

1. 現代を生きるわれわれにとって 不可欠の科学としての栄養疫学

Nutritional Epidemiology as Essential Science for Present Society

佐々木 敏 (ササキ サトシ)

SASAKI, Satoshi, M.D., Ph.D

東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻社会
予防疫学分野 教授

Department of Social and Preventive Epidemiology,
School of Public Health, the University of Tokyo

要約

食べ物と健康の関連を探る研究は、たくさんのふつうの人の台所でのできごとや日常茶飯を地道に調べ上げる栄養疫学研究によってその秘密の多くが解き明かされる。たとえば、いわゆるソフトドリンクは（よくないとすれば）どこがどのようによくないのか？ 骨折予防のためにカルシウムはたっぷり取るほうがよいのか？（どれくらい取ればよいのか） 高血圧対策に減塩は本当に必要なのか？ などの問いに答える情報の多くは栄養疫学研究によって得られている。しかし、よい・悪いという答えだけを得るのではなく、それぞれの結果が得られるまでの研究プロセスや結果を正しく解釈するための知識や技術が、結果を正しく活用する上で不可欠の技術となる。それは疫学への正しい理解に他ならない。栄養に関連する健康問題を扱う場合には、特に、栄養疫学と呼ぶが、本稿では、栄養疫学ということばを初めて耳にする読者を対象として、栄養疫学とは何かについて、研究事例を交えながら平易な解説を試みる。

1. はじめに

いきなりだが、

「コーラや甘いジュースなど、いわゆるソフトドリンクはどこがよくないのですか？」

このように尋ねると、多くの人が「お砂糖がたくさん入っているから」と答える。先日、同じ質問を管理栄養士にしてみたら、やはり、同じ答えが返ってきた。そこで、「お砂糖がたくさん入っていることはなぜよくないのですか？」と尋ねてみたら、「からだに悪いと思うけど…」と言ってことばに詰まってしまった。ソフトドリンクが本当はからだに悪いのかどうかの話は後にして、別の悪いことが気になるので、先に紹介しておきたい。

図1は甘みのある清涼飲料（ソフトドリンク）の摂取量ごとにみた主な食品や食品群の摂取量

である⁽¹⁾。この結果によると、ソフトドリンクの摂取量が多い人ほど油脂類と菓子類の摂取量が多い傾向があり、逆に、米、魚介類、卵類など数多くの食品（群）の摂取量が少ない傾向があることがわかる。ここから、ソフトドリンクそのものの是非の前に、ソフトドリンクをたくさん飲んでいてる人が食べているものと、ソフトドリンクをあまり飲まない人が食べているものはかなりちがうという事実がわかる。次に図2をみていただきたい。これは同じ人たちの栄養素摂取量のちがいである。特殊なものを除けば、ソフトドリンクには食塩もカリウムもたんぱく質も鉄もカルシウムも食物繊維も含まれていないので、この結果から、ソフトドリンクに入っているものが悪いというよりも、「ソフトドリンクの中にわれわれが必要とするさまざまな栄養素が入っていないいうに、ソフトドリンクを飲む人たちがそのような栄養素を他の食品から補っていないことが悪い」ということがわかる。要するに、「ソフトドリンクの中に何か悪いものがたくさん入っているらしい」という見方ではなく、「ソフトドリンクといっしょに食べられたり食べられなかったりする食品のせいだ（要するに仲間が悪い!）」というわけである。

このようなことは、食品（ここでは清涼飲料）をいくら分析してみてもわからない。いろいろな種類の食べ物や飲み物を食べたり飲んだりしているようすをたくさんの人たちでいてねいに調べ、そのデータにそれぞれの食べ物に含まれている栄養素の情報（食品成分）を組み合わせることで初めて明らかになることである。このような方法で行う研究分野が「栄養疫学」である。

たとえ、毒が入っていたとしても、それを食べなければ病気にはならない。逆に、そこに入っている毒がたとえわずかでも、それを長い間、大量に食べれば健康被害が発生するかもしれない。このように、食品の健康影響は食品を分析しているだけではわからず、栄養疫学研究を行い、その結果に基づいて判断しなくてはならない。食べ物が健康にどのような影響を与えるのか、どうすれば、食べ物を通じて健康を保てるのかに大きな関心を抱く人が多い現在、この小文のタイト

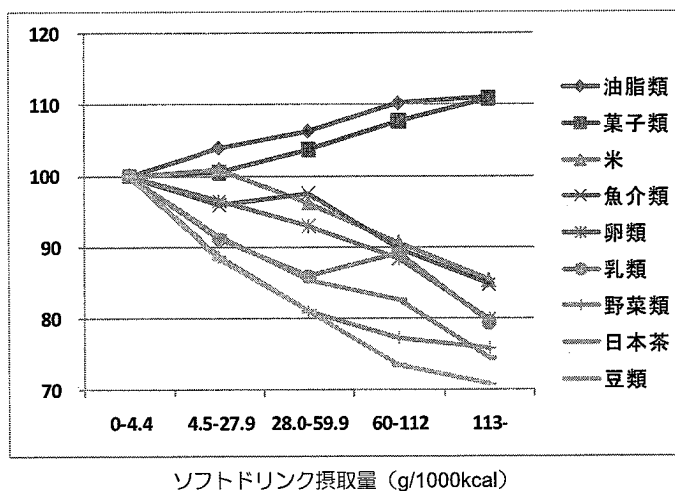


図1 甘味のある清涼飲料（ソフトドリンク）摂取量ごとにみた食品群摂取量のちがい：ソフトドリンク摂取量のもっとも少ない群における食品群摂取量に比べた相対的な摂取量（%）

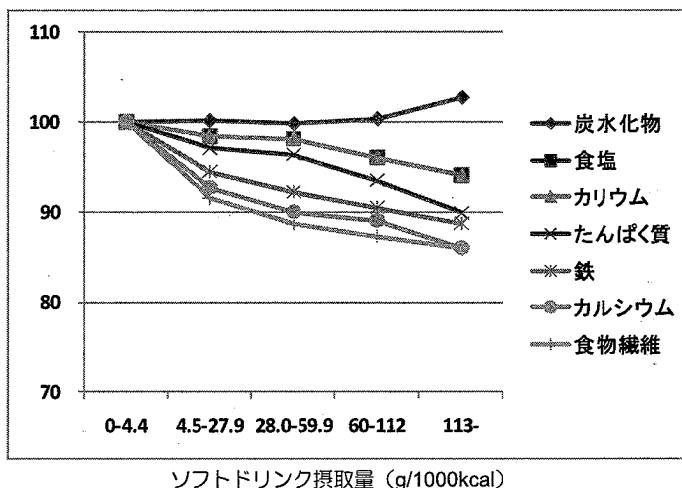


図2 甘味のある清涼飲料（ソフトドリンク）摂取量ごとにみた栄養素摂取量のちがひ：ソフトドリンク摂取量のもっとも少ない群における栄養素摂取量に比べた相対的な摂取量（％）

ルに「現代を生きるわれわれにとって不可欠の科学としての」と付した理由はここにある。栄養疫学の研究結果を正しく理解する技を身につけていただき、ご自分やご家族の健康維持や生活習慣病の予防に役立てていただくことを目的として、栄養疫学の基本について簡単に紹介することにした。

2. 食品ではなく人を調べた研究が必要

図3を見てほしい。朝食に食べるごはんとパンの頻度で全員を5つの群に分けて、1日全体に食べる食品群の量を比べたものである⁽²⁾。それぞれの群におけるそれぞれの食品群摂取量の平均値を計算したうえで、もっともパンを頻繁に食べていた群における摂取量平均値に比べた相対的な値（パーセント）として、他の群の摂取量平均値を表示した。なお、朝食に他の主食を食べたり、主食を食べなかったり、そもそも朝食を食べなかったりした場合はゼロとしてある。図の左側の群を仮に「パン派」、右側を「ごはん派」と呼ぶことにしよう。

ここで問題である。もっとよい食習慣にするためには、「パン派」の人たちに比べて「ごはん派」の人たちのほうがより強く気をつけたいことは何だろうか？

おもしろいことに、ほとんどの人が「牛乳や乳製品をもっと取る」と答える。それはなぜかと尋ねると、「ごはん派の群のほうが牛乳や乳製品の摂取量が少ないからカルシウムの摂取量がきっと少ないでしょう」という答えが返ってくる。では、本当に、パン派に比べてごはん派の人たちのほうがカルシウムの摂取量は少ないのだろうか。

図4を見ていただきたい。同じ人たちでの栄養素摂取量のちがひである。ここでもう一度、問題である。もっとよい食習慣にするためには、「パン派」の人たちに比べて「ごはん派」の人たちのほうにより強く気をつけたいことは何だとあなたは思うだろうか？

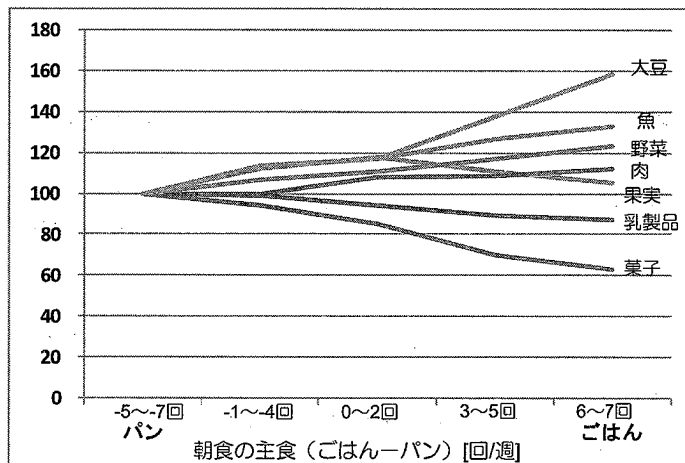


図3 朝食の主食（ごはん・パン）頻度（回／週）で分けた群ごとにみた食品群摂取量のちがい：もっともパン摂取頻度が多い群における食品群摂取量に比した相対的な摂取量（％）

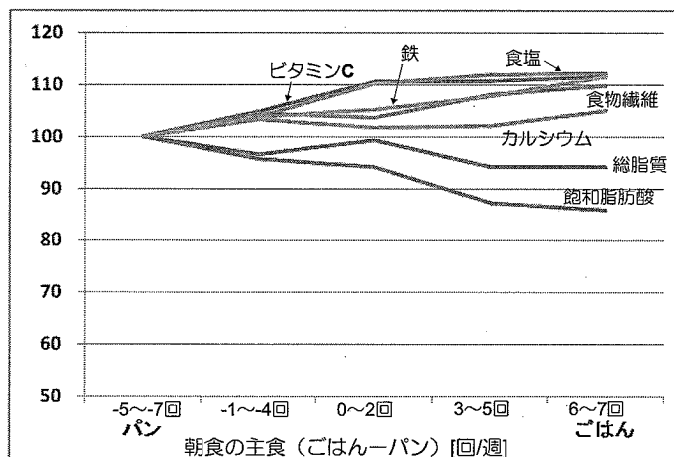


図4 朝食の主食（ごはん・パン）頻度（回／週）で分けた群ごとにみた栄養素摂取量のちがい：もっともパン摂取頻度が多い群における栄養素摂取量に比した相対的な摂取量（％）

図4でわかるように、カルシウムをたくさん取っているのはむしろ「ごはん派」のほうである。なぜこのようなまちがいを犯してしまうのか。その理由は、「牛乳→カルシウム」「カルシウム→牛乳」と多くの人が信じ込んでいるからであろう。

ここで別の調査結果を見ておきたい。図5は2006年の国民健康・栄養調査（厚生労働省が毎年11月におよそ1万人の人たちの食事摂取状況を調べている調査）の結果である⁽³⁾。カルシウム摂取源の筆頭はたしかに牛乳・乳製品だが、野菜類や豆類（主に大豆製品）からの寄与もかなりあることがわかる。そして、図6で代表的な食品のカルシウム含有量を見ると、「こまつな」

「わかめ」「木綿豆腐」など、牛乳に負けない量のカルシウムを含む食品がわれわれのまわりにならなことがわかる⁽⁴⁾。ところで、カルシウムの話には「小魚」がしばしば登場する。たしかに「しらす干し」のカルシウム量は牛乳の5倍近くもある。しかし、カルシウムへの寄与が大きい食品に魚介類はあがっていない。それは、すでにおわりのように、一度に食べる「小魚」の量が他の食品に比べて少ないこと、そして、通常の食習慣の範囲は「小魚」を牛乳や野菜ほどには頻繁に食べないからである。

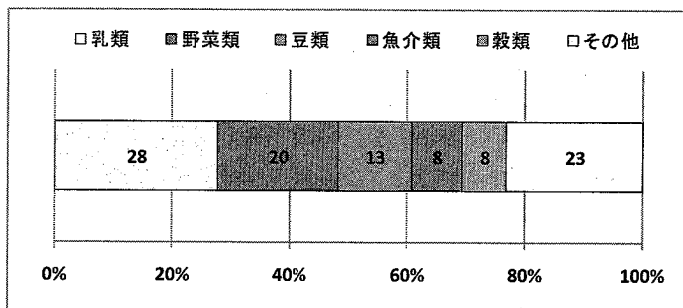


図5 2007年国民健康・栄養調査における主な食品群のカルシウム摂取への寄与率 (%)
全対象者における結果

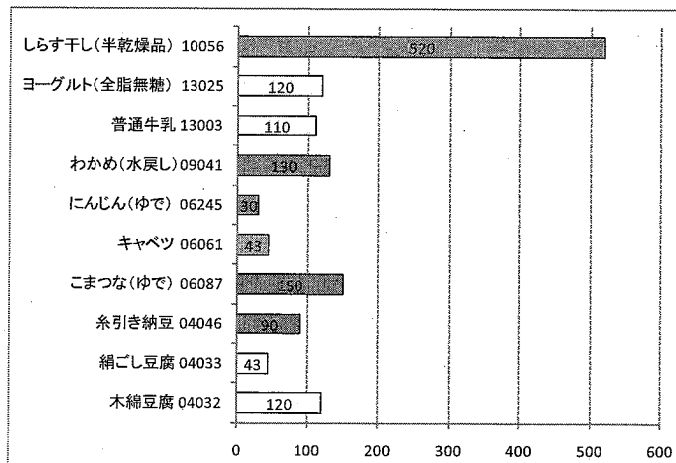


図6 代表的な食品(100gあたり)のカルシウム含有量 (mg)
食品名の右側の数字は、五訂増補日本食品標準成分表における食品番号

以上より、次のことがわかる。

- ①食品の栄養価やよし悪しを100グラム単位で評価してはいけな、②食品の栄養価を評価するためには、ある一定期間にある集団が(またはある個人が)食べている栄養素摂取量の一部として評価すべきである、③そのためには、実際に食べているようすを調べて、栄養素摂取量を求め

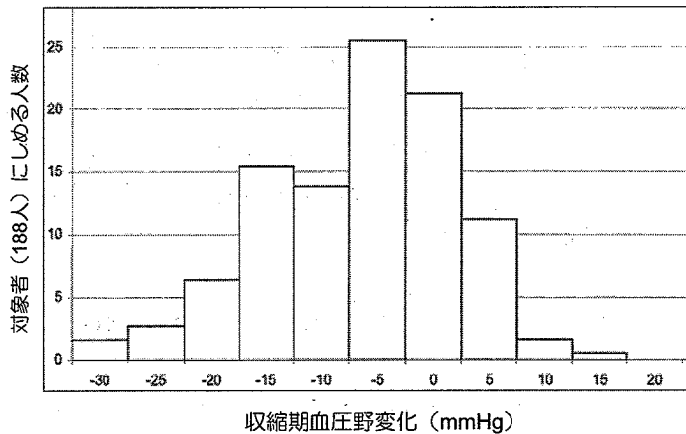


図7 1日に食べる食塩を8.2グラムから3.7グラムに1か月間変えた場合の血圧の変化量別にみた人数の分布

なくてはならない、ということである。

さて、あなたは主にどの食品からカルシウムを取っているのだろうか？ 毎朝牛乳を飲んでい
るからだいじょうぶともいえないかもしれないし、逆に、牛乳を飲んでいなくてもだいじょうぶ
かもしれない。「1つの食品＝1つの栄養素」ではない。

3. 疫学研究ではどうしてもたくさんの人を調べなくてはならない

栄養学の難しいところは、食べものへの反応が人によって異なることであろう。異なるといっ
てもてんでばらばらという意味ではない。そこには一定の傾向、つまり、分布がある。図7は減
塩をしたときの血圧の変化である⁽⁵⁾。これはアメリカで行われた実験だが、188人の人にお願
いして、1日に食べる食塩を8.2グラムから3.7グラムに1か月間変えてもらい、血圧の変化を観
察した。減塩するとそれに反応して血圧が下がるタイプの人と下がらないタイプの人がある。食
塩への感受性と非感受性である。しかし、血圧が一定量だけ下がる人たちと全然変わらない人た
ちにきれいに分かれるのかというと、そうではない。大きく下がった人がわずかにいて、多くの
人は少しだけ下がり、逆に血圧が上がってしまった人たちもいた。そして、人数の分布は、きれ
いな山型を描いた。この理由はいろいろ推測できるが、①食塩感受性に関する個人差はかなり複
雑（ひとつの遺伝子の有無だけできれいに二分されるのではない）かもしれないということ、②
食塩摂取量以外に何か生活の変化が起こり、それが血圧に影響を及ぼした可能性があり、その変
化が一様でなかった可能性があること、などが考えられる。たとえば、この機会にカロリー（エ
ネルギー摂取量）も減らして減量にいそしんだ人がいたかもしれない。さらに、血圧は時々刻々
揺れていて、その偶然の揺れがどうしても結果に混ざってしまうという理由もあるだろう。

それはさておき、ここで問題である。

「1日に食べる食塩を8グラムくらいから半減させたら1か月でどのくらい血圧が下がるのだ

ろうか？」と尋ねられたら、この図からどのように答えるだろうか？

「30ミリメートル水銀 (mmHg) 以上下がる人もいれば、15 mmHg以上上がる人もいる。ひとによってちがう。平均値は6.7 mmHgの減少であった。そして、2.5 mmHg減少から7.4 mmHg減少のあいだにもっともたくさんの人がいた」と答えるかもしれない。たしかに正しい説明だが分かりにくい。もっと簡単な答えを望んでいるかもしれない。「一言で教えてほしい」と言われたらどうするだろうか？ そのときにもっともよく使われるのが平均値、つまりここでは「6.7 mmHg減少した」である。疫学では、個人差の問題を考慮して、多くの人にとって、もっとも役に立つ数値を探す。そのためには、どうしてもたくさんの人を測らなくてはならない。

人数が少ないと、個人差の影響を取り除けないという問題の他に、さまざまな理由で起こる測定値の揺れの影響が結果に乗っかってしまうという問題も起こる。たとえば、たまたま急いで測った人の血圧（注：血圧は3分間静かに座ってから測ることになっている）を全員の血圧であるかのように言われたら困るだろう。

この対極としてよく例にあげられるのが、長生きをしている喫煙者が「たばこを吸っていてもこんなに長生きできるのだから、たばこは吸ってもだいじょうぶ」と言う誤りである。この人は幸運にもたばこの害を受けにくいからだの持ち主だった可能性が考えられる。たばこを吸わなかったら100歳まで生きられるはずの人で、今は90歳だとすると、日本人男性では喫煙によって寿命が（平均）5年ほど縮むことが明らかになっているので、この人の寿命は残り5年ということになる。だが、ここに書いた理由よりも、たばこをふかしているお年寄りをテレビで大写しにするほうが説得力はあるのではないだろうか。しかし、当然ながら、正しいのはテレビではなく、ここで説明したことである。

ここで教訓である。

「〇〇を食べると血圧が下がる」という研究結果を見るときには、必ず、研究に参加した人の人数を確認すること。それがとても少ない（たとえば10人までの）場合は、少し注意したほうがよいかもしれない。当然の話だが、「体験談」は、あくまでも体験談の域を出ない。

なお、だからといって、やみくもにたくさんの人を測ればよいというものではない。測定数が増えればどうしても測定 of ていねいさに問題が出てしまいがちだからである。これは血圧の測定値の偶然の揺れ幅を大きくしてしまうために、結果を見えにくくする方向に働いてしまう。

4. 疫学研究では性別や年齢まで根掘り葉掘り尋ねなくてはならない

かなり古いデータだが、図8（左図）はお酒を飲まない男性の収縮期血圧の平均値である⁽⁶⁾。30歳代から一直線に上がっていくようすがわかる。当時は今に比べると降圧剤（血圧を下げる薬）を使う人が少なかったので、加齢による血圧上昇をみごとにとらえている。しかし、血圧は加齢だけでなく、生活習慣の影響を受けることが知られている。特に、高塩分摂取は気になるところである。そこで、その影響を調べるために、たくさんの人において食塩摂取量をていねいに調べ、同時に血圧を正確に測ったとしよう。そして、食塩摂取量が多い人ほど血圧が高いの

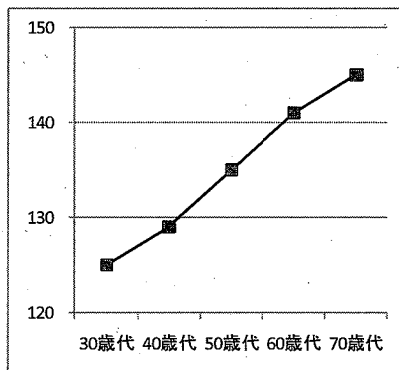


図8 (左図)

1980年循環器疾患基礎調査における飲酒習慣をもっていない男性における平均収縮期血圧 (mmHg)

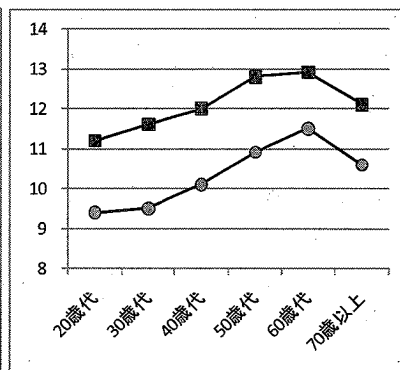


図8 (右図)

2007年国民健康・栄養調査における性・年齢階級別平均食塩摂取量 (g/日)

かどうか調べてみることにしたと考えていただきたい。これで、食塩摂取量が多い人ほど血圧が高いのかどうかを調べることができるだろうか。答えは「否」である。図8 (右図) は、最近の国民健康・栄養調査でみた年齢階級別の平均食塩摂取量である⁽³⁾。70歳以上を除いて、やはり30歳代から一直線に上がっている。すると、食塩摂取量と血圧のあいだは図9 (上図) のようになると想像される。食塩摂取量が多い人ほど血圧が高いようすが見て取れる。しかし、少し待っていただきたい。若い人たちは図の左下に集まり、高齢者は右上に集中していて、中年層が真ん中に集まっている。ところが図9 (上図) の結果を年齢ごとに見ると、食塩摂取量と血圧のあいだには何の関連もない。この図は次のように作ったものである。はじめに、若年だけについて、食塩摂取量と血圧ともにもっとも低い部分に (食塩摂取量と血圧のあいだには何の関連もないように) 点をばらつかせる。次に、食塩摂取量と血圧とも少し高い部分に、中年の点を (食塩摂取量と血圧のあいだには何の関連もないように) ばらつかせる。最後に、食塩摂取量と血圧ともにもっとも高い部分に、高齢者の点を (食塩摂取量と血圧のあいだには何の関連もないように) ばらつかせる。要するに、食塩摂取量と血圧のあいだには何の関連もないように作った仮想の図である。それでも、全体をみると強い関連があるように見えてしまう。これが交絡因子のマジックである。図9 (下の図) のように、A (この場合は食塩摂取量) とB (この場合は血圧) が直接に関連しているのではなく、脳にもうひとつ別の因子C (この場合は年齢) があって、それを介して、あたかもAとBが直接に関連しているように見えているにすぎない。このような場合の因子Cを交絡因子と呼ぶ。本当の関連を見るためには、交絡因子が入り込まないように注意しなくてはならない。この場合でいえば、若い人なら若い人たちだけ、高齢者なら高齢者だけを測ればよいことがわかる。

交絡因子はAとBが何かによってちがうが、よく交絡因子になるのが性別と年齢である。しか

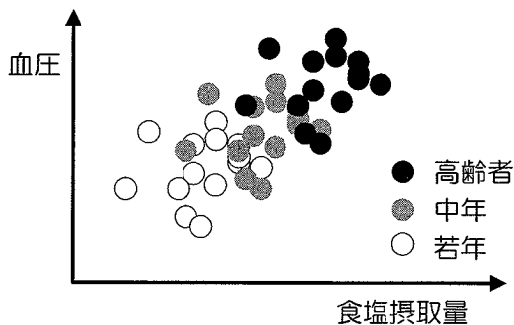


図9（上図）

年齢が高いほど食塩摂取量が多く、年齢が高いほど血圧も高い場合に想像される結果
年齢ごとにみると食塩摂取量と血圧とのあいだに関連がなくても、全体でみると関連があるように見えることに注意。

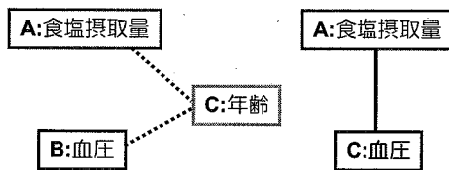


図9（下図）

交絡因子を考えるための模式図
本当は左のような関係なのだが、右のようになってしまう。

し、喫煙習慣、仕事の種類、学歴、収入、いままでにかかった病気の種類など実にさまざまなものが交絡因子になりうる。したがって、AとBだけでなく、交絡因子もしっかりと調べておき、その影響を注意深く検討しなければ、本当の意味でのAとBの関連はわからないわけである。

ここでは、「本当は関連がないのだけれど関連があるように見えてしまう」という例を紹介したが、逆に、交絡因子が存在するために、「本当は関連があるのに関連がないように見えてしまう」こともある。

「お塩と血圧との関連を調べています。他のことはお聞きしませんので、簡単ですからご協力ください」というような調査のお誘いがあったら、「ヤバイ研究だな」と考え、協力は控えるほうがよいだろう。一方、「お塩と血圧との関連を調べています。でも他のこともたくさんお聞きしないとはいけません。とてもたいへんですが、本当のことを明らかにして、高血圧の犠牲者を少しでも減らしたいとがんばっていますので、ご協力ください」というお誘いだったら、ぜひご協力いただくようお願いしたい。

5. 食塩摂取量が減ったか増えたかを言うのはとても難しい：単位の問題

ところで、日本人の食塩摂取量は減ってきているのだろうか？

図10は1978年から2007年までの国民栄養調査（2001年からは国民健康・栄養調査）による平均食塩摂取量の推移である^(3, 他)。1日あたり13gくらいあった平均値は80年代に入ると12g台にまで下がったが、90年代にもう一度13g台に戻った後に下がり始めて、2005年ごろには11gをわずかに切るくらいまで下がってきた。1978年が13.7gで2007年が10.7gなので、30年間でちょうど3g下がった計算になる。これは1年間にわずかに0.1gであるから、減塩がいかに難しいか

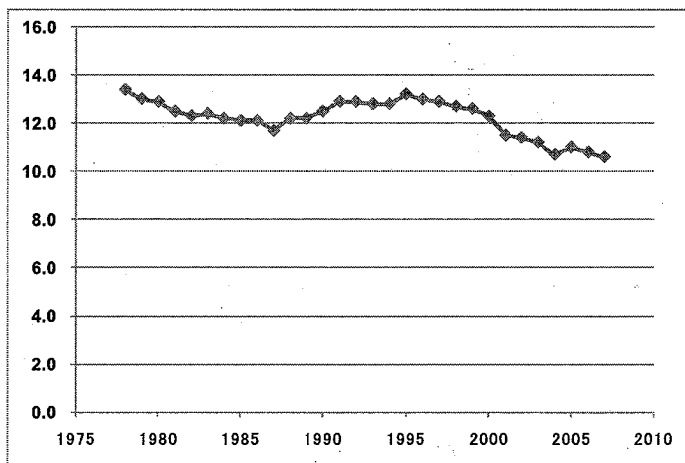


図10 1978年から2007年までの国民栄養調査（2001年からは国民健康・栄養調査）による平均食塩摂取量（1歳以上の全年齢）の推移

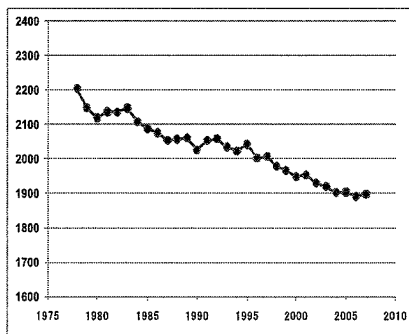


図11（左図）

1978年から2007年までの国民栄養調査（2001年からは国民健康・栄養調査）による平均エネルギー摂取量（1歳以上の全年齢）の推移

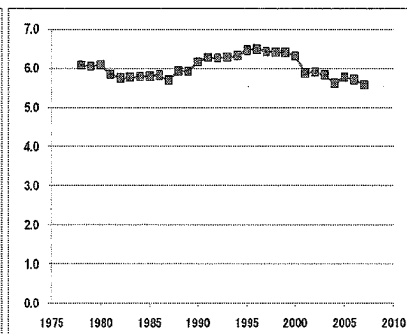


図11（右図）

1978年から2007年までの国民栄養調査（2001年からは国民健康・栄養調査）による摂取食塩濃度（1歳以上の全年齢）の推移

摂取食塩濃度は、平均食塩摂取量（g/日）÷平均エネルギー摂取量（kcal/日）×100として算出。

がわかるというものである。

しかし、それよりも気になることがある。この30年間に日本人の運動量がかなり下がったのではないと思うことである。これはスポーツをしなくなっただけということではなく、仕事や家事でからだを使う必要が少なくなったのではないかと考えられるからだ。もしもそうであれば、エネルギー（カロリー）必要量が減って、その結果としてエネルギー（カロリー）摂取量が減っ

てきたはずだろう。もっとも、肥満が大きな健康問題になるくらいだから、エネルギー必要量が減ってもエネルギー摂取量は減っていないのだという推測も成り立つが、図9（左図）を見ると、1日あたり2200kcalであった摂取量が1900kcalまで下がっていて、この推測がおそらく正しいことを示している。

そこで、毎年の平均食塩摂取量を平均エネルギー摂取量で割ってみたのが図11（右図）である。単純に割り算すると数字が小さくなりすぎるため、千倍して、1000kcalのエネルギーを摂取したときの食塩摂取量として表現してみた。すると、30年のあいだ、ずっとほぼ6g付近であったことがわかる。この割り算で何を見たかったのかといえば、「塩味の濃さ」の推移である。この計算によって、日本人は「薄味にはなっていない」ことがわかる。

さて、日本人の食塩摂取量は減ってきたのだろうか？ 図8と図11、どちらを信じればよいのだろうか？ どちらも真実である。たいせつなのは、データを見る側の目的だ。

食塩の過剰摂取による高血圧の予防のことを考えるならば、同じ食塩量でもからだ小さい人はからだ大きい人に比べて、その影響は大きいはずである。つまり、高血圧予防のことを考えて、食塩摂取量が増えたのか減ったのかを知りたいならばからだの大きさを考慮して比べるべきである。では、からだの大きさは身長だろうか体重だろうか。この30年間の日本人の身長や体重の推移をみると、日本人の身長はかなり伸びているし、肥満は大きな健康問題になっている。このように両方とも大きくなる傾向があり、少なくとも小さくなったということはない。すると、高血圧の予防のことを考え、からだの大きさを考慮した食塩摂取量の推移は、「かなり減った」といえるだろう。

しかしながら、「その原因は？」と尋ねられると辛いものがある。「からだを動かさなくなったから」とは答えにくいだろう。

運動は高血圧にも他の数多くの生活習慣病全般に予防的に働くことが知られている。したがって、からだを動かさずに必要エネルギー摂取量を減らして、それに伴って食塩摂取量が減ったとしても、健康な食生活とはいえないのではないだろうか。むしろ、ある程度の運動は欠かさず、それを支えるために必要なエネルギーは正しく摂取したいものである。そして、食塩摂取量を控えたいとなる。すると、将来に向けては、「食塩濃度を下げたい」、つまり、「もっともっと薄味にしたい」ということになるだろう。「5年後、10年後の図11の曲線を下向きにするためにはどうすればよいか」、国民全員で考え、実現させたいものだと思う。

6. ひとつの疫学研究だけで結論を出してはならない

新聞記者の方から、「他社が載せていない最初のニュースは一面に載り、他社に先を越されたものは三面に回す。三番目になってしまう場合はもう載せない」と聞いた記憶がある。疫学者は、最初の発見は偶然かなと思ってやり過ごし、同じ結果が2つ出ると可能性を考えはじめ、同じ結果が3つでてきたら本当かもしれないと考える。まったく逆だ。

図12は、カルシウム摂取量と骨折との関連を調べた有名な研究である⁽⁷⁾。アメリカのカリフ

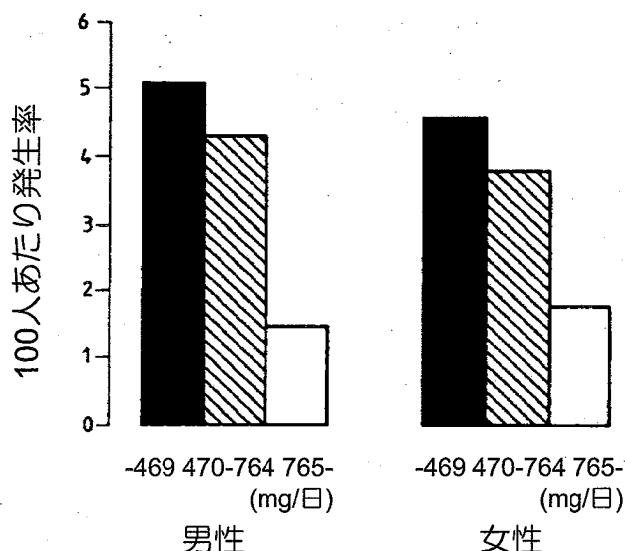


図12 カルシウム摂取量とその後の大腿骨頭骨折発生率との関連を調べた結果：アメリカ・カリフォルニアで957人を14年間にわたって観察した結果：年齢の影響のみ取り除いてある。

オルニアで行われ、1988年に発表された。この研究では、カルシウムの摂取量を健康な957人で調べ、その後、だれから骨折が起こるかを14年間にわたって調べたものである。カルシウム摂取量が多い人ほど骨折率が少ないようすがわかる。理解しやすい結果だ。次に図13をみていただきたい。同じような方法で、その後に、他の人たちを対象にして行われた研究の結果を1枚の図にしたものである⁽⁸⁾。この図では、研究ごとに、カルシウム摂取量ごとに全員をいくつかの群に分けて骨折率を計算し、摂取量をもっとも少ない群の骨折率に比べた骨折率として表してある。研究方法によって呼び名が異なるが、相対危険またはオッズ比と呼ぶ指標である。これを見ると、不思議なことに、カルシウム摂取量と骨折率に関連があるという結果が得られたのはさきほどの図12の研究だけで、その後に行われたほぼすべての研究は、カルシウム摂取量と骨折率のあいだには関連を認めていないことがわかる。

なぜこのようなことが起こるのだろうか。

疫学研究ではそれぞれの研究の対象者は一様ではない。喫煙習慣をもっている人ももっていない人もいだろう。定期的な運動習慣をもっていない人もいだろう。年齢の幅もある程度あるだろう。これらはすべて骨折に関与することがすでに知られているから、これらは交絡因子である。たとえば、喫煙習慣も運動習慣をもっていない同じ年齢の人だけを集めればよいが、実際にはそれはほとんど無理だろう。そこで、交絡因子の影響を除いて目的とする要因（ここではカルシウム摂取量）と骨折との関連を調べる計算方法が研究され、使われるようになってきた。しかし、最初に発表されたカリフォルニアで行われた研究では年齢以外には交絡因子の影響は考慮されていない（ただし、論文の中ではもう少しいい分析も行われている）。実はこのような

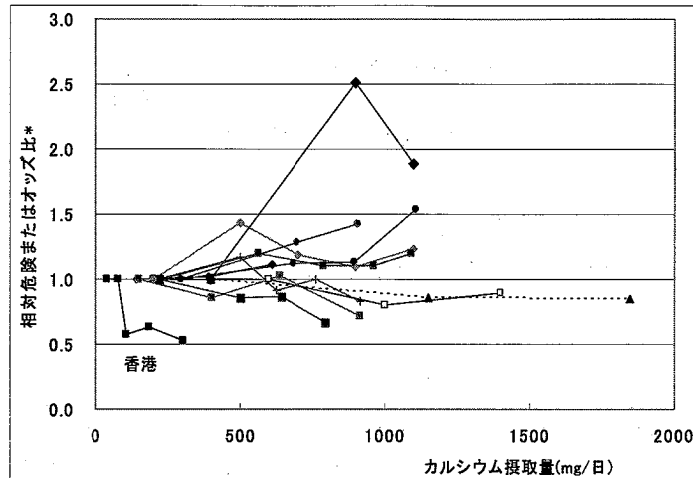


図13 カルシウム摂取量と大腿骨頭骨折発生率との関連を調べた疫学研究のまとめ（図12の研究結果をひとつの図に上書きしたもの）：それぞれの研究でカルシウム摂取量がもっとも少なかった群における骨折率に比した相対的な骨折率（相対危険またはオッズ比）として結果を示してある。

ことは科学研究ではよくあり、最初の研究は嘘ではないものの、荒削りであり、その後、少しずつ研究方法に磨きがかかり、徐々に真実に近づいていくわけである。ひとつの疫学研究だけで結論を下してはならない。

いままでに行われた研究結果をひとつにまとめると図14（四角の曲線）のようになる⁽⁹⁾。カルシウム摂取量と骨折のあいだにはまったく関連がないことがわかる。なお、骨折はさまざまな部位で起こるが、治療もリハビリもたいへんな大腿骨頭骨折がもっとよく研究されている。

では、カルシウムをたくさん摂取しても骨折予防にはならないのだろうか。

もう少ししていねいに図14（四角の曲線）を見ると気になることに気づく。もっとも摂取量が少ないグループが1日あたり400mg程度で、他はすべてそれよりもたくさん摂取量している人たちばかりである。これは、ここに含まれた研究がすべて欧米諸国で行われたものだからである。日本人の平均的なカルシウム摂取量がこれより数十mg多い程度であるから、この結果は日本人としては多めに摂取している人がさらにもっとカルシウムを摂取すべきか否かに答えてくれる図であって、摂取量の少ない人がどうすべきかについては、残念ならが答えてくれない。日本人のためのヒントが図13の左端にある。これは香港で行われた研究で、摂取量が非常に少ない群で骨折率が上がっていることから、摂取量が非常に少ない場合と、ある程度以上摂取している場合に、骨折への影響が異なるのではないかという可能性を示唆している。そこで、日本で最近行われた研究成果を見ると興味深い結果であることがわかる（図14：丸の曲線）⁽¹⁰⁾。この研究によると、カルシウム摂取量が1日あたりで約400mgを下回ると骨折が増えている。なお、800mgくらいのところで骨折率が下がっているが、数学的には600mgに比べて「下がる」とは言い切れな

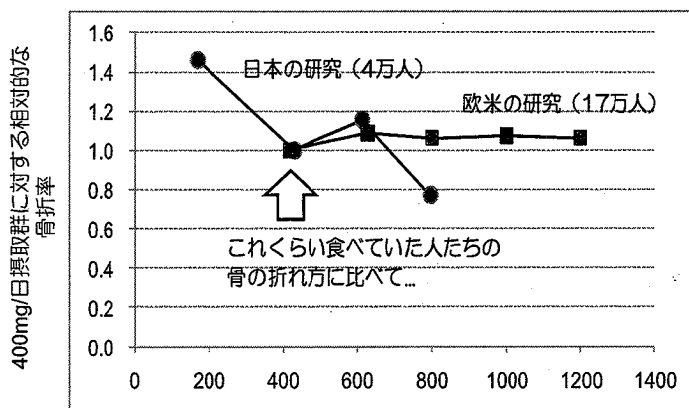


図14 カルシウム摂取量と其の後の骨折発生率との関連を調べた2つの研究：それぞれの研究でカルシウム摂取量がおおよそ400mg/日だった群における骨折率に比した相対的な骨折率
 四角：欧米諸国で行われた**の研究のまとめ（合計対象者数は17万人）
 丸：日本で行われた研究（対象者数は4万人）

い」そうだ。したがって、「400mg以上摂取していた3つの群に比べて200mgしか摂取していなかった群の骨折率が高かった」と読むのが正しいようである。

では、骨折予防のためには、どれくらいのカルシウムを摂取すればよいのだろうか。残念ながら、日本人の摂取量付近の食べ方について調べた研究がまだわずかしかないために、結論は出せないと思うが、「1日あたりのカルシウム摂取量が400mgより少ないような場合には要注意」といえそうである。一方、「約500mgより多い場合にはそれよりたくさん摂取してもさらに骨折が減るというわけではない」ようだ。

このように、骨折予防のためにどれくらいカルシウムを摂取すればよいかを知るために世界中の国で数多くの栄養疫学研究が行われてきた。その結果、明らかになってきたことは、ていねいな研究を地道に数多く行い、これらを慎重かつ総合的に解釈しなくてはならないということである。

ところで、あなたのカルシウム摂取量は1日あたりにして何mgくらいだろうか。

図15は、689人の成人女性について習慣的なカルシウム摂取量を調べた結果である。年齢ごとの平均値を求めてみた。20歳代の平均値が400mg台で、これは半数近くの人が400mgに達していないことを示しているから、若い世代のカルシウム摂取量が少ない問題は深刻だというべきだろう。それに対して60歳代の平均値は800mgもあるから、少しいじわるな見方をすれば、「こんなにたくさん食べなくてもいいのになあ…」という判断になるかもしれない。

しかし、これはあくまでもこの689人の結果であって、あなた自身の結果ではない。自分の食べ方は調べなくてはわからない。では、栄養素の摂取量はどのように調べるのだろうか。栄養素摂取量をどのように調べるか、これは栄養疫学の中心テーマである。

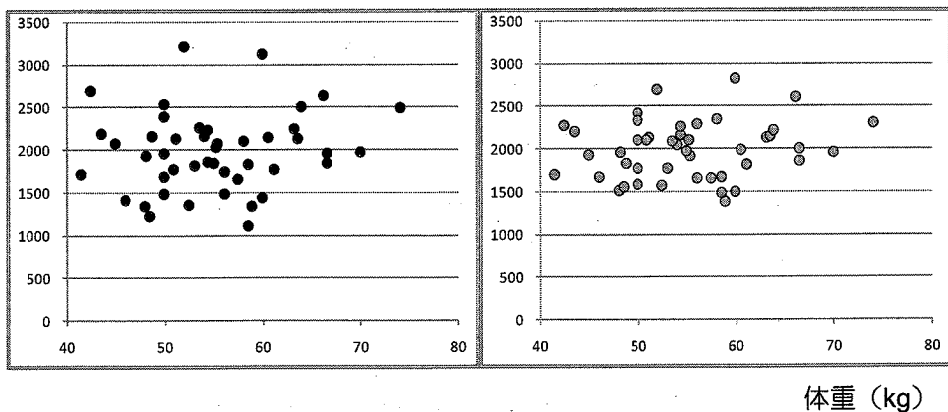


図18 体重 (kg) とていねいな秤量式食事調査法を用いて測定したエネルギー摂取量 (kcal) との関連：点はひとりずつの対象者を表す
左図：1日間の食事記録の場合、右図：3日間の食事記録の場合

どころか逆効果になるから要注意である。

病院の外来にかかっている、担当の管理栄養士から「あなたが食べているものを知るために3日間ほど食事記録をつけてみましょうね」と言われたら、記録をつける前に、「食べない作戦」にも「食べなかったことにする作戦」にも出ないことを誓っていただきたい。

ところで、エネルギーで見られる日間変動はまだ小さいほうで、ビタミン、特に、脂溶性ビタミンではエネルギーよりもずっと大きな日間変動が見られる。図19でビタミンDの例を見ておこう。変動というよりも、ときどきまとめ食いをするといった感じである。点線は目安量といって、ビタミンDをじゅうぶんに摂取していると判断される量である。AとCの人は目安量に満たない日がたくさんある。ところがときどき目安量を大きく超えて摂取しているので、全体としては3人ともビタミンDの摂取量に問題はない。なお、日本人は全体のビタミンDの8割を魚から摂取していることから、断定はできないものの、この図で摂取量が跳ね上がっている日は魚を食べたのだらうと想像される。こうなると、ある日にていねいな食事記録を取るよりも、魚を食べた日には○（1日に2回食べたら○をふたつ）、少しだけ食べたら△、食べなかったら×という程度の大雑把な記録を数週間にわたってつけるほうがビタミンD摂取量の推定には科学的といえるわけである。このような発想に基づく食事調査法があり、食物摂取頻度法質問票と食事歴法質問票と呼ばれている。最近では、こちらの方法を使うことが少しずつ増えてきているようである。

骨折には「ある日の」ではなく、「習慣的な」カルシウム摂取量が関連しているはずだから、図1から図4や図13と図14で紹介した研究では、そのほとんどで食物摂取頻度法質問票か食事歴法質問票が用いられている。一方、図10と図11では食事記録法が用いられている。これは、ひとりずつではなくて、たくさんの人たちの平均値としての摂取量を知りたいからであり、難しくなるため、これ以上の説明は控えるが、栄養疫学研究では、目的に応じてもっとも適切な調査

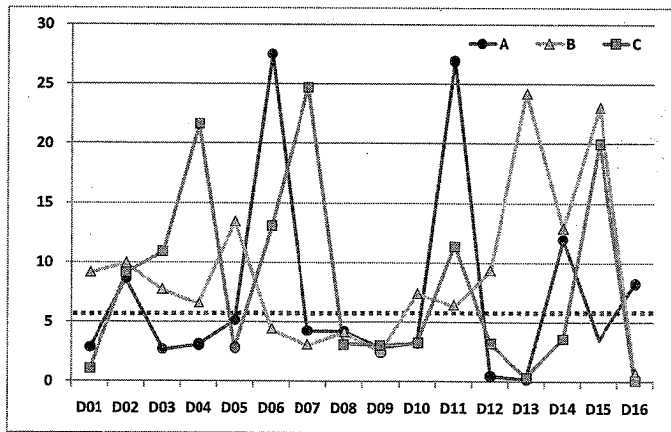


図19 ていねいな秤量式食事調査法を用いて測定した16日間にわたる1日ごとのビタミンD摂取量 (μg)
点線は目安量 ($5.5 \mu\text{g}$)

法を選択して用いている。食習慣を調べるのは本来とても難しいことで、栄養疫学の専門家の出番のひとつである。

8. 清涼飲料は不健康な飲み物か

欧米諸国でソフトドリンクと呼ばれる、甘味のある清涼飲料は健康への好ましくない影響が懸念されている。なかでもこどもたちの肥満の原因になっているのではないかとして、たくさんの栄養疫学研究が欧米諸国で行われている⁽¹¹⁾。その結果をまとめると、ソフトドリンク摂取量が多いこどもたちは少ないこどもたちに比べて肥満児になってしまう確率が高いという結果が多いようである。しかし、そのような関連はないとした報告もみられ、結果が完全に一致しているわけではない。最初に紹介した日本人の大学生を対象とした研究でも、ソフトドリンク摂取量と肥満状況とのあいだに意味のある関連は観察されていない⁽¹⁾。他の研究結果とも比較する必要があるが、残念ながら、日本にはこの課題についてていねいに調べた研究は他にはないようである。

ソフトドリンクは不健康な飲み物なのだろうか？

現在までの栄養疫学研究をまとめてみると、大量に摂取する食習慣を長い年月続けると肥満や糖尿病を引き起こす原因となる恐れが強いようである⁽¹²⁾。しかし、その「大量」がどのくらいの量なのか、アメリカ人などに比べるとはるかに少ない日本人の摂取量でも問題があるのかについてはまだよくわかっていないようだ。したがって、「問題ない」とは言い切ることもできないだろうし、「問題あり」の烙印を押すこともできないだろう。ゆっくりとていねいな栄養疫学研究を地道に続けるしか、正しい答えを得る手立てはないというのがもっとも科学的に正しい答えだと思う。

9. まとめ

食事は日常行為である。疫学を専門とする者以外の目には、日常茶飯の現象はどうも科学や研究として映りにくく、研究成果も科学的視点に立って評価されにくいようである。研究というと、台所ではなく、研究所や大学の研究室の中で実験動物に特別の餌を与えて、解剖して、遺伝子を取り出して、といったイメージに捕らわれがちである。しかし、食べ物と健康の関連を探る研究はそのような特別の場所にだけあるのではない。むしろ、たくさんのふつうの人の台所でのごとや日常茶飯を地道に調べ上げる栄養疫学研究によってこそ、われわれが知りたいと望んでいる食べ物と健康とのあいだの秘密を解き明かしてくれるのだということをぜひ知っていただきたい。そして、栄養疫学の結果を正しく解釈する知識を少しだけ身につけておかれることをお勧めしたい。なぜなら、この知識は、世の中にあふれる栄養・健康情報の中から正しいものを選択してうまく活用する技術となるからである。栄養疫学についてもう少し深く知りたいと思われる方には、拙著、わかりやすい栄養疫学とEBN（同文書院、2005年）をお勧めしておきたい。

参考文献

1. Yamada M, Murakami K, Sasaki S, et al. Soft drink intake is associated with diet quality even among young Japanese women with low soft drink intake. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 1997-2004.
2. Sasaki S, Shimoda T, Katagiri A, et al. Eating frequency of rice vs. bread at breakfast and nutrient and food-group intake among Japanese female college students. *J Community Nutr* 2002; 4: 83-9.
3. 健康・栄養情報研究会. 国民健康・栄養の現状—平成18年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より—. 第一出版. 2009: 1-321.
4. 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告. 五訂日本食品標準成分表. 国立印刷局. 2005: 1-508.
5. Obarzanek E, Proschian MA, Vollmer WM, et al. Individual blood pressure responses to changes in salt intake: results from the DASH-Sodium trial. *Hypertension* 2003; 42: 459-67.
6. Ueshima H, Ozawa H, Baba S, et al. Alcohol drinking and high blood pressure: data from a 1980 National Cardiovascular Survey of Japan. *J Clin Epidemiol* 1992; 45: 667-73.
7. Holbrook TL, Barrett-Connor E, Wingard DL. Dietary calcium and risk of hip fracture: 14-year prospective population study. *Lancet* 1988; 2: 1046-9.
8. Xu L, McElduff P, D'Este C, et al. Does dietary calcium have a protective effect on bone fractures in women? A meta-analysis of observational studies. *Br J Nutr* 2004; 91: 625-34.
9. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Baron JA, et al. Calcium intake and hip fracture risk in men and women: a meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 1780-90.
10. Nakamura K, Kurahashi N, Ishihara J, et al. Calcium intake and the 10-year incidence of self-reported

vertebral fractures in women and men: The Japan Public Health Centre-based Prospective Study. *Br J Nutr* 2009; 101: 285-94.

11. Malik VS, Schulze MB, Hu FB. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 274-88.
12. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, et al. Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation* 2010; 121: 1356-64.