

CHAPTER 5

栄養疫学入門

このCHAPTERでは、疫学のなかの栄養に限った部分について紹介したい。主な内容は、食べているものや食べるという行為をどのように調べるか、調べた結果をどのように解釈するかの方法である。自分の日ごろの食べ方や食べているものを想像しながら読んでいただくと理解しやすいかもしれない。このCHAPTERが本書の山である。ほかのCHAPTERより難解だと思うが、ぜひ乗り越えていただきたい。EBNを理解し、実践するうえで中心となる知識は、このCHAPTERから得られる。

疫学を分類するのに、疾患の種類によって分ける方法と、原因の種類によって分ける方法がある。前者には循環器疫学、がん疫学、感染症疫学などが入り、後者には栄養疫学、運動疫学などが入る。疫学研究で得られる結果の精度は、原因を調べる精度と結果を調べる精度の両方によって決まり、両者は縦糸と横糸の関係にある。双方は同等に重要である。しかし、歴史的にみれば、前者が先に発達し、遅れて後者が発達してきた。その意味で、栄養疫学は疫学のなかでは比較的に新しい分野といってよいだろう。

01 食事調査

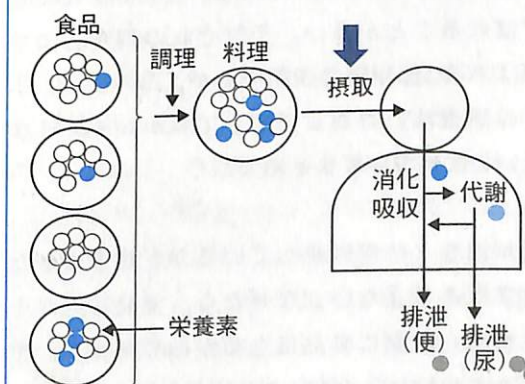
人が食べているものや食べ方をどのように正確に知るかが食事調査 (dietary assessment) の主な目的であり、これなくして栄養疫学はありえない。食品が食べられてから排泄されるまでの流れを File 5 - 01 に示してみた。

食品中の栄養素を調べる方法もあるが、たとえば、ある食品にある栄養素が豊富に含まれていたとしても、それがほとんど食べない珍しい食

品である場合には、その食品が人の健康に与える効果は小さい (File 1 - 02)。また、調理中に変化してしまう栄養素もある。生の状態のときに豊富に含まれている栄養素でも、調理で失わ

File 5 - 01

食品から排泄までの流れ (概念)



れてしまえば、食べていることにはならず、人の健康には関係しない。したがって、口に入る瞬間の調査が必要となる。しかし、これが無理な相談であることは、自分の食事を思い出せば理解できるだろう。そして、摂取された食品は消化・吸収され、そこに含まれていた栄養素は体内で代謝、利用され、尿などに混じって体外に排泄される。どの時点を調べるかによって、いくつかの調査方法が存在する。

食事調査法には、陰膳法（かげぜん duplicate method）、食事記録法（diet record）、食事思い出し法（diet recall）、食物摂取頻度法（food frequency method）、食事歴法（diet history）、生体指標（バイオマーカー：biomarker）などが知られている。このなかで、食事記録法と食事思い出し法は、食べた状況をそのまま収集して記述し、データベース化するため、もっとも正確な調査法として、食事調査の基準と考えられている。それ以外の調査法は、食事記録法と食事思い出し法の短所を克服し、特定の目的で用いることを目的として開発されたものである。なお、食事思い出し法はほとんどの場合、過去24時間を振り返って行われるため、24時間思い出し法（24-hour recall）と呼ばれることが多い。それぞれの調査法については、第3節以降で説明するが、その前に、すべての調査法に共通して知っておかなくてはならないことについてまとめておく。

●人が何をどれだけ食べているかを抜きにした栄養学はありえない。なぜなら、食品は人がそれを食べた瞬間に食品になるからであって、それまではただのモノでしかないからである。

02 調査期間・日間変動・季節間変動

調査期間

どれくらいの長さの期間について摂取の有無や摂取量を知りたいかは、研究目的によって異なる。典型的な例として、食中毒の原因となった食品を知りたい症例対照研究と、骨密度を高める栄養素は何かを調べるコホート研究をあげることができる。

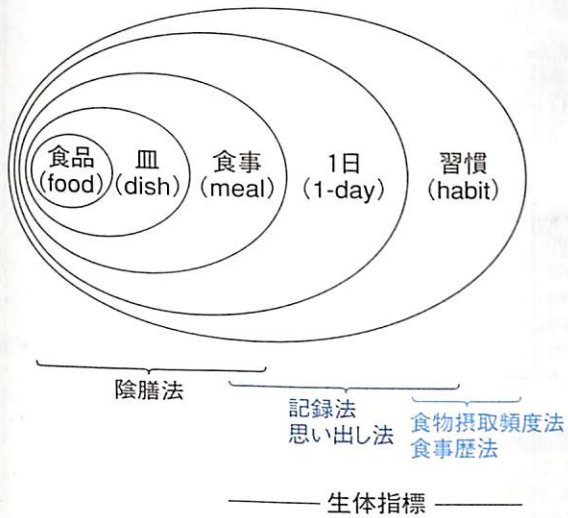
前者で重要なのは、ある特定の日に特定の場所で食べた特定の皿の上にあった特定の食品である。後者に必要なのは何年にもわたって食べていた食品、つまり、習慣的な食事（habitual diet）から摂取していた栄養素である。食中毒の調査であれば、どの食事（たとえば、一昨日に学校で食べた昼食）ということまでわかり、その日の料理の一部が保存されていれば、それを分析したり、そこから細菌を培養したりするといった手段がある。保存されていない場合は、そのときに食べた食品をきめ細かく思い出してもらい調査法が有効だろう。

一方、後者では、その人の習慣的な摂取量を知らなくてはならない。昨日食べた食品と1年前の今日食べた食品はほぼ同じ大切さをもっている。すると、昨日のことをていねいに調べるよりも、食べ方の習慣を大雑把に聞き出す方法のほうがよいかもしれない。また、ある程度長い期間の摂取状態を示す生体指標があれば魅力的である。

実施可能性（feasibility）を考慮すると、調査期間（assessment period）と食事調査法との関係は、File 5 - 02のようになる。特定の食品や食事の場合には陰膳法が、1日から数日間程度の摂取状態を調べるには食事記録法や24時間思い出し

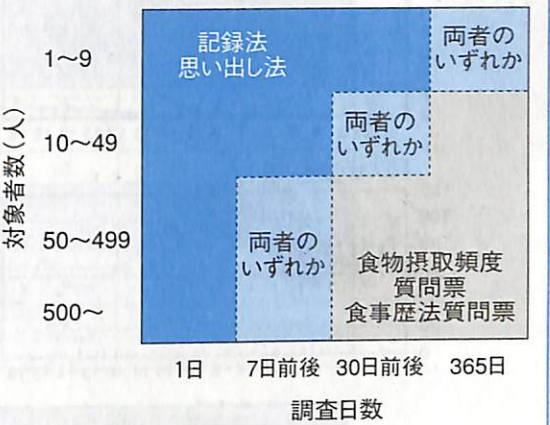
File 5 - 02

調査対象物・調査対象期間と調査法



File 5 - 03

調査日数と対象者数からみた調査法選択の基準



他に、目標とする精度や対象者特性、実施可能性などを参考にして決める。

法が、1カ月間以上にわたる習慣的な摂取状態を知りたい場合には食物摂取頻度法や食事歴法が有効であると考えられている。そして、生体指標が存在する場合は、その利用も考慮される。また、調査期間と対象者数から考えた場合は、1つの基準としてFile 5 - 03のようになる。この理由はこのCHAPTERのなかで詳しく説明したい。

●われわれが食べているものは日々変わっている。もしも毎日同じものを同じだけ食べていたら栄養学はもっとずっと早く発達していただろう。

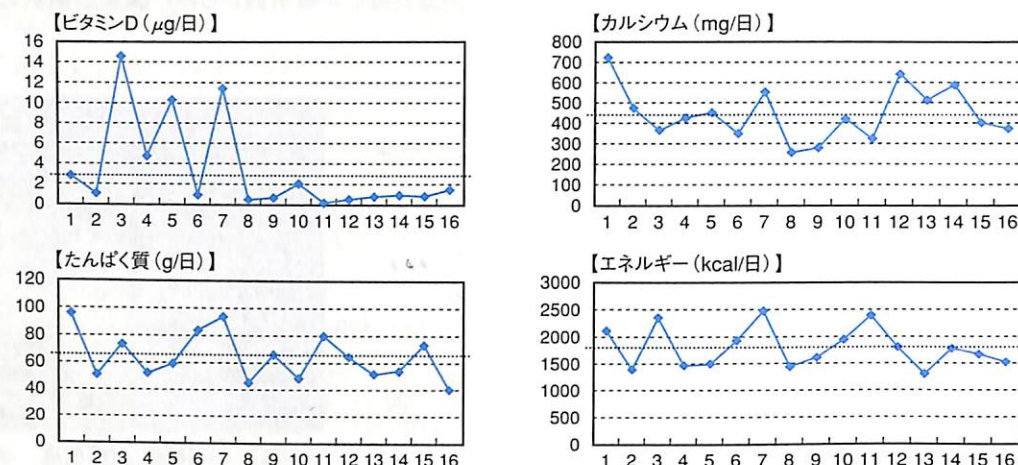
日間変動

なぜ、知りたい期間によって調査方法が異なるのだろうか。なぜ、24時間思い出し法によって得られた、昨日食べたものから計算した栄養

価をその人の習慣的な摂取量としてはいけないのだろうか。それは、「食べるものや食べる量は毎日少しずつ違っている」からである。まれに鰻丼を食べる人は多いだろうが、ある日に鰻丼を食べた人がその翌日にも鰻丼を食べる確率はあまり高くないだろう。

File 5 - 04は、ある人の食事を16日間にわたって記録し、ビタミンD、カルシウム、たんぱく質、エネルギーの摂取量を計算したものである。どの栄養素の摂取量も日によって異なっている。この現象を日間変動（day-to-day variation）と呼ぶ。これは個人のなかで起こる変動（個人内変動：intra-individual variation）の代表的なものである。ある1日の摂取量を習慣的な摂取量の代わりとして使うのが難しいことがわかる。とくに、ビタミンDの習慣的な摂取量を知るためには、ある一定期間で、大量のビタミンDを摂取する

File 5 - 04

ある人の栄養素摂取量の日間変動
(16日間の秤量食事記録調査結果より)

	ビタミンD	カルシウム	たんぱく質	エネルギー
平均	3.5	445	65	1798
標準偏差	4.5	127	17	376
変動係数(%)	130	29	27	21
最大/平均	4.19	1.61	1.48	1.37
最小/平均	0.10	0.59	0.61	0.73

日が何回あるかを調べるほうが、ある1日に食べたものをていねいに調べるよりも精度が高そうだと推測される。しかし、「ビタミンDを大量に食べる日を教えてください」と尋ねるわけにはいかないので、ビタミンDの供給源となり、多くの人が普通に食べている食品の摂取頻度を尋ねることになる。これが食物摂取頻度法である。ビタミンDは極端な例だが、すべての栄養素、すべての食品に日間変動がある。そして、その変動の幅や周期は食品や栄養素によって異なる。この人の場合、日間変動の大きさは、ビタミンD>カルシウム>たんぱく質>エネルギーの順であることがわかる。表中にある変動係数 (coefficient of variation) というのは、標準偏差÷平均値として計算される値で、%で表記され、分布の広がり进行比较したいときに便利な指標である。正規分布を仮定しての指標なので乱用は避けた

いが、ここでも一定の目安になりそうである。

ところで、最近の栄養疫学が研究対象としている疾患は、食中毒のように、ある1回の食事に原因を求めるものよりも、長期間にわたって摂取されたものが影響を与える、いわゆる生活習慣病のほうである。すると、どれくらいの期間の食事を調べれば、習慣的な食事を知ることができるのかが大きな問題となる。何日間の食事を調べれば、±5%以内または±10%以内の誤差で習慣的な摂取量を知ることができるかについて、栄養素別に調べた結果をFile 5-05に示した¹⁾。必要調査日数はエネルギー、炭水化物、たんぱく質で短く、脂質で少し長くなり、カルシウム、カリウムといったミネラルがこれに続き、ビタミン類になると途方もなく長い期間の調査が必要であることがわかる。当然ながら、許容誤差が大きいほうが必要調査期間は短く、許容

File 5 - 05

個人(女性)の1日あたり平均摂取量の推定に必要な調査日数

許容し得る誤差範囲	±5%以下			±10%以下		
	高齢者*	中年**	学生***	高齢者*	中年**	学生***
エネルギー (kcal)	12	15	28	3	4	7
炭水化物 (g)	13	19	—	3	5	—
たんぱく質 (g)	21	21	36	5	5	9
脂質 (g)	43	43	71	11	11	18
カリウム (mg)	21	30	—	8	8	—
鉄 (mg)	27	31	—	7	8	—
カルシウム (mg)	47	65	—	12	16	—
ビタミンC (mg)	80	132	179	20	33	45
カロテン (μg)	140	258	252	35	64	63
飽和脂肪酸 (g)	—	59	—	—	15	—
多価不飽和脂肪酸 (g)	—	61	—	—	15	—
コレステロール (mg)	—	109	—	—	27	—
食物繊維 (g)	—	49	—	—	12	—

*n=60, 平均年齢=61.2歳, 宮城県農村部。12日間の秤量食事記録調査。

資料) Ogawa. et al., Eur. J. Clin. Nutr., 52: 781-785, 1999より改変引用。

**n=42, 平均年齢=49.8歳, 東海地方。16日間の秤量食事記録調査。

資料) 江上ら, 日本公衛誌, 46: 828-837, 1999より改変引用。

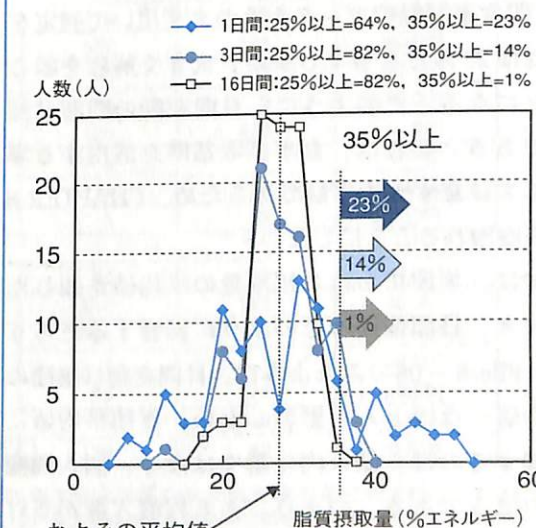
***n=95, 短大学生, 九州地方。16日間の秤量食事記録調査。

資料) 武藤ら, 第46回日本栄養改善学会講演集, 1999; 260 (抄録) より改変引用。

誤差が±10%以内の場合には、一部のビタミンを除けば、1カ月間の食事で習慣的な摂取量を知ることが可能であることがわかる。また、高齢者では日間変動が小さく、若年者で大きいために、必要調査日数は高齢者で短く、若年者で長いこともわかる。

ところで、日間変動は摂取量の分布において、ある範囲内の人数やその割合を求める場合に、大きな影響を及ぼす。File 5-06は、92人の女子大学生を対象として行われた16日間の半秤量式食事記録調査の脂質摂取量である¹⁾。全16日間のデータを用いた場合、そのなかの3日間のデータを用いた場合、そして、ある1日のデータを用いた場合がある。平均値や分布の概形はあまり変わらず、ただ、分布の幅だけが変まっているのがわかる。そこで、例として、35%エネルギー以上の者を高脂質摂取者として、その者の率を

File 5 - 06

16日間半秤量式食事記録法(女子大学生92人)
から計算した脂質摂取量の分布

データ提供) 武藤慶子(県立長崎シーボルト大学)

File 5 - 07

集団平均摂取量を95%以上の確率で
得るために必要な対象者数

	3日間調査		1日間調査	
	男性	女性	男性	女性
総エネルギー	47	40	141	120
たんぱく質	52	50	155	149
総脂質	74	67	221	199
炭水化物	51	43	151	128
カルシウム	79	76	236	227
鉄	57	57	170	169
ナトリウム(食塩)	62	58	186	172
カリウム	59	53	176	158
レチノール	381	404	1,142	1,210
カロテン	132	122	395	364
ビタミンC	103	92	307	274

3日間食事記録による調査。
男性59人(45-77歳)と女性60人(47-76歳)。
Ogawa, et al., Eur. J. Clin. Nutr., 52: 781-785, 1999の
数値を元にして試算。
資料) 佐々木敏. EBN. 医歯薬出版. 2001から引用。

求めると、それぞれ、1%、14%、23%となる。
つまり、エネルギーの35%以上を脂質から習慣
的に摂取している者は1%未満であるが、もしも、
1日間食事記録のデータをそのまま用いて判定を
すれば23%となってしまう、大きく解釈を誤る
ことになる。このように、日間変動の問題は深
刻である。これは、食事摂取基準を活用する場
合にも注意すべき事柄であるため、CHAPTER 8
で再度触れることにしたい。

では、集団における摂取量の平均値を知りた
いとき、日間変動はどのように影響するだろう
か。File 5 - 06でみたように、日間変動は集団の
平均値へはほとんど影響しない。集団平均値に
影響するのは、個人内変動ではなく、個人間変
動のほうである。つまり、ある程度人数が多け
れば、少ない日数の調査で十分に正確な集団平
均値を得ることができる。File 5 - 07は、File

5 - 05で用いたデータの1つを用いて、3日間と1
日間調査で真の摂取量の上下5%の範囲内に調査
結果が入るようにするための必要最少人数を計
算した結果である¹⁾。ただし、たとえば500人を調
べても、性・年齢階級別に集計して…、として
いると1つの集団の人数は少なくなってしまう。
男女それぞれに年齢階級が5つあれば、1つの集
計用集団はそれぞれ50人である。しかも実際
には人数の不均等があって、50人に満たない集団
も出てくる。すると、3日間調査を採用しても
500人では足りない計算になる。その場合は、対
象者数を増やすか、性・年齢階級の数減らす
か、求めたい平均値の精度を落とすかのいづれ
かを選択することになる。

季節間変動

季節によって食べ物は変わる。したがって、
どの季節に調査したかによって結果は左右され
る。File 5 - 08は、男性75人と女性85人を対象
として、季節ごとに行った7日間食事記録調査
(合計28日間)で得られた平均栄養素摂取量の季
節間変動(seasonal variation)である²⁾。季節間
変動と季節差はほぼ同じ意味である。男女とも
に、鉄、カロテン、ビタミンCの3種類の栄養素
についてだけ強い季節間変動が認められた。他
の栄養素は男女間で結果が異なっていた。他の
論文をみると、性別、対象者数、調査方法、対
象者特性(地域など)によって結果が異なってい
る。一貫して顕著な季節間変動が観察される
のはビタミンCだけ(秋の終わりから冬の始めに
高摂取の時期がある)のようである³⁻⁵⁾。このよ
うに、栄養素でみると、日本人の摂取量は意外
に季節の影響を受けていないかもしれない。

同じ対象者について、食品群で季節間変動を
みたのがFile 5 - 09である²⁾。いも類、野菜類、

File 5 - 08

栄養素摂取量の季節間変動(岩手・秋田・長野,7日間食事記録による平均値)*

	冬	春	夏	秋	ANOVA (p-値)
男性(75人)					
ビタミンC (mg)	54.6	46.9	51.0	62.0	<0.001
カロテン (μg)	1579	1227	1048	1182	<0.001
鉄 (mg)	5.8	5.4	5.3	5.4	<0.001
ナイアシン (mg)	9.3	9.3	9.3	8.7	0.011
カリウム (mg)	1407	1355	1392	1372	0.036
たんぱく質 (g)	16.2	15.7	15.7	15.7	0.048
女性(85人)					
ビタミンC (mg)	77.5	63.6	69.9	85.8	<0.001
カロテン (μg)	2013	1573	1486	1477	<0.001
鉄 (mg)	6.7	6.2	6.0	6.1	<0.001
ナトリウム (mg)	2807	2552	2746	2664	<0.001
カリウム (mg)	1672	1580	1665	1598	0.001
脂質 (% エネルギー)	25.7	24.9	25.5	24.1	0.005
炭水化物 (% エネルギー)	56.9	57.4	57.3	58.8	0.005
カルシウム (mg)	355	329	334	334	0.023
ビタミンB2 (mg)	0.80	0.76	0.77	0.75	0.038

解析を行った食品群:たんぱく質,脂質,炭水化物,アルコール,カルシウム,リン,鉄,ナトリウム,カリウム,レチノール,カロテン,
ビタミンB1,ビタミンB2,ナイアシン,ビタミンC,コレステロール。表に示していない栄養素は有意な季節変動を認めなかった。
*1,000kcal当たり摂取量。

資料) Sasaki, et al., J Epidemiol, 2003; 13 (1 Suppl): S23-50

File 5 - 09

食品群摂取量の季節間変動(岩手・秋田・長野,7日間食事記録による平均値)*

	冬	春	夏	秋	ANOVA (p-値)
男性(75人)					
いも類	23	15	16	25	<0.001
野菜類	125	128	157	121	<0.001
果実類	50	44	65	67	<0.001
きのこ類	5	3	3	5	<0.001
酒類	120	149	160	104	<0.001
油脂類	4	4	5	4	0.002
菓子類	14	15	11	12	0.013
海草類	3	3	5	3	0.043
女性(85人)					
いも類	30	19	21	32	<0.001
野菜類	157	160	210	147	<0.001
果実類	85	73	101	110	<0.001
きのこ類	6	3	4	7	<0.001
乳類	76	89	95	74	<0.001
油脂類	5	4	5	4	0.001
豆類	46	44	39	42	0.016

解析を行った食品群:穀類,いも類,砂糖,甘味料,菓子類,油脂類,種実類,魚介類,肉類,卵類,乳類,野菜類,果実類,
きのこ類,海草類,酒類,酒以外の飲料,調味料。表に示していない食品群は有意な季節間変動を認めなかった。
*1,000kcal当たり摂取量 (g)。

資料) Sasaki, et al., J Epidemiol, 2003; 13 (1 Suppl): S23-50

果実類、きのこ類で、男女とも強い季節間変動が観察された。これら以外の結果は、男女間で異なっていた。興味深いのは、男性のアルコール摂取量には季節間変動がまったくみられなかったのに、酒類でみると顕著な季節間変動があり、夏に摂取量が多くなっていた点である。これは、夏にビールの摂取量が増え、他の季節、とくに秋と冬にアルコール濃度の高い酒類が多く摂取されたことを示している。一方、女性だけで顕著な季節間変動がみられた食品群は乳類であった。乳類のほとんどは牛乳であると考え、摂取量が多くなるのが夏であり、春がこれに続いているため、暑い季節に牛乳が飲み物としてたくさん飲まれたのではないかと考えられる。

このように、食品群でみると、栄養素でみるよりも顕著な季節間変動が観察される。食品群をさらに細分化し、食品のレベルでみれば季節間変動はさらに顕著になるであろう。ところで、有意な季節間変動が観察された栄養素は、冬の摂取量が他の季節よりも多いものがほとんどであった。ところが、食品群でみると、有意な季節間変動が観察された食品群がとくに集中的に摂取されていたわけではない。栄養素と食品群にみられるこのような結果の不一致に意味があるのか否かは明らかでない。

03 食事記録法と食事思い出し法

食事記録法は一定期間に飲食したものを対象者に記録用紙を渡して記録してもらう方法であり、食事思い出し法は一定期間の過去に飲食したものを対象者に思い出してもらう方法である。調査の結果として得られる情報は、基本的には、食品名とその重量のリストである。File 5 - 10

は、ある人のある日の昼食の例である。これら以外の情報（場所、時刻、同伴者など）も、目的に応じて収集することがある。食事記録法は、食べる前に食物を秤で測る秤量法（weighed method）と、感覚的な大きさや重さ、容器に記載された重量を転記するなどして秤量を行わない非秤量法（non-weighed method）に分かれる。実際には、摂取したものすべてを秤量することは不可能であり、秤量法のほとんどは半秤量法（semi-weighed method）である。

2つの方法とも、調査者、対象者ともに労力を要する方法であるが、実際に食べたものの食品名とその重量のリストが得られるため、食品や栄養素の摂取量を調べるためのもっとも正確な調査法と考えられている。その一方、長期間（長い日数）の調査は困難であるし、正確な記録や正確な思い出しは極めて困難である。これら

File 5 - 10

ある人のある日の昼食の例

ID	年月日	食事	食品名*	食品コード**	重量(g)
99999	99年 99月99日	昼	薄力粉	1015	4
			ゆでうどん	1039	230
			観世ふ、小町ふ	1066	2
			かいわれだいこん	6128	7
			生しいたけ	8011	12
			くるまえば・養殖	10321	30
			蒸しかまぼこ	10379	12
			なると	10384	10
			鶏卵	12004	53
			調合油	14006	5
			麦茶濃出液	16055	120
			ストレートめんつゆ	17029	170

*五訂食品成分表に対応する食品名。
**五訂食品成分表の食品コード。

File 5 - 11

食事記録法と食事思い出し法の長所・短所

		食事記録法		食事思い出し法
長所*		実際に食べる(食べた)ものを調べられること		食習慣への干渉が小さいこと 対象者の負担が小さいこと
短所*		食習慣への干渉が大きいこと 対象者の負担が大きいこと 複数日の調査が困難 申告漏れが避けられない		複数日の調査が困難(ほぼ不可能) 標準化が困難なこと 調査者が熟練した技術を要すること
測定誤差**		秤量法	非秤量法	
申告に 起因する誤差	食べる(食べた)ものを申告しないこと	しばしばある	しばしばある	ある
	食べなかったものを申告すること	あまりない	あまりない	ある
	食物の重量を誤ること	あまりない	ある	ある
	調査によって食習慣が変化すること	ある	しばしばある	あまりない
調査者の技術や能力によって誤差が生じること		ある	やや大きい	かなり大きい
食品のコード化の過程で誤差が生じること		ある	ある	ある
栄養価計算 の途中に 生じる誤差	食品成分表に問題がある場合	ある	ある	ある

*主に、食事記録法と食事思い出し法の対比として記述。

**Bingham et al., Manual on methodology for food consumption studies, 1988: 53-106 より改変のうえ引用。

の欠点によって生じる問題点を十分に理解したうえで、これらの方法を用いたり、これらの方法によって得られた結果を解釈したりしなければならない。

2つの方法の長所・短所と生じうる測定誤差について簡単にまとめるとFile 5 - 11のようになる。秤量法がもっとも理想に近いが、対象者の負担が大きく、食習慣への干渉の程度も大きい。ため、「習慣的な食事を知りたい」という本来の目的のためには理想的とはいえない側面も大きい。食事思い出し法は、食事記録法よりも実施可能性と食習慣への干渉を考慮した方法として魅力的であるが、聞き取りに特別の技術が必要とし、調査者の教育やデータの標準化が困難なのが短所である。さらに、事実上、1日間(24時間)しか行えないため、食事思い出し法は24時間思い出し法である。複数日について調査し

たい場合は、これを繰り返すことになる。一方、食事記録法は、記録用紙を数日分まとめて対象者に渡して、複数日について記録してもらうことも可能である。ただし、精度は落ちる。複数日について調査を行う場合、その連続性によって精度が異なるため、連続法(consecutive method)と非連続法(non-consecutive method)と呼び分けることが多い。家庭で食べる食事を中心の場合は、連続する2日間よりも連続しない2日間のほうが近似性が低い傾向にあり、同じ日数で習慣的な食事を知りたい場合には非連続法がすすめられる。

04 栄養価計算と食品成分表

栄養疫学の特徴の1つに、一次データ(primary data)よりも二次データ(secondary data)の

File 5 - 12

五訂日本食品標準成分表の一部(じゃがいもの項:可食部100g当たり)

食品番号	食品名	エネルギー	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	ナトリウム	カリウム	...	食物繊維 総量
		kcal	g	g	g	g	mg	mg	...	g
02017	塊茎,生*	76	79.8	1.6	0.1	17.6	1	410		1.3
02018	塊茎,蒸し**	84	78.1	1.5	0.1	19.7	1	330		1.8
02019	塊茎,水煮	73	81.0	1.5	0.1	16.8	1	340		1.6
02020	フライドポテト	388	36.1	2.9	27.4	32.4	2	660		3.1
02021	乾燥マッシュポテト	357	7.5	6.6	0.6	82.8	75	1200		6.6
15103	ポテトチップス	554	2.0	4.7	35.2	54.7	400	1200		4.2
15104	成形ポテトチップス	540	2.2	5.8	32.0	57.3	360	900		4.8

*廃棄率=10%(表層)。

**廃棄率=6%(表皮)。

アルコール(エタノール)は、備考欄に重量ならびに容量%で記載されている。

大分類	小分類
無機質	ナトリウム,カリウム,カルシウム,マグネシウム,リン,鉄,亜鉛,銅,マンガン
ビタミン	A(レチノール,カロテン,レチノール当量),D,E,K,B1,B2,ナイアシン,B6,B12,葉酸,パントテン酸,C
脂肪酸	飽和,一価不飽和,多価不飽和 (各脂肪酸に関する成分表が別途ある)
コレステロール	
食物繊維	水溶性,不溶性,総量

ほうが大切だということがある。一次データとは、収集したり、測定したりして、直接に得られたデータをさす。二次データとは、一次データを加工して得られたデータをさす。食事調査で得られるのは、食品の摂取量であって、栄養素の摂取量ではない。栄養素の摂取量はつねに栄養価計算という一連のデータ加工を施して得られる二次データである。栄養素を検討対象とする場合には、「栄養価計算を行う」ことを念頭に、調査計画を描いたり、準備をしたり、データを収集したりしなくてはならない。栄養価計算に必須のデータベースが食品成分表である。栄養価計算は、栄養疫学研究において研究結果を左右する重要な作業である。

食品成分表とその利用

食事記録法や食事思い出し法によって得られ

た情報から栄養素やエネルギーの摂取量を得るためには食品成分表(food composition table)が必要である。登場した食品ごとに、その栄養素含量を参照して、これに摂取重量を乗じて摂取量を計算する。それを観察期間中に摂取されたすべての食品について行い、合計すれば観察期間内に摂取された栄養素やエネルギーの量がわかる。

日本における代表的な食品成分表は、五訂日本食品標準成分表(standard tables of food composition in Japan)(以下、五訂食品成分表)である⁶⁾。これは日本で食べられている1,882食品について、可食部100g当たりのエネルギー、水分、34種類の栄養素の含有量を示したものである。食品には食品コードがつけられて利用の便が図られている。じゃがいもの例をFile 5-12に示す。

栄養素の摂取量を知りたい場合、「じゃがいもを55g食べた」では情報が足りないことが、File 5-12からわかる。蒸して食べたのか、煮て食べたのかの情報が必要である。ところが、この表には「炒め」がない。炒めて食べた場合には、「生」、「蒸し」、「水煮」のどれかで代用しなくてはならないのが現実である。そして、じゃがいもを炒めたときにじゃがいものまわりに付着したり、吸収されたりして、じゃがいもと一緒に摂取されであろう油の量を推定しなくてはならない。同時に、じゃがいもを炒めるのに使った油の種類も必要である。この情報が得られないときは、日本人が炒め物をつくるときにもっともよく使っている油の種類を推定する。調合油(食品コード=14006)を用いるのが普通であろう。

さらに気をつけたのは、フライドポテトやポテトチップスといった調理加工品である。じゃがいもを主原料としたスナック菓子もある。これを「塊茎,生」で栄養価計算したら、大きな計算ミスをしてしまう。フライドポテトやポテトチップスは五訂食品成分表に成分が示されているが、製品によってその成分は微妙に異なるだろう。この問題は、致命的な問題にはならないだろうと考え、あきらめるしかない。一方、じゃがいもを主原料としたスナック菓子は食品成分表に類似食品がない。こうなるとお手あげである。フライドポテトかポテトチップスカ、小麦粉を主原料としたスナック菓子で代用するしかないだろう。

食事調査は、食品名と食品重量を知ることが基本である。しかし、漫然と「何を食べましたか?」と尋ねても、多くの場合、得られる食品名は食品成分表にうまく対応してくれない。それ以前に、自分が食べた食品名を知らない人が

たくさんいる。たとえば、イカは、五訂食品成分表では、アカイカ、ケンサキイカ、コウイカ、スルメイカ、ホタルイカ、ヤリイカの6種類について成分が記されているが、イカのさしみがどのイカであるかを知っている人は少ないだろう。もっとも一般的に食べられているのはスルメイカらしい⁷⁾。

さらに、料理のなかに入っていた食品を1つひとつ答えられる人は極めて珍しい。たとえば、カレーライスを食べたとしよう。「カレーとごはん」としか答えてくれない人は多い。このような場合は、代表的な調理例(標準的なカレーの中身)で代用し、わかる範囲で情報を追加して微調整をする。

ところで、摂取量を知りたい栄養素の代表にナトリウム(食塩相当量として表現することが多い)と脂質があるが、この2つの栄養素は、調理の段階や食事のときに調味料として加えられることが多い。そして、量として目にみえにくい食品に多く含まれているため、その把握は難しい。とくに、ナトリウム(食塩)は摂取量の7割近くが調味料由来であるため非常に困難である。

食品成分表があるから、食べたものから栄養素摂取量を知るのは簡単だろうと考えるのは、このように、まったくの誤解である。同時に、いかにていねいに食品成分表を使おうとしても、調査者による推定は避けられず、それは測定誤差となる。しかも、この測定誤差は数量化が難しく、その程度の把握は極めて困難である。

◎人は栄養素を食べているのではない、食品を食べているのである。しかし、人の身体は、食品を消化・吸収・利用しているのではなく、栄養素を消化・吸収・利用しているのである。その橋渡しをするのが食品成分表である。

File 5 - 13

24人の1日間食事記録調査データを異なる3種類の栄養価計算ソフトで
栄養価計算を行った場合の違い(1日当たり摂取量の平均値±標準偏差)

	ソフトA	ソフトB	ソフトC	一元配置分散分析*	平均値の最大/最小
エネルギー(kcal)	1706±761	1660±642	1680±692	ns	3%
たんぱく質(g)	75±49	72±35	74±41	ns	4%
脂質(g)	72±36	70±33	73±33	ns	4%
炭水化物(g)	195±80	191±72	187±72	ns	4%
カルシウム(mg)	1088±683	966±428	1023±519	ns	13%
鉄(mg)	10.9±6.4	14.2±10.9	9.7±5.5	0.01	46%
ビタミンC(mg)	89±59	103±68	93±60	0.02	16%
ビタミンE(mg)	6.6±8.8	8.3±9.4	4.9±3.0	0.07	69%
ビタミンD(IU)	258±203	190±189	273±177	0.04	44%
亜鉛(mg)	6.6±4.0	10.7±7.1	9.7±6.2	0.0001	62%

*ns=有意差なし。

資料) Taylor, et al., J Am Diet Assoc, 1985; 85: 1136-8

栄養価計算ソフト

既成の栄養価計算ソフトを利用する場合には、献立名で入力できるものが数多く開発されている。献立ごとの栄養価成分表が内蔵されていて、そこから直接に計算されるものと、食品成分表にまで分解されてデータ化されるものに分けられる。後者を基本として、食材への分解が困難な献立について前者が用意されているものが多い。そして、使用目的からは、①献立作成用、②個人(または少人数)のアセスメント用、③集団(多人数)のアセスメント用に大別できる。栄養疫学で有用なのは集団(多人数)のアセスメント用である。②と③に基本的な違いはないが、データ管理や処理、結果の表示が個人単位でなく、複数の人を対象として1度に行えるか否かで異なる。なお、集団の平均値を計算するな

どの統計の機能は栄養価計算ソフトにはあまり必要でない、というか、ほとんど不要である。これは、データを取り出して、統計計算専用のソフトやExcelなどの表計算ソフトで行えばよいからである。むしろ、入力したデータの好きな部分をいつでも閲覧できる、必要に応じて自由に編集(再入力や追加、削除)できる、プレインストールされている調理加工食品や献立の内容を改変できる、自分で新しい食品や献立をつくって食品コードと栄養成分を登録できるといった編集機能に優れたものが使いやすい。

しかし、もっとも大切なことは、栄養価計算の精度である。同じデータを異なるソフトで解析した場合の違いが欧米で詳細に検討されており、総エネルギー、三大栄養素では差が少ないものの、ビタミンやミネラル類では大きく、食品成分表が充実していない栄養素ではかなり大

きいことが報告されている(File 5 - 13)⁸⁾。欠損値をそのまま放置してある場合もあるし、類似食品の成分によって置き換えてある場合もある。後者のほうが信頼度が高いと考えて大きな誤りはないが、取り扱い説明書に、置き換えの基準や方法、信頼度に関する記述があり、長所だけではなく、短所についても説明されているものが望ましい。

④コンピュータ・ソフトは便利だ。しかし、誤ったデータを入れれば誤った答えが出てくるし、誤った使い方をすれば壊れたりもする。その意味で、コンピュータ・ソフトが出す答えの質は、コンピュータ・ソフトの質ではなく、使い手の質に依存する。

標準的な食品成分表が存在しない栄養素

五訂食品成分表は栄養と健康の関連を調べるのに不可欠のデータベースだが、それだけで十分なわけではない。最近10年間に栄養と心筋梗塞・脳卒中との関連を明らかにするために世界各国で実施されたコホート研究で、どのような栄養素に焦点が当てられたかをみると、File 5 - 14のとおりであった⁹⁾。とくに、五訂食品成分表に含まれていないものがかなりあり、抗酸化能力を有する栄養素、食品中微量成分、特殊な脂肪酸などに興味が集まっていることがわかる。これらの栄養素が検討項目にあげられた理由として、動物実験などの基礎研究で人への影響が示唆されたものであり、人での検討の必要性が高まった結果と考えられる。

もう1つ例をあげよう。炭水化物は、単糖類(ブドウ糖、果糖)、二糖類(ショ糖、乳糖、マルトース)、多糖類(デンプンなど)に分かれ、

File 5 - 14

心筋梗塞と脳卒中と栄養素摂取量との関連を検討したコホート研究で検討された栄養素:研究数別の集計(1993~2002年に発表された論文より: Medlineを用いて検索)

栄養素	心筋梗塞	脳卒中
抗酸化栄養素、ホモシステイン関連栄養素	28	14
脂質、脂肪酸	22	5
n-3系脂肪酸、n-6系脂肪酸、 α -リノレン酸 など	10	—
飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、コレステロール	8	—
トランス型脂肪酸	3	—
食物繊維	8	1
Na	3	—
Ca,Mg,Fe	5	6

資料) 佐々木敏. 日循予防誌. 2003; 38: 105-17

その生理機能が異なることが知られている。しかし、五訂食品成分表ではこれらの分類がないために、たとえば、砂糖(ショ糖)と虫歯(う歯)との関係、砂糖(ショ糖)と糖尿病の関係といった研究を疫学的に行うことができない。そこで、個々の研究者によって、これら特殊な栄養素、栄養成分に関する成分表が開発されている。ショ糖については渡邊ら¹⁰⁾、脂肪酸についてはSasakiら¹¹⁾、アルファ、ベータカロテンについてはTakahashiら¹²⁾、イソフラボンについてはAraiら¹³⁾の食品成分表が知られている。栄養素ではないが、Sugiyamaらによる食品ごとのグリセミック・インデックス(⇒chap. 7 - 05)を測定した表¹⁴⁾も興味深い。しかし、諸外国に比べると、このような特殊な栄養素、栄養成分に関する食品成分表の開発は日本では遅れている。食品成分表の開発は、栄養疫学を行ううえで不

可欠の基礎データであるため、この分野の発達
は急務であり、とても重要である。他にもさま
ざまな食品成分表が発表されており、目的に
応じて活用したいが、欠損値の多いものを用
いるときには、欠損値のために生じる測定誤
差に十分に注意しなくてはならない¹¹⁾。この測定誤差は系統誤差であるため、とくに注意を払いたい。

機能性物質

食品の機能は、エネルギーや体構成材料としての一次機能、おいしさ（味、香り、物性）としての二次機能、そして、体調節機能としての三次機能に分けられる。従来の栄養素は一次機能に注目したものが中心であったが、最近では、体調節機能としての三次機能も注目されている。しかし、体構成材料のなかには、同時に体調節機能を有するものが多いため、その厳密な区別は困難である。わかりやすい例は、カロテノイド類であろう。カロテノイド類は体内で変換され、ビタミンAになるため、プロビタミンAと呼ばれる。この観点からは一次機能を期待した栄養素である。一方、別のメカニズムにより、発がん予防作用があることが示唆されている。これはビタミンAを介していないため、機能性と考えられ、三次機能を期待していることになる。このような例もあるが、注目すべきは、体構成材料としては働かないか、または、無視できるほど微量であるにもかかわらず、体調節機能を有する物質であろう。これらを機能性物質（functional substances）と呼ぶことがある。

機能性物質で注意したいのは、①健康との関連が人で確かめられているか、②健康に影響を及ぼしうるだけの量を日々の食事から摂取可能か、③別の病気の原因になることはないかの3点であろう。

食品中における機能性物質の含有量は、従来の食品成分表には載っていないため、疫学研究はできない。そこで、欧米では機能性物質の含有量に関する食品成分データベースの開発が活発である。日本はこの種の基礎研究で遅れをとっていたが、最近、この種の食品成分データベースを開発し、活用する動きが出てきている（<http://www.life-science.jp/fff/>を参照のこと）¹⁵⁾。

サプリメント・強化食品

サプリメント（supplements）とは、特定の栄養素を重点的に補充する目的の食品をさす。普通の食品から摂取される量では、目的とする栄養素の摂取量を満たせない場合に、それを補足するために摂取する特殊食品に与えられた総称である。一方、強化食品（fortified foods）とは、通常の食品に目的とする栄養素を加えた、すなわち、強化した食品の総称である。

ともに、人為的に特定の栄養素を高濃度に加えてあり、その含有量は、商品、食品によって大きく異なる。そのため、これらから摂取された栄養素や物質の量を通常の食品成分表から計算することはできない。そのため、食品または商品ごとに成分表が必要であるが、現時点では、わが国にはサプリメントや強化食品の成分を網羅した成分表は存在しない。とくにサプリメントは商品の回転が早いため、成分表の開発や更新作業は極めて困難であろうと思われる。さらに、商品によっては、成分の一部しか公開していない場合もある。さらに、これらの利用者は、摂取量（頻度と1回摂取量）だけではなく、商品名を正しく記憶していない場合も少なくない。

このように、サプリメントや強化食品の摂取状態や、その健康影響を疫学的に検討することは、現時点では難しいのが現状である。しかし、

利用者が増えていることと、わずかのサプリメントや強化食品でも、通常の食品からは摂取できないほど大量に特定の栄養素を摂取してしまうため、検討したい栄養素や物質が通常の食品だけでなく、サプリメントや強化食品からも摂取されている可能性がある場合は、これらの把握は重要である。摂取したすべてのサプリメントや強化食品ではなく、検討対象としている栄養素や物質に限って、さらに、摂取頻度の高い特定のサプリメントや強化食品に限って、その摂取状態を把握するように努め、成分を特定し、栄養価が計算できるようにすることが望ましい。

寄与率

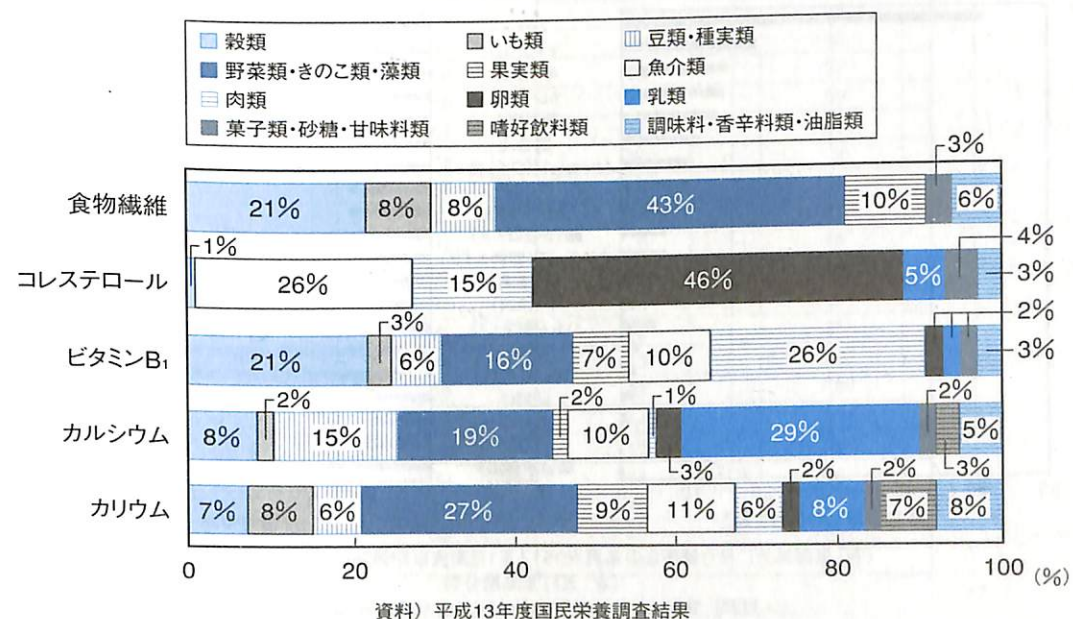
あたりまえのことだが、食品はたくさんの栄養素を含んでおり、1つの栄養素はたくさんの食品から摂取されている。科学的には人は栄養素

を消化・吸収して利用しているが、人は栄養素ではなく、食品を単位として食べている。そのため、ある栄養素の摂取量を調節したい場合には、栄養素ではなく、食品の摂取量を調節しなくてはならない。そこで役立つのが、「どの食品からその栄養素を摂取しているか」という指標である寄与率（contribution rate）である。日本人の平均的な値¹⁶⁾を、食物繊維、コレステロール、ビタミンB₁、カルシウム、カリウム、について図示してみた（File 5 - 15）。コレステロールが卵類だけからではなく、カルシウムが乳製品だけからではなく、カリウムと食物繊維が野菜と果物だけからではなく、ビタミンB₁が肉類（豚肉?）だけからではないことがわかる。これは集団平均値であるが、個人に注目すれば、さらに違うであろう。

CHAPTER 7で詳しく説明するが、血清コレス

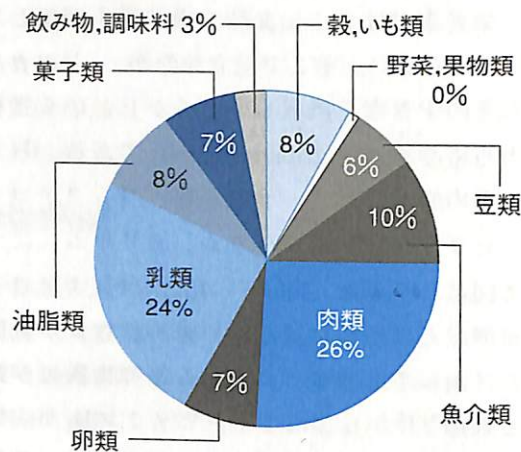
File 5 - 15

食品群別にみたコレステロール、カルシウム、カリウム、食物繊維、ビタミンB₁摂取量（国民栄養調査全対象者の平均）寄与率



File 5 - 16

飽和脂肪酸摂取量の食品群別寄与率



国内4地域(211人)の28日間(1地域のみ14日間)
食事記録調査結果から
資料) Sasaki, et al., J Epidemiol, 1999; 9: 190-207

テロール値に関連する栄養素に飽和脂肪酸がある。では、飽和脂肪酸摂取量を制限したい場合、どの食品に注目すればよいのだろうか。File 5-16は、食品群別にみた飽和脂肪酸摂取量である²⁾。肉類と乳類がそれぞれ25%程度で、この2つの食品群だけで全体の半分を占めている。穀類、魚介類、油脂類、卵類が10%弱で続いている。飽和脂肪酸は動物性脂肪(animal fat)と呼ばれることがある。そして、食事指導では、「肉類に注意」と指導される場合がある。たしかに肉類に由来する飽和脂肪酸は全体の4分の1を占めているが、ほぼ同じ寄与を乳類が占めており、肉類だけに気をつけても、十分な効果を期待できないことがわかる。

もう少ししていねいに食品レベルにまで分けて考えてみたのがFile 5-17(右)である¹⁷⁾。これはある集団で飽和脂肪酸摂取量を調べ、寄与が

高い食品、20種類をあげたものである。そして、これらの食品について飽和脂肪酸含有量を食品成分表で調べたのが、左図である⁶⁾。食品ごとにみると、鶏卵と牛乳からの寄与が非常に高い。しかし、これらは、100g当たりで比較した場合、他の食品に比べて飽和脂肪酸が豊富な食品ではない。にもかかわらず、寄与が高いのは、含有量が低くてもそれ以上に摂取量が多いためである。注意すべきは、100g当たり含有量が高い食品ではなく、寄与率の高い食品である。そして、寄与率は食事調査をしなければわからない。

ところで、多くの人で、コレステロール摂取量に占めるイクラの寄与は1%程度と微々たるものである¹⁷⁾。したがって、コレステロール摂取量を控えたい人がイクラを気にして避ける必要は、ほとんどの場合、皆無に近い。

◎コレステロール摂取を気にしている人にはイクラと食事調査票の詰め合わせを贈ろう。「食事調査票はていねいに回答してご返送ください。あなたに本当に適した食べ方をお教えします」という添え書きをお忘れなく。

05 注意したい系統誤差

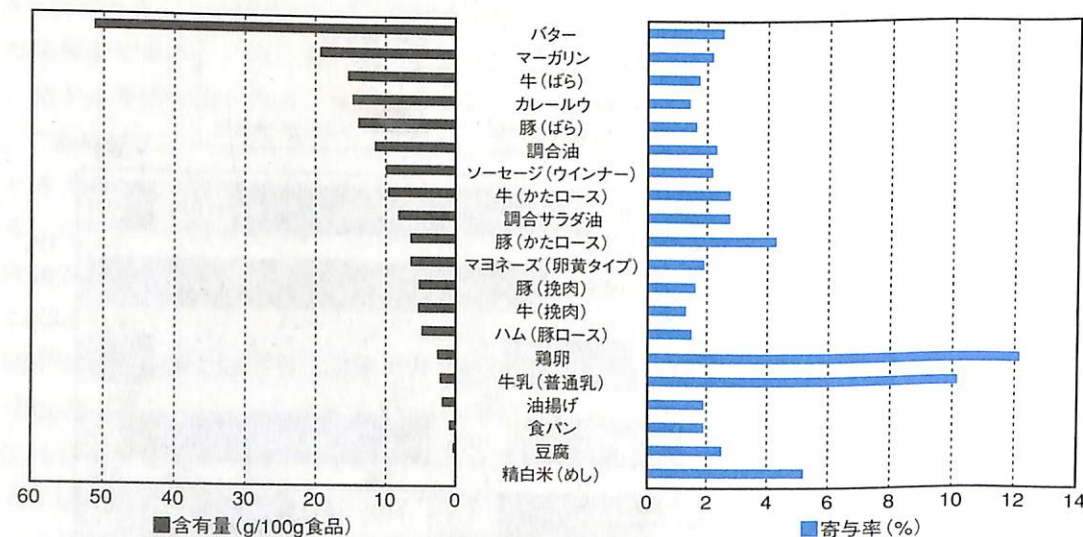
食事調査の結果を読むときにとくに注意したいことに、食事調査に特有の系統誤差がある。食事調査法それぞれに存在する系統誤差もあるが、ここでは、ほぼすべての食事調査法に共通して存在する系統誤差についてまとめておく。

申告漏れ

調査者がいくらていねいに食品コードづけを行っても、いかにていねいに重量を見積もって

File 5 - 17

食品別にみた飽和脂肪酸含有量(g/100g食品): 左図と
集団における総摂取量への寄与率(%): 右図(上位20食品)



(右) 東海地方に住む健康な中年男女351人を1日間食事記録法によって調べた結果
(左) 五訂食品成分表

資料) Tokudome, et al., J Epidemiol, 1999; 9: 78-90

File 5 - 18

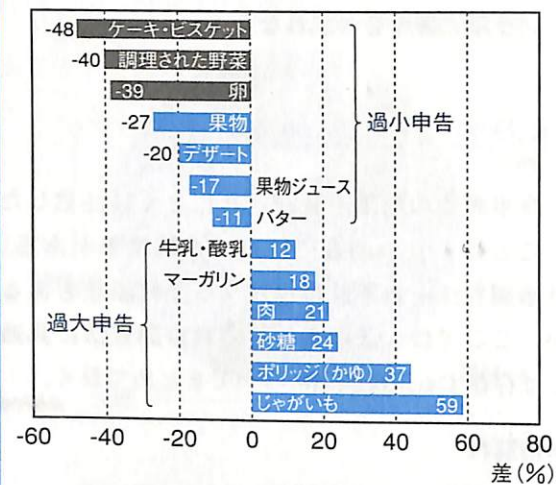
140人の1日の摂取量: 観察者の観察と思い出し法による本人の申告との比較

	観察者による	申告による	差(%)
パン	117	126	8
ケーキ・ビスケット	25	13	-48
ポリッジ(かゆ)	68	93	37
じゃがいも	118	187	59
調理された野菜	61	36	-40
生野菜	73	70	-4
果物	181	133	-27
バター	17	15	-11
マーガリン	7	9	18
牛乳・酸乳	491	551	12
チーズ	34	36	7
肉	76	92	21
シチュー・グラッセ	24	23	-6
加工肉	59	63	8
魚	43	44	2
卵	16	10	-39
コーヒー	239	254	6
果物ジュース	84	70	-17
デザート	53	42	-20
砂糖	4	5	-24

資料) Karvetti, et al., J Am Diet Assoc, 1985; 85: 1437-42

File 5 - 19

140人の1日の摂取量:観察者の観察と
思い出し法による本人の申告との比較
±10%以上の差があった食品



資料) Karvetti, et al., J Am Diet Assoc, 1985; 85: 1437-42

も、対象者が食べたものを正しく申告してくれなければどうにもならない。これが自己申告に頼る調査の最大の弱点である。File 5 - 18と19はフィンランドで行われた24時間思い出し法の信頼度に関する研究結果で¹⁸⁾、24時間思い出し法で得られた結果と、観察者が観察した結果を比較したものである⁶⁾。過小申告された食品のほうがやや多いが、固形物(肉・魚・パン・チーズなど)に比べて、調理に用いられ、大きさが一定でない食品(卵・調理された野菜)で過小申告が著しいことと、健康に有害だと多くの人(この場合はフィンランド人)が考える食品(ケーキ・ビスケット、デザート)で過小申告が著しいことが注目される。前者は記憶の漏れに由来する無意識のもの、後者は食べていないと信じたために生じる半ば意識的なものであろう。また、食に対する意識が記憶に影響を及ぼす他

の例として、子どもの食事を母親に記録させると、牛乳を中心とする乳製品が過大に申告されやすいという例がある^{19, 20)}。

申告漏れは記憶に頼る食事思い出し法のほうが、記録法よりも多いと考えられる。術後乳がんの女性を対象として低脂肪摂取の食事指導を行ったアメリカの研究(n=275)では、食事指導前に24時間思い出し法で得られた平均値は、4日間の記録で得られた平均値よりも、総エネルギー、総脂質ともに10%程度低かったと報告している²¹⁾。

ところで、食事思い出し法では、面接者は探索的質問を用いて対象者が摂取した食物をできる限り思い出させるように行われる。ある研究は、面接者が探索的質問を行わなかった場合には、行った場合に比べて25%も食物摂取が過小申告されていたと報告している²²⁾。つまり、上記のような食事記録法と食事思い出し法による平均摂取量の差は、食事思い出し法を用いる場合の面接者の面接技術に多くを依存していると考えられる。

一方、前述の研究で、指導を行わなかったコントロール群について食事の違いを記録法(4日間)と24時間思い出し法を用いて半年ごとにみたところ、4日間記録では総エネルギー、総脂質ともに有意に減少を示したのに比べ、24時間思い出し法では減少の程度はわずかであり、有意ではなかったと報告されている²¹⁾。これは食事記録法のほうが対象者への負担が大きいために、繰り返し調査の影響が大きくあらわれたものと考えられる。

●人は忘れる動物である。だから頭がパンクしないのだろう。昨日食べたものを全部覚えていたら、今夜は何を食べようかなんてきっと考え

たくはないだろう。

食習慣への干渉

食事記録法では記録の方法について事前に説明を受けるため、ある種の「心構え」ができていく。そのために通常の食事とはなりにくいのが現実である。その実態や程度は明らかでないが、経験的に、昔(数十年前)は通常の食事より豪華なほうに偏り、最近は通常よりも簡素なほうに偏らしいと考えられている。いずれにしても、「食事を記録する、それを他人にみられる」と考えてしまうと、普通の食事とはいかないようである。

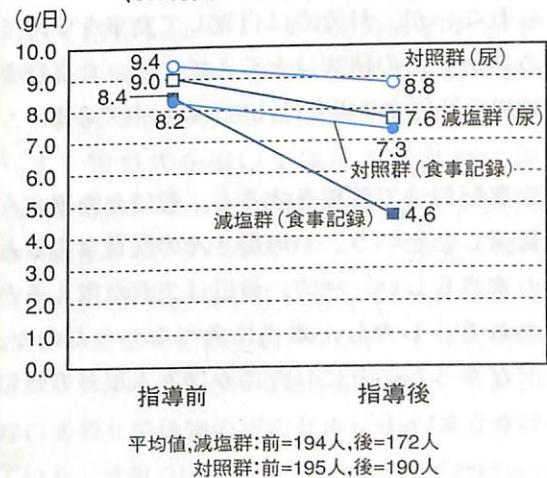
食事への干渉が少ない食事思い出し法でも問題となる場合がある。たとえば、受診の前日は、夕食後の飲食は控えるなど食事に気を配ることが多いし、深夜の飲食は慎むように指示されるのが普通である。このような指示を与えた翌日に24時間思い出し法を用いて食事調査を行ったら、これは通常の食事ではなく、健診を受ける前日の食事を調べたことになる。さらに、次に述べる「よい子ちゃん効果」も働くかもしれない。当然ながら、深酒や夜食は少なくなるであろう。この測定誤差は系統誤差であるため、個人ではなく、集団で結果を評価したい場合には、とくに注意が必要である。

食事指導を行い、その効果を評価する場合には、問題はさらに大きくなる。これは、せっかく受けた食事指導を守っていないとはいえない患者心理に基づくものである。すなわち、医師や医療従事者の前で「よい子ちゃん」になりたいという心理であり、過度な忠誠心(over-adherence)と呼ばれる。File 5 - 20は、アメリカで行われた高血圧予防教室での食塩の摂取量

(1日間食事記録法による)と24時間尿中排泄量の変化である²³⁾。摂取されたナトリウムは、その8割弱が尿中に排泄されるという報告²⁴⁾に基づく。減塩群(介入群)、対照群ともに指導前から食塩摂取量を過小に申告していることがわかる。それ以上に、減塩群の摂取量は大きく減少している(平均値の差として-3.8 g/日)にもかかわらず、尿中排泄量の変化はそれほど顕著でない(-1.4 g/日)点が注目される。一方、対照群のほうは、食事の変化が-0.9 g/日、尿中排泄量の変化が-0.6 g/日であるから、減塩群だけに「よい子ちゃん効果」が強く働いた例と解釈される。そこで、指導後の食事記録の日の食事をどのように変えていたのかを質問票を用いて後で尋ねた結果がFile 5 - 21である。減塩群でも対照群でも10%内外の人が「簡単な食事か測定が容易な食品に変えた」と答え、減塩群では7%

File 5 - 20

指導の前後における食塩の
摂取量(1日間食事記録法)と
24時間尿中排泄量の変化
(6カ月間の高血圧予防教室)



資料) Forster, et al., Am J Clin Nutr, 1990; 51: 253-7

File 5 - 21

6カ月間の高血圧予防教室で、1日間食事記録法に当たった日の食事がいつもと異なっていた点とその人数(本人申告による)

	減塩群(186人)	対照群(190人)
いつもと違った	130	136
簡単な食事が測定が容易な食品に変えた	16	20
カリウムが豊富な食品を増やした	1	1
食品数を減らした	9	13
減塩食品を食べたか、食塩を減らしたか、塩辛い食品を減らした	13	4
レストランで食べる、加工食品を食べること、ファストフードや調理済み食品を食べるのを控えた	5	3
スナックを減らした	3	5
カロリーを減らし、砂糖代替食品を食べ、菓子類を減らした	3	3
新鮮な果物と野菜(サラダ)を増やした	2	2
その他	6	8
いつもと違いはなかった	56	54

資料) Forster, et al., Am J Clin Nutr, 1990; 51: 253-7

の人が「減塩食品を食べたか、食塩を減らしたか、塩辛い食品を減らした」と答えている(対照群では2%)。この質問への回答にも「よい子ちゃん効果」が働いているとみるほうがよいかもしれないが、対象者は自覚して食事を変えている状況をこの研究はとらえている。食事指導の効果を評価する場合に注意したい点である。

◎食事記録法で調査をすると、昔はお肉屋さんで繁盛したという。お肉屋さんの証言なのでどうも本当らしい。一方、最近は欠食が増えるといわれる。しかし、本当に食べなかったのか、食べなかったことにしたのは本人以外の誰にもわからない。

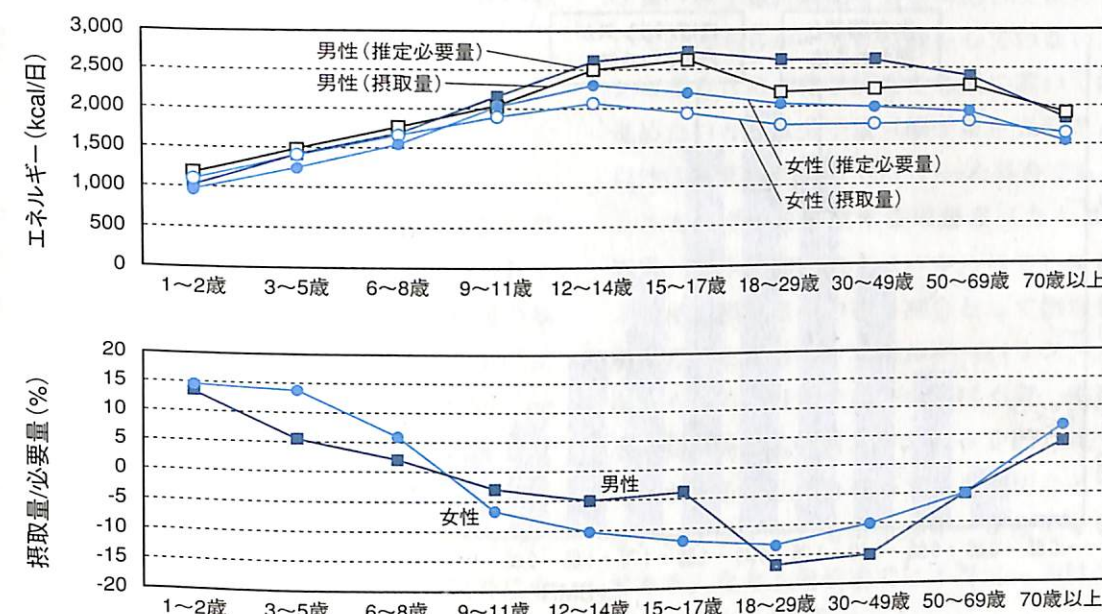
過小・過大評価

食事調査の結果は、多かれ少なかれ、真の摂取量よりも少なめ(過小)か多め(過大)に評価されている。その程度がわずかな場合は無視できるが、ある程度大きくなるとさまざまな解釈上の問題のもととなる。過小・過大評価がもっとも深刻な問題となるエネルギーを中心にみてみたい。

同じ対象者を調べたものではないため、あまり適当な比較ではないが、国民栄養調査(2001年度)で1日間食事記録法によって得られたエネルギー摂取量の平均値¹⁶⁾と、食事摂取基準(2005年版)²⁵⁾で定められている推定エネルギー必要量(身体活動レベル=ふつう)を同じ年齢階級について比較すると、File 5-22のようになる。食事摂取基準の基準体位はこの調査の対象

File 5 - 22

食事摂取基準(2005年版)の推定エネルギー必要量(身体活動レベル=ふつう)と国民栄養調査(2001年)の平均エネルギー摂取量との比較

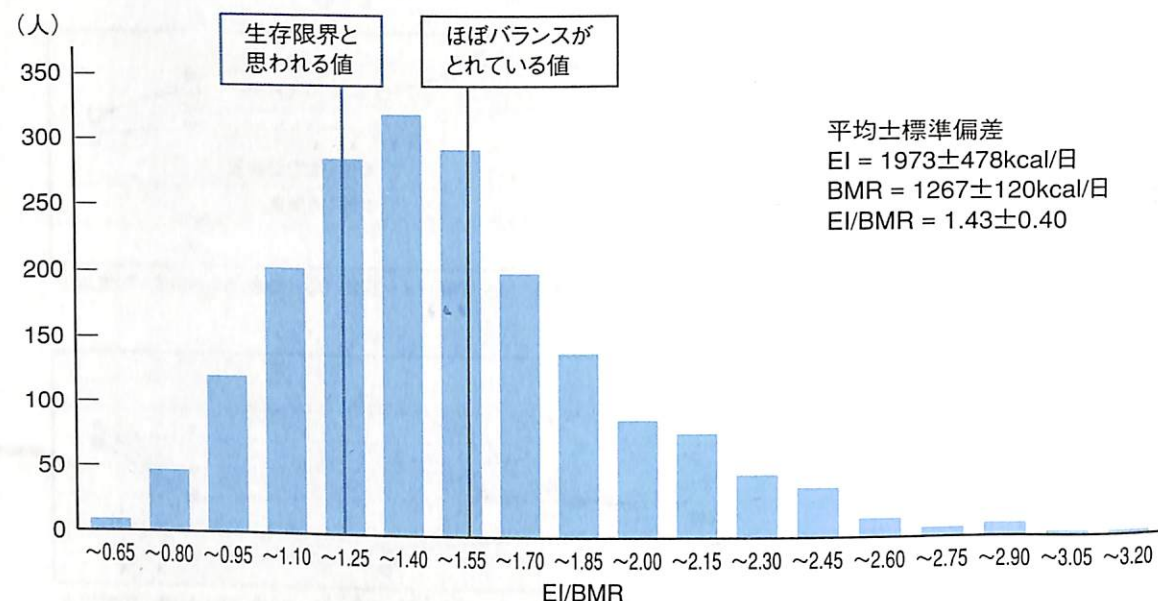


者の代表的な体位を参考に決められたため、両者の体位の違いはほとんど無視できると考えられる。身体活動レベルが普通の場合の推定エネルギー必要量を選んだため、国民栄養調査の対象者の身体活動レベルと大きく異なるとも考えにくい。国民栄養調査の対象者の摂取量が必要量に満たず、短期間に体重が減っていたということも考えにくい。そして、推定エネルギー必要量は二重標識法法(⇒chap. 5-09)を用いたデータを根拠として算定されており、正確な値にかなり近いと考えられる。そこで、推定エネルギー必要量が正しいと仮定すると、幼児と高齢者で過大申告、10歳台の小児と成人で過小申告が存在することが推測される。もっとも過小評価が著しい年齢は男女ともに18~29歳で、2つの値の差は男性が448 kcal/日、女性が277 kcal/日、それぞれ17%と14%の過小申告であった。

どのような人が過小評価しやすいのかについて、女子大学生を対象として検討した報告がある²⁶⁾。この研究では食事調査に質問紙法が用いられているが、得られたエネルギー摂取量の平均値は1,793 kcal/日で、食事記録法を用いた同年齢の他の調査結果にほぼ一致するものである。この研究では真のエネルギー消費量は調べておらず、簡易式を用いて体重から基礎代謝量(basal metabolic rate: BMR, kcal/日)を推定し、食事調査から得られたエネルギー摂取量(EI)との比(EI/BMR)として表現している(File 5-23)。おおまかなものではあるが、1.56程度がほぼバランスのとれる摂取量を示す値で、1.27が生存に必要な最低限の摂取量を示す値とみなされている。分布の山は1.56より低いところにあり、1.27よりも低い値を示した者もかなりいることがわかる。つまり、個人ごとにみても、分布全体

File 5 - 23

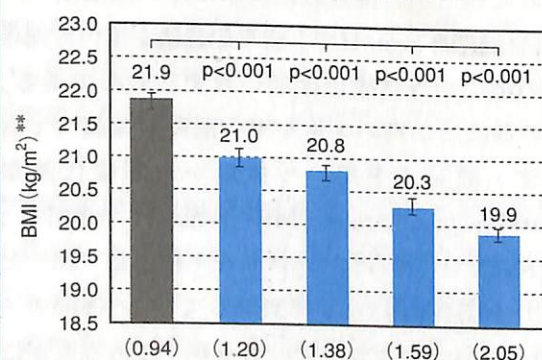
申告エネルギー摂取量 (EI) と推定基礎代謝量 (BMR) の比
(18~20歳大学生女子: 1,889人)



資料) Okubo, et al., Public Health Nutr, 2004; 7: 911-7

File 5 - 24

申告エネルギー摂取量 (EI) と推定基礎代謝量 (BMR) の比と肥満度 (BMI) との関連
(18~20歳大学生女子: 1,889人)



EI/BMRによって等人数に分けた5群 (377~378人/群)*

* () 内は、EI/BMRの群内平均値。

** 図内の数字は平均値。図は平均値±標準誤差。
p<0.001: EI/BMRが最低の群のBMIの平均値に比べた他の
それぞれの群のBMIの平均値の差の有意性。

資料) Okubo, et al., Public Health Nutr, 2004; 7: 911-7

としてみても過小評価の傾向があることがわかる。次に、EI/BMRによって対象者を5分割してその特徴をみると、肥満度 (BMI, kg/m²) の平均値に大きな違いがあり、過小申告の傾向が強い群ほどBMIが高かった (File 5 - 24)。肥満が強い人ほど、エネルギー摂取量を過小に申告する傾向があることは欧米のたくさんの研究が報告しており²⁷⁾、肥満傾向のあまりない若年日本人にもこの傾向が存在することをこの結果は示している。他には、減量 (ダイエット) を試みている人、自分の体型を肥満気味だと認識している人でも過小申告の傾向があることが欧米の研究で報告されている²⁷⁾。

このような肥満者における過小申告は、エネルギーに限らず、生体指標を用いた研究によって、たんぱく質 (窒素)、カリウムなど栄養素にも存在することが知られている^{28, 29)}。

●肥満者に過小申告の傾向があることは本当だ。しかし、肥満者なら必ず過小申告するわけでもないし、肥満していなければ過小申告しないわけでもない。

06 摂取量の単位

調査の結果として得られた栄養素や食品の摂取量を示す単位でもっとも一般的に用いられているのは、1日当たり摂取重量である。重量の単位には、g (グラム)、mg (ミリグラム: 10⁻³グラム)、μg (マイクログラム: 10⁻⁶グラム)、pg (ピコグラム: 10⁻⁹グラム) などがある。g/日などと表記される。エネルギーの単位にはkcal (キロカロリー) とkJ (キロジュール) が使われる。1 kcal = 4.184 kJである。栄養の専門家以外にも理解できるように配慮する場合にはkcalが、研究分野ではkJが用いられる。栄養学ではエネルギーの単位としてkcalが用いられ、これは一般へも浸透したが、現在では、栄養学を超えて自然科学分野で統一的に用いられているエネルギーの単位はJ (ジュール) である。そのため、栄養学の学術雑誌では、一部の例外 (日本には例外が多い) を除けば、後者を用いることがすすめられている。なお、kJで表記すると5桁の数字になることがあるため、MJ (メガジュール) を用いることも多い。また、ミネラルなどの無機化合物は原子量や分子量、つまり、mol (モル) やmmol (ミリモル) で表記することもある。しかし、有機化合物は1つの栄養素でも複数の分子形があり、分子量も1つではない場合が多いため、重量表記と分子量表記とは必ずしも一致しない。たとえば、ビタミンB₁ (チアミン) の分子量は265.3であるが、食品成分表ではチアミン塩酸塩 (分子量=337.3) が用いられている。そ

して、両方を区別せずに単にビタミンB₁と呼ぶことが多い。そこで、栄養学では重量表記と分子量 (原子量) 表記を必要に応じて使い分けていて、どちらか一方には統一していない。イオンなども含め、化学反応を念頭に置いて議論を進めたいときは分子量 (原子量) 表記を、それ以外は重量表記を用いるといった具合である。

エネルギーを産生する栄養素 (たんぱく質、脂質、炭水化物、エタノール) については、エネルギー摂取量への寄与割合として摂取量を表現することがある。エネルギーバランスと呼ぶ場合もある。日本では、たんぱく質、脂質、炭水化物の英語名の頭文字を取ってPFC比と呼ぶことがあるが、これは必ずしも適切な名称ではない。エタノールもエネルギーを産生するからである。なお、栄養学ではエタノールはアルコールと呼ぶことも多い。

たんぱく質、脂質、炭水化物が産生するエネルギーは、食品によって微妙に異なるが、1g当たりそれぞれ4, 9, 4 kcalのエネルギーを産生するものとして計算することが多い。これはAtwaterの係数と呼ばれている。エタノールは1g当たり7 kcalのエネルギーを産生するものとして計算することが多いが、まだ十分には解明されていない。なお、五訂食品成分表⁶⁾では7.1 kcalを用いている。食品ごとのエネルギー産生量の詳細については、五訂日本食品標準成分表の第1章で詳しく説明されている。単位としては、%エネルギー (%energy, %E) またはエネルギー% (energy %, E%) を用いる。表記記号は国際的にも統一されていないようである。

ところで、たんぱく質×4+脂質×9+炭水化物×4+エタノール×7=エネルギー、とはならない。つねに微妙にずれる。そこで、たんぱく質と脂質を優先してエネルギーへの寄与を計算

し、エネルギー（たんぱく質×4＋脂質×9＋エタノール×7）＝残余、として計算し、この残余を炭水化物と解釈して用いることがある。これは、エネルギー全体（総エネルギー）への寄与は炭水化物がもっとも大きいから、誤差をここに含めてしまえば、エネルギー換算によって生じる誤差の影響をもっとも小さくできるからである。または、4種類の栄養素の和として計算されるエネルギーを用い、食品成分表から得られるエネルギーを用いないという方法をとる場合もある。

07 エネルギー調整

身体の大きい人や身体活動量の多い人はたくさんのお食事を摂取し、身体の小さい人や身体活動量の少ない人の摂取量は少ない。前者は後者に比べて大量の栄養素を必要とする。たとえば、食塩の過剰摂取の程度を比較するときに、この2人の食塩摂取量をg/日で比較するのは適切ではないであろう。身体の基本量を示すものがあり、それに比較して相対的に多いか少ないかを比較したいところである。

食事調査で得たエネルギー摂取量をその人の基本量と考え、それに対する相対量としてそれぞれの栄養素摂取量を表現する方法がある。この操作をエネルギー調整（energy adjustment）と呼び、2つの方法が広く用いられている。エネルギー調整が施された摂取量をエネルギー調整済み値（energy-adjusted value）と呼ぶ。

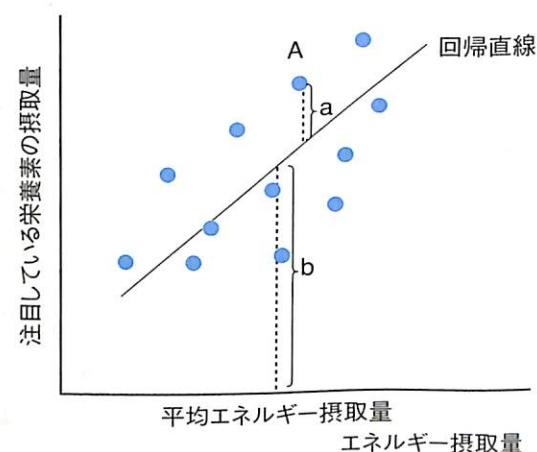
エネルギー調整の1つめは、摂取重量を分子、エネルギー摂取量を分母にとる方法である。密度を計算するような形になる（エネルギーを産生する栄養素では密度そのものである）ため、エネルギー密度法（略して、密度法：density

method）と呼ばれる。単位は、重量/kcalとなるが、非常に小さな数値になってしまうため、重量/1,000 kcal（または、重量/4,184 kJや重量/1,000 kJ）が用いられることが多い。この単位は、エネルギーを産生する栄養素についても利用可能であるが、エネルギーを産生する栄養素では、重量/1,000 kcalではなく、%エネルギーを用いる。

もう1つは、ある集団を調査した場合、エネルギー摂取量を独立因子、注目している栄養素を従属因子として回帰直線を求め、対象者ごとにその残差（residual）を求める方法である（File 5 - 25）³⁰⁾。一見、わかりにくい方法であるが、残差のばらつきは独立因子のばらつきとは統計学的に必ず無相関になるため、エネルギー摂取量の多い人ほど、あらゆる栄養素を多めに摂取する傾向があるという問題を完全に排除するこ

File 5 - 25

摂取量のエネルギー調整の方法（残差法）



対象者Aのエネルギー調整済み摂取量は、 $a + b$ であらわされる。
a は残差と呼ばれる部分。
b は注目している栄養素の平均摂取量であり、この集団全員に共通の値。

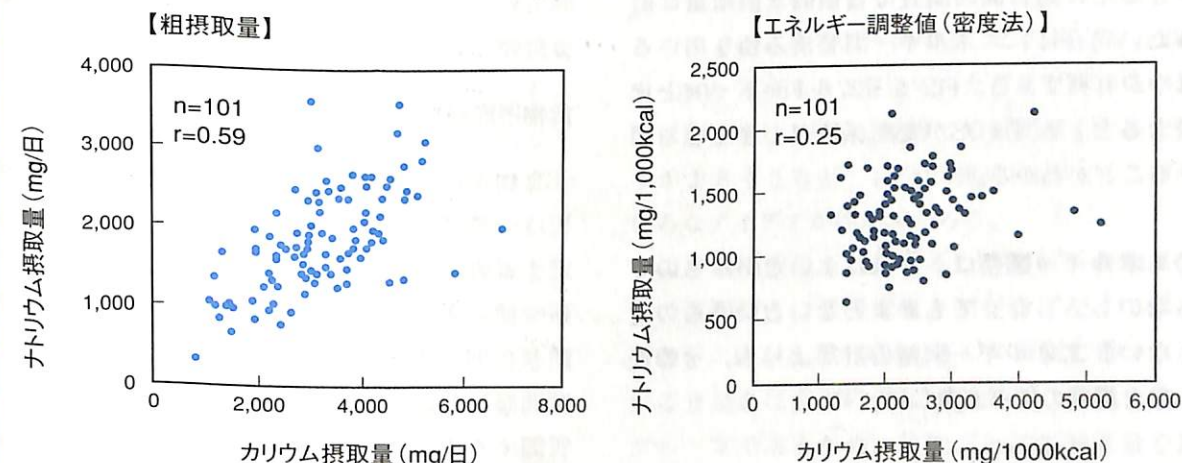
とができる。残差の平均は必ずゼロ（0）になるため、残差＋平均摂取量として個人の摂取量を表現する。この方法だと、単位が重量/日であり、かつ、感覚的に理解しやすい数値が得られる。しかし、注目している栄養素やエネルギー摂取量が集団から大きくはずれている場合には、残差＋平均摂取量が負になることもある。この方法は、残差を求めるため、残差法（residual method）と呼ばれる。密度法に比べると分布がやや広めになることが多く、個人の特徴をよりとらえやすいため、疫学研究で好んで用いられる。しかし、個人の摂取量が、所属する集団によって変わってしまうという奇妙なことが起こるため、個人への食事指導などには使えない。

File 5 - 26（左）はある集団のナトリウムとカリウムの摂取量（粗値：crude values）の相関である。強い相関が認められる。この図では密度

法を使っているが、エネルギー調整済み値を行うと相関が弱くなっている（File 5 - 26：右）。ナトリウムとカリウムは寄与食品が大きく異なる栄養素であるため、粗値よりもエネルギー調整済み値のほうが納得しやすい結果が得られる。また、たとえば、この2つの栄養素摂取量と血圧との関連を横断研究で検討したい場合、粗値ではこの2つの独立因子の相関が強すぎ、多重共線性（⇒chap. 4 - 18）の問題が生じ、2つの栄養素と血圧との関連を正しく検討することが困難になる。これはエネルギー調整値を使うことで解決できる。このように、エネルギー調整は、摂取量と何か他のもの（多くは健康状態などの身体状況）との関連を検討する際に重要なものである。なお、密度法と残差法の優劣に関してはいくつかの論文があるが、最終的な結論は得られていないようである。

File 5 - 26

総エネルギー調整の有無におけるナトリウム摂取量とカリウム摂取量の相関

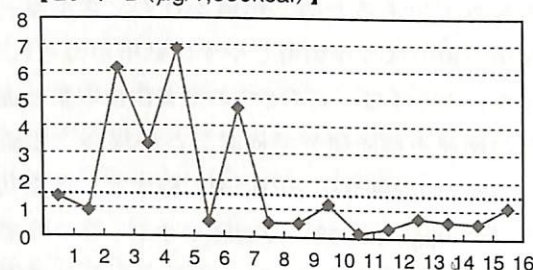


101名女子大学1年生の4日間秤量食事記録調査結果より
データ提供 武藤慶子（県立長崎シーボルト大学）

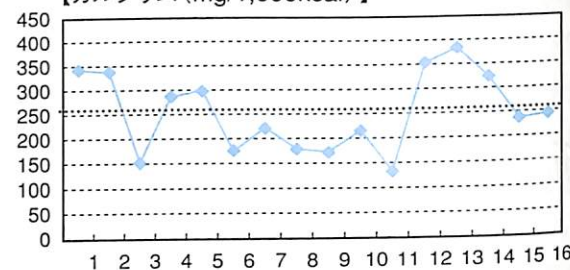
File 5 - 27

ある人の栄養素摂取量の日間変動
(16日間の秤量食事記録調査結果より) エネルギー調整済み値を用いた場合

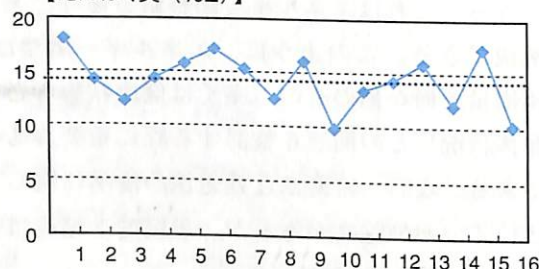
【ビタミンD (μg/1,000kcal)】



【カルシウム (mg/1,000kcal)】



【たんぱく質 (%E)】



	ビタミンD	カルシウム	たんぱく質
平均	1.8	255.3	14.4
標準偏差	2.2	79.3	2.5
変動係数(%)	120	31	17
最大/平均	3.77	1.51	1.27
最小/平均	0.08	0.53	0.69

さらに、エネルギー調整済み値は粗値よりも日間変動がやや小さいという特徴もあるため、できるだけ短日間の調査で習慣的な摂取量に迫りたい場合は、エネルギー調整済み値を用いるほうが有利である。File 5 - 27をFile 5 - 04と比較すると、わずかなが変動係数が小さくなっていることがわかる。

●エネルギー調整は、すればよいというものでもないし、しなくてもかまわないというものでもない。エネルギー調整の計算よりも、その使い方と解釈のほうが難しい。

08 食物摂取頻度法と食事歴法

食物摂取頻度法と食事歴法は、ともに、長期間における食事摂取状態、つまり、習慣的な摂

取状態を推定するために開発された方法である。調査対象とする期間は、理論的にはいかなる期間でもよいが、もっともよく使われるのは過去1カ月間と1年間である。

食物摂取頻度法

食物摂取頻度法は、限定された期間内にどの程度の頻度で目的とする食物を摂取したかを推定する方法である。このタイプの調査は、質問票を使って、対象者本人または代理回答者が質問票に回答を記入するという方法で行われる。質問票に記載されている質問を面接者が口頭で質問する場合もある。いずれの場合も質問票がこの調査の中心であり、この質問票を食物摂取頻度質問票 (food frequency questionnaire: FFQ) と呼ぶ。

食物摂取頻度質問票は、食品名、その摂取頻

度、1回に摂取するおよその量 (重量や容量、大きさ) を尋ねる質問からなる。1回に摂取するおよその量の尋ね方によって、定量式 (quantitative type)、半定量式 (semiquantitative type)、固定量式 (fixed-portion type) に分かれる。回答する立場に立てば、「1回に食べるとうふは何グラムですか」と尋ねられても多くの人はその重量を知らないため、定量式は事実上使えない。そこで、多く人が1回に食べるとうふの量や大きさを文字か絵か写真で示し、それに比べてどの程度多いか少ないかを相対的に答えてもらう。しかも、答えやすいように、回答はカテゴリーになっており、「小さい・同程度・大きい」の3段階や「5割まで・2～3割減・同じくらい・2～3割増し・5割増し以上」の5段階になっているものが多い。これを半定量式と呼ぶ。

固定量式は、1回に摂取するおよその量は尋ねないで全員に固定値を用いる方法である。1回に摂取するおよその量は、年齢、性別によって異なるため、これら代表的な特性別に、1回に摂取するおよその量のデータベースを準備しておき、これを用いる方法もある。摂取頻度も、自由記入ではなく、カテゴリーを示して選択してもらう方法が一般的である。固定量式の質問票と半定量式の質問票の一例 (一部) をそれぞれFile 5 - 28と29に示す^{31, 32)}。

質問票にリストアップされる食物の種類と数は、調査者が、特定の食品に興味をもっているのか、それとも多種類の栄養素に興味をもっているのか、特定の栄養素に興味をもっているのかによって異なる。

File 5 - 28と29をみればわかるが、1つの質問に書かれている食品名は、正しくは個別の食品ではなく、ある食品のグループをさしている。「洋菓子・クッキー・ビスケット」のなかにはか

なりたくさんの食品が含まれる。「和菓子」もそうである。和菓子と尋ねられても人によって想像する範囲は厳密には異なる。だからといって、ようかん、おはぎ、まんじゅう…と種類別に質問を設けて、その頻度を尋ねるのは現実的でない。「菓子」とすると、相当に栄養価の異なる菓子をひとまとめにしてしまうことになる。菓子の摂取頻度に興味があるのなら、これでよいだろうが、菓子の摂取重量を知りたい場合は問題が生じる。1回摂取量が大きく異なる菓子がひとまとめになってしまうからである。栄養素に興味がある場合はさらに問題が大きい。菓子に含まれる栄養素の種類とその量は、菓子の種類によって大きく異なるからである。さらに、回答者の立場に立てば、異なる状況で食べるものをひとまとめに尋ねられても答えにくいだろう。朝食で食べやすいものと、間食で食べやすいものはできれば別々に尋ねたい。

つまり、1つの質問にまとめる食品のグループは、①栄養素含有量が似ているもの、②1回に食べる量が似ているもの、③似た状況で摂取されるものでまとめるようにする。この視点で、File 5 - 28と29をもう1度みていただきたい。この質問は細分化したい、この2つの質問はまとめたほうがよさそうなど、自分の興味によって、いろいろなアイデアが浮かぶだろう。

栄養素摂取量を計算するためには、食物リストの質問ごとに栄養素量を割り当てなくてはならない。ほとんどの場合、1つの質問に書かれている食品名は個別の食品ではなく、ある食品のグループであるため、質問ごとに栄養素量を割り当てる作業は複雑である。もっとも簡単な方法は、その食品グループのなかの代表的な食品を1つ決めて、その食品の栄養価を用いる方法である。しばしば用いられる、より正確な、そし

File 5 - 28

固定量式食物摂取頻度質問票の例(一部)

お菓子・おやつ				果物		
洋菓子・クッキー・ビスケット	和菓子	せんべい・もち・お好み焼きなど	アイスクリーム	みかんなどの柑橘(かんきつ)類	かき・いちご・キウイ	その他のすべての果物
☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上
☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回
☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回
☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回
☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回
☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満
☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった

マヨネーズ・ドレッシング	パン (おかずパン・菓子パンも含む)	麺類				飲み物 緑茶
		そば	うどん・ひやむぎ・そうめん	ラーメン・インスタントラーメン	スパゲッティ・マカロニなど	
☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日2回以上	☐ 毎日4杯以上
☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日1回	☐ 毎日3杯
☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 週4~6回	☐ 毎日1杯
☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週2~3回	☐ 週4~6杯
☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週1回	☐ 週2~3杯
☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1回未満	☐ 週1杯
☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 週1杯未満

飲み物				「主食のある朝ごはん」を食べた頻度		
紅茶・ウーロン茶(中国茶)	コーヒー	コーラ・ジュース(スポーツドリンクも含む)	100%果物ジュース 100%野菜ジュース	「平均的な1日」に食べたごはん	みそ汁	
☐ 毎日4杯以上	☐ 毎日4杯以上	☐ 毎日4杯以上	☐ 毎日4杯以上	☐ 毎朝	☐ 8杯以上	☐ 8杯以上
☐ 毎日2~3杯	☐ 毎日2~3杯	☐ 毎日2~3杯	☐ 毎日2~3杯	☐ 週に6回	☐ 6~7杯	☐ 6~7杯
☐ 毎日1杯	☐ 毎日1杯	☐ 毎日1杯	☐ 毎日1杯	☐ 週に5回	☐ 5杯	☐ 5杯
☐ 週4~6杯	☐ 週4~6杯	☐ 週4~6杯	☐ 週4~6杯	☐ 週に4回	☐ 4杯	☐ 4杯
☐ 週2~3杯	☐ 週2~3杯	☐ 週2~3杯	☐ 週2~3杯	☐ 週に3回	☐ 3杯	☐ 3杯
☐ 週1杯	☐ 週1杯	☐ 週1杯	☐ 週1杯	☐ 週に2回	☐ 2杯	☐ 2杯
☐ 週1杯未満	☐ 週1杯未満	☐ 週1杯未満	☐ 週1杯未満	☐ 週に1回	☐ 1杯	☐ 1杯
☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 週に1回未満	☐ 1杯未満	☐ 1杯未満
☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった	☐ 食べなかった

コーヒー・紅茶には砂糖を入れますか ☐ いつも ☐ ときどき ☐ いいえ

頻度	お酒(薬用酒は含めません)					玄米・胚芽米を食べたり、ごはんを麦や雑穀を混ぜて食べたりはありますか?
	日本酒	ビール(大瓶で)	焼酎・酎ハイ・泡盛(焼酎・泡盛水割りで)	ウイスキー類(ダブルで)	ワイン(ワイングラスで)	
☐ 毎日	☐ 4合以上	☐ 4本以上	☐ 4杯以上	☐ 4杯以上	☐ 4杯以上	☐ いつも
☐ 週に6回	☐ 3合	☐ 3本	☐ 3杯	☐ 3杯	☐ 3杯	☐ ときどき
☐ 週に5回	☐ 2合	☐ 2本	☐ 2杯	☐ 2杯	☐ 2杯	☐ まれに
☐ 週に4回	☐ 1合	☐ 1本	☐ 1杯	☐ 1杯	☐ 1杯	☐ いいえ
☐ 週に3回	☐ 0.5合	☐ 0.5本	☐ 0.5杯	☐ 0.5杯	☐ 0.5杯	
☐ 週に2回	☐ 0.5合未満	☐ 0.5本未満	☐ 0.5杯未満	☐ 0.5杯未満	☐ 0.5杯未満	
☐ 週に1回	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	
☐ 週に1回未満	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	
☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	☐ 飲まなかった	

「飲まなかった」場合には、お酒の種類別の質問に答える必要はありません。

File 5 - 29

半定量式食物摂取頻度質問票の例(一部)

肉類

1	挽き肉(牛または豚)	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(ハンバーグ・ハンバーガーとして1個、ミートソース1人前、ぎょうざ6個など:60g)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
2	鶏肉	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(主菜用1人前:80g,大ききとして卵2個弱)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
3	豚肉	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(主菜用1人前:80g,大ききとして卵2個弱)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
4	牛肉	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(主菜用1人前:80g,大ききとして卵2個弱)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
5	レバー(鶏,豚,牛)	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(鶏レバーの場合3個)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
6	ハムまたはソーセージ	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(ハムではうす切り2枚<40g>,ソーセージでは小ウインナー3個,フランクフルト3分の1個<30g>)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
7	ベーコン(うす切り2枚:40g)	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(サラミ<スライスで3枚>)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)

魚介類(1)

1	さかなの干物	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(いわし・あじ<中1匹>など,80g)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
2	骨ごと食べるさかな	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(ししゃも1匹・しらす干し<小鉢に軽く1杯:20g>)など	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
3	ツナ(油づけ)	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(大きき軽く3杯<サンドウィッチ中身1人分>)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
4	うなぎ	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(蒲焼き1人前:2~3切れ)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
5	白身のさかな	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(たい・かれい・たらなど<1切れ,80g> および淡水魚)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
6	背の青い魚	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(さば<1切れ,80g>・いわし<中1匹,小2匹>・さんま<片身>・あじ<大片身,小1匹>・ほっけ<小片身>・にしん<小片身>)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)
7	赤身の魚	(毎日2回以上)(毎日1回)(週4~6回)(週2~3回)(週1回)(月2~3回)(月1回)(月1回未満)
	(マグロ・さけ・かつお<1切れ,80g>など)	→ (5割まで)(2~3割減)(同じくらい)(2~3割増し)(5割増し以上)

て、ある程度現実的な方法は、摂取頻度が高い数食品を抽出し、それらの食品について摂取頻度で重みづけをして栄養価を決める方法である。ただし、質問ごとに、どの食品の摂取頻度が高いか、頻度の比はいくつかを知るためには、かなりの対象者数を用いた基礎調査が必要であり、実際にはかなり困難である。

食物摂取頻度法は、限定された期間内の食習慣を尋ねる方法である。したがって、調査の対象とする期間を限定し、それを対象者に伝えなくてはならない。よく用いられるのは1カ月間と1年間である。

食事歴法

食事歴法は、開発当時は、3つの部分から構成されていた。第1の部分は、家庭の調理器具で明記された量を伴った対象者の通常の食事摂取パターンに関する面接調査、第2の部分は、食事パターン全体を特定し、明らかにするための詳細な食品リストを用いた食物摂取頻度に関する質問、そして、第3の部分は、3日間か1日間の食事記録法か24時間思い出し法であった。

今日、食事歴法は世界各国で種々の方法で行われている。しかし、なぜか日本ではほとんど普及していない。食事パターンと食物摂取頻度に関する調査は必須であるが、食事記録法や24時間思い出し法はしばしば省略される。一方で、質問項目を構造化した質問票形式のものが開発されており、食事歴法質問票（diet history questionnaire）と呼ばれる。食事歴法質問票の特徴的な質問（一部）をFile 5 - 30に示す³²⁾。

食事歴法の特徴はこのような食行動に関する質問から得られる情報が、栄養価計算の際に利用されることである。たとえば、鶏肉の皮を好んで食べるか否かという質問から、どのような

File 5 - 30

食事歴法質問票の例 (食行動に関する質問の一部)

もっとも適当な答えを○で囲んでください

1	麺類(うどん・そば・ラーメンなど)のスープや汁を飲む量は、 (ほとんど全部) (8割) (6割) (4割) (2割) (ほとんど飲まない)
2	家庭での味付けは 外食と比べて、 (薄口) (少し薄口) (同じくらい) (少し濃い口) (濃い口)
3	お肉(牛肉や豚肉)の脂身は、 (好んで食べていた) (好きでも嫌いでもない) (あまり食べなかった)
4	鶏肉の皮は、 (好んで食べていた) (好きでも嫌いでもない) (あまり食べなかった)

鶏肉が好んで摂取されているかを推定して、食物摂取頻度法部分から得られた鶏肉の摂取量から栄養価計算を行う際に利用するようになっていく (File 5 - 31)。

食事歴法は複雑なため、特別な訓練を受けた者以外が用いるのは困難である。例外はあらかじめコード化された面接用紙か、コンピュータ・ソフトに従って行うような場合である。また、食事歴法は食事記録法や食事思い出し法に比べると構造や解析方法が複雑であり、質問票タイプのもので食物摂取頻度法に比べて複雑である。そのため、調査者だけでなく、対象者にとっても負担が大きい調査法である。

長所は、食事記録法や食事思い出し法に比較して、習慣的な摂取量がわかる点である。また、食物摂取頻度法に比べると、食行動など、栄養素以外の情報も同時に得られる点、調理や調味

File 5 - 31

食事歴法質問票の栄養価計算構造：鶏肉の例

■頻度

鶏肉(ひき肉を含む)
毎日2回以上 (2.5×)
毎日1回 (1×)
週4～6回 (5/7×)
週2～3回 (2.5/7×)
週1回 (1/7×)
週1回未満 (2.5/30×)
食べなかった (0×)

■1回当たり摂取量 (半定量式)

(主菜用1人前:80g, 大きさとして卵2個弱)
5割以下 (0.4×)
2～3割減 (0.75×)
同じくらい (1×)
2～3割増 (1.25×)
5割増し以上 (1.6×)

標準的な
1日当たり摂取量
80g

■食事歴法による代表食品の選択

	食品コード*			
	11219	11221	11220	11224
鶏肉の皮は、				
好んで食べている	×1.2	×1.2	×0.8	×0.8
好きでも嫌いでもない	×1.0	×1.0	×1.0	×1.0
あまり食べない	×0.8	×0.8	×1.2	×1.2

*食品コード：11219=にわとり、むね、皮つき、生
11221=にわとり、もも、皮つき、生
11220=にわとり、むね、皮なし、生
11224=にわとり、もも、皮なし、生

に関する情報も得られる点があげられる。

長所と短所

食物摂取頻度質問票と食事歴法質問票に共通する最大の特徴は、対象者1人当たりの調査コストの安さと、データ処理に要する時間と労力の少なさにある。最近の質問票のなかには、専用の機械で自動的にデータを読み取り、データベース化できるものもある。また、調査者の能力によって結果が違ってしまいう問題を少なくできる、つまり、標準化に長けているという長所もある。このような長所は、対象者の多い疫学研究を行う場合に魅力的である。

一方、大きな短所は、あらかじめ設定され、尋ねられた質問についてしか情報が得られないことである。つまり、得られる結果は質問項目や回答肢に依存する。そのため、質問票の選択

や質問項目、回答肢の設定には細心の注意が必要である。そして、最大の短所は、食事記録法や食事思い出し法のように食べたものを直接にデータ化する方法でない、という点である。したがって、質問票の回答が本当なのかどうかはわからない。その質問票の回答をどの程度信用してよいか、どのような対象者に使えば信用するに足る情報が得られるかといったことを調べる基礎研究が必須である。この代表が妥当性研究と再現性研究である。

また、構造が比較的単純で、リストアップされている食品数が少ない、いわゆる簡易式の食物摂取頻度法では、実際に摂取したエネルギーや栄養素を量的に推定することは困難であるという報告が多い。しかし、個人を摂取量に従って順位づける能力は高いものが多く、そのため、実際に食べた量そのものは重要でない疫学

研究では有用な調査法である。たとえば、1万人をビタミンC摂取量の多い人から少ない人まで4群に分けて、血清コレステロール値との関連を検討する場合が、これに該当する。もう1つ、日間変動に関する情報が得られないことも、目的によっては短所になるであろう。

ところで、介入研究では介入の前後における変化を観察するために、同じ質問票調査を介入の前後で行うことが多い。よくあるのは、介入前の調査後に、質問票の不備がみつかる場合である。原則的には、たとえどんな不備、不具合がみつかったとしても、介入後調査には、介入前に用いた質問票を用いるべきである。そうでなければ、介入の効果をみているのか、質問票の違いをみているのかわからなくなるからである。

また、質問票をつくった場合には、本調査に先立って、小さな調査（パイロット調査）を行うことが多い。この目的の1つは、質問票の出来具合のチェックである。パイロット調査でみつかった不備、不具合を修正して本調査用の質問票をつくり、本調査で用いる。しかし、このような余裕がない場合は、質問票の開発はできるだけ避けるべきである。今までにたくさんの調査で用いられ、不具合が修正された既存の質問票を使うのが好ましい。ただし、この場合は、無断でコピーしてはいけない。たとえ、著作権のない質問票でも、その管理者に連絡をとり、使用の許可を得るべきである。また、管理者の許可なく、改変することも避けたい。なぜなら、ここまでみてきたように、1つの質問にさえ、意味と目的、必然性が込められているからである。

●質問票で真実を知ることはできない。できるのは、真実に近いかもしれないものを知ることである。

妥当性と再現性

食物摂取頻度法と食事歴法は、食べたものを直接にデータ化する方法ではないため、その信頼度は基本的には未知である。そのため、新しい質問票を開発した場合や、既存の質問票を今までに用いられたことがない特性をもった集団に用いる場合には、あらかじめ、その信頼度を調べておかななくてはならない。信頼度は妥当性 (validity) と再現性 (repeatability) の2つの指標によって表現される。

妥当性は、質問紙法で得られた値がどの程度、真の値に近いかを示す指標である。真の値はゴールド・スタンダード (黄金律: gold standard) と呼ばれる。真の摂取量を知ることは不可能だが、食事調査法の妥当性を検討するためには、複数日 (回) の食事記録法による調査または食事思い出し法による調査で得られる値をゴールド・スタンダードに用いることが多い。そして、妥当性は平均値 (標準偏差) の差と相関係数の2つの統計量によって表現される。

平均値と標準偏差は集団として摂取量を正しく推定しうるか否かを示す指標であり、相関係数は集団内の個人を摂取量の多少によってうまく分類できるか否かを示す指標である。簡単にいうと、質問票で得られた前者の値が真の値に近い場合には、集団代表値としての摂取量を推定する能力を備えていることがわかる (研究方法や利用目的によって異なるが、差が10%未満であると利用可能であると判断されることが多いようである)。平均値が比較的類似していても、標準偏差が大きく異なると、分布の幅が異なることを示しており、摂取過剰者、摂取不足者の割合などの推定には支障をきたす。一方、相関係数が一定の値より大きい場合には、摂取

量の多い人と摂取量の少ない人をうまく分類する能力を備えていることがわかる。研究方法や利用目的によって、その判断基準は異なるが、相関係数が0.4以上あると利用可能であると判断されることが多いようである。後者は、摂取量の多い人から摂取量の少ない人までを正しい順序に並べる能力とも考えられるため、順序化能力 (ranking ability) と呼ばれる。順序化妥当性 (ranking validity) として示すこともある。両者の結果がともによい場合は、個人レベルの摂取量を推定する能力を備えているといえる。File 5-32に仮想データを用いた例を示す。この例では、◆の結果は順序化能力は高いが平均値や分布の推定能力は低く、■は、その逆である。一般的にいうと、食物摂取頻度質問票や食事歴法質問票は順序化能力に優れているが、平均値や分布の推定能力に難があるものが多く、質問項目を限定した簡易式のもののほど、その傾向が強いことが知られている。

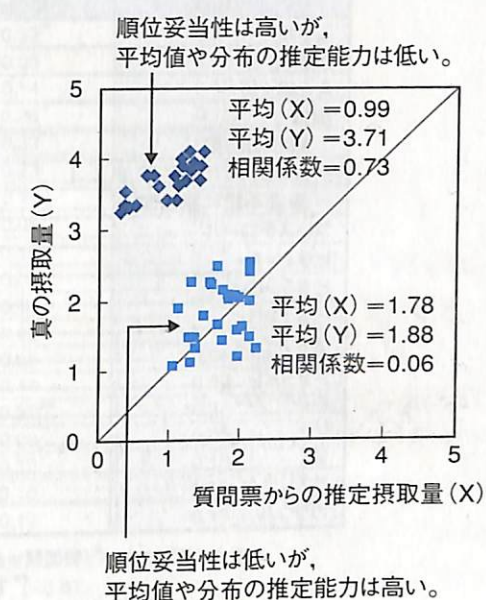
ある質問票の妥当性研究の結果の一部をFile 5-32に示す³²⁾。このなかでは、飽和脂肪酸が、平均値の比較、標準偏差の比、相関係数ともに、比較的良好な結果を示している。一方、ナイアシンは、平均値の比較と標準偏差の比はまずまずであるが、相関係数が低く、集団としての評価能力はあっても、個人レベルの評価には向いていないことを示している。そして、カルシウムは、逆に、平均値の比較と標準偏差の比の結果は芳しくないが、相関係数はある程度高く、集団としての評価能力には問題があるが、順位化妥当性には優れていることを示している。

このように、1つの質問票の妥当性の評価でも、栄養素ごとに微妙に結果は異なっており、妥当性の評価の難しさが理解できると思う。

生体指標 (⇒chap. 5-09) をゴールド・スタ

File 5 - 32

質問票の妥当性研究の結果の例：仮想データ



ンダードとして用いる場合もある。典型例は、24時間尿中に排泄されたナトリウムとカリウム量を用いて、ナトリウムとカリウム摂取量に関する妥当性を調べる場合である。これは、摂取されたナトリウムとカリウムのおよそ8割が尿中に排泄されることを利用したものである。なお、尿中のナトリウムとカリウム濃度は1日のなかでも時間によって異なるために、随時尿は好ましくない。ゴールド・スタンダードに食事記録法や食事思い出し法を用いると、対象者の自己申告にもとづく誤差が混入するが、生体指標ではこの種の誤差の混入はありえないため、より客観的に妥当性を検討できる点が、この方法の長所である。

一方、短所は生体指標が存在する栄養素が限られていることである。さらに、摂取量そのものを知らず知るゴールド・スタンダードにはなり

File 5 - 33

食事歴法質問票の妥当性研究の結果の例：
軽度高脂血症女性47人,3日間食事記録との比較

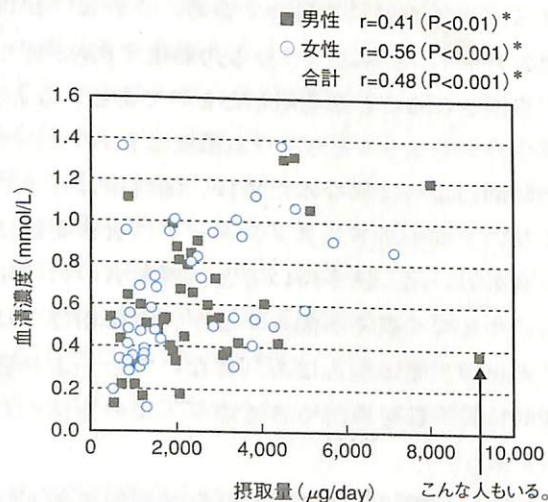
	平均値の比較* (標準偏差の比**)	相関係数
エネルギー	+1 (1.44)	0.48
炭水化物	+3 (1.05)	0.48
たんぱく質	+1 (1.17)	0.48
脂質	-1 (0.89)	0.55
飽和脂肪酸	+2 (0.90)	0.75
一価不飽和脂肪酸	+7 (0.74)	0.50
多価不飽和脂肪酸	+7 (0.67)	0.37
コレステロール	+19 (0.74)	0.49
ビタミンA	+1 (1.08)	0.38
ビタミンB ₁	+17 (1.00)	0.46
ビタミンB ₂	+15 (1.00)	0.58
ナイアシン	+6 (0.91)	0.19
ビタミンC	+13 (1.70)	0.45
カルシウム	+25 (0.66)	0.49
リン	+9 (0.73)	0.59
鉄	+16 (0.88)	0.40
ナトリウム	+2 (1.47)	0.32
カリウム	+2 (1.14)	0.68

* (質問票-食事記録)/食事記録 (%)

** 質問票/食事記録

資料) Sasaki, et al., J Epidemiol, 1998; 8: 203-15

File 5 - 34

食事歴法質問票の妥当性研究結果の例：
生体指標 (血清カロテン濃度) を用いた検討

*対数変換値を用いたピアソンの相関係数

資料) Sasaki, et al., J Nutr Sci Vitaminol, 2000; 46: 285-96

得ず、順序化能力を検証するためにしか使えないものがほとんどである。

File 5 - 34は血清カロテン濃度を用いた例である³³⁾。この結果から、この質問票から推定されるカロテン摂取量が順序化妥当性を有することが明らかになった。なお、生体指標を用いる妥当性研究では、生体指標となる栄養素の消化、吸収率や測定誤差などの問題のために、それほど高い相関係数が得られるわけではない。相関係数で0.4程度もあれば妥当性が高いと解釈されることが多い。なお、File 5 - 34には、はずれ値が1つ存在する。この対象者は、摂取量がこのなかの最高値であるにもかかわらず、血清濃度は低く、推定に過ぎないが、記入上の問題の可能性が疑われる。

ところで、介入研究において介入の結果として、食品や栄養素の摂取量がどのように変化し

File 5 - 35

高脂血症者に栄養指導を行った場合の栄養素摂取量の変化と
血清コレステロール値の変化の関連:ピアソンの相関係数

	単相関	偏相関*
エネルギー (kcal/日)	0.32*	0.21
たんぱく質 (%E)	-0.05	0.05
炭水化物 (%E)	-0.14	-0.12
総脂質 (%E)	0.26*	0.16
飽和脂肪酸 (%E)	0.33**	0.25
一価不飽和脂肪酸 (%E)	0.23	0.10
多価不飽和脂肪酸 (%E)	0.15	0.06
n-3系多価不飽和脂肪酸 (%E)	0.08	0.10
n-6系多価不飽和脂肪酸 (%E)	0.15	0.04
ビタミンC (mg/1,000kcal)	0.00	0.03
ビタミンA (IU/1,000kcal)	-0.11	-0.12
レチノール (mcg/1,000kcal)	-0.09	-0.12
カロテン (mcg/1,000kcal)	-0.08	-0.01
コレステロール (mg/1,000kcal)	0.14	0.22
キースの値 (unit)	0.32**	0.33**
エタノール (%E)	-0.09	-0.05
食物繊維 (g/1,000kcal)	-0.12	-0.12
水溶性食物繊維 (g/1,000kcal)	-0.10	-0.11
不溶性食物繊維 (g/1,000kcal)	-0.12	-0.11

*性、年齢、指導前の血清コレステロール値、肥満度 (BMI) の変化を調整した値。

相関の有意性: *p<0.05, **p<0.01。

資料) Sasaki, et al., J Cardiol, 1999; 33: 327-38 より引用。

たかを知りたい場合がある。そのときの興味は、介入前の摂取量や介入後の摂取量ではなく、むしろ、介入による変化である。このことを考慮すれば、妥当性の検討は、介入前後の変化について行われるべきである。

しかし、その場合のゴールド・スタンダードを食事記録法や食事思い出し法に頼るのは、「よい子ちゃん効果」が危惧され、困難である。好ましいのは生体指標であろう。軽度高脂血症者に行われた食事指導の前後において質問票で推定された各栄養素摂取量の差と、血清コレステロール値の変化との相関を検討したのが、File 5 - 35である³⁴⁾。エネルギー、総脂質、飽和脂肪酸の各摂取量の変化と、キースの値 (Keys score) で有意な相関が観察されているが、血清コレステロール値の変化に関連する栄養以外の要因を調整してみると、キースの値だけで有意な相関

が観察された。キースの値は、飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、コレステロールの各摂取量の変化から計算される血清コレステロール値の変化に関する予測値であり、欧米人を対象にした研究でその妥当性が確立しているものである (File 7 - 10)³⁵⁾。

この結果から、この質問票が変化に関する順序化妥当性を有していることがわかる。食事指導や介入研究などで、食品や栄養素摂取量の変化を観察したい場合には、この種の妥当性研究が報告されている質問票を用いるのが好ましい。

再現性は、同じ対象者が異なった時期 (たとえば、1年間の間隔をおいた反復調査) に答えた回答の一致度で評価する。これも、集団平均値 (標準偏差) の差と相関係数の2つの統計量によって結果が表現されるが、この場合には真値は存在せず、複数回の調査で得られた結果の一致

度を評価する。しかし、対象者の食事習慣は少しではあるものの変化しているため、真の再現性を調べることは不可能である。

なお、妥当性・再現性が検討されていることと、妥当性・再現性がよいこととは別である。そして、妥当性・再現性が検討されていなければ、よいとも悪いともいえないため、問題外である。

◎この質問票が使うに値するものか否かを知るために妥当性研究の結果は必須である。しかし、妥当性研究があれば使うに値するわけではない。妥当性研究の結果、使うに値しないことが明らかになることも多いからだ。しかし、それさえわかっていない質問票よりは使うに値する、かもしれない。結果が芳しくないとき、質問票の責任にすることができるからである。

09 生体指標

生体指標とは、血液や尿など、生体から得られる試料中に存在し、栄養素または食品の摂取量の指標として用いることができる物質をさす。生体指標には、摂取された栄養素がそのまま血液中や尿中に存在するものと、栄養素の代謝産物が血液や尿中に存在するもの（その代謝物のもととなった栄養素の摂取量の指標となる）に大別される。

前者に含まれるものの例としては、24時間尿中に排泄されるナトリウムやカリウム、血清中に存在するカロテン、血清リン脂質中・血清コレステロールエステル中・赤血球膜中に存在するn-3系脂肪酸があげられる。後者の例には、たんぱく質摂取の指標として24時間尿中窒素排泄量をあげることができる。

File 5 - 36

栄養素・エネルギー摂取量の代表的な生体指標

	試料	栄養素(生体指標となる物質)	特徴	推定可能な内容
尿	尿中排泄量(蓄尿)	ナトリウム、カリウム、マグネシウム ^{*,***} 、カルシウム ^{*,***} 、窒素、イソフラボン	蓄尿が困難 日間変動が大きい	摂取量粗値
	二重標識水を摂取させた後の尿中排泄量(随時尿)	エネルギー	正確 非常に高価	消費量粗値
血液	血清・血漿	レチノール [*] 、カロテノイド類、ビタミンD(25OHビタミンD)、ビタミンE、ビタミンC、コレステロール ^{**}	ある程度長期間の 摂取状況がわかる	順位妥当性
	血清・血漿リン脂質、血清・血漿コレステロールエステル、赤血球膜	n-3系脂肪酸、パルミチン酸、オレイン酸 ^{**} 、リノレン酸、トランス型脂肪酸		
皮下脂肪	皮下脂肪			
糞便	糞便	食物繊維(ヘミセルロース)	糞便採取が困難 日間変動が大きい	摂取量粗値

^{*}摂取量と生体指標との相関が低い栄養素。

^{**}摂取量が低い場合に、摂取量との生体指標との相関が高くなる栄養素。

^{***}吸収率が低いため、生体指標は摂取量よりも大きく過小評価される。

資料) Hunter. In Nutritional epidemiology. Willett W (ed.). Oxford University Press, 1998: 174-243 を参考にして作成。

また、水の安定同位体(stable isotope)である二重標識水($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$)を少量含む水を飲み、これらが尿中に排泄される量によってエネルギー消費量を測定する方法があり、二重標識水法(doubly labeled water method)と呼ばれるが、これも後者のタイプの生体指標と考えてよいかもしれない。摂取量の調査が極めて困難な微量物質、たとえば、フラボノイド、グルコシノレート、アリル化合物、植物源性エストロゲンといった生体活性物質は、その血中濃度や尿中排泄量を測定することによって、およそその摂取状況を把握できる可能性が示唆されている。

なお、血中ナトリウム濃度や血清鉄濃度のように、その濃度が身体の恒常性機能(ホメオスターシス)や摂取状況以外の要因に大きく依存している場合は、生体指標としての価値は乏しい。また、鉄やカルシウムのように消化管からの吸収率が低い栄養素では、摂取量と、その栄養素の生体内濃度との間に相関は低く、このような栄養素でも利用価値のある生体指標を探すことは困難である。

生体指標として利用しうる物質と対応する栄養素について File 5 - 36 にまとめておく³⁶⁾。

10 併用法

2種類またはそれ以上の方法を組み合わせて用いることによって調査精度を上げることがしばしば行われる。すでに述べたように、それぞれの方法は長所と短所をもっており、合わせて用いることで、1つの方法の短所を他方の長所で補うことができる。たとえば、食物摂取頻度法のリストを併用した2日間食事記録法は、集団の正確な平均摂取量に加えて、個人内および個人間変動も把握することができるであろう。ただし、

大きな費用がかかる点が短所である。なお、併用法は、調査者だけでなく、回答者にも時間と労力を多く費やす方法であるため、その利用には慎重でありたい。

11 陰膳法

食べるために準備されたものを採取し、化学分析を行う方法である。すると、食べる予定だった人は食べられなくなってしまうため、実際には同じものを2つつくってもらうように依頼し、片方を採取する。食重量から、そこに含まれる栄養素量に至るまで、非常に正確に把握できる方法であるが、1人について1日行うだけでもたいへんなことである。そして、対象者バイアスは避けられない。そのため、その利用は限られる。その一方、食品成分表を必要としないため、特殊な物質(たとえば、食品に混入している汚染物質)の摂取量を知りうるという長所もある。

12 消費データ

実際に摂取された食品ではなく、消費された食品を調べる方法である。ある家庭の家計簿を調べれば家族を単位として、何をどれくらい消費したかがわかる。また、ある国の1年間におけるイカの生産量と輸出量と輸入量がわかれば、生産量－輸出量＋輸入量として、その年のイカの消費量がわかる。このように、食品の生産量、輸出入量を記録したデータをフード・バランス・シート(food balance sheet)と呼び、このデータを用いて国家レベルでの食品消費量(food consumption)を推定することができる。また、食品成分表を利用すれば、栄養価計算も可能で

ある。

しかし、流通経済にのらないルートで生産され、消費された食品はこの計算には入らず、加工品として輸入されたものも、そのデータの扱いが難しい。さらに、食べずに捨てた分もあるため、消費＝摂取とはならず、結果の解釈には注意を要する。しかし、国家単位の手データがある程度標準化された状態で、しかも、年度を追って得られるなどの長所があるため、生態学的研究では有用なデータとなる場合がある。

13 食行動・食知識・食の考え方と質問票

食行動・食知識・食の考え方といった社会学、行動学、心理学、教育学領域の情報も栄養疫学では重要である。これらの多くは質問票を用いて収集される。

問題は、この分野の質問票が安易につくられたり、安易に部分的にコピーされて使われたりすることである。この分野の質問票も、食物摂取頻度質問票や食事歴法質問票と同様に、つくっただけでは、どの程度の信頼度を有するものかわからない。したがって、それを使ってデータを収集しても、そのデータの信頼度は不明であるため、そこからは何の結果も導き出せず、解釈もできない。

たとえば、食行動の1つとして、速食いはしばしば注目され、それをチェックする質問も存在するが、大切なのは、それがどの程度信頼できるかである。「とても遅い、比較的遅い、普通、比較的速い、とても速い」のなかから1つを選んでもらう形式の質問を222人の女子大学生にしたときの妥当性が、本人の回答と親友（最大3人）の回答の一致度を観察することによって検討されている（File 5 - 37）³⁷⁾。本人の回答と親友の

File 5 - 37

食べる速さについての質問の妥当性
(女子大学生222人の結果)

親友申告	自己申告					合計
	とても遅い	比較的遅い	ふつう	比較的速い	とても速い	
とても遅い	7	5	2	0	0	14
比較的遅い	4	41	28	6	0	79
ふつう	2	82	138	50	7	279
比較的速い	2	11	41	38	12	104
とても速い	1	1	4	11	5	22
合計	16	140	213	105	24	498

完全に一致した者は46%、1カテゴリーずれた者は47%。
2つの合計は93%。残りは7%。
資料) Sasaki, et al., Int J Obes, 2003; 27: 1405-10

回答（親友がその本人をどう評価しているか）が完全に一致したのは、全回答498のうち46%と半分に近く、1カテゴリーのずれを許すと、全体の93%にのぼった。このように、本人の申告と親友の申告がよく一致することが示された。

しかし、これは食べる速さを直接に測定したものではない。そのため、これは順序化妥当性である。しかも、親友の回答をゴールド・スタンダードにしているが、これを真値として扱ってよいか否かも疑問が残るところである。しかし、大学で食事をともにし、食べる速さをよく知っていそうな人を用いた要領のよい妥当性研究の一例といえるだろう。

ところで、真の食べる速さを測定することは可能だろうか。食べるものによっても速さは違うだろうし、そのときの状況によっても変わるだろう。そして、どのような方法を用いても、

測定されているという意識があれば、通常の速さで食べることは難しいかもしれない。この例からいえることは、妥当性は必要であるが、あまり完璧な妥当性を要求しても無理だということである。だからといって、この種の質問については妥当性の検討が不要だというわけではない。何らかの現実的な方法で妥当性の検討がなされ、その結果に従って、質問の利用の是非と、得られる結果の解釈を行わねばならない。

さらに、食行動・食知識・食への考え方などを扱う質問は、定性的なデータがほとんどである。順序変数であっても、カテゴリー間の等距離性は保証されないことが多い。これらのデータの統計処理は、定量的なデータよりも難しい。その難しさを理解したうえで用いないと、データを収集しても、それを有効に使うことができなくなるため、注意したいところである。

ところで、「食習慣チェック」などと銘打って、理論的な根拠も示さず、また、妥当性の検討も行われていないのに研究者間や世間一般に広まっている質問票があるが、この種のものは、栄養学の科学性と栄養学への信頼をおとしめる原因となるため、その頒布と利用を戒めねばならない。加えて、ここで問題にしているのは、妥当性の検討の有無とその程度であって、有名な先生の名前とか、厚生労働省のハンコとかを求めているわけではない。これらは、エビデンスの指標ではないからである。

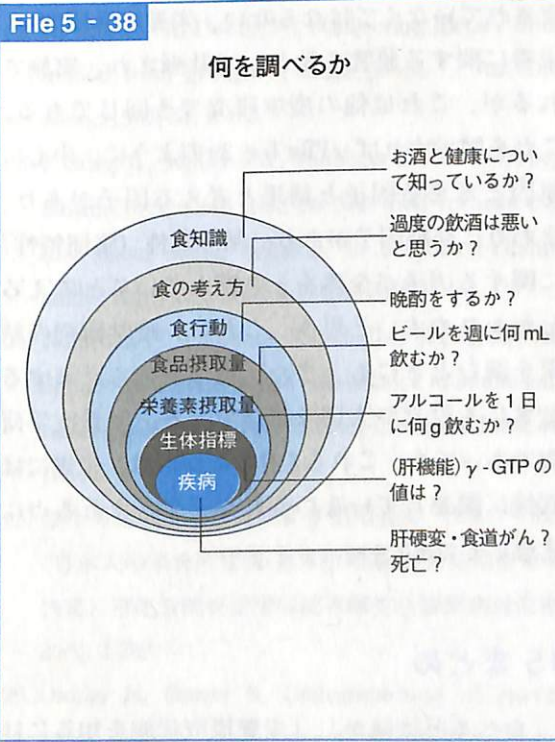
●食行動・食知識・食の考え方を調べることは、栄養素の摂取量を調べることもより難しいと思う。たんぱく質が何かは研究者の間で共通の認識、つまり、定義がはっきりしているが、食行動・食知識・食の考え方で知りたいことは、その定義が定まっていらないものが多いからである。

そのために、定義から始めないといけない。

14 変数特性からみた栄養疫学の特徴

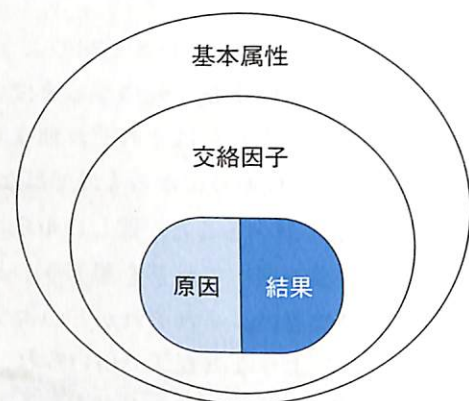
栄養に関する変数には、File 5 - 38のように、食に対する知識から始まり、死に至るまでいろいろなものがある。これらはそれぞれ独立したものであり、互いに代わりになるものではない。つまり、「飲酒量を調べるのが難しいから、お酒についての知識を調べてお茶を濁そう」というようなものではない。それぞれがどのような特徴をもち、どのような調査法で用いられ、どのようなことを明らかにするために使われるものかを熟知し、適切に用いることが大切である。

ところで、疫学研究では、原因と考える因子、結果と考える因子、基本属性（集団特性）に関する因子、交絡因子の4者が決められ、適切に測



File 5 - 39

疫学研究に必要な4つの因子



栄養疫学研究では、原因または結果が栄養である。他の疫学研究では、交絡因子に栄養が入ることが多い。

定されていないわけではない。栄養疫学研究は、栄養に関する研究を軸として計画され、実施されるが、これは他の疫学研究でも同じである。これを図示すれば、File 5 - 39のように、中心に原因と考える因子と結果と考える因子があり、まわりに交絡因子があり、基本属性（集団特性）に関する因子が全体をとり囲んでいると考えるとわかりやすいと思う。これは、疫学研究の結果を読むときにも、また、疫学研究を計画するときにも役立つ大切な概念である。栄養疫学研究であっても、これら4者のなかには、栄養には直接に関連していない変数が必ず含まれる点に注意しておきたい。

15 まとめ

「食べるとは何か」、「栄養摂取状態を知るには

何に気をつけるべきか」を知ることは、食と健康を扱う者にとって不可欠である。ここで説明したことは、本書の中心であるため、わかりにくいところがあれば、理解できるまで繰り返し読んでいただきたい。次のCHAPTERでは、食と健康を扱った研究成果（論文）を読んだり、自分がこの種の研究を行ったりするときに注意したい点について簡単に説明することにする。CHAPTER 3からこのCHAPTER 5までを理論編とすれば、次のCHAPTERは実践編の入り口にあたる。

【参考文献】

1. 佐々木敏. EBN (Evidence-Based Nutrition) に基づく栄養調査・栄養指導 栄養調査から evidence を読みとるためのポイント. 臨床栄養 2000; 96: 393-9.
2. Sasaki S, Takahashi T, Itoi Y, et al. Food and nutrient intakes assessed with dietary records for the validation study of a self-administered food frequency questionnaire in JPHC Study Cohort I. J Epidemiol 2003; 13(1 suppl): S23-S50.
3. Tokudome Y, Imaeda N, Nagaya T, et al. Daily, weekly, seasonal, within- and between-individual variation in nutrient intake according to four season consecutive 7 day weighed diet records in Japanese female dietitians. J Epidemiol 2002; 12: 85-92.
4. 大脇淳子, 高塚直能, 川上憲人, 他. 24時間思い出し法による各種栄養素摂取量の季節変動. 栄養学雑誌 1996; 54: 11-8.
5. 森成子, 斎藤憲, 吉岡美子. 農村婦人の栄養摂取量と血液性状値の季節変化 (第1報) —季節別栄養摂取量について—. 栄養学雑誌 1986; 44: 179-90.
6. 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告. 五訂増補日本食品標準成分表. 独立行政法人

国立印刷局. 2005.

7. 奈須敬二, 奥谷喬司, 小倉通男共編. イカ その生物から消費まで. 成山堂書店, 1996.
8. Taylor ML, Kozlowski BW, Baer MT. Energy and nutrient values from different computerized data basis. J Am Diet Assoc 1985; 85: 1136-8.
9. 佐々木敏. 循環器疾患予防のための栄養素・非栄養素成分に関する疫学研究の最近の動向: 系統的レビュー. 日循予防誌 2003; 38: 105-17.
10. 渡邊智子, 布施望, 萩原清和. 五訂成分表収載食品の菓子類のしよ糖量と推定式. 栄養学雑誌 2001; 59: 247-52.
11. Sasaki S, Kobayashi M, Tsugane S. Development of substituted fatty acid food composition table for the use in nutritional epidemiologic studies for Japanese populations: its methodological backgrounds and the evaluation J Epidemiol 1999; 9: 190-207.
12. Takahashi Y, Sasaki S, Tsugane S. Development and validation of specific carotene food composition tables for use in nutritional epidemiologic studies for Japanese populations. J Epidemiol 2001; 11: 266-75.
13. Arai Y, Watanabe S, Mitsuru K, et al. Dietary intakes of flavonols flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. J Nutr 2000; 130: 2243-50.
14. Sugiyama M, Tang AC, Wakaki Y, et al. Glycemic index of single and mixed meal foods among common Japanese foods with white rice as a reference food. Eur J Clin Nutr 2003; 57: 743-52.
15. Zhuo XG, Watanabe S. The construction of web database server-client system for functional food factors. Biofactors 2004; 22: 329-32.
16. 健康・栄養情報研究会. 平成13年厚生労働省国民

栄養調査結果. 第一出版. 2003.

17. Tokudome Y, Imaeda N, Ikeda M, et al. Foods contributing to absolute intake and variance in intake of fat, fatty acids and cholesterol in middle-aged Japanese. J Epidemiol 1999; 9: 78-90.
18. Karvetti RL, Knuts LR. Validity of the 24-hour dietary recall. J Am Diet Assoc 1985; 85: 1437-42.
19. Eck LH, Klesges RC, Hanson CL. Recall of a child's intake from one meal: are parents accurate? J Am Diet Assoc 1989; 89: 784-9.
20. Basch CE, Shea S, Arliss R, et al. Validation of mothers' reports of dietary intake by four to seven year-old children. Am J Public Health 1990; 80: 1314-7.
21. Buzzard IM, Faucett CL, Jeffery RW, et al. Monitoring dietary change in a low-fat diet intervention study: advantages of using 24-hour dietary recalls vs food records. J Am Diet Assoc 1996; 96: 574-9.
22. Campbell VA, Dodds ML. Collecting dietary information from groups of older people. J Am Diet Assoc 1967; 51: 29-33.
23. Forster JL, Jeffery RW, VanNatta M, et al. Hypertension prevention trial: do 24-h food records capture usual eating behavior in a dietary change study? Am J Clin Nutr 1990; 51: 253-7.
24. Holbrook JT, Patterson KY, Bodner JE, et al. Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. Am J Clin Nutr 1984; 40: 786-93.
25. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 (2005年版) (日本人の栄養所要量-食事摂取基準-策定検討会報告書). 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室. 2004: 1-282.
26. Okubo H, Sasaki S. Underreporting of energy intake among Japanese women age 18-20 years and

its association with reported nutrient and food group intakes. Public Health Nutr 2004; 7: 911-7.

27. Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principals of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. Eur J Clin Nutr 1991; 45: 569-81.
28. Bingham SA. Urine nitrogen as a biomarker for the validation of dietary protein intake. J Nutr 2003; 133: 921S-924S.
29. Zhang J, Temme EHM, Sasaki S, et al. Under- and overreporting of energy intake using urinary excretions as biomarkers: Relation to body mass index. Am J Epidemiol 2000; 152: 453-62.
30. Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analysis. Am J Epidemiol 1986; 124: 17-27.
31. 佐々木敏 (分担研究者). 生体指標ならびに食事歴法質問票を用いた個人に対する食事評価法の開発・検証. 田中平三 (主任研究者). 「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究 (総合研究報告書). 厚生労働科学研究費補助金によるがん予防等健康科学総合研究事業. 2004: 10-44.
32. Sasaki S, Yanagibori R, Amano K. Self-administered diet history questionnaire developed for health edu-

cation: a relative validation of the test-version by comparison with 3-day diet record in women. J Epidemiol 1998; 8: 203-15.

33. Sasaki S, Ushio F, Amano K, et al. Serum biomarker-based validation of a self-administered diet history questionnaire for Japanese subjects. J Nutr Sci Vitaminol 2000; 46: 285-96.
34. Sasaki S, Ishikawa T, Yanagibori R, et al. Responsiveness to a self administered diet history questionnaire in a work-site dietary intervention trial for mildly hypercholesterolemic Japanese subjects: correlation between change in dietary habits and serum cholesterol. J Cardiol 1999; 33: 327-38.
35. Keys A, Anderson JT, Grande F. Serum cholesterol response to changes in the diet: IV. Particular saturated fatty acids in the diet. Metabolism 1965; 14: 776-87.
36. Hunter D. Biochemical indicators of dietary intake. In: Willett W. (ed.), Nutritional epidemiology, 2nd edition (Monographs in epidemiology and biostatistics. Volume 30). Oxford University Press, New York, Oxford. 1998: 174-243.
37. Sasaki S, Katagiri A, Tsuji T, et al. Self-reported rate of eating correlates with body mass index in 18-year-old Japanese women. Int J Obes Relat Metab Disord 2003; 27: 1405-10.

CHAPTER 6

How to read and perform epidemiologic studies

疫学研究の読み方と進め方

このCHAPTERでは、CHAPTER 3～5で紹介したことを踏まえて、EBNのためのエビデンスづくりを実際に行う場合の手順と注意点について、その基本を紹介したい。それは、疫学研究の成果、すなわち疫学研究を扱った論文を正しく読む技術と、疫学研究を正しく行う技術の2つに集約される。そこで、前半で「論文の読み方」について説明し、後半で「研究の進め方」について説明したい。

01 論文の読み方

どの論文を読むか？

世の中には情報があふれている。問題は、読むに値する情報をどのように選択するかである。EBNの情報源は原著論文であるから、ここでは、原著論文に限って話を進めることにしたい。論文は、世の中に数多く存在する。手当たり次第に読めばよいものではないし、読めるものでもない。大切なのは、勉強になる論文を少しだけ、しかし、ていねいに読むことである。そのためにはよい論文を選ぶ技術が必要である。もっとも役に立つのは抄録 (abstract) をざっと読んで、その論文の価値を判断する技術であろう。

◎よい論文をていねいに読むことはとても勉強になる。同時に、悪い論文を読むのも勉強になる。「こうしないでこう」を学べるからである。かわいそうなのは、悪い論文をよい論文だと信じてしまった人である。

構造化抄録を読む

抄録は論文を短くまとめたもので、英文の場合は200語程度である。

論文全体の内容を要領よく記述するために、抄録には一定の書き方の規則がある。その規則を構造化した抄録を構造化抄録 (structured abstract) と呼ぶ¹⁻²⁾。構造化抄録は序論 (introduction)、方法 (methods)、結果 (results)、考察 (discussion)、結論 (conclusions)、参考文献 (references) の6つの要素から構成されるのが一般的である (File 6 - 01)。序論は目的 (objective) と呼ぶこともある。方法は、さらに、研究方法 (design)、対象者 (subjects)、調査・測定項目 (measurements) に分けることが多い。考察は、本文では必須であるが、抄録では省略されることが多い。

構造化抄録の特徴は構造の要素ごとに見出しがつけられていることである。構造化されていない抄録には見出しはつけられていないが、それでも File 6 - 01にあげられた内容は、ほぼそろっているのが普通である。よい論文か否かを判