0	151.4 ± 5.0**	153.5 ± 6.7
Body weight	kg	61.2 ± 10.5	52.4 ± 6.5**	54.1 ± 8.2
BMI	kg/m ²	23.4 ± 3.4	22.9 ± 3.0	23.0 ± 3.0
Body fat	%	21.0 ± 6.0	28.8 ± 6.1**	27.2 ± 6.8
SBP ¹	mmHg	132 ± 15	125 ± 19	126 ± 18
DBP ²	mmHg	77 ± 9	72 ± 9	73 ± 10
AST ⁵	IU/L	30 ± 27	26 ± 9	27 ± 14
ALT ⁶	IU/L	25 ± 17	23 ± 14	23 ± 14
γ -GTP ⁷	IU/L	27 ± 14	33 ± 26	32 ± 24
ALP ⁸	IU/L	264 ± 76	234 ± 77	240 ± 77
Choline esterase (ChE)	IU/L	194 ± 29	188 ± 35	189 ± 34
Total protein (TP)	g/100mL	7.4 ± 0.3	7.4 ± 0.4	7.4 ± 0.4
Albumin	g/100mL	4.5 ± 0.2	4.5 ± 0.2	4.5 ± 0.2
Total cholesterol (TChol)	mg/100mL	228 ± 36	219 ± 36	221 ± 36
Triacylglycerol (TG)	mg/100mL	103 ± 55	95 ± 49	97 ± 50
HDL cholesterol	mg/100mL	55 ± 9	61 ± 15*	60 ± 14
LDL cholesterol	mg/100mL	153 ± 34	139 ± 33	142 ± 34
Blood glucose	mg/100mL	94 ± 6	97 ± 20	96 ± 18
HbA _{1c}	%	5.0 ± 0.4	5.0 ± 0.9	5.0 ± 0.8

mean ± SD

¹SBP, systolic blood pressure; ²DBP, diastolic blood pressure;

⁵ALT, alanine aminotransferase; ⁶AST, aspartate aminotransferase;

⁷ γ -GTP, γ -glutamyltranspeptidase; ⁸ALP, alkaline phosphatase;

Significant difference from males (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$)

Table 2. Intake of non-nutrient phytochemicals (μ mole/day/capita)

(n=79)

	mean	median	max	percentile	
				75th	90th
Carotenoids					
α -carotene	0.85	0.7	3.9	1.2	1.9
β -carotene	7.3	6.5	21.1	10.7	14.5
Cryptoxanthin	94.6	0.2	1,547	0.5	5.0
Lutein	7.9	5.1	28.8	10.3	22.3
Lycopene	7.2	4.7	43.0	10.4	17.4
Zeaxanthin	0.48	0.3	4.3	0.6	1.1
Sulfar compounds					
S-methyl-L-cysteine sulfoxide	120	75.3	672	176	321
S-propyl-L-cysteine sulfoxide	189	106	1,244	257	594
S-1-propenyl-L-cysteine sulfoxide	1,018	318	6,453	1,685	2,957
S-allyl-L-cysteine sulfoxide	26.3	0	184	36.8	89.3
Isothiocyanate	37.2	25.5	250	54.4	90.2
4-methylsulfinylbutyl isothiocyanate	1.4	0	27.0	0	0
6-methylsulfinylhexyl isothiocyanate	2.1	0	125	0	0
Polyphenols					
Flavonoids					
Apigenin	5.9	0	146	0	5.8
Luteolin	1.6	0	13.5	2.0	6.3
Diosmin	0.46	0	14.8	0	0
Chrysoeryol	0.04	0	3.3	0	0
Kaempferol	7.7	2.1	135	7.5	19.9
Quercetin	70.1	55.1	275	117	180
Rutin	2.2	0	33.6	0	8.2
Narirutin	15.0	0	382	0	35.5
Myricetin	0.35	0	3.6	0.3	1.0
Naringenin	24.8	2.8	546	6.6	12.1
Hesperetin	34.3	0	1,236	0	109
Neohesperidin	1.2	0	31.8	0	0
Poncirin	0.99	0	25.2	0	0
Neoponcirin	0.63	0	8.7	0	3.3
Genistein	133	121	429	187	228
Daidzein	98.5	87.2	336	142	182
Glycitein	44.8	39.9	134	61.5	80.2
Eryocitrin	0.73	0	27.2	0	0
Catechins					
(-)-Epigallocatechin	1,307	1,131	6,136	1,887	2,609
(-)-Epicatechin	383	356	1,651	556	726
(+)-Catechin	5.0	0	101	0	20.7
Anthocyanins					
Anthocyanidin	20.5	7.0	140	33.0	55.0
Cyanidin	0.94	0	12.8	1.6	3.3
Organic acids					
Protocatechuic acid	0.34	0	5.4	0	1.1
Benzonic acid	1.2	0	75.6	0	0
Chlorogenic acid	131	24.0	1,101	237	408
Caffeic acid	105	2.8	1,090	192	365
Ferulic acid	63.9	52.8	198	84.2	112
Cinnamic acid	58.3	20.3	531	51.1	147
Gallic acid	2.5	0	37.5	0	7.5

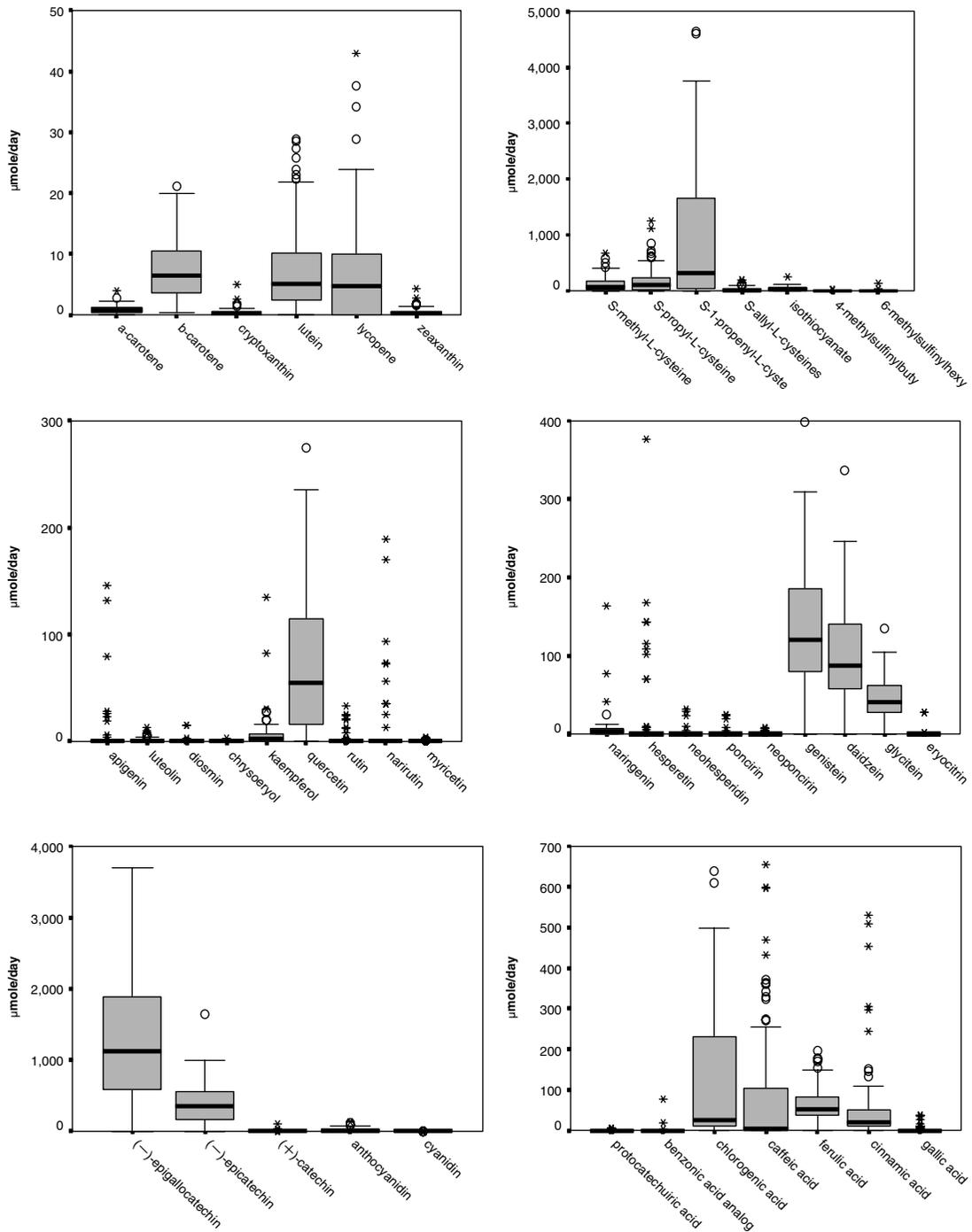


Fig. 1. Daily intake of phytochemicals by Japanese.

が多く摂取していないということを意味する。これらことから中央値が $10\mu\text{mole}$ 以上の機能性食品因子に着目した。 $10\mu\text{mole}$ 以上摂取している機能性食品因子は、ポリフェノールでは、フラボノイドであるケルセ

チン、ゲニステイン、ダイゼイン、グリシテイン、カテキン類である (-)-エピガロカテキン、(-)-エピカテキンであった。有機酸では、クロロゲン酸、フェルラ酸、桂皮酸が $10\mu\text{mole}$ 以上摂取していた (Table 5-5)。

カロテノイドでは一つもなく、含硫化合物では、S-methyl-L-cysteine sulfoxide, S-propyl-L-cysteine sulfoxide, S-1-propenyl-L-cysteine sulfoxide, Isothiocyanateであった。

各機能的食品因子の摂取量と生体指標との相関

フィットケミカル摂取量と生体指標は、正規分布をとっていないため対数変換をした。個別のフィットケミカルと生体指標の間にはいずれも有意な相関は得られなかった。そこで、摂取量が0となったフィットケミカル

は分析から除き、主成分解析を行った。主成分解析により12のFactorに分類された (Table 3)。そして、年齢による誤差を調整し、それぞれのFactorについて生体指標との偏相関を見た。相関の認められなかったFactorと生体指標は除き、相関の認められたもののみを示す (Table 4)。

Factor 1は、総たんぱく質、アルブミン、HDLコレステロールとの間に有意な ($P<0.05$) 正の相関が見られた。トリアシルグリセロールとの間には、有意な

Table 3. Intake of phytochemicals and chief component analysis

Element	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Poncirin/1,000kcal	0.965	0.029	0.067	0.070	-0.021	0.032	-0.027	-0.003	-0.003	0.027	0.009
Neohesperidin/1,000kcal	0.960	0.029	0.058	0.049	-0.027	0.024	-0.016	-0.003	0.002	0.025	0.016
Naringenin & Naringin/1,000kcal	0.939	-0.001	0.019	0.064	-0.015	0.004	0.011	-0.015	-0.014	0.027	0.012
Narirutin/1,000kcal	0.712	-0.095	0.108	-0.021	0.027	-0.038	0.026	0.003	-0.047	0.150	-0.039
Apigenin/1,000kcal	0.510	0.035	0.022	0.006	0.205	0.212	-0.013	-0.048	-0.039	-0.165	-0.101
β -carotene/1,000kcal	0.041	0.924	0.130	0.119	0.170	0.023	-0.035	-0.014	-0.049	0.124	-0.023
Lutein/1,000kcal	0.032	0.835	0.158	0.117	0.167	0.009	-0.066	0.002	-0.047	0.239	-0.126
Cinnamic acids/1,000kcal	0.024	0.784	0.024	0.189	0.203	-0.008	-0.063	-0.027	-0.083	0.052	-0.083
Kaempferol/1,000kcal	0.007	0.622	0.131	0.052	-0.073	0.074	0.085	0.025	-0.086	0.039	0.126
α -carotene/1,000kcal	-0.046	0.594	0.104	-0.030	0.051	-0.069	0.022	0.005	0.097	-0.145	0.135
glycitein/1,000kcal	0.059	0.130	0.961	0.079	0.000	0.040	-0.066	-0.012	0.025	0.013	-0.035
Daidzein glc/1,000kcal	0.078	0.132	0.960	0.087	0.027	0.066	-0.072	-0.004	0.018	0.044	-0.044
Genistein+genistein-glc/1,000kcal	0.053	0.144	0.956	0.075	-0.015	0.045	-0.046	0.001	0.015	0.027	-0.030
Catechins/1,000kcal	0.059	0.115	0.087	0.967	0.007	0.058	-0.061	-0.006	0.016	0.009	-0.028
(-)-epicatechin & epicatechin/1,000kcal	0.059	0.089	0.051	0.956	0.001	0.054	0.025	-0.021	-0.001	-0.008	0.012
(-)-epigallocatechin/1,000kcal	0.055	0.118	0.101	0.954	0.009	0.053	-0.077	-0.001	0.021	-0.004	-0.033
S-1-propenyl-L-Cysteine sulfoxide/1,000kcal	0.012	0.126	0.039	-0.017	0.892	0.057	0.010	-0.013	0.152	-0.039	0.160
S-methyl-L-Cysteine sulfoxide/1,000kcal	0.009	0.122	0.016	-0.024	0.873	0.059	0.022	-0.013	0.127	-0.049	0.344
Quercetin+quercetin-glc/1,000kcal	0.021	0.455	-0.054	0.076	0.775	0.074	0.040	-0.011	0.075	0.027	0.011
Ferulic acid/1,000kcal	0.010	-0.015	0.059	0.076	0.067	0.940	-0.112	-0.091	-0.003	0.121	-0.020
Anthocyanidin & Anthocyanin/1,000kcal	0.011	-0.065	0.031	0.078	0.126	0.928	0.045	0.086	-0.033	0.128	-0.072
Caffeic acid/1,000kcal	0.298	0.083	0.068	0.055	-0.036	0.746	-0.023	0.411	-0.007	0.122	0.025
Benzonic acids/1,000kcal	-0.045	0.279	0.132	-0.062	-0.187	0.326	-0.033	-0.023	0.181	0.036	0.094
Pelargonidin-3-glc/1,000kcal	0.020	-0.027	-0.062	-0.066	-0.022	-0.036	0.934	-0.044	0.013	0.029	0.106
pelargonidin/1,000kcal	0.020	-0.021	-0.062	-0.064	-0.018	-0.035	0.933	-0.058	0.013	0.030	0.110
Cyanidin/1,000kcal	-0.071	-0.027	-0.062	0.019	0.201	0.014	0.614	0.268	-0.111	-0.016	-0.225
delphinidin/1,000kcal	-0.018	-0.041	-0.033	0.050	0.032	0.052	0.030	0.960	-0.017	0.019	-0.073
Malvidin/1,000kcal	-0.018	-0.048	-0.034	0.049	0.018	0.049	0.008	0.953	-0.010	0.018	-0.058
Peonidin/1,000kcal	-0.018	0.052	0.040	-0.103	-0.062	0.024	-0.020	0.580	0.003	-0.052	0.102
Diosmin/1,000kcal	-0.025	-0.037	0.032	0.015	0.140	-0.012	-0.014	-0.012	0.943	-0.022	-0.060
Eriocitorin/1,000kcal	-0.023	-0.034	0.057	0.049	0.149	0.008	-0.053	-0.005	0.929	-0.002	-0.081
Rutin/1,000kcal	0.009	-0.004	-0.110	-0.083	-0.054	-0.036	0.069	-0.024	0.626	-0.051	0.046
Catechins/1,000kcal	-0.020	-0.001	0.023	0.056	0.056	0.064	-0.004	-0.046	-0.061	0.845	0.024
Cryptoxanthin/1,000kcal	0.044	0.079	-0.076	-0.079	-0.204	0.097	0.025	-0.040	0.019	0.765	-0.023
Zeaxanthin/1,000kcal	0.101	0.238	0.208	0.005	-0.017	0.089	-0.124	0.082	0.064	0.642	-0.084
Chlorogenic acids/1,000kcal	-0.002	0.115	0.044	-0.017	0.024	0.312	0.174	0.025	-0.026	0.547	-0.053
S-allyl-L-cysteine sulfoxide/1,000kcal	-0.014	-0.004	-0.068	-0.028	0.133	-0.032	0.051	-0.004	-0.090	-0.034	0.927
S-propyl-L-cysteine sulfoxide/1,000kcal	-0.019	0.007	-0.054	-0.023	0.296	-0.036	0.059	0.001	-0.054	-0.030	0.910

factor extraction method: Chief ingredient analysis method of rotation factor: varimax method without a normalization of Kaiser cumulative percent 80.5%

Table 4. Partial correlation coefficients between phytochemical intake and biochemical markers

	Factor 1	Factor 2	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 8	Factor 9	Factor 12
BMI	-0.002	0.250*	-0.222	-0.032	0.074	-0.086	0.116	0.060
SBP	0.123	-0.003	-0.059	0.052	0.004	-0.121	0.228*	-0.087
DBP	0.005	-0.002	-0.188	0.020	-0.083	-0.112	0.307**	-0.029
AST	-0.041	0.173	0.002	-0.049	-0.028	-0.249*	0.087	0.057
ALT	-0.078	0.233*	0.011	-0.173	0.057	-0.098	0.066	0.032
γ -GTP	0.012	0.343**	0.125	-0.076	0.129	0.144	-0.021	0.034
ALP	0.018	0.112	0.285*	-0.310**	-0.006	-0.101	0.131	-0.057
ChE	0.051	-0.025	0.129	-0.165	0.088	0.063	-0.070	-0.255*
Total protein (TP)	0.252*	0.069	0.099	0.110	-0.074	-0.133	-0.064	0.048
Alb	0.257*	0.024	0.013	-0.069	0.118	-0.144	-0.037	-0.011
Triacylglycerol (TG)	-0.247*	0.228*	0.055	0.010	0.377**	0.012	-0.103	-0.202
Total cholesterol (TChol)	0.041	0.132	0.052	-0.053	0.109	0.045	-0.095	-0.342**
HDL cholesterol	0.225*	-0.143	-0.015	-0.037	-0.129	0.019	0.005	0.103
LDL cholesterol	-0.011	0.149	0.049	-0.055	0.026	0.043	-0.074	-0.356**

Factor 1: Neohesperidin, Poncirin, Naringenin, Apigenin

Factor 2: β -carotene, Quercetin, Kaempferol, Lutein, Lycopene, Cinnamic acid

Factor 3: Daidzein, Glycitein, Genistein

Factor 4: Hesperetin, Neoponcirin, Narirutin

Factor 5: (-)-Epigallocatechin, (-)-Epicatechin, Benzoic acid

Factor 6: Eryocitrin, Diosmin

Factor 7: Chlorogenic acid, Caffeic acid

Factor 8: Protocatechuic acid, Gallic acid

Factor 9: Cryptoxanthin, Luteolin

Factor 10: (+)-Catechin, Rutin, Ferulic acid

Factor 11: Chrysoeryol, Myricetin, α -carotene

Factor 12: Zeaxanthin, Cyanidin

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

($P<0.05$) 負の相関が見られた。Factor 2は、BMI、ALP、 γ -GTP、トリアシルグリセロールとの間に有意な ($P<0.05$, γ -GTPは $P<0.01$) 正の相関が見られた。肝機能に悪影響を与えると推測できる。有意差は認められなかったが、総コレステロール、LDLコレステロールにも正の相関の傾向があり、HDLコレステロールでは負の相関の傾向が見られることから、血中脂質に対し、悪影響を与えると推測できる。Factor 2には β -カロテンが含まれ、過剰摂取のリスクをしめすものと思われる。その点、イソフラボンが含まれるFactor 3は有意な関係はしめさなかったが、多くの生体指標と良い方向での相関をしめした。

Factor 4は、ALPとの間に有意な ($P<0.05$) 正の相関が見られ、肝機能になんらかの悪影響を及ぼしていると考えられる。反対に、Factor 5では、ALPとの間に有意な ($P<0.01$) 負の相関が見られ、肝機能になんらかの良い影響を及ぼしていると考えられた。Factor 6は、トリアシルグリセロールとの間に、有意な ($P<0.01$) 正相関が見られた。有意差は認められ

なかったが、総コレステロール、LDLコレステロールでも正相関の傾向があり、HDLコレステロールでは負の相関の傾向が見られることから、Factor 2と同様、血中脂質に対し、なんらかの悪影響を与えると考えられる。Factor 6にはエリオシトリン、ジオスミンが含まれ、脂質代謝になんらかの悪い影響を与えたと推測される。Factor 8は、ASTとの間に有意な ($P<0.05$) 負の相関が見られた。Factor 9は、最高血圧、最低血圧との間に有意な正の相関が見られ、血圧に悪影響を及ぼすと推測できる。Factor 12は、ChE、総コレステロール、LDLコレステロールとの間に有意な負の相関が見られた。

既往歴・罹患状態によるフィトケミカルの摂取量

Factor 1, 2, 6, 12の機能性食品因子が、血中脂質に影響を与えることが推測されたので、健康者25名、高脂血症罹患患者54名との間に機能性食品因子摂取量の違いがあるかを見た。その結果、Factor 6, 12に有意な差が認められた (Fig. 2a)。健康者54名と高脂血症罹患患者25名との間にFactor 9について罹患患者の方は摂

取量が有意に多かった (Fig. 2b). また, Factor 6についても健康者の方が有意に多く摂取していた. 糖尿病の指標である血糖値とHbA_{1c}と各Factorの間に有意な相関は見られなかったが, 摂取量ではFactor 4, 5, 10に有意差が認められた (Fig. 2c). 将来的にはこのように非栄養性機能物質の摂取量と組み合わせを長期コホート調査結果と結びつけて解析していくことによって介入研究に変えられるブレイクスルーになると思われる.

本研究は横断研究なので, 原因・結果を示すものではない. しかし, フラボンの一種であるケルセチン摂取量が多くなるほど, 血中 LDL コレステロールが低い傾向があり, ケルセチンの健康影響が示唆された. Hollmanら⁶⁾は玉ねぎやりんご (各々ケルセチンとし

て68 mg, 98 mgを含む) を摂取した後のヒトの血中動態をアグリコンのケルセチンとして調べた結果, それぞれ0.7時間, 2.5時間後に血中濃度が最高になり, そのレベルは224 $\mu\text{g/L}$ (約0.1 μM), 92 $\mu\text{g/L}$ であること, また, 血中濃度は低くなるが24時間後でも血中に存在することを報告している. 試験管実験においてケルセチンは1~20 μM でヒトLDLの酸化を抑えた⁷⁾. 血中濃度から推察すると, 吸収されたフラボノイドが血管中でLDL酸化を抑える可能性はあると考えられる. 長期の食生活が生活習慣病予防に果たす可能性にエビデンスを与えるものである. 臓器蓄積に関してはまだ明らかにされていないが, ベータカロテンのように脂溶性のものでは代謝回転はおそく, 蓄積による毒性も考慮する必要があるだろう.

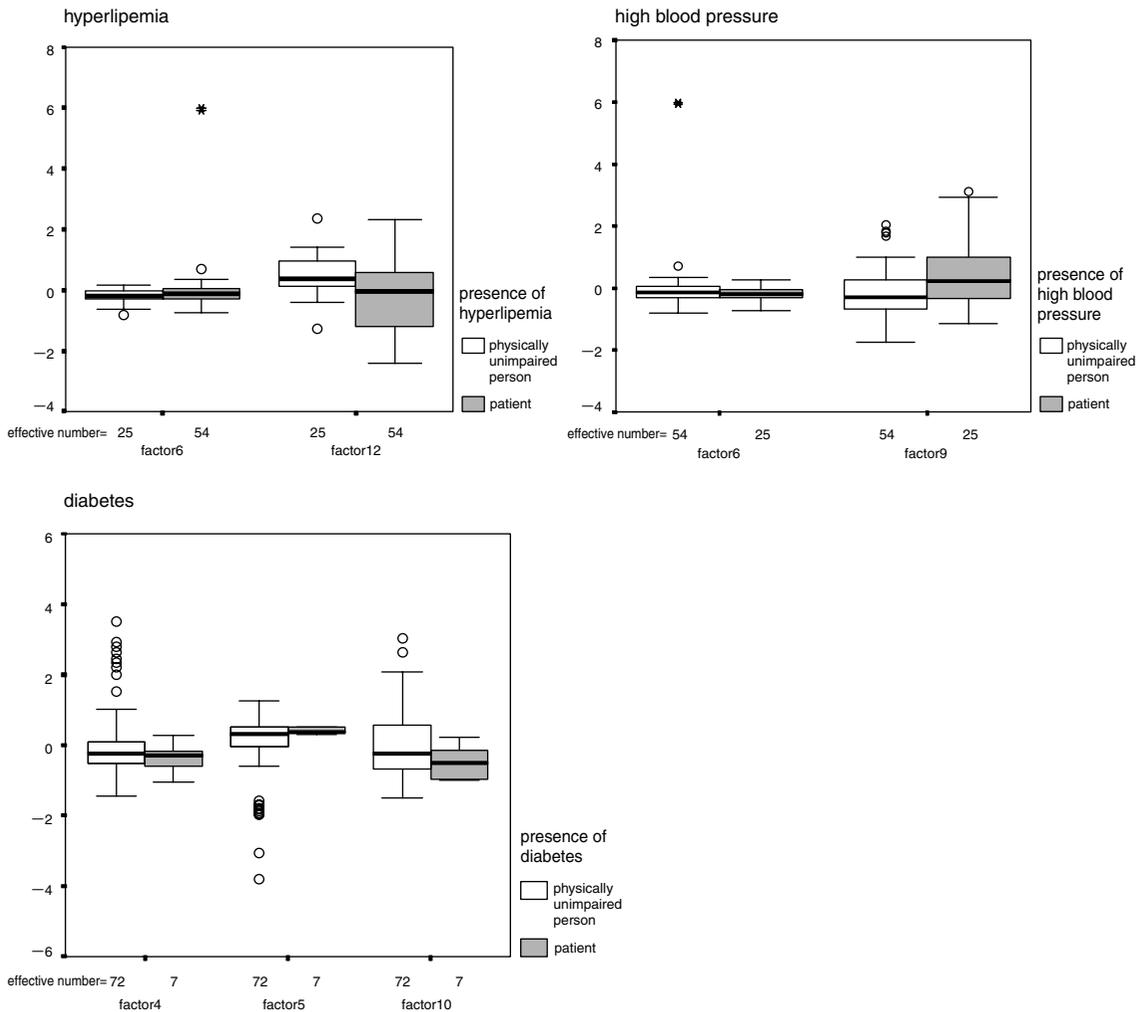


Fig. 2. Comparison of phytochemical intake by healthy and diseased person.

要 約

イソフラボンやフラボノイドの生体内での相互作用についてはほとんど不明である。機能性食品因子データベースを充実させることにより、重量で80%以上の食品についてフラボノイドや他のフィトケミカル摂取の計算ができた。今後、機能性食品因子データベースの未測定食品の数値を埋めていけばより正確な摂取量を算出できる。これにより各機能性食品因子が生体に与える影響について明らかにし、機能性食品因子の相互作用についても検討できる。サプリメントブームの中、生体にとって好ましいと思われる機能性の方向にばかり目が行き勝ちであるが、 β -カロテンの投与が肺癌死亡率を逆に増加させてしまったという報告⁸⁾もあり、過剰摂取に対する影響も含め、生体内での複合作用に関して、今後、もっと検討する必要がある。フィトケミカルの包括的な影響を推測するのにFFFデータベースはきわめて強力な手段となることが示された。

文 献

- 1) 渡邊 昌(2004): 食事でがんは防げる, 光文社.
- 2) Ohigashi H, et al (eds.) (1997): Food Factors for Cancer Prevention, Springer-Verlag, Tokyo.
- 3) Hertog MG, Hollman PC, Katan MB and Kromhout D (1993): Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in The Netherlands. *Nutr Cancer*, **20**, 21-29.
- 4) メリッサ・メルビー, 渡邊 昌(2005): 大豆イソフラボン摂取と乾燥血液スポット濃度の地域的な違いと健康関係について, 大豆たん白質研究, **8**, 133-137.
- 5) Taku Kohko (Xing-Gang Zhu) and Watanabe S (2004): The construction of web database server-client system for functional food factors. *BioFactors*, **22**, 329-332.
- 6) Hollman PC, van Trijp JM, Buysman MN, van der Gaag MS, Mengelers MJ, de Vries JH and Katan MB (1997): Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. *FEBS Lett*, **418** (1-2), 152-156.
- 7) Zhu QY, Huang Y and Chen ZY (2000): Interaction between flavonoids and α -tocopherol in human low density lipoprotein. *J Nutr Biochem*, **11**, 14-21.
- 8) Beta Carotene Cancer Prevention Study Group (1994): The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N Eng J Med*, **330**, 1029-1035.