

はじめに

「食肉と健康に関するフォーラム」委員会が財団法人日本食肉消費総合センターの活動の一環として1987年に設置されて以来、毎年食肉と健康に関する科学叢書を発行してまいりました。「ストレスを探る」、「脂肪を探る」、「タンパク質を探る」に引き続き、本シリーズは「探る」シリーズ第4作として発行されますが、本委員会は過去8カ年にわたり食肉の摂取をめぐる諸問題を取り上げ、最新の科学的情報と知識に基づいて、その理解を深めていただくことを念願してまいりました。

食肉は三大栄養素と呼ばれるタンパク質、脂肪、炭水化物（量的に少ない）、それに微量栄養素と呼ばれるビタミン、ミネラルを成分として構成されています。ビタミン、ミネラルは量的には微量ですが、生体内では多様な化学反応や生理作用に不可欠の物質と考えられています。ビタミンによってはその過剰摂取は、欠乏とともに正常な生命活動に負の影響を与えることもあります。一方、抗酸化ビタミンと呼ばれるビタミンCやビタミンEの老化・成人病に対する予防効果も明らかで、食肉摂取はビタミンEの生体内利用を促進する働きも発現します。ガン予防、ストレス阻止などとビタミンの関係、さらにビタミンAやβ-カロチンをめぐる最近の諸問題を含め、多角的な最新情報からいろいろとご教示いただいております。

また、ミネラルに関しても欠乏、過剰による生体での異常発現、疾病について解説していただき、カルシウム：マグネシウム、カリウム：ナトリウム、カルシウム：リンなどの比率、鉄やカルシウムなどの代謝についても示唆が与えられています。

食生活の多様化、ダイエット志向、栄養補給剤（例えばビタミン剤など）の利用、高齢化の進捗など社会的事象の動きの中にあって「食肉と健康に関するフォーラム」委員会が目的としている健やかな長寿の達成、国民の栄養増進に、本冊子が多少とも貢献できますならば、望外の喜びであります。

多くの貴重なご教示・ご示唆をいただいた五十嵐脩、西野輔翼、糸川嘉則、家森幸男、星猛、富田寛、福場博保の諸先生に厚く御礼申し上げます。また、本冊子の企画並びに刊行にご尽力下された財団法人・日本食肉消費総合センター太田康二理事長はじめ関係各位に深甚な謝意を表します。

平成8年3月

1 ビタミン・ミネラル 最新トピックス

ビタミン最新トピックス 8

- 1 ビタミンは体に不可欠。上手にとってより健康に 9
●お茶の水女子大学教授・五十嵐 脩先生に聞く
- 2 抗酸化物質フリーラジカル 12
●活性酸素の害を防ぐビタミンの話
- 3 ビタミンEは老化の予防に効果がある 15
●フリーラジカルと戦う抗酸化物質
- 4 ガン予防とビタミン最前線 18
●京都府立医科大学教授・西野輔翼先生に聞く
- 5 ガン生成のメカニズムとビタミン 21
●ガンの正体がわかってきた……
- 6 気になるビタミンのガン予防効果 24
●話題のビタミン研究はどこまですすんでいるか
- 7 ストレス社会を乗り切るビタミンの知識 28
●免疫レベルを低下させないために



ミネラル最新トピックス 30

- 8 食生活の変化がミネラルのバランスを変えた 32
●京都大学医学部教授・糸川嘉則先生に聞く……
- 9 血管の健康とミネラルの気になる関係 35
●京都大学大学院教授・家森幸男先生に聞く……
- 10 カルシウム代謝の謎と骨粗鬆症 39
●静岡県立大学学長・星 猛先生に聞く……
- 11 マグネシウムとカルシウムのバランスが大切 43
●糸川嘉則先生に聞く、マグネシウムの重要な役割
- 12 微量ミネラルが欠乏してしまうと…… 46
●鉄・亜鉛・銅が欠乏すると……
- 13 土地により違うミネラルの含有量 49
●セレンとヨウ素にみる地域性ミネラル欠乏症
- 14 亜鉛が欠乏すると味覚異常になる？ 51
●日本大学名誉教授・富田 寛先生に聞く



COLUMN 野菜のパワーはビタミンだけじゃない
化学物質「フィトケミカル」の話 54



2 ビタミン・ミネラルの働きを理解する

- 1 ビタミンってなんだろう？ミネラルってなんだろう？ 56
酵素の働きを助けるビタミン・ミネラル
- 2 ビタミンの種類とその働き 58
ビタミンにはそれぞれ独自の働きがある
- 3 ミネラルの種類とその働き 61
現代人に役立つミネラルの知識
- 4 摂りすぎるとどうなる？ 65
ビタミン・ミネラルの過剰症
- 5 ビタミンとミネラルの協力 66
一緒に働く、ビタミンとミネラル



3 食肉・内臓のビタミン・ミネラル

- 今、注目すべき肉のビタミン・ミネラル 68
- 日本人に不足しがちなビタミンB1は豚肉で補う 71
- レバーなど内臓はビタミン・ミネラルの宝庫 73
- 注目したい食肉のミネラルバランス 75
- ◆ バランスのよい食生活のために肉を上手に利用する方法 76

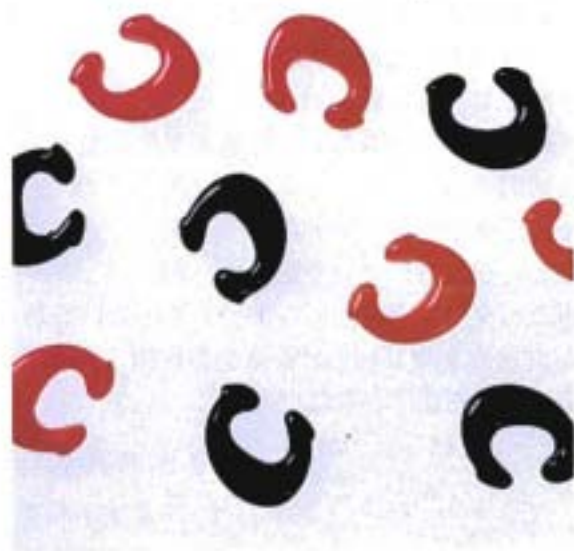
4 ビタミン・ミネラルを上手に食べる

- 食べ方で差がでるビタミン・ミネラル 80
昭和女子大学短期大学部学長・福場博保先生に聞く
- 壊れやすいビタミンを上手に摂取する方法 83
- ミネラルは減りやすい栄養素 85
- COLUMN 沖縄に学ぶ
ビタミン・ミネラルたっぷりの長寿食 87



PROLOGUE

今注目を集めている ビタミン・ミネラル



日本人の寿命が女性で八十歳を越え、男性でも八十歳に近づいています。長い人生、多くの人々は健康で長生きをして、あまり患うことなく、一生を終えることを望んでいると、いいでしょう。その反面、四十〜六十歳台の人たちがガンなどの成人病に侵されると、家族の負担は極めて大きいものがあります。一病息災とはよくいったもので、どこかに病気をもらってれば、普段から充分に注意を払うために、かえって長生きするといわれます。逆に健康に自信をもちすぎると、突然

の病が襲ってくるようになります。この長寿時代を元気に乗り切るには、普段からの健康管理が大切だといえるでしょう。

このような状況の中で、私たちの健康に関する視点も変化してきています。第二次世界大戦前の人生五十年時代には、健康を維持するビタミン・ミネラルへの注目は、欠乏症の予防だけに向けられていました。しかし、最近はいよいよ積極的な意味での関心が寄せられています。例えば、若い世代ではダイエット願望からくる不規則な食生活によるビタミン・

ミネラルの潜在的な欠乏症、四十歳以降の成人ではガンなどの成人病の予防などといった、健康を管理するという視点で注目されているといわれています。

栄養素を分類すると俗に三大栄養素(量的に摂取量が多いので、マクロ栄養素という方がよいかもしれません)といわれるタンパク質・脂質(普通は脂肪という方がわかりやすい)・炭水化物(糖質と食物繊維)と、微量栄養素といわれるビタミン・ミネラルの合計五

つがあります。

ビタミンとミネラルの違いは、ビタミンが有機化合物であるのに対して、ミネラルは無機化合物であることで、一般には、元素名で呼ばれています。鉄とかカルシウムといった呼び方をされます。

ビタミンは今のところ、13種類が世界的に認められています。九つが水溶性ビタミン（B群八つとビタミンC）で、残りの四つが脂溶性ビタミンです。これらのビタミンに加え、ビタミンAの原料となるβ-カロチンをはじめとする、カロチノイド色素も注目されています。中でも、抗酸化ビタミンといわれるビタミンC、ビタミンE、カロチノイド色素の三つと、骨粗鬆症の予防にカルシウムと共に注目されているビタミンD、Kの二つ、神経機能改善に効果のあるビタミンB¹²などがさかんに研究されています。

抗酸化ビタミンが健康との関連で注目を集めるようになったのは、それほど昔のことではありません。昔は食品に含まれる油脂類に対する、酸化防止効果が注目されていました。しかし、二十年くらい前から食品と同じ

ような酸化現象が、ヒトや動物の体の中でも起きることがわかってきました。そのような異常な酸化（正常な酸化というのは体に必要なエネルギーをつくるためにいろいろな食事由来の三大栄養素を燃焼すること）を防ぐ機構に、抗酸化ビタミンが大きく関係していることが見つけられたのです。その後の研究

で、このような異常な酸化（過酸化反応ともいいます）でできる過酸化脂質（脂質のサビともいいます）が動脈硬化症の最初の発症の引き金になることや、ガンなどの発症にも一種の異常な酸化現象がかかわっていることもわかってきました。さらに抗酸化ビタミンの一つ、β-カロチンをはじめとするカロチノイド色素には、ある種のガンの進行を抑える作用のあることも証明されています。そして、悪さをする元になるのは活性酸素といって、空気中の普通の酸素よりも強い酸化力をもった酸素の仲間や、フリーラジカルといったものであることも証明されています。

ヒトの必要とするミネラルは、マクロミネラルといって割合必要量の多いカルシウム、

リン、マグネシウム、ナトリウム、塩素、カリウムなどと、必要量は1日に10ミリグラム程度以下の鉄、亜鉛、銅、クロム、マンガン、セレンなどのミクロミネラル（微量元素）に分けられます。マクロミネラルの中で、カルシウム、リン、マグネシウムは骨を作っている元素ですから、必要であることは理解されやすいと思います。

カルシウムは、骨中の濃度を1とすると、血液中にはその1万分の1、細胞には、さらに、その1万分の1の濃度で含まれています。食物中のカルシウムは、ビタミンD（体内で活性型に変えられて働く）の助けで小腸から吸収されます。ですからビタミンDが不足していると、カルシウムの吸収率が著しく低下します。カルシウムとビタミンDの深い関係が理解されると思います。

このカルシウムは、活性型ビタミンD、甲状線由来のカルシトニンというホルモンやビタミンKの助けを借りて、骨の石灰化を行います。つまり、これらのビタミンやホルモンの作用で骨が正常になっていくことになりま

す。また、骨のカルシウムは体内で容易に利

用されやすいので、食事からのカルシウムの供給が足りないと、骨から血液に溶け出し、す。いわば、骨はカルシウムの貯蔵場所としての機能ももっていることになります。

カルシウムの骨への沈着には、女性ホルモンであるエストロゲンも必要です。ですから、あまりに早く閉経しすぎると骨粗鬆症を起しやすくなります。ビタミンEは女性の更年期を遅らせ、ソフトランディングさせる機能ももっていますから、直接カルシウム代謝に関係してはいませんが、女性ホルモンの分泌を長く維持するという意味では、間接的に骨の機能維持に関係しているといってもいいでしょう。

最近の研究で心疾患の予防のためには、カルシウムとマグネシウムのバランスが大切であることも指摘されています。したがって、単にカルシウムだけを補給するのではなく、マグネシウムとのバランスも重要ということになります。

微量ミネラルの一つ、鉄の不足は、若い女性に多い鉄欠乏性貧血の原因の第一にあげられます。しかし、鉄の場合には同時に銅の摂取（量的にははるかに少なくてもいい）や、吸

収率を向上させるビタミンCの摂取量にも注意する必要があります。レバーなどの内臓は鉄の供給源としてたいへん効果的です。日本人の食生活では敬遠されがちな内臓ですが、もっと積極的に食卓に取り入れることも考えていいでしょう。

セレンも微量ミネラルの一つです。セレンは抗酸化酵素の一種であるグルタチオンペルオキシダーゼの構成成分です。この酵素は過酸化脂質を分解して無害なものにする働きで体を守っています。また、悪玉酸素とも呼ばれる活性酸素の一つであるスーパーオキシドを分解する酵素SOD（スーパーオキシドジスムターゼ）には鉄、マンガン、銅、亜鉛のどれかが含まれています。この酵素がうまく働かないと、過酸化脂質ができたり、フリーラジカルが重要な生体成分を攻撃して、成人病やがんの原因となります。このように、抗酸化作用一つを取っても、ビタミンとミネラルは深い関係にあることがわかります。

健康を維持するよう働くビタミン・ミネラルは単なる生理作用ではなく、病氣などに対する積極的効果も期待できるものです。その

意味では高齢化社会の到来に伴って、その体内での働きが注目されているといっても過言ではないでしょう。しかし、それぞれのビタミン・ミネラルでその必要量や、積極的効果に必要な量は、異なっています。この点については、十分に注意する必要があります。特に微量ミネラルは、安全な摂取範囲が狭い栄養素であることを認識する必要があります。ビタミン剤には、一日の安全な摂取量が記載されていますので、それを守って上手にビタミン剤とつぎ合いたいものです。ミネラルについては、一部の元素だけが製品として市販されているにすぎませんが、微量ミネラルの多い食品、緑黄色野菜や海藻、内臓などを食べるようにしたいものです。

以上述べてきたように、ミネラルには、ビタミンも関係するし、他のミネラルとの相互作用にも注目する必要があります。ですから、広い視野でビタミン・ミネラルの関係をみていくことが大切でしょう。

お茶の水女子大学・生活環境研究センター教授

五十嵐 脩

ビタミン・ミネラル
最新トピックス

SECTION **1**

ビタミン最新トピックス

今から約35億年も昔のこと。地球上に最初の生物が誕生しました。その生物は水に浮遊する微生物のようなもの。原始の海にゆったりと、ゆらゆら揺られていたと思われま

さて、人間の祖先といわれる猿人が登場するのは300万年から200万年。さらに私たちの直系、ホモ・サピエンスに至っては、約5万年前に地球に現れたといわれています。

彼らは猿人の約3倍の重さの脳と弓矢など道具を使う高度な文化を持ち、広大な原野や緑豊かな森を駆けめぐり、木の実や魚、森の小動物、ときには大きな獲物を仕とめ、仲間と

分かち合い、自然の恵みの食物に感謝しながら、その食生活を、また生命そのものを次の世代に繋いできました。その時代に、もし「健康」という言葉があったなら、それはまさに「生きる」という言葉と同義語であったに違いありません。なぜなら原始の時代、人々は健康でなければ生命を全うすることなど不可能だったからです。

医療が存在しない時代、病気は即、死を意味します。食品保存の技術がない時代、飢えは緩慢な、しかし確実な死への道程でした。また、若い生命そのものから遠ざかる、何びとにも避けがたい自然の現象でありました。

健康で生命にあふれた、いきいきとした人生を送りたい……地球に人間が現れた太古の昔から、これは人々の共通の願いです。この「健康で命にあふれた」という言葉はラテン語で*vitae*（ヴェジタス）といいますが、そこから派生したのでしょうか、英語では「生命の」という言葉は*vital*（ヴァイタル）ですし、フランス語で

は生命は*vie*（ヴィ）、ドイツ語では*leben*（ウィク）といえます。

ここで、私たちが探ろうとしている*vitamin*——ビタミンは、実はドイツ語の*leben*（ウィク）に、窒素化合物を表す*amine*（アミン）がくっついて生まれた*vitamine*に由来するといわれます。

一九一一年、ポーランド出身の生化学者、フンク博士がニワトリの脚気を治す物質を抽出しました。彼はその物質を「生命に不可欠な、窒素化合物」と考え、ビタミンと命名したようです。ところが、後の人々の研究ではかのビタミンの化学構造が徐々に明らかになるにつれ、必ずしもビタミンは窒素化合物とは限らないことがわかってきました。

それでも、ビタミンが私たちの生命に不可欠な物質であることはなんらかわりありません。タンパク質、脂肪、炭水化物といった三大栄養素が私たちの体の血や肉となり、生きるためのエネルギー源となるのに対し、ビタミン・ミネラルといった微量栄養素は、体の中で潤滑油のよう

な動きをします（56ページ）。いわば、体という巨大な化学工場の中で行われる栄養素の物質代謝（分解・合成・エネルギー産生）という化学反応の過程において、ビタミンはその化学反応に欠くことのできない潤滑油の働きをしているのです。

残念ながら、ヒトは植物や多くの動物と違い、ビタミンを作るある種の酵素が足りないため、ビタミンを体内で作ることができません。したがって、毎日の食べ物からコンスタントに補給しなければ、ビタミン欠乏症となり、生命の維持に支障をきたす事態に陥ってしまいます（9ページ）。

タンパク質、脂肪、炭水化物に比べ、必要量は微量ですが、私たちの生命維持にビタミンは欠くことのできない栄養素のひとつ。最近ではガンや成人病、そして老化との関係が大いに注目されています。今、もっともホットな話題を提供しているビタミン、その最新情報をこの専門の先生方からわかりやすく解説していただきます。

お茶の水女子大学教授・五十嵐 脩先生に聞く……

ビタミンは体に 不可欠。上手に摂って より健康に

微量でも大切 ビタミンの働き

——最近、ビタミンが一般の人々にも注目されていますね。

五十嵐 ええ。今まではビタミンというと脚気とか、壊血病とかビタミンの不足による病気が取り上げられてきました。近頃はもっと積極的な意味で、より健康になるためのビタミンの働きが期待されています。

——ガンをはじめとする成人病の予防にもビタミンが効くといわれていますが、

五十嵐 そうですね。高齢化社会への移行にとめない、健康維持、循環器疾患、ガン予防などの観点からビタ

ミンが新たに注目されています。

——いったいビタミンは体のなかでどんな働きをしているのでしょうか？

五十嵐 分け方にもよりますが、一般的にビタミンは全部で13種類あるとされ、それぞれのビタミンが体の中で独自の役割をもっています（58ページ参照）。

ミネラルと同様、ビタミンは微量栄養素と呼ばれ、タンパク質、脂肪、炭水化物といった三大栄養素のように血や肉、あるいはエネルギー源になるものではありません。摂取しなければならぬ量、栄養所要量といいますが、これが三大栄養素に比べてたいへん微量です。

——それで、微量栄養素というので

すね……。

五十嵐 そうなんです。ビタミンの必要量は1日せいぜい100ミリグラム以下。ちなみにミネラルもナトリウム、カリウムを除けば1日1グラム以下ですから。ともかく、非常に少ない。少ないけれど人間は体の中でビタミンを合成できないので、毎日食事から摂る必要があります。

——摂らないままですとどうなりますか。

五十嵐 ビタミンB₁不足で脚気、ビタミンCなら壊血病、ビタミンAは夜盲症……いわゆる鳥目になるといわれています。みなさんご存じでしょう。これはビタミンが体の中で普通の生理的な働きをするのに必要



PROFILE

いがらし・おさむ

1934年、東京都生まれ。東京大学農学部卒業。お茶の水女子大学教授、同大学生生活環境研究センター長。主にビタミンE、β-カロチン、必須脂肪酸の代謝や体内での動態、生理作用などについて研究。現在、日本栄養・食糧学会会長、日本ビタミン学会理事なども務める。

な量が足りなくて起こる。ビタミン欠乏症と呼ばれるものです（58ページ参照）。ビタミンの研究は、実は

脚気と壊血病という欠乏症をいかに防くかということから始まりました。

13種類のビタミンはそれぞれ別々の働きがあるので、一種類のビタミンですべての作用をカバーすることはできません。また、ビタミンB群のように、いくつかのビタミンを複合的に摂取した方が効果が高いものもあるのです。

ビタミンはタンパク質 脂肪 炭水化物の代謝に不可欠

——ビタミンは体の調子を整えると学んだのですが、具体的にほとんどな働きをするのでしょうか。

五十嵐 三大栄養素は血や肉、エネルギーになるといいました。でも、ビタミンはなりません。それなのになぜ毎日、食べなければいけないのかといいますと、この三大栄養素の代謝と関係があるからなのです。

胃や腸に入ったタンパク質、脂肪、炭水化物は、それぞれアミノ酸、脂

肪酸、ブドウ糖に分解され、腸管から吸収されるのはご存じですね。

——ええ。

五十嵐 吸収された物質は、細胞内でタンパク質や核酸などを合成したり、成長や体の維持、修復や運動に必要なエネルギーを作るのに使われます。こうして摂取された栄養素は消化、吸収の過程を通過してから、体に必要な成分の合成、エネルギー産生という化学反応を繰り返します。これを物質代謝といいます。この化学反応の過程で、触媒の役割をする酵素が体の中に現れます。

——酵素、ですか？

五十嵐 酵素はタンパク質でできていて、食物の消化を含め、体のなかの物質が化学的に分解、合成するのを助け速度を速める物質です。

普通、酵素は肝臓などすべての臓器で必要に応じて体内でつくられます。けれども酵素だけでは化学反応はうまくいきません。私たちの体の中では、酵素の働きを補うものがもうひとつ必要なのです。それが、ビタミンです。ビタミンは酵素の働きを補

うものなので補酵素と呼ばれます。

食物から摂取されたビタミンは、体内で補酵素となり、生体内の物質代謝をスムーズにさせる物質、酵素を補う役目を担います。したがって、ビタミンが不足すれば、体の中で栄養素の分解・成分合成・エネルギー産生といった物質代謝がスムーズに行われず、体の調子が悪くなる。さらにひどくなるとビタミン欠乏症に陥るのです。

——そうすると栄養所要量さえ守れば元気でいられるのですか？

五十嵐 そうとはいいきれません。



栄養所要量はいま述べたようにビタミンが体内で普通の生理的な作用をするのに十分な量。つまりこれだけ摂っていれば欠乏症にならないという量です。でも遺伝的に何か異常がある時や、病気がかかったときはこの量では足りません。

ちなみに所要量から期待できるビタミンの生理作用は次のページの表の通りです。

ビタミンと老化との関係は？

五十嵐 ところで、ビタミンは健康

●ビタミンの種類と1日所要量から期待できる生理作用

	1日所要量(生活活動強度II)	生理作用
脂溶性ビタミン	ビタミンA 男性2000IU(国際単位) 女性1800IU	・視覚によく効き、夜盲症や眼球乾燥症を予防する ・上皮細胞の正常化に関与して、粘膜や皮膚の角化を防ぐ
	ビタミンD 男性・女性とも100IU	・骨を強化させる働きにより、クル病や骨軟化症を予防。また、骨や歯の発育不全を防ぐ
	ビタミンE 男性8mg 女性7mgがのぞましい	・ネズミの不妊症や流産を予防するビタミンとして発見された ・人間に対しては、細胞を柔軟にする働きがある ・未熟児に多い後水晶体繊維形成症や貧血を予防する
	ビタミンK	・血液の正常な凝固を助ける働きがあり、血液凝固障害による出血を予防する
水溶性ビタミン	ビタミンB ₁ 男性0.9-1.0mg 女性0.7-0.8mg	・脚気や多発性神経炎を予防 ・老年性痴呆症候群の一つであるウエルニッケ脳症を予防する
	ビタミンB ₂ 男性1.3-1.4mg 女性1.0-1.1mg	・口の周辺の炎症、口角炎や口唇炎、舌炎を予防する
	ビタミンB ₆	・皮膚疾患や神経障害を予防 ・ビタミンB ₆ 反応性の貧血を防ぐ
	ビタミンB ₁₂	・血液の凝固に関与して、悪性貧血を予防する
	ビタミンC 男性・女性とも50mg	・壊血病を予防する ・歯のぐらぐらや出血を予防する
	葉酸	・細胞分裂を抑制する働きにより、子宮頸部の異型上皮(前がん状態)の進展を防ぐ
	ナイアシン 男性15-17mg 女性12-13mg	・皮膚炎や下痢などの消化器症状、および神経症状を主徴とするペラグラを予防する
	パントテン酸	・神経中枢系の発達を助ける ・傷の治りをよくする
	ビオチン	・筋肉痛をやわらげる ・脂肪とタンパク質が正常に代謝されるために不可欠

増進に積極的に役立つ作用がある」とがわかってきました。

—成人病予防などにも活用できるとかうかがいましたが……。

五十嵐 ある種のビタミンを大量に摂ることにより、疲労回復や成人病の予防に役立つ効果が期待できるらしいのです。もっとも普通の栄養所要量の十倍から百倍程度が必要用量と考えられています。

—若返りとか、きれいになるとかいう効果はどうでしょう？

五十嵐 若返りは無理ですが、とくに注目されるのがビタミンと老化の関係です。ビタミンC、E、そして体内に入るとビタミンAに変わる物質β-カロチンには、老化の原因である活性酸素の害を防ぐ、抗酸化作用があることがわかってきました。

活性酸素はガンや心臓病など成人病の原因ともいわれています。ですからある程度の年齢になったら、こうした抗酸化作用のあるビタミンを十分に摂ることで、中年以降の健康維持にある程度効果が期待できるといえるでしょう。

● 活性酸素の害を防ぐビタミンの話

抗酸化物質と フリーラジカル

老化に関する研究が急速に進み、そのメカニズムが明らかになるにつれ、老化は私たちの生命に不可欠な酸素と関係があることがわかってきました。酸素の一種、活性酸素というものが老化の元凶というわけです。そしてさらに興味深いことに、活性酸素の害を防ぐには、ビタミンやミネラルなどの微量栄養素が深く関係すると、五十嵐先生は説明されます。

活性酸素と 抗酸化物質

— 近頃、ビタミン剤の売れ行きが伸びていると聞きましたが、

五十嵐 そうですね。しかし、ビタミンは万能薬ではありません。中にはビタミン剤が何にでも効くようにいう人もいて、困ったものです。

ビタミンの健康増進的な役割が明らかにされつつあるのは、確かなんですが……。

— 例えはどんな役割でしょうか。
五十嵐 とくに今、注目されているのは、ビタミンC、ビタミンE、そしてビタミンAの前駆物質であるβ-カロチンです。いわゆる抗酸化ビ

タミンというものです。

— 抗酸化……ですか。

五十嵐 はい。酸化を防ぐ作用。いわば体のサビを防ぐような働きといえはいいでしょう。

抗酸化作用というのは、体を構成している細胞が、酸素の一種である活性酸素の毒性によって傷つくのを防ぐ働きです。

— でも、酸素は生きる上で絶対必要ですね。それが、なぜ細胞を傷つけたりするのでしょうか。

五十嵐 活性酸素というのは、私たちが吸っている空気の中にある酸素O₂の変形です。いわば体の中でO₂を使うときにできる一種の副産物で、不安定で細胞内の遺伝子であるDNAを傷つけたり細胞膜を浸食したりします。

活性酸素というと、何かよいことを積極的にしてくれそうですが、実は体の中の大事な成分を酸化させてしまう働きをします。

— でも、酸素を吸わないうわけにもいかなしい……。
五十嵐 もちろん酸素はとても大切

です。むしろ生物は酸素の活性を利用することでエネルギーの生産効率を高め、現在まで進化してきたといえます。だから体の中には、同時に活性酸素の害を防ぐ機構がそなわっています。そのひとつが酵素です。

— 体の中でさまざまな成分を分解し、エネルギーや体に必要な物質を作るために働くというものです。

五十嵐 そう。その酵素のなかに抗酸化酵素と呼ばれるものがあって、活性酸素を壊す働きをします。

— 抗酸化作用のある酵素が私たちの体で働いている？

五十嵐 ええ。生体内の活性酸素に対しては、スーパーオキシドジスムターゼ(SOD)やカタラーゼ(C

A.T.) などと呼ばれる酵素が作用して消去が行われます。このうちSODの量と、動物の寿命の間には関係があることがわかっています。生物の使う酸素の量とSODという酵素の量の比率を調べると、使う酸素に対してSODの量が多い動物の方が長生きするのです。

ところが、こうした酵素が不十分だと活性酸素は壊せません。そこで活躍するのが抗酸化物質なんです。

——抗酸化ビタミンですね。
五十嵐 ええ、ビタミンC、E、そしてβ-カロチンは、活性酸素を壊す働きをします。また、ビタミンにはありませんが、ミネラルの中でも微量元素のセレン(49ページ)や、野菜類に含まれるフラボノイドに代表される抗酸化性の成分も大事な抗酸化物質です。

生体というのは非常にうまくできていて、活性酸素のような悪いものに対して、体の中にある抗酸化酵素と、体の外から摂取する抗酸化物質が、車の両輪のように協力して働きます。——ところで活性酸素はどこから

やってくるのでしょうか。

五十嵐 紫外線やX線、オゾン、タバコ、排気ガス、アスベストなどの環境汚染物質、薬など外的な要因により発生することもあります。

一方、体の防御機構である免疫システムにおいて、白血球が自分で活性酸素を作りだし、体に入ったバクテリアを破壊したりする。この場合、活性酸素の強い反応性が殺菌作用を発揮するからです。また、体内で新しい物質を作るときも、活性酸素の高い反応性が役に立っています。

——活性酸素なしでは、困ることもある……。

五十嵐 そう。だからその害だけを消し去るために、体の中には抗酸化酵素があつたり、外から摂取するビタミンなどの抗酸化物質が用意されているんですよ。

おもしろい実験があつて、動物に活性酸素を体内に発生させる物質、環境汚染物質である亜硫酸ガスを長時間吸わせるんです。するとガスを吸わせた当初は抗酸化物質が肺にふえてくるんですね。それから抗酸化

酵素がふえてくる。酵素は体内で作るのに二、三日かかりますから。

だから、逆にいうと抗酸化ビタミンの方が活性酸素にすばやく対応する。そしてその効き目が減ってくる。今度は酵素がやってくる。そうやって体の中では悪い酵素をやっつけているのです。

活性酸素による細胞の酸化のプロセス

——活性酸素は老化とも関係があるのですか。

五十嵐 老化だけでなく、さまざまな病気の原因にもなることがわかってきました。活性酸素による細胞や組織の酸化が起こると、動脈硬化や肝臓病、白内障、ガンなどの引き金となり、老化を促進させる元凶と考えられるようになっていきます。

——酸化というと、鉄がサビるようなイメージをもっています。

五十嵐 鉄サビも酸化の一種です。あれは空気の中に約20パーセント含まれている、いわゆる私たちが普通「酸素」と呼んでいるもの、専門的に

は三重項酸素という、酸素の中ではいちばんエネルギーが低く安定した状態の酸素で起きます。だから鉄がサビるには時間がかかる。

一方、活性酸素というのは、普通の酸素よりエネルギーが高い状態の酸素なんです。酸素の原子には、電子が2個あり、酸素の分子になるには酸素原子2個が結合し、O₂になっていますね。ところが活性酸素になると、酸素原子と酸素原子の間が普通の手が切れやすい。あるいは原子1個だけで、フラフラどこかにいきやすくなる。

活性酸素の電子はきちんと対になっていないため、対になって安定したくなり、それで他の物質から電子を奪う。すると電子を奪われた相手の物質は酸化してしまいます。

——そういえば油脂類は空気に触れると酸化しやすいですね。

五十嵐 ええ。実は体のなかでも同じことが行われています。体は多くの細胞が集まってできていますね。一つ一つの細胞は、細胞の内と外を

区別するため、表面に細胞膜という膜をもっています。細胞膜はリン脂質と呼ばれる脂質で作られ、そこにはコレステロール、タンパク質やビタミンEなども含まれています。

——細胞膜は脂質が中心になってできているのですね。

五十嵐 そう、リン脂質は食用にしている油脂類よりもずっと酸化されやすく、そのため普段は酸化されないように、ビタミンEなどの抗酸化物質や抗酸化酵素が守りを固めています。

しかし、何かの原因で活性酸素が体内で発生し、この守りが破られると、リン脂質は活性酸素により電子を奪われて酸化され、過酸化脂質となってしまうのです。

フリーラジカルと成人病の関係

——酸化された物質の方は電子が足りなくなつて、不安定になるのではないのでしょうか？

五十嵐 その通りです。それで過酸化脂質は、長い間かけて起こる成人

病や老化に関係しているといわれます。そこを説明しましょう。

一般に、活性酸素によって電子を奪われた物質は、その物質自体、対になっていない電子をもつので、非常に不安定な状態になります。対になっていない電子

をもつ物質を「フリーラジカル（遊離基）」というのですが、とても危ない物質でして、ともかくどこかから電子を奪って安定したい。そこで、手近にあるタンパク質やら核酸やらに近づいて酸化反応を繰り返すのです。

活性酸素に酸化された過酸化脂質は、また自分がフリーラジカルの状態になりやすく、次々と他の物質を酸化して生体内にさまざまな悪影響を及ぼしてしまうというわけです。

——それが、ガンなどの成人病の原因になるのですね。

五十嵐 動脈硬化や虚血性心疾患、また免疫不全といったものに関係し



ます。さらに遺伝子が障害を受ければガンや奇形につながることもある。こうした害を防ぐために、普段から余裕をもった量のビタミンCやE、カロチノイドなど抗酸化物質を摂った方がいいでしょう。

こうして細胞を常に健康な状態に保つことで、それがひいては成人病の予防につながるのではないかと考えます。

——だから抗酸化物質を切らさないことが大切なんですね。

五十嵐 そうです。実験でもビタミンEやβ-カロチンの血中濃度が高い動物ほど寿命が長いことが知られています。

抗酸化物質のうち、ビタミンEは脂溶性ビタミンなので、リン脂質でできている細胞膜に入り込み過酸化反応をくい止める中心的役割を果たします。水溶性のビタミンCは細胞の内や外の水の部分で主に還元作用

を果たします。また脂質部分で働いて壊れたビタミンEに水素を渡して還元し、ふたたびフリーラジカルと戦う態勢を整える手助けをします。

その他、ビタミンAの前駆物質であるβ-カロチンも脂溶性の重要な抗酸化物質です。微量ミネラルのひとつセレンや、野菜類に含まれるフラボノイド、お茶に含まれるタンニンなども抗酸化作用をもっています。これらの抗酸化物質は、疫学的な側面からも、ガンや虚血性心疾患の予防に効果があると指摘されており、非常に注目すべき物質といえるでしょう。

——抗酸化物質にも、いろいろあるのですね。

五十嵐 はい、抗酸化物質はビタミンだけとは限りません。今後、老化と成人病の両方の面で、徐々に活性酸素の害と、それを防ぐ抗酸化物質の関係が明らかになるでしょう。同時に健康に歳を重ねるには、こうした抗酸化物質をいかに上手に摂取するかということが、さらに重要になるのではないのでしょうか。

TOPICS 3

ビタミンEは 老化の予防に 効果がある

過酸化脂質の害を防ぐ ビタミンE

一般に老化を予防する効果が期待される、といわれているビタミンEは、全部で13種類あるビタミンのうち、A、D、Kと同様の脂溶性ビタミンです。

一九二二年、ビタミンEはラットの不妊や流産、早産を防止する物質として発見され、一九三〇年のはじめにビタミンEが不足すると、脂質の過酸化反応が進み老化が促進されることがわかりました。

人間の場合、とくに問題になるE

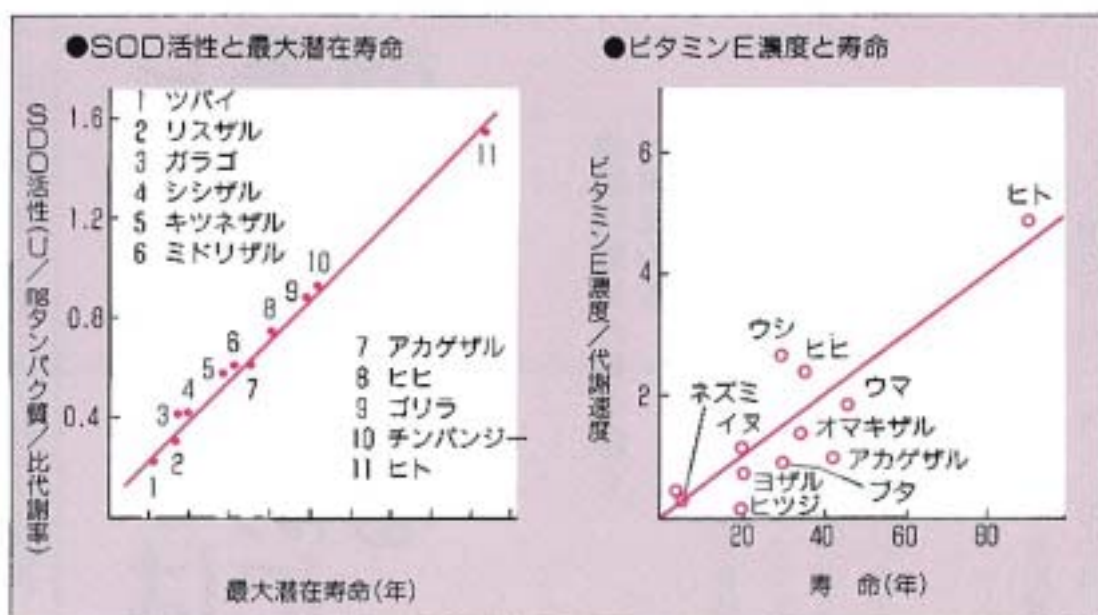
の欠乏症というものは報告されていません。しかし、過酸化脂質が生体内で老化を促進することが明らかになり、過酸化脂質の害を防ぐ意味からもビタミンEをつねに摂取することは重要な意味があるでしょう。

栄養素としてのビタミンEの必要量は1日成人男子で10ミリグラム、女子で8ミリグラムとされています。これを摂るには、厚生省が指導しているように1日30種類以上の食品を食べ、他のビタミン、ミネラル、タンパク質や脂肪、炭水化物もバランスよく摂る必要があります。

ところでビタミンEが老化の原因になる過酸化脂質の害を防ぐのは、その抗酸化作用によるものです。このことは、私たちの体が酸素を取り入れて、エネルギーを生成している過程と大いに関係があります。

16ページのグラフをくらんださい。哺乳動物では、酸素をたくさん使って活動する動物ほど寿命が短いことが知られています。

また、生体内の物質代謝の過程でできる活性酸素の中で、いちばん早く作られるスーパーオキシドを分解する酵素（スーパーオキシドジス



ムターゼ/SOD)の力が強いもの、さらにビタミンEやカロチンなどの抗酸化物質の血中濃度が高い動物も長生きします。

これらのことからわかるように人間は他の哺乳動物に比べ、もっとも長生きする可能性が高い動物なのです。体内でエネルギーや生命維持に必要な物質を作るために、人間は多くの酸素を活性化し利用しているにもかかわらず、それと同時に活性酸素の害を素早く消し、過酸化脂質ができるのを防ぎ、またできてしまっても速やかに分解する機構が備わっているからです。

ところでビタミンEの抗酸化作用ですが、暮らしに身近なところでは油脂類の酸化を防ぐため、古くから油を含んだ食品の保存に使われています。煮干しやインスタントラーメン、食用油、ポテトチップなどにビタミンEが添加されているのはそのためです。

油が古くなるとイヤな臭いがします。また、それに気づかず食べてしまうとお腹を壊してしまうことがあります。これこそ油が空気中の酸素により酸化してできた過酸化脂質の仕業です。過酸化脂質は放っておくと

次々手近なものから酸化し、すっかり品質を劣化させてしまいます。

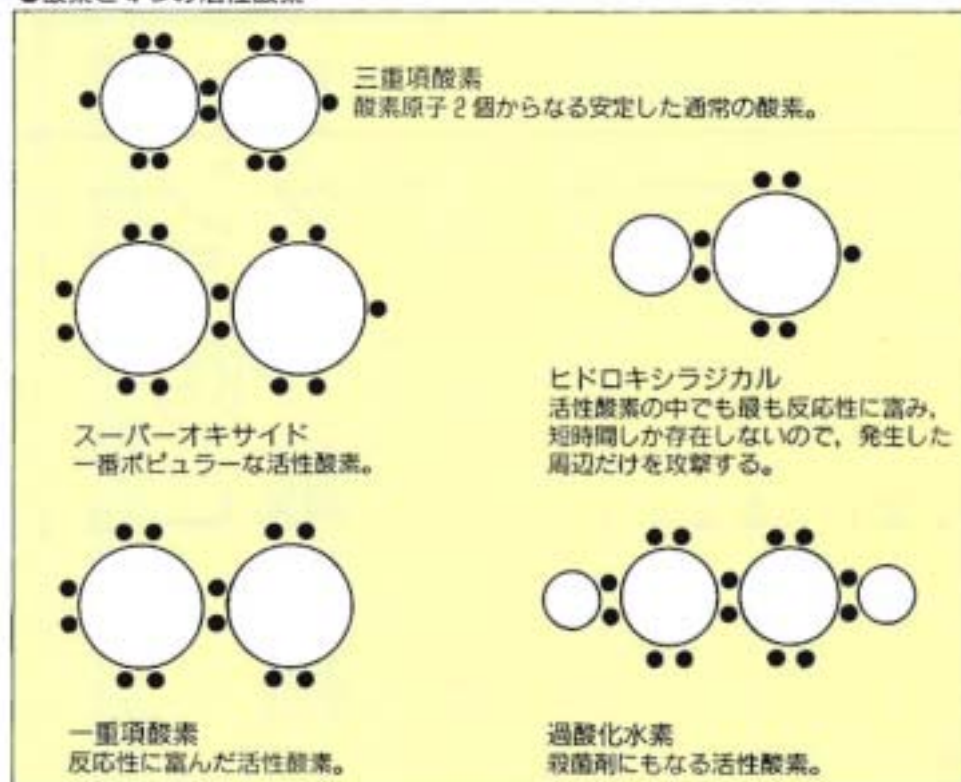
さて、私たちの体の細胞は細胞膜という膜で覆われています。この細胞膜に酸化が起きると、過酸化脂質ができ、古い油と同じような現象が起きてしまうのです。

油など食品の場合は、空気が入らぬよう密封する、脱酸素剤を使うなど、酸素をシャットアウトすれば保存がききますが、人間はそうはいきません。しかも体内では、普通の酸素より何倍も反応性が強い活性酸素が現れ、過酸化脂質を生成します。

できてしまった過酸化脂質は、反応性の強いフリーラジカルなので、脂肪ばかりでなく、細胞膜内のタンパク質や核酸などと反応を繰り返す一方、血液中のリポタンパクのLDLを酸化し、それが動脈硬化の原因になったりもして、生体に悪影響を及ぼす困りものです。

過酸化脂質の原因となる活性酸素は一般に4種類といわれています。一番できやすいのが酵素反応の副産

●酸素と4つの活性酸素



物であるスーパーオキシド。放射線にあたるとできるのがヒドロキシラジカル（OHラジカル）。自分はラジカルではないが他の物質を反応させる過酸化水素。これもまた酵素反応の副産物です。光過敏症の原因となる一重項

酸素は、血液中のヘモグロビンに運ばれている酸素が活性化されできません。

活性酸素の害を消去し過酸化脂質を増やさないよう、体内では抗酸化酵素やビタミンE、C、β-カロチンなど抗酸化物質が働き、体を守っています。しかし、長い間には体のシステムにもエラーが生まれます。そのエラーが積み重なると、活性酸素や過酸化脂質の害をすっかり消すことが難しくなります。それが老化現象を促進する一因ではないか、と現在では考えられています。

そこで、活性酸素やそれによってできたフリーラジカルによる酸化の害を防ぐために、抗酸化物質が体につねに存在する状態にすることが重要になってきます。代表的な抗酸化物質、ビタミンEを積極的に摂取するのは、老化の促進を予防するという点から注目し値します。

ビタミンEには8種類があり、大きくトコフェロールとトコトリエノールに分けられます。日本人の食

生活から摂れるのは通常3種類。α-トコフェロール、γ-トコフェロール、δ-トコフェロールです。一番生理活性が強いのがα-トコフェロール、つまり同じ量を食べたときもっとも効果が高いといえます。医薬品には合成されたα-トコフェロールも使われますが、天然のものより活性が4分の3からそれ以下に落ちると考えられています。

ビタミンEを食品で摂る量では、δ型がもっとも多いのかかわらず、ヒトの血液の中ではα型が9割を占め、γ型が残りの1割を占めています。ビタミンEの中ではα-トコフェロールが過酸化脂質の生成を防ぐ力をもっとも強い、そのために生物はα型を自然に選択してきたと考えられます。

人生五十年であった昔ならともかく、多くの人が七十、八十歳まで生きる今日、成人病を防ぎ健康に老いるためにも、ビタミンEに代表される抗酸化物質を摂取することは、ますます重要な意味をもつでしょう。

●京都府立医科大学教授・西野輔翼先生に聞く……

ガン予防と ビタミン最前線

ビタミンAはガン予防 ビタミン研究の先駆

——ガンを予防する、あるいはガンが治るといわれ、ビタミンに話題が集まっていますが……

西野 ええ、いろいろなビタミンが取り上げられ研究されています。しかし、ガンになってしまったら、治療効果はあまり期待できないと考え、今のところ一般的です。

ガンになるにはさまざまなプロセスがあり、早くて5年、一般的には10年かかります。予防効果という話でいえば、ビタミンがどの段階で効くかは特定できません。おそらく、ガンになる前の段階で抑制をかける

のではないかと思われます。そこに期待して、われわれも研究をしているのですが……

——どんなビタミンが研究の対象になっているのでしょうか？

西野 古くから取り上げられているのがビタミンAとビタミンC、そしてビタミンEです。最近ではビタミンD、ビタミンB₁₂、ビタミンB₆、葉酸も注目されています。はじめは、ガン予防のためのエースといつて、A、C、Eが話題になりました。ビタミンAなどは二十年前くらい前から研究されていますよ。

——歴史があるんですね。
西野 はい。ビタミンには治療効果



PROFILE

にしのみよこ
1945年生まれ。京都府立医科大学医学部卒業。京都府立医科大学助教授、国立がんセンター研究所がん予防研究部部長を経て、京都府立医科大学教授。発ガンプロモーションの抑制の研究をつづけている。

はないと考えるのが一般的ですが、例外的にビタミンAには発ガン抑制効果と同時に、治療効果もあると考えられています。ただ、ビタミンAは過剰症が起きやすいんですね。主として肝臓障害などがやすいのです。

したがって、あまり大量に摂れないことがわかり、ビタミンAの関連物質が開発されているんですが、積極的に実用化できるようなものは、残念ながらほとんどない。そこで、β-カロチンなど、体の中で必要なときにビタミンAにかわる、プロビタミンAの働きをもったカロチノイドが注目されました。これならビタミンA過剰症の心配をしなくていい。

ビタミンAにかわる β-カロチンの効果

——いくらたくさん食べても大丈夫なんですか。

西野 β-カロチンを食品から摂取する場合、大量に摂っても皮膚が黄色くなる程度の副作用で、あまり問題になりません。その程度の副作用なのでビタミンAのかわりにβ-カロチンが注目されたのです。ただし、合成β-カロチンを大量、かつ長期摂り続けたヘビースモーカーでは、肺ガンが増加するという報告もあり、安全性に関する最終的な結論はまだでていないのです。

——カロチノイドはβ-カロチン以外にもあるのでしょうか。

西野 カロチノイドというのは600種類くらいあるんですね。でもほとんどはビタミンAに転換できない。ビタミンAに体の中で変わるプロビタミンA活性をもつカロチノイドはわずかです。その中でβ-カロチンほもっともビタミンAに転換されるチャンスの高い構造をもっているの

です。しかも、緑黄色野菜などいろいろな食品の中に豊富に含まれていますから体内に摂り入れやすい。それで注目を浴び、ガン予防効果の大きな臨床介入試験が行われています。

——結論は？

西野 まだです。あと数年待たないと。動物実験ではガン予防効果があるとされているんですが、人間に対してβ-カロチンが有効かどうかはまだ結論がでていない。先程もいったように、むしろ肺ガンを増やす場合もあるのです。

β-カロチン以外の カロチノイド

——それ以外のカロチノイドではガン予防効果はないのでしょうか。

西野 実はそれがトピックなんです。昔はβ-カロチンがビタミンAになつてから予防効果をたずと考えられていました。だから、プロビタミンA活性の強い、β-カロチンを優先的に研究したのです。

ところがプロビタミンA活性のほ

とんどないカロチノイドでも、ガン予防効果があることがわかってきた。

しかもβ-カロチンより強い効果をもっているカロチノイドが見つかったのです。つまりビタミンになつてからではなく、カロチノイドの恰好そのまま、ガン予防効果があるのではないかと、考えられるようになったのです。

それでβ-カロチン以外のカロチノイドについてもガン予防効果を評価しようと、共同研究が九五年からスタートしました。

——β-カロチン以外といえますか？

西野 まず、α-カロチン、それからゼアキサント、ルテイン、リコピンの4種類です。

ここで少し説明しておきますと、ガンの予防といったときに、抗酸化作用というものがまず取り上げられます。体の中で酸素の変形である活性酸素というものが、細胞膜の脂質を過酸化させたり、遺伝子DNAを突然変異させたりします。これがガンや老化、あるいは動脈硬化などに発展すると考えられています。この

活性酸素の害を防ぐのが、抗酸化作用のある物質です。

本来、人間の体には抗酸化作用のある酵素が備わっていて活性酸素の害を防いでいます。同時にまた、食べ物の中から私たちは抗酸化作用のある物質を摂り続けてきました。それがビタミンCやE、ミネラルのひとつであるセレン、そしてβ-カロチンなど抗酸化物質といわれるものです。β-カロチンやビタミンCやEがガン予防に効くというのは、それらのもつ抗酸化作用がまず第一に期待されていたわけです。

ところがβ-カロチン以外のカロチンを研究するにあたって、α-カロチンからはじめたのですが、β-カロチンよりα-カロチンのほうがガン予防によいらしいのです。そこで他のカロチノイドについても調べてみようということになった。

——α-カロチンの方がガン予防に効くという結論ですか？

西野 いえ、結論はでていません。あくまでも動物実験の話で、今インターナショナルに共同研究がはじ

まったばかりです。

ともあれ、 α -カロチンは抗酸化作用の他に、ガン遺伝子の活性化を抑制したり、ガン遺伝子の発現を抑制する、あるいはガン抑制遺伝子の発現を高める作用をもっていることがわかりました。ガンになるアクセルをブロックして、ブレイキの方を強めるのです。その他にも抗酸化作用以外に α -カロチンのいろいろな効果がわかってきて、それらが総合的に働いてガン予防を果たしているのではないかとというのが今のところの推論です。

ガンに効く食べ物はあるのか

——こうしたカロチノイドは何に含まれているのですか。

西野 野菜や果物に多く含まれています。例えば、トマトのあの赤は赤色系のカロチノイド、リコピンの色なんです。国際的な研究材料としてはではないのですが、日本ではフコキサンチンというカロチノイドを研究しています。フコキサンチンは

ワカメなどの海藻類に含まれています。

——そうすると、ビタミン剤などで摂るより、緑黄色野菜や海藻などを食べた方がガン予防になるのですか。

西野 ガン予防のために少なくともビタミンAの錠剤を飲むのは止めた方がいい。過剰症の危険性が高すぎます。

——では、何かできることはあるでしょうか。

西野 現在ではすすめられることがあるとすれば非常にマイルドなことしかいえないですね。まず第一に、抗酸化物質を含んでいること。カロチン類やビタミンC、ビタミンEですね。第二に低脂肪であること。第三に繊維成分をたくさん含んでいること。この三つの条件をすべて備えているような食品を摂ることによって、ガンのリスクを低減するといえるだろうというのが、現時点で懸念できることなんです。

——例えばどんな食品ですか。



西野 野菜や果物を積極的に摂ってくださいというのとですね。しかもこの三つの条件がそろっていないければだめで、ファイバーを摂ったら大腸ガンの予防になる、あるいは β -カロチンを摂った

ら有効である、ビタミンC単独で摂ったらよいというような結論はできていません。低脂肪というのはかなり結論的にいえるかもしれませんが、どんどん減らして必須脂肪酸まで減ったら困りますね。

——抗酸化物質、低脂肪、高繊維成分ですね。

西野 認識されては困るのですが、食品成分としてはなくて、この三つの条件をそろえているような食品を摂るということなんです。そしてもう一つ条件があつて、あくまでも基本的にバランスよく食品を摂った上で、なにかプラスするとすれば、三つの条件がそろつ

たものを食品として食べる。

——随分、消極的ですね。

西野 残念ながら、ガン予防のトピックはたくさんあつても、結論がでているのはひとつもないんです。

例えば β -カロチンなんか先行して大規模に評価されています。評価されてから十五年もたつ。今も、全世界で十万人くらいの方が β -カロチンを毎日飲み続けてくれています。その人たちのデータが五年後くらいに全部集積されて、解析され、それが終わったら最終結論をだそうという気の長い話なのです。

——先生はガン予防としてなにかしとおられますか。

西野 基本的にはバランスよくきちんと食べた上で、野菜や果物をできるだけたくさん食べようと努力しています。野菜なんか、サラダだけでなく、いろいろな品種をたくさんそろえて、アンバランスにならないようにしています。でも、けつこうお金がかかって贅沢なんです。野菜や果物って、まあ、このくらいのささやかな贅沢はしたいものです。

ガンの正体がわかってきた……

TOPICS 5

ガン生成の メカニズムと ビタミン

早期発見・早期治療がすすめられ
集団検診システムが浸透した今も、
残念ながら死亡原因の一位は相変わ
らずガンが占めています。

ガンは細胞が無秩序に増殖し、そ
の周囲に浸潤して大きな腫瘍を作り
ます。あるいはまた離れた臓器にま
で転移して、そこで新たな増殖を起
こし、最終的には死に至らしめる恐
ろしい病気です。

ガンを防ぐため、あらゆる分野で
日夜研究が重ねられています。その
研究の第一歩は、ガンができるメカ
ニズムを知ることからはじまります。



いつたい、ガンは体の中でどのよう
に生成されるのでしょうか。

ガンは 遺伝子の病気

ガンは、現在では、細胞の中にある
遺伝子本体DNAの異常にもとづく
病気であることが明らかになってい
ます。

私たちの体は兆にもおよぶ細胞か
ら成り立っています。そのひとつひ
とつの細胞の中心には、核があり、そ
の核の中には遺伝子の本体、DNA
(デオキシリボ核酸)と呼ばれる物質

があります。

DNAは2本の鎖が、らせん状に
からまった構造をしており、自己複
製と生命活動をつかさどるタンパク
質を作る情報を担う物質です。ここ
には新しい細胞を作る遺伝情報が
びっしり詰まっています。

遺伝情報は鎖の内側に四種類
— アデニン(A)、チミン(T)、グアニ
ン(G)、シトシン(C)の塩基の配
列によって(暗号)化され、特定され
ます。この遺伝情報は、普通は体が正
常に機能するよう発現が抑制されて
います。

しかし、この遺伝子が時に「細胞を
ガン化する」という情報をコードす
るものへ変化することがあります。
これが、活性化ガン遺伝子で、細胞の
ガン化を押し進める、いわばアクセ
ルの役をするものです。

ガン遺伝子は正常細胞の中にあ
り、普段は細胞機能を正常に保つも
のとして働いています。ところが、発
ガン物質やウイルス、放射線などの
刺激を受け(イニシエーション)、変

異なることによって細胞をガン化させる働きをはじめるとなります。これが、ガンのはじまりです。

一方、ガン遺伝子が細胞のガン化のアクセル役なのに対して、発ガンを抑えるブレーキ役の遺伝子も細胞の中に存在します。これをガン抑制遺伝子と呼んでいます。細胞の中をのぞいてみると、そこにはガン遺伝子とガン抑制遺伝子が合わせて100個以上あるのがわかります。そこでガンが発生するのは、ガン遺伝子が活性化したり、逆にガン抑制遺伝子が破壊または損失したためではないかと考えられています。

発ガン物質と発ガンのプロセス

ところで一つのガン遺伝子、またはガン抑制遺伝子の異常が、ただちにガンを生むわけではありません。細胞ガン化の多段階説、といって、複数の遺伝子の異常が、一定の順序で、段階的に関与してはじめて細胞のガン化が始まるとされています。

さらに、ガンとして体になんらかの症状が現れるのは、ガン細胞ができてから十年単位という長い時間が必要なのです。

細胞のガン化と発ガンの両方のプロセスで、遺伝子に異常を起こす主な誘因として次の三つのものがあります。

①生活環境や食品に含まれる発ガン化学物質——タール、たばこの煙や排気ガスに含まれるベンツピレン、食品中の化学物質、かび毒の一種であるアフラトキシン、建築材に使われるアスベストなど。

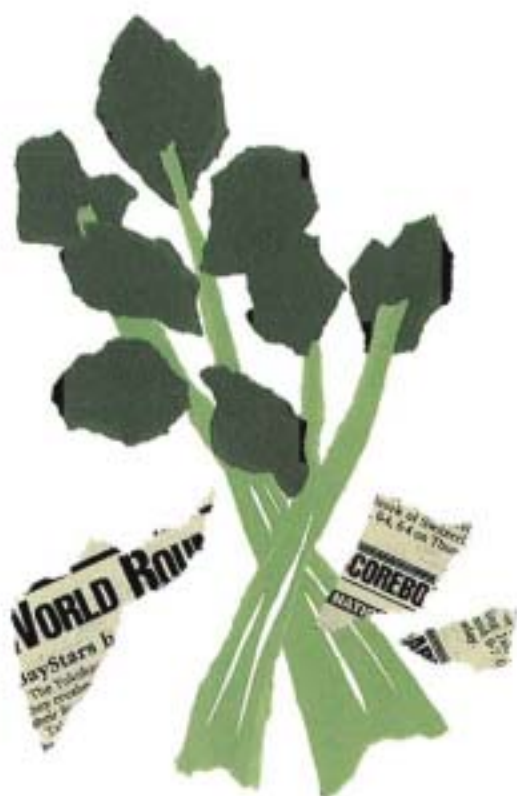
②発ガン性ウイルス——人間に関与するものは、肝炎ウイルス、ヒトT細胞白血病ウイルス、子宮頸部ガンなどを起こすヒト・パピローマウイルス、上咽頭ガンなどを起こすエプスタイン・バー・ウイルス、カボジ肉腫などエイズと関連したヒト免疫不全ウイルスの5種類です。これらのウイルスに感染してから正常細胞がガン化するには十年単位の時間がかかるといわれています。



③放射線——皮膚ガン、白血病、甲状腺ガンなどが起こることが知られています。また、放射線ほどでないにしても、紫外線にも発ガン性があることが指摘されています。

フリーラジカルとガンの関係

最近はこちららの発ガン要因の作用機序として、フリーラジカルが関与している場合が多いことも指摘されています。



す。活性酸素などのフリーラジカルは電子が一個遊離して生じるもので、非常に反応性が強く、他の物質を酸化してしまいます。

とくに体内で細胞膜中の不飽和脂肪酸と結合して、過酸化脂質を作り、これがきつかけとなって、細胞を傷つけ、やがて遺伝子にも変異が生じ、老化やガンの原因になるといいます。

体は本来、活性酸素の害を防ぐ抗酸化酵素をもっており、また外から摂取するビタミンE、C、β-カロチンなど抗酸化物質によってこれを阻止します。しかし、抗酸化酵素がうまく働かなかつたり、抗酸化物質が足りなかつたりすると、細胞のガン化がすすむといえるでしょう。

最近ではガンの生成についてこのように考えられるのが一般的となってきました。すなわち、発ガン要因が、体内でフリーラジカルを作りだす元凶となり、活性酸素などのラジカルが遺伝子DNAを傷つけ、突然変異を引き起こし、ガン遺伝子を活性化したり、ガン抑制遺伝子を不活性化させます。そこにさまざまな発ガン要因がさらに刺激を与え、その作用を増幅、促進(プロモーション)してガン細胞が生成されるというわけです。

ですから、ガン予防を考えるときに発ガン物質をできるだけ避けることはもちろん大切ですが、一方で活性酸素などのフリーラジカルの害を

いかに防くかが、非常に重要なポイントになります。

ビタミンC、ビタミンE、β-カロチンなどのビタミン、あるいはセレンなどのミネラルのように、抗酸化作用をもつ物質がガン予防で話題になる理由は、ここにあるといえるでしょう。



TOPICS 6

気になる ビタミンの ガン予防効果

財団法人がん研究振興財団が国立がんセンター監修のもとに作成した「ガン予防のための十二カ条」(表)をご覧ください。タバコを控え、塩分と脂肪分の少なめな、バラエティに富んだバランスのよい食事を摂ると同時に、ビタミンと繊維質の重要性が強調されています。

また一九九三年アメリカFDA(食品医薬品局)は、脂肪分が少なく、抗酸化作用をもつビタミン(ビタミンE、Cなど)あるいはビタミン前駆体(β-カロチンなど)ならびに食物繊維が豊富な食品に「ガン

のリスクを低減する効果がある」というラベルをつけ販売することを許可しました。アメリカではこのように、食生活による積極的なガン予防対策が行政側からもすすめられています。そこで、注目されているいくつかのビタミンについてガン抑制との関係を、京都府立医科大学教授・西野輔翼先生にうかがったものからまとめてみました。

【ビタミンC】

ビタミンCは水溶性のビタミン。野菜・果物などに多く含まれていま

す。抗酸化作用をもつビタミン類は脂溶性のものが多く、ビタミンCは脂溶性のものとよいコンビネーションを取り合います。例えば、ビタミンEとCの組み合わせ。水溶性のCは細胞膜の水質部分で活性酸素に対し還元作用を発揮します。それと同時にビタミンCは、細胞膜の脂質部分でラジカル化したビタミンEをもとのビタミンEに戻す働きがあります。ビタミンEは抗酸化作用を発現した後、自身はビタミンEラジカルとなってしまう。当然そのままだと危険ですから、元のビタミンE





●ガン予防のための12カ条

- ① バランスのとれた栄養を摂る
- ② 毎日、変化のある食品を
- ③ 食べすぎを避け、脂肪は控えめに
- ④ お酒はほどほどに
- ⑤ タバコを少なくする
- ⑥ 食べ物から適量のビタミンと繊維質のものを多く摂る
- ⑦ 塩辛いものは少なめに、熱いものはさましてから
- ⑧ 焦げた部分は避ける
- ⑨ カビの生えたものに注意
- ⑩ 日光にあたりすぎない
- ⑪ 適度にスポーツする
- ⑫ 体を清潔に

に戻す必要があるわけですが、それをビタミンCがやってくれるわけです。このためビタミンEを摂るときはCも一緒に摂るのがいいと考えられています。

最近ではビタミンCの利用効率や細胞膜の中に入って働くことが期待されて、少し脂溶性をもたせたビタ

ミンCの誘導体も開発されていますが、まだ動物実験の段階で実用化はされていません。

【ビタミンEおよびその関連物質】

抗酸化作用をもつ脂溶性ビタミンの代表格です。細胞膜に存在して、その脂質が酸化されないように防御します。

ビタミンEは穀類、とくにその胚芽部分に多く含まれています。また近年はビタミンEの関連物質としてトコトリエノールという物質が注目されています。トコトリエノールはビタミンEと構造が似ており、同じく穀類の胚芽などに含まれています。最近、ある種のトコトリエノールは、発ガン抑制効果が非常に強いことが動物実験では、わかってきました。

【カロチノイド】

●β-カロチン

古くからガンの抑制効果があるとされたビタミンAが、過剰症を起こしやすいことから、体内でビタミン

Aに変わるプロビタミンA活性が高い物質として、β-カロチンが注目されました。β-カロチンは植物だけに存在するカロチノイドと呼ばれる色素のひとつで、抗酸化作用が高い物質です。また、血中のβ-カロチン濃度が低いほどガン、とくに肺ガンの発生率が高まるとの疫学的な報告があります。さらにβ-カロチンは、活性酸素により弱まった体の免疫力を助けるような働きもすると考えられています。

●α-カロチン

プロビタミンA活性はβ-カロチンに劣りますが、ガンの予防効果はβ-カロチンよりも強力であることがわかっています。

抗酸化作用があり活性酸素の害を防ぐと同時に、α-カロチンは、ガン遺伝子の活性化を抑制したり、ガン遺伝子の発現を抑制、あるいはガン抑制遺伝子の発現を高める働きをします。つまりガンになるアクセルの方をブロックし、ガンを防ぐブレ

ーキを強める作用があるのです。

また、細胞増殖をすすめるために必要なオルニチン脱炭酸酵素の活性を高める効果が、 α -カロチンは β -カロチンより強いことが見つけ出されました。一方で、ガン化が起こるときに細胞のリン脂質代謝が非常に亢進することがよく見られますが、 α -カロチンは細胞のリン脂質代謝を抑制する効果があるのです。

こうしたことの総合的な結果として、 α -カロチンは、細胞が分裂する早い段階で、ストップをかけることができると考えられます。ガン生成のプロセスから考えると、細胞がガンとしての性質を獲得する過程で、 α -カロチンは遺伝子の変化のある段階で歯止めとなり、ガンを予防する効果があるのではないかと推論できそうです。

α -カロチン、 β -カロチンの他、カロチン類のなかで、ガン予防効果が期待され、国際協力プロジェクトとして研究されているものに β -カロチンのダイハイドロキシ体（OH

が二つ付けられたような形で活性が高まる）のゼアキササンチン、 α -カロチンのダイハイドロキシ体であるルテイン、トマトなどの赤色系のカロチノイドであるリコピンなどがあります。また日本では海藻類に含まれているフコキサンチンも、研究の対象になっていきます。いずれのカロチンも、緑黄色野菜に多く含まれていて、食品として身近に摂取できる物質です。

ビタミンD

体内のカルシウム代謝に不可欠なことで知られるビタミンD。このビタミンDは以前から細胞分化に関係するといわれています。細胞分化とは未分化の細胞から、ある機能をもった細胞に変化していくことをいいます。例えば神経細胞。これは、はじめは神経芽細胞と呼ばれるものですがそれが分化されて神経細胞になります。そうした分化作用がある種の細胞に対してビタミンDがもっているのです。

ところで、ガン細胞というのは、しばしば未分化な性質をもっています。これを分化してやれば、成熟した機能をもった細胞になり、ガン細胞が静かになるのではないかと考えられました。なぜなら分化して成熟した細胞は、細胞分裂機能を失ってしまふことが多いからです。これを分化療法といい、ガンの治療に利用されてきました。

このビタミンDの分化療法でガンの予防もできるのではないかと研究がされています。細胞がガン化したとしても、ビタミンDによって即座に分化する方向にもっていきます。ガン化した細胞が腫瘍になる前にどんどん分化させてしまえば、一種の予防になると考えられるからです。

ただし、ビタミンDはカルシウム代謝に重要にかかわる非常に活性の高い物質です。使い過ぎるとカルシウム代謝が変化し、アンバランスになる可能性がでてきます。そこで、カルシウム代謝にあまり影響を与えない

いビタミンDの誘導体が作られ、動物実験が開始されています。

【ビタミンB₁₂と葉酸】

一時、アメリカで肺ガン予防に有利ではないかといわれ、非常にブームになりました。ともにビタミンB群に属する水溶性のビタミンです。

ビタミンB₁₂は、家畜の内臓や牡蠣^{かき}、いわし、卵などに含まれ赤血球の生成促進やタンパク質、核酸の生合成、アミノ酸代謝に関与する物質で不足すると悪性貧血に陥ります。

葉酸は、アミノ酸や核酸などの生合成、血球の再生に必要なビタミンで、不足すると悪性貧血や口内炎、下痢や病気に對する抵抗力が低下します。レバーや、牛・豚肉、牛乳や卵黄、大豆などに多く含まれます。

この二つのビタミンの組み合わせは日本でも研究されていて、肺ガンの前ガン状態である、気管支上皮の異形性を正常化させる効果があることが、臨床試験のデータで明らかになりました。ガンではなく、その前の

段階の前がん状態の病変が改善されたわけで、まだ中間的なデータですが、ビタミンB₁₂も葉酸も水溶性で副作用の心配が少なく、利用価値が高いものになると考えられ、最終結論が期待されています。

【ビタミンB₂】

ビタミンB₂は水溶性ビタミンでうなぎや納豆、レバーなどに多く含まれています。成長の促進、アミノ酸や脂質、炭水化物の代謝に必要なビタミンで、粘膜を保護する働きがあります。

ところでビタミンB₂を脂に溶けるような状態、脂溶化したもので、ビタミンB₂テトラブチレートというものが開発されています。これがガン予防効果をもっていることが動物実験でわかってきました。ところが活性が非常に高いため危険な面もあり、大量に使うと発ガンを促進するデータも一方で発表されました。

つまり両面があり、ガンを抑制するポイントから、使いすぎると逆転

してガンを促進するポイントまで移行する可能性があることがわかったわけです。

一般に脂溶性の性質をもっているビタミン類は、そういった危険性があるものが多いと考えられます。



TOPICS 7

ストレス社会を 乗り切る ビタミンの知識

高度情報社会である現代、人間は、進化する文明に迅速な対応を迫られます。職場のOA化やマルチメディアによる情報網、そして複雑化した人間関係……今までの社会では思いもよらないさまざまなストレスに私たちは日々さらされています。

ストレスとは本来、歪みという意味。そして生体はこの歪みを生み出す外的な刺激をストレスと呼んでいますが、つまりストレスサーによって生体に起こる反応がストレスというわけです。

暑さや寒さ、火傷や外傷、騒音や振動など物理的なもの、他、ある種の薬



剤や食品添加物、酸素の過剰や不足などの化学的なもの、さらにウイルスや細菌による感染などの生物学的なものもストレスサーになります。また仕事や学業上のプレッシャー、職場や家庭の人間関係、さらに離婚、あるいは身近な人の死なども、心理的・精神的なストレスサーなのはこの通りです。

ビタミンCは骨や血管、肌の健康にも大切

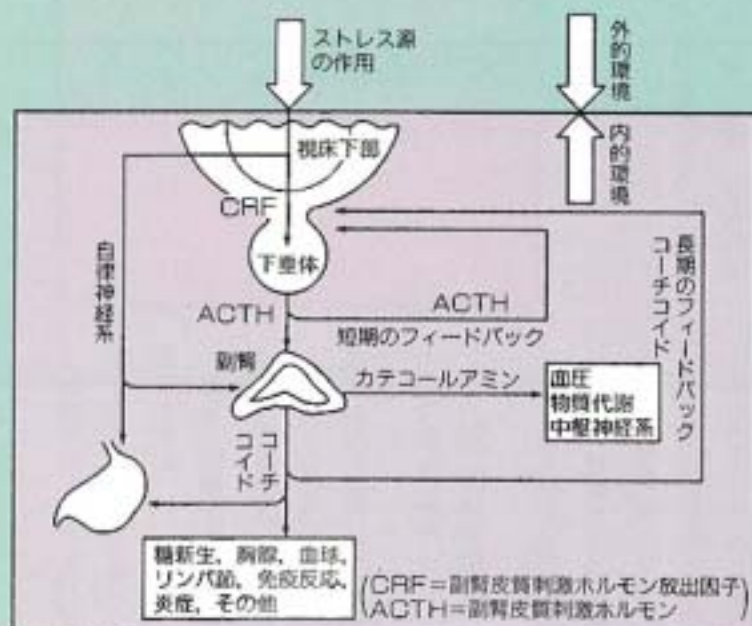
ビタミンの中では、ストレスと関連の深いのがビタミンCです。

ビタミンCは水溶性のビタミンで新鮮な果物や野菜に多く含まれ、欠乏すると壊血病になることが知られています。壊血病は歯ぐきの出血からはじまり、倦怠感を伴いながら、ついには全身から出血し死に至る病気。大航海時代には壊血病で死ぬことを見込み、定員の二倍の船員を乗せ、出航するほど恐れられた病気です。ビタミンCの別名はアスコルビン酸。抗壊血作用のある酸との意味で、壊血病がビタミンCの欠乏症と判明したため名付けられたといえます。

多くの動物はビタミンCを体内で合成しますが、人間を含む霊長類、オオコウモリ、モルモットは合成不可。そこで食物中からビタミンCを常に摂取する必要があります。

ビタミンCはコラーゲンという体内の結合組織を作る上で、重要な役割を果たします。コラーゲンは細胞と細胞をつなぐ線維状のタンパク質。体内の全タンパク質量の3分の1を占め、その合成にビタミンCが補酵素として働くのです。ビタミンCが

●ストレス反応の基本回路(セリエ)

ストレスと
ビタミンCの深い関係

足りないと壊血病にはならないまでも、コラーゲンの生成がうまくいかず、肌のハリが失われ、血管や骨が弱くなり出血や骨折が起こりやすくなるということが知られています。

一方、ビタミンCは副腎皮質ホルモン合成に不可欠です。実はこの

副腎皮質ホルモンが、ストレスと大いに関係あるのです。

ストレスを受けると私たちの体は脳神経系でそれをキャッチし、大脳の下方面にある視床下部に伝えます。伝わった刺激は視床下部に連なる下垂体に届き、下垂体は副腎皮質刺激ホルモン(ACTH)を分泌。これが腎臓の上部にある副腎の皮質部分を刺激して、副腎皮質ホルモンを分泌させます(図)。実は副腎皮質ホルモンの合成にはビタミンCが多く必要とされます。

副腎皮質ホルモンの働きは、血糖値を高めエネルギーを増産し、ストレスに対抗すべく、体の戦闘体制を整えることです。ストレスがあると副腎皮質ホルモンが多く合成されます。

おもしろいことにラットに腫瘍ができる、体内でかなり大量のビタミンCが作られ、血液中のビタミンCレベルは急激に上昇します。腫瘍はラットにとってストレス。これと戦うためには副腎皮質ホルモンが必要で、大量のビタミンCが必要になる

からと考えられます。

ところで人間の場合、体内でビタミンCを合成できません。ストレスがあるといつたい体はどう対応するのでしょうか？

感情的、あるいは寒さなどの肉体的ストレスにさらされると、人間の場合、白血球中のビタミンCが減少するといわれます。例えば、寒さという物理的ストレス、あるいは精神的なストレスがあると、体内のビタミンCのレベルは低くなり、白血球や抗体などの免疫物質はビタミンCの減少により、通常よりも減少します。その結果、風邪を引きやすくなるというわけです。

ですから、ストレスによる免疫レベルを低下させないよう、日頃から新鮮な野菜や柑橘類などの果物で、ビタミンCを多めに摂るよう心がけたいもの。現代社会においてはストレスそのものを避けて通ることはできません。体を守るためにビタミンCを多めに摂るのは、現代の常識かもしれません。

ミネラル最新トピックス

毎日摂るべき栄養素には、大量に必要なタンパク質、脂質、炭水化物といった三大栄養素と、少量の摂取で十分な微量栄養素——ビタミンとミネラルがあります。

三大栄養素は1人当たり1日平均、タンパク質80グラム、脂質50グラム、炭水化物は300グラムも摂取するのに対し、ビタミン・ミネラルはもっとも多いカルシウムでも約1グラム、ビタミンB₁₂などは0.000005グラム(5マイクログラム)で充分です。しかし、必要なのはこ

く微量でも、不足すれば欠乏症が起き、生命にかかわることにはかわりありません。

近年、栄養学で注目されているのがミネラルです。ビタミン同様、体に不可欠な微量栄養素、ミネラルとはどんな物質なのでしょう。

ミネラルと人間の体の関係

生物の体はすべて細胞からできています。細胞をもっと細かく見ると、細胞膜や、ミトコンドリア、遺伝子本体DNAという物質などに分けられます。これらの物質はタンパク質や脂質といった「分子」からつくられています。分子をつくっているのは炭素や水素、酸素などの元素です。

元素とは化学的に「種類以上に分解できない物質のことです。ですから地球上のあらゆる物質は木も草も、石も水も、鳥も魚も、象も人間も、机や自動車もすべて様々な元素が集まってできているのです。現在、元素の数は地球上に100以上存在す

ることがわかっています。

一般的に、ミネラルとは人間の体の健康にかかわる元素のうち、体の主要成分である炭素、水素、酸素、窒素を除いたものを指すと考えてよいでしょう。

物質の最小単位元素を考える

ところで元素とは何でしょうか。

物質の最小単位、元素の概念は紀元前五〇〇年ごろのギリシャ時代に現れました。三平方の定理で有名な数学者ピタゴラスから影響を受けた哲学者、エンペドクレスが元素の概念をこう述べています。

「物質の根源は土、水、火、空気であり、すべての物質はこの四元素に分解される」

すべての物質は元素から成るという概念は、後の歴史に出現する多くの錬金術師の魂を奮い立たせました。彼らはニッケルや鉄など身近な卑金属から高価な金や銀を作る考えに熱中。ひがな部屋に閉じこもり研究に明け暮れていました。もちろん鉄を

金に変えることなど不可能でしたが、錬金術師の精進が、後の化学の発展に寄与したのは、間違いないでしょう。英語で錬金術はalchemy(アルケミー)、一方の化学chemistry(ケミストリー)が語源との説もありますが、いずれにしろ錬金術と化学は似たもの同士といえるでしょう。

近代になると研究が進み、周期表が作られます。これは元素を原子量順に並べると、八番目に化学的に似た性質の元素が現れることが発見され、それを図表化したもの。ここに、普通ミネラルと呼ぶ元素がたくさん見つけられます。

常量元素と微量元素

体を構成する主要元素——炭素、水素、酸素、窒素——以外に必要な元素はかなりあります。これらのうち体内の含有量が多く、摂取すべき量も多いものを一般的には常量元素(マクロミネラル)、少ないものを

微量元素（マイクロミネラル）と呼びます。

常量元素にはカルシウム、リン、カリウム、硫黄、ナトリウム、塩素、マグネシウムなどがあり、微量元素では鉄、亜鉛、銅、マンガン、ニッケル、コバルト、モリブデン、セレン、ケイ素、ヨウ素、フッ素、クロム、スズ、バナジウム、ヒ素、鉛の16種が生体に必須であるとされています。

微量元素と呼ばれる物質は非金属がほとんどですが、微量元素では重金属が多く、その中でも生体内にとくに多いのは亜鉛と鉄となっています。

常量元素や微量元素は酵素やビタミン、ホルモンなど、生体に重要な役割をする物質の構成成分になっていることが多く、それが必須栄養素とされる理由です。意外なことにヒ素や鉛なども体に不可欠な微量元素なのです。また、カドミウムやアルミニウムなども今後の研究が進むにつれ、生体に必要な微量元素になる可能性があるといわれています。

微量元素や微量元素は、単に「良い」「悪い」に分類できるものではありません。とくに微量元素は必要でも過剰に摂れば害になることが多いのです。

同時にこれらの物質は相互のバランスが大切。カルシウムとリン、カリウムとナトリウム、カルシウムとマグネシウムなど、互いのバランスがとれてはじめて健康な体を維持できるといえるでしょう。

その昔、錬金術師はさまざまな元素を混ぜ合わせ高価な金を作ろうとしました。今、私たちは科学という知識を得て、ミネラルという元素を上手に摂取して、金にもまさる健康を手にとろうとしています。

●常量元素と微量元素の周期表上での分布

周期	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8	1 B	2 B	3 B	4 B	5 B	6 B	7 B	0		
1	1 H 水素															2 He ヘリウム		
2	3 Li リチウム	4 Be ベリリウム									5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン		
3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム									13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン		
4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテチウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57 La ランタン	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスミウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89 Ac アクチニウム															

■ 常量元素 ■ 微量元素 ■ たぶん必須であろう元素

原子番号……Z
原子記号……C
元素名……漢字

●京都大学医学部教授・糸川嘉則先生に聞く……

食生活の変化が ミネラルの バランスを変えた

一般にミネラルとは酸素、窒素、水素、炭素以外で体に不可欠な元素を指すことが多いようです。食品成分表示では「灰分」となっています。ミネラルは海や川の水、土壌にも含まれ、同時にすべての動植物の体にも蓄えられています。したがって体に必要なミネラルは野菜や果物、肉や魚など、毎日食べる食品中にすでに存在することになります。ミネラルは、エネルギーにはなりませんが、健康に不可欠な微量栄養素で、ビタミンと並び、注目を集めています。では、ミネラルは体内でどう働くのでしょうか。足りないと何が起るのでしょうか。最新ミネラル情報を京都大学医学部教授の糸川嘉則先生にうかがいました。

——ミネラルといってもたくさんあるようですね。

糸川 ええ、ミネラルは常量元素と微量元素に分けられます。

比較的量の多いものが常量元素、また少量でも体になくはならないものを微量元素と呼びます。

——鉄やカルシウムはわかりますが亜鉛とかマグネシウム、銅などの金属も体に必要なんですか？

糸川 はい、でも量は随分少ない。常量元素のカルシウムで見ると、必要量は1日成人男子で600ミリグラム。ところが微量元素の鉄は、必要量がたった10ミリグラムです。ミネラルの中でも微量元素には金属類



PROFILE

いとかわ・よしのり
1933年、東京生まれ。京都大学医学部卒業。京都大学医学部教授。1975年日本ビタミン学会奨励賞受賞。興味テーマは、生体微量元素・ビタミンの作用機序の解明。日本衛生学会・日本ビタミン学会・日本栄養・食糧学会などに所属し、多方面に活躍中。

や金属と非金属の中間の性質をもつホウ素、ケイ素、ゲルマニウム、ヒ素のように類金属が多くあり、体が必要とするのはごく微量です。

ミネラルの 体内での働き

——ミネラルは体でどんな働きをしているのでしょうか。

糸川 三大栄養素のようにエネルギーや細胞を構成するものではありませんが、ビタミンと同様、細胞の機能や酵素の働きを助ける役割をします。ミネラルなしでは細胞は機能を発揮せず、酵素は活性化できず役に立たないわけです。そこで、働き方

でいうとミネラルは相互のバランスが大切な栄養素です。例えばカルシウムとマグネシウム、ナトリウムとカリウム、あるいは他の元素とのバランスという具合に……。

——不足や過剰よりも互いのバランスが問題なんですね。

糸川 いや、もちろんあるミネラルが不足すれば欠乏症が起きますし、多すぎれば過剰症が起きます（65ページ）。しかし、それはミネラルに限らず、どんな栄養素にも起こることでしょう。タンパク質や脂肪、炭水化物も摂りすぎれば肥満にもなるし成人病の原因にもなる。逆に食べなければ、体そのものを維持できな

●食品の精製によるミネラル量の減少(%)

	カルシウム	マグネシウム	鉄
もみ	100	100	
小麦	35.1	24.3	
低級小麦粉	35.9	22.7	
上級小麦粉	23.4	9.5	
特級小麦粉	16.4	3.9	
黒砂糖	100	100	100
黄褐色砂糖	4.9	8.2	38.3
精製砂糖	0.7	0.1	6.4
グラニュー糖	1.6	0.03	2.1
玄米	100	100	100
半つき米	80.0		72.7
7分つき米	70.0		63.6
白米	60.0	41.7	45.5
白米水洗い		5.7	
白米飯	20.0	1.8	9.1

い。ただ、ミネラルは適切な摂取量の範囲が狭いのです。

——摂取の範囲、ですか？

糸川 ビタミンと比較してみましょ。例えばビタミンCは栄養所要量が50ミリグラムとされています。でもビタミンDなどで1日に1000

ミリグラムほど飲む人は珍しくないし、過剰症が問題になるかといえは

そうでもない。一方、例えば微量元

素のセレンの場合、摂取量の幅は

90〜150マイクログラムです。それで

この三倍量を摂ると有害な領域に

入ってしまうといわれます。

——微妙な違いが大きく影響するのはですね。

糸川 そうです。今まで、ミネラル

が話題にならなかったのは、他の栄

養素に比べ、あまりに量が少なく研

究しにくかったからです。とくに微

量元素は栄養学的な側面から研究が

始まったばかりです。英語で微量元

素は "trace element" (トレースエレ

メント) といひ「痕跡元素」の意味で

す。測定ができないほど微量なので

こんな名前がついたのですね。

——ミネラルといえば、カルシウム

と鉄くらいしか思い浮かびませんでした。

糸川 どちらも他のミネラルとのバ

ランスが重要なものですね。

カルシウムでしたらマグネシウム

とのバランスが悪いと虚血性心疾患

の発生に関与するといわれています

(44ページ)。また、リンとカルシウ

ムのバランスは骨の健康を考える上

で重要な問題です。高血圧を防ぐに

はカリウムとナトリウムのバランス

が大切です。しかし残念なことに、

現在の日本ではミネラルバランスが

たいへんくずれやすいのです。

——どうしてでしょう。こんなに食

べ物が豊富にあるのに……。

糸川 一つは同じ食品でも、昔と較

べて含まれるビタミンやミネラルが

減っていることです。

——ミネラルがどこかに消えてし

まったのですか。

糸川 消えるというより、ミネラル

が多く含まれる部分を現代人は食

べなくなっている。例えば、昔は半

つき米や、玄米を食べていたのが今

は白米一辺倒でしょ。パンも白いパ

ンだし、砂糖も上白糖やグラニュー

糖で黒砂糖はあまり使わない。

食品自体が高度に精製されると、

ミネラルは減ってしまいます。小麦

なら玄麦の状態を100パーセント

とすると、精製度の高いものほどカ

ルシウムもマグネシウムも減ってい

ますよね(表)。

——確かに昔と較べれば、食べやす

く加工したものが多くですね。

糸川 それにインスタント食品もよ

く食べる。一般的に加工食品の材料

は高度に精製してあり、味が濃くて



油と食塩が多いでしょう。そして保
存性を高めるため、ポリリン酸とい
うリンの一種が使われていたりしま
す。また油にはミネラルはまったく
含まれていませんし、食塩が多いと
ナトリウム過剰になる。さらにリン
が多く、カルシウムとリンのバラン
スがくずれやすいのです。

そうした食品では、本来食べ物が
もっていた自然のミネラルバランス
がすっかりくずれています。食事が
インスタント食品や外食に偏ると、
体のほうもミネラルのバランスが当
然壊れてしまうと思いますよ。

——どんなことが起きるのですか。
糸川 カルシウムが足りなくなれば
骨粗鬆症が起きやすくなるし、鉄が
不足すれば鉄欠乏性貧血になります
ね。マグネシウムとカルシウムのバ
ランスが悪いと虚血性心疾患を起こ
しやすく、ナトリウムが多くカリウ
ムが少ないと高血圧になるなど様々
な症状がでます。その他、亜鉛欠
乏は味覚異常(51ページ)、セレン欠
乏は心臓疾患(49ページ)などもで
てきます。



——バランスよくミネラルを摂る方
法はあるのでしょうか
糸川 いろいろな種類の食品を偏ら
ずに食べることで

穀類や野菜などのミネラルの含有
量は作物のできた土地により違いま
すから、同じ所でできたものばかり
を食べない方がいいでしょうね。ま
た、精製度の低い食品の方がミネラ
ルの含有量は高いので、玄米とはい
かなくても五分づきとか七分づき米
の方がいいかもしれない。しかし、
それが無理でも高度に加工されたイ
ンスタント食品などに頼りすぎない
で、素材から料理したいですね。

それと若い女性は体重を気にして
食べる量が少なくなっています。と
くに亜鉛や鉄などの潜在的欠乏症
(46ページ)がやすい。これらの微
量元素は肉類から摂取することが期
待されているので、好き嫌いせず意
識して食べてほしいものです。

● 京都大学大学院教授・家森幸男先生に聞く

血管の健康とミネラルの気になる関係

ナトリウムとカリウムのバランスが血圧に作用

人間の体には約1500グラムのカルシウムがあり、その99パーセントは骨に、残りは血液と細胞内にイオンの形で存在します。しかし、骨以外のわずかなカルシウムが非常に重要な働きをし、そのイオンバランスがくずれると高血圧症や動脈硬化を招くといわれています。一方、同じミネラルでも摂りすぎが気になるのがナトリウム。高血圧、脳血管障害への影響が心配されます。ミネラルと血圧、血管の健康は深い関係がありそうです。「WHO循環器疾患と栄養・国際共同研究」の提唱者である京都大学大学院教授・家森幸男先生にミネラルと血管の健康についてお話をうかがいました。

——ミネラルの中でもナトリウムは食塩としていちばん身近なものが、高血圧との関係が心配です。家森 では、まず高血圧について説明しましょう。私たちの体は血圧を正常に保つため中枢神経系や腎臓、血管などに、さまざまな血圧調節機能をもっています。ところがそのどこかに狂いが生まれ血圧が高いところにセットされた状態が高血圧です。とくに他に血圧を上げるような疾患がないにもかかわらず血圧が高い状態を本態性高血圧と呼び、全高血圧の

90パーセント以上を占めています。これは遺伝要因と食塩摂取が深くかかわっています。

——塩辛いものが好きな人は高血圧になりやすいのですか。

家森 食塩が大きく影響するのは間違いないありません。なぜかという点、体は体液のイオン濃度やpH、体液量を一定に保つことでその恒常性を維持しているからです。体に食塩が入ると、ナトリウムイオンと塩素イオンに分かれます。ところがナトリウムイオンが多くなりすぎると、体液中のイオン濃度のバランス、つまり細胞内と外のイオン濃度のバランスがくずれ



PROFILE

やもり・ゆきお
1937年京都市生まれ。京都大学医学部卒、同大学院終了。京都大学大学院人間・環境学研究科教授、鳥取医科大学名誉教授。高血圧の成因の研究から、脳卒中モデルラットの開発に成功。脳卒中の予知・予防の研究を進める。「WHO循環器疾患と栄養・国際共同研究」の提唱者。

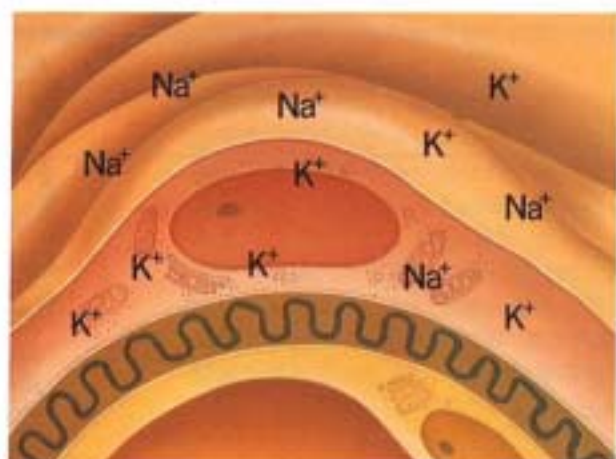
——細胞の内と外ではイオン濃度が違うのですか。

家森 はい。正常な細胞では細胞膜の内と外にわずかな電位差があり、細胞膜の外側がプラス、内側がマイナスになっています。体はこのわずかな電位差を利用して物質を運んだり、脳の情報を細胞に伝えたりしています。なぜ電位差が生まれるか？それは細胞内と外に溶けているイオンの種類の違いによるのです。

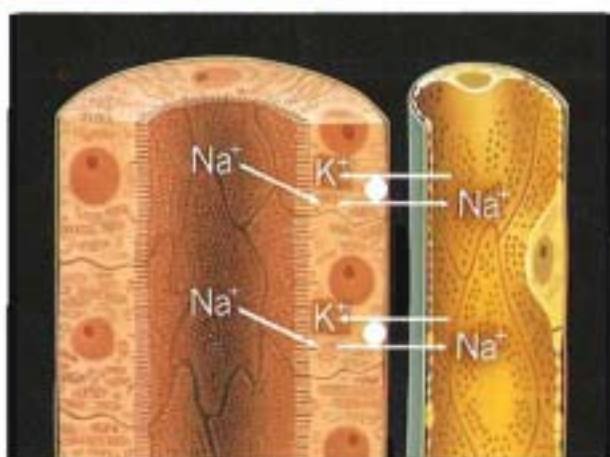
ナトリウムポンプがイオンバランスを調整

——イオンの種類？ですか。

家森 正常な状態では細胞の外には



ナトリウムイオンが多く、内側には逆にカリウムイオンが多い(図)。この状態を常に保つため、細胞膜に「ナトリウムポンプ」というポンプがあります。もし細胞内に余分なナトリウムが入ると、ナトリウムポンプ



はナトリウムを外に汲み出してしまいます。一方、同時にカリウムを汲み入れ、細胞膜の内と外のイオンバランスを常に一定に保つように働くのです。
——ナトリウムポンプは血管の健康

とも関係がありますか。

家森 もちろんです。血管の壁は平滑筋細胞という細胞で構成されています(図)。この細胞も外側にナトリウムが多く、内側にカリウムが多い状態で活性が保たれています。ナトリウムポンプは血管の平滑筋細胞にもあり細胞内外のイオンのバランスをとっています。

——バランスがくずれると?

家森 ナトリウムポンプが普段より懸命に働いて、どんどんナトリウムイオンを外に汲み出します。ところが、働きすぎて疲れるとポンプの力が落ちてくる。すると細胞内に汲み出せなかった余分なナトリウムが増え、高血圧が発症します。高血圧の遺伝素因のある人はナトリウムを細胞内に入れやすく、カリウムを外にもらしやすいという遺伝的欠陥があるとされています。

腎臓の ナトリウム調節機能

——それでも塩分を摂り続けるとどうなるのでしょうか。

家森 高血圧なのに塩分を多く摂り続けると今度は血管とは別のナトリウムを調節する機能が働きます。それが腎臓です。腎臓には糸球体と呼ばれる血液の濾過装置があり、ここを通過した血液はポーマン囊という袋にたまり、尿細管に送られます。

——血液濾過装置ですね。

家森 ええ。腎臓の糸球体は1日約180リットルの血液を濾過しますが、その99パーセントは尿細管で再吸収され、尿になる量はごくわずかです。つまり血液を濾過して必要なものだけもう一度再吸収し、残りは尿として排泄するのです。糸球体では水もナトリウムも濾過され、尿細管でもう一度水やナトリウムを汲み入れるポンプが働いています。

——体に必要なナトリウムは再吸収されるのですか。

家森 ええ。でもナトリウムが過剰だと体内にナトリウムが溜まり過ぎないよう、脳から腎臓の尿細管にあるナトリウムを汲み入れるポンプの働きを抑制する指令がおける。これがナトリウム利尿ホルモンです。そ

れてポンプの働きが抑制され、ナトリウムの再吸収が阻害されます。しかし困ったことに、このホルモンは血管の細胞壁にあるナトリウムポンプの働きも止めてしまうのです。

血管のことでは、カルシウムも大きな影響があるミネラルです。——骨を作るカルシウムですか

——するとどうなるのでしょうか？

家森 二存在のようにカルシウムはその99パーセントが骨に蓄えられています。しかし残りのわずかな量が血液中と細胞内にあり、神経情報の伝達、筋肉の収縮、血液凝固など重要な役割を果たします。

家森 血管の細胞はナトリウムを細胞外に汲み出すのをやめます。だから、細胞内にナトリウムがますます溜まっていく。細胞内のナトリウム濃度が高まると細胞膜は水をよんで膨張し、血管壁が厚くなります。

——たった1パーセントなのに？

——むくんだような状態ですね。

家森 ええ、そのカルシウムイオンの濃度は細胞外と細胞内で10000対1に保たれます。このバランスが大事なんです。細胞外つまり血中のカルシウム濃度が低下すると、けいれん症状が起きますし、もし血中にカルシウムがなくなれば心筋は収縮を止めてしまう。

家森 すると今度は血管の平滑筋細胞がわずかの刺激で収縮しやすくなるんです。つまり血管が膨れて血液の通りが悪くなってきたところに、さらにちょっとした刺激で血管がキュッとしまりやすくなる。管が細くなれば、中を流れる血液の圧力は高くなり、血圧が上がるといっわけです。

——それはたいへんですね。

家森 だから体には常に血液中のカルシウム量を一定に保つ機構があります。それが細胞膜にあるカルシウムチャンネルで、細胞内外のカルシウムの出入りを監視する。細胞の外から中へカルシウムが勝手に入らないように見張る場所ですね。しかし、

それでもカルシウムが細胞内に余計に入ると細胞膜にある「カルシウムポンプ」が細胞内のカルシウムを外に汲み出します。

家森 万一、細胞内外のイオンの濃度差がくずれると、情報を細胞間に伝えるというカルシウムのもつ重要な機能が果たせなくなりますから、

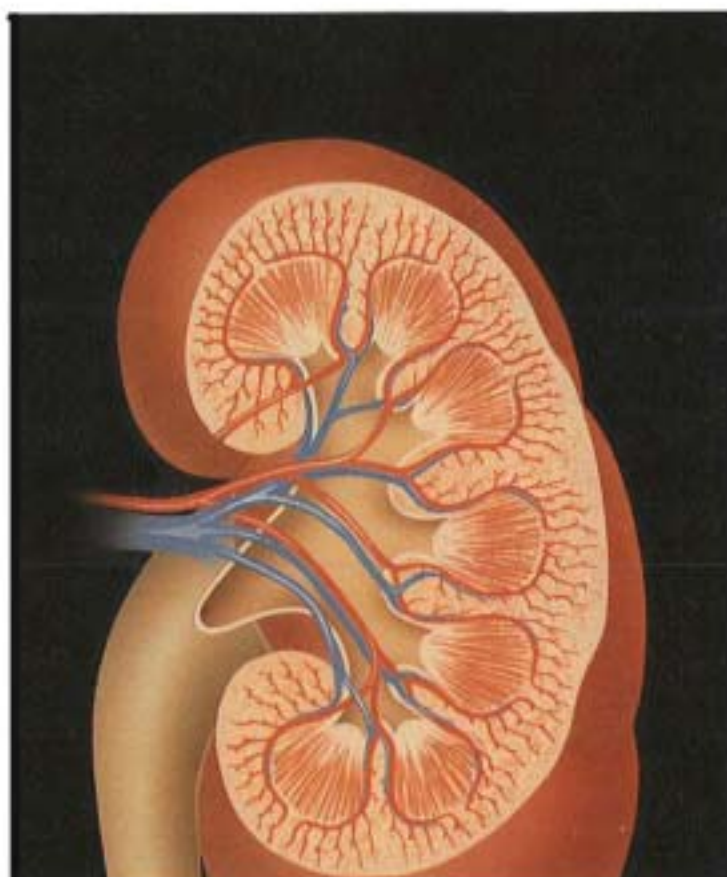
——不足するのに細胞内のカルシウムは増える？

家森 ええ、ですからこれをカルシウム・パラドックスと呼びます。し

しかしカルシウム自体が不足すれば細胞内外のバランスがくずれる。細胞内のカルシウムが増え、細胞外のカルシウムイオンとの濃度差が縮ま

カルシウムが血管に与える影響

家森 ナトリウム以外にもうひとつ



かし実は理由がある。カルシウムが不足して血液中のカルシウムイオン濃度が下がると、副甲状腺のセンサーがカルシウム不足をキャッチ、副甲状腺ホルモンを分泌させます。副甲状腺ホルモンはカルシウムの貯蔵庫である骨を溶かし、血中カルシウムイオンを放出させる働きをしますからです。

——骨から足りないカルシウムを血中に出すよう命令するのですね。

家森 ところが副甲状腺ホルモンが出すぎると骨からでた余分なカルシウムを、今度は細胞内に押し込むような働きをします。なぜなら、血液中のカルシウムイオンは常に一定量でなければならぬからです。

——出すぎたカルシウムは骨に戻らず細胞の中に入る？

家森 ええ、でも今度は細胞内にカルシウムが溜まる。すると血管の平滑筋はカルシウムの働きにより収縮しさらに血圧が上がります。

——カルシウム不足も高血圧に拍車をかけるのですか。

家森 そうです。今度はさらに細胞

内のナトリウムとカルシウムの関係を見てみましょう。

正常な細胞ではナトリウムイオンは細胞内に少なく、細胞外に多くなっています。ところが細胞内にナトリウムイオンが溜まってくると、細胞内外のイオン濃度差が小さくなる。そこで溜まったナトリウムイオンを外に出すために、今度は細胞内のナトリウムイオンと細胞外のカルシウムイオンを交換する方法がとられます。つまりナトリウム過剰が、結果的に細胞内にカルシウムを多くする。そしてナトリウムと入れ代わりに細胞内に入ったカルシウムが、血管の平滑筋細胞を収縮させ血圧を上げてしまいます。

しかも、怖いことに細胞内のカルシウムは血液を凝固しやすくし、血管壁は肥大して弾力を失い、傷つきやすくなる。傷ついた血管壁を修理しようとして血小板が集まりますが、ここで今度はカルシウムが血小板を凝集させ、血管壁をさらに厚く固くして、動脈硬化に近づけてしまいます。

——カルシウム不足も動脈硬化と高

血圧を促進するのですね。

家森 ですから血管の健康を考えて普段の食事で気をつけたいのは、塩分を摂りすぎない。そしてカルシウムも十分補うこと。また、野菜・果物などカリウムの豊富な食品を忘れないようにすること。もう一つは良質なタンパク質を摂ることですね。

——タンパク質ですか？

家森 十分なタンパク質は余分なナトリウムを排泄させ、血圧上昇を防ぐことが臨床実験でわかっています。それに丈夫な血管を作るのは、肉や魚などの良質なタンパク質ですから……。血管の健康にはこうしたものも非常に大切です。



●静岡県立大学学長・星 猛先生に聞く……

カルシウム代謝の謎と骨粗鬆症

ミネラルの中でもっとも話題になっているのはカルシウムです。骨の中がスカスカした軽石のような状態になる「骨粗鬆症」の原因はカルシウム不足といわれ、ますます関心が高まっています。丈夫な骨を作るためカルシウムを上手に摂る方法はあるのでしょうか？ 静岡県立大学学長で食品栄養学部の教授でもあった星猛先生にカルシウムの体内生理活性という視点から、お話をうかがいました。

カルシウムは骨以外でも重要な働きをしている

——カルシウムといえば骨しか思い浮かばないくらい、カルシウムと骨は密接に結びついていますね。

星 体のカルシウムは99パーセント骨にありますから、骨以外のカルシウムは1パーセントで約10グラムしかない。それでも他のミネラルと比べればかなり量があります。

一般的にカルシウムは体内では低い濃度で溶けていますが、骨格の形成、細胞の機能の発現、維持になくてはならない働きをします。

——例えば、どんなことでしょうか？

星 まずあげられるのが心臓をはじめ



PROFILE

ほし・たけし
1926年生まれ。東北大学医学部卒、同大学院特別研究生(旧制)修了。静岡県立大学学長。東京大学名誉教授。日本生理学会、日本腎臓学会、日本眼学会、消化吸収学会などに所属し多岐に活躍中。平成元年ロバート・P・ピッツ賞、平成5年紫綬褒章受賞。

伝達にも必要な物質です。

——情報というところ？

星 私たちが目や耳、あるいは皮膚などで感じた外からの情報は、神経細胞を伝わり脳の中枢神経にまで届きます。中枢神経ではその情報を解析、判断して、今度は別の神経細胞を経由して筋肉に情報を送ります。

例えば血の上においしそうなステータキチンがあります。すると目が「ステータキチンがある」という情報をキャッチし、神経細胞を通して中枢神経に伝えます。中枢神経が情報を判断し、「おいしそうだから食べる」という命令を出します。この命令は別の神経細胞を通り、手の筋肉に伝わって、ナイフとフォークを持ちステータキチン

めとする筋肉の興奮と収縮です。つまり筋肉を動かすのにカルシウムは

不可欠なんです。その仕組みを説明しますと、まず神経からの刺激が、電流の形で脳の神経細胞から脊髄と運動神経を通り、筋肉に伝わります。心筋の細胞はこの刺激を受けカルシウムを細胞の中にとりこみます。一方、骨格筋の細胞は刺激を受けると、細胞内にあるカルシウムが入っている小さな袋からカルシウムを出し、細胞内に溶けているカルシウムの濃度を高めます。すると収縮タンパク質が収縮して筋肉が収縮するのです。

——筋肉の収縮にはカルシウムが必要なんです。

星 ええ。またカルシウムは情報の

食へるといふ動作を行います。

—それで、どこにカルシウムがでてくるのでしょうか。

星 情報伝達は、神経細胞が「神経伝達物質」という物質を放出しながら行います。この神経伝達物質の放出にカルシウムがかかっているのです。同じようにカルシウムはホルモンの放出にも必要です。

—カルシウムがないと情報がうまく伝わらないのですか。

星 ええ。あと、カルシウムは細胞間の接着にも必要な物質です。

—細胞と細胞をカルシウムがくっつけているのですか？

星 ですからカルシウムが不足すると血管の透過性も高まり、血液からいろいろなものが漏れやすくなる。また、腸管では細胞と細胞の間が離れるとそこから体に悪いものが入ってきてたりします。

—骨以外でも大事なんですね。

星 とくに細胞内のカルシウムの役割が非常に重要です。自由に溶けている細胞内のカルシウム濃度は、細胞外の濃度と比較すると、1対10

000と非常に少ない。ところが、

このごく少量のカルシウムイオンが微妙に動くことで、体に重要な変化が現れます。

細胞内で微量であるはずのカルシウムの量が増えてくると、高血圧になり(37ページ)、糖尿病の大部分を占めている、インスリンをつくる機能はあるがそれが充分働かない非インスリン依存性糖尿病、そして肥満、心臓病などになりやすくなるのです。

カルシウムの吸収効率は日本人の方がいい？

—カルシウムといえば、最近では骨粗鬆症が問題ですね。

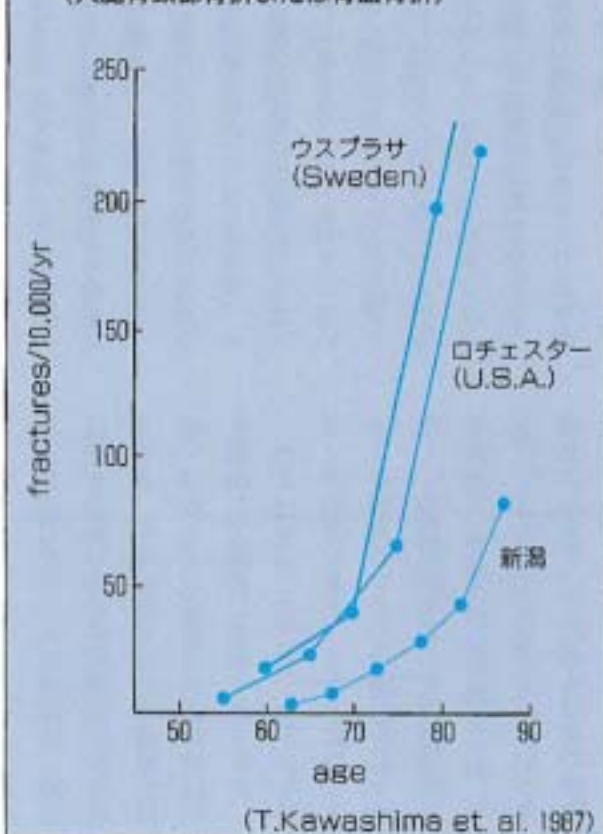
星 また骨の話ですか(笑い)。しかし、日本は欧米に比べ骨粗鬆症は少ないらしい。正確に比較したデータはありませんが、ただ骨折は人口比にするると確実に欧米の方が高い。

—ほんとうですか？

星 一九八七年の新潟大学の報告を見て、加齢と骨折の頻度は日本が低くなっています。

—不思議ですね。欧米の方がミ

●加齢と骨折の頻度
(大腿骨頸部骨折または骨盤骨折)



ルクとか飲んでるのに。

星 そうですね。日本は1日約600ミリグラム、アメリカでは1000ミリグラムの摂取がすすめられていますが、当然、欧米の方がカルシウムを多く摂っている。でも骨粗鬆症は日本人のほうが少ないのです。

—体が違うのでしょうか。日本人と欧米人では……。

星 そんなんですよ。実は日本人と

欧米人ではカルシウムの代謝が明らかに違う。欧米人はたくさんカルシウムを摂っているにもかかわらず、代謝が悪いんですね。

一九八八年に世界32か国50か所以上で行われたインタースタディでは、丸まる1日分の尿を採取してカルシウムの排泄量を調べたのですが、日本とアメリカとの比較で見るとアメリカの方がカルシウムの

排泄が少ない(グラフ)。つまりカルシウム吸収がよくない。

——たくさん食べていても効率が悪いのですか。

星 カルシウムの吸収効率がどうも違うらしいということです。アメリカ人は吸収効率が悪い。では何がカルシウムの吸収効率を変えているかというと、ビタミンD。という活性ビタミンです。ビタミンDのもとになるものが体に入ってきて、紫外線などを浴びると腎臓で活性ビタミンに変わる。それが腸でのカルシウムの吸収に作用するのです。

日本人のように伝統的にカルシウムが低めの食事を摂っていると、生体の中でカルシウムの効率を高めようとして、ビタミンDのような吸収効率を高めるものが余計でてくるのですね。たくさんカルシウムを摂れば、全部吸収されて骨が丈夫になるというわけではないのです。

カルシウムは 腸で溶かされ吸収される

星 そこで何からカルシウムを摂る

かかまた問題になる。日本人は昔から小魚や豆類からカルシウムを摂ってきた。でも、今、カルシウム

摂取量が530ミリグラムくらいで所定量の600ミリグラムに少し足りないくらい。だからもつと牛乳を飲むようにすめられています。

——牛乳のカルシウムはとくに吸収されやすいと聞いていますが。

星 ところがそうでもないようなんです。カルシウムの吸収率は食品によりさほど差がないことがわかってきました。カルシウムというのは胃で溶かされるのではなく腸で溶か

されます。溶かすというのはイオンの粘膜表面にある酸性層で溶かす。例えば、ここに卵の殻があるとします。いくらカルシウムといたって、卵の殻が体の中で溶けて吸収されるわけではないと思うでしょ。でも小腸の酸性層、くわしくいうと小腸上皮細胞のミクロ環境pH層では、卵の殻のような炭酸カルシウムもイオン化して体内に吸収されるのです。

——卵の殻、ですか？

星 以前は豆類や魚の骨は、カルシウムとして吸収されにくいといわれていました。豆類のカルシウムは

フィチン酸カルシウムといって水などにはまったく溶けないですから、骨のカルシウムもリン酸カルシウムで吸収されにくいと思われていた。でもわれわれの体はよくできていて、小腸の上皮細胞は強い酸性で、こうして溶けにくいと思われていたものでイオン化し、吸収することがわ

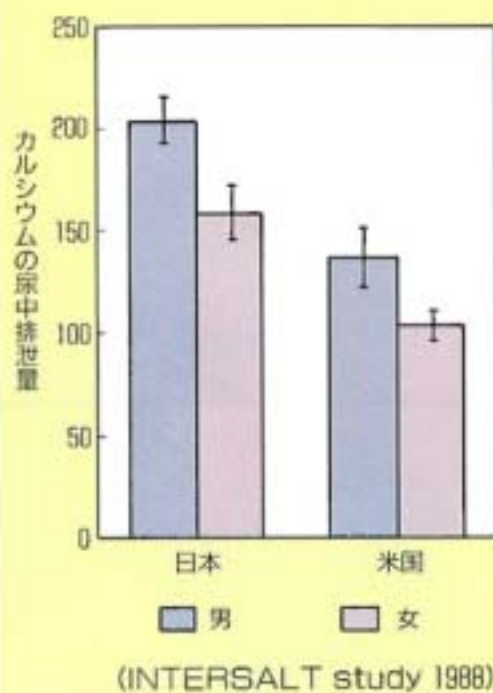
かったんです。

——カルシウムを含む食品ならば、カルシウムを摂れるということですね。

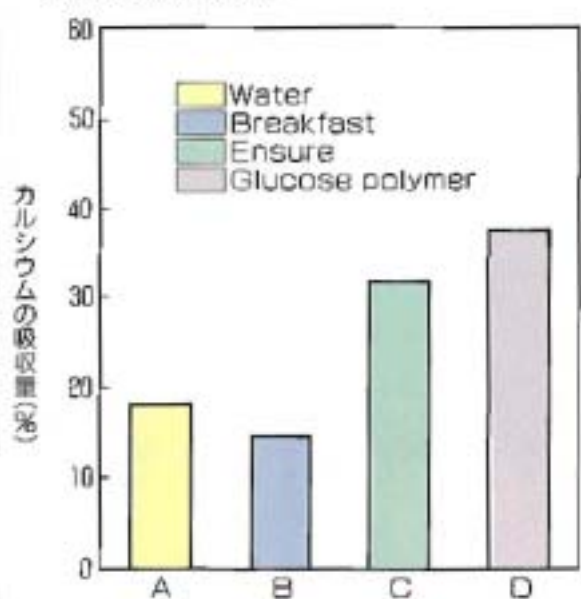
星 そう、確かに牛乳はカルシウムをたくさん含むカルシウム源としては魅力的な食品だけど、カルシウムは牛乳だけでは限らないんですよ。

しかも、小腸にカルシウムが入ったときに、そこに脂肪酸があるとイオン化しにくいこともわかりました。

●日本人(大阪、栃木、富山地区の男女各100名ずつ)と米国人(シカゴ、グッドマン、ハワイ、ジャクソン地区の男女各100名ずつ)の24時間尿中Ca排泄の比較



●⁴⁵CaCl₂(解離型Ca)の吸収に及ぼすテスト食(同時摂取)の影響



Aは水、Bはパンとバター20gおよびジュース、Cはタンパク質を主体としたテスト食、Dは糖質(でん粉の半消化物)を主体としたテスト食 (Kelly et al. 1984)

イオン化しないとカルシウムは吸収されません。ケリーという人の実験ではパンとバターをポランテアの人に食べてもらって、同時に非常にイオン化しやすい、アイントープをつけた塩化カルシウムを与えたんです。すると塩化カルシウムさえも、まったくイオン化せず便にでてしまう。

星 二飯とかイモとかの炭水化物ですね。糖分があると腸管の酸性が強くなり、カルシウムがイオン化して吸収されやすい。逆に脂肪酸やアミノ酸のつながつたペプチドがあると酸性が弱くなり、吸収されにくいということですね。

星 そうです。一つの食品だけでカルシウムを摂るより、いろいろな食品から摂ることを考えた方が、栄養的にもバランスがとれますからね。

重力刺激が 骨粗鬆症を防ぐポイント

星 骨はただカルシウムさえ与えれば丈夫になるものではないのですよ。いちばん大切なのは重力刺激です。

——重力刺激ですか？

星 これは宇宙開発事業団の仕事で調査したのですが、骨というのは刺激を与えないと急速にカルシウム吸収をやめてしまうんですね。骨には骨形成細胞というのがあって、絶えずこれが入れ代わっています。この骨形成の過程で重力刺激を与えないと、腎臓の方にどんどんカルシウムが抜けて原になってでてしまふ。ですから宇宙飛行士などは無重力の状態ですから、たちどころにカルシウムが抜けて骨がもろくなります。

——重力が骨には必要なのですね。

星 そう。だから昔の人は立派な骨をしているでしょ。重いものかついだり、赤ちゃんを背負ったりして、あれは重力刺激ですね。逆に長期入院してベッドに寝ている人はカルシウムがどんどん抜けてしまい、骨が折れやすくなる。だからなるべく座らないで立つことです。それだけで重力がかかりますから効果がありますよ。

あと、ダンベル体操なども重力刺激を与えるから骨のためにいい。反対に、いくらカルシウムを食べても、ソファでごろ寝ばかりでは骨粗鬆症予防にはなりませんよ。



●糸川嘉則先生に聞く、マグネシウムの重要な役割

マグネシウムと カルシウムの バランスが大切

マグネシウムは
なぜ大切か

日本人のカルシウム摂取量はその栄養所要量にまだ満たないため、牛乳や乳製品を摂るよう盛んにすすめられています。また市場にはカルシウムを強化した食品が多く出回っています。カルシウムは大切ですが、最近はカルシウムばかりが強調され、他のミネラルが忘れられがちになっているのは残念です。体内ではミネラル相互間のバランスが大切で、ひとつのミネラルだけが飛び抜けて重要ということは決してありません。とくにカルシウムとのバランスを考えた場合、私たちはもっとマグネシウムにも注目すべきでしょう。そこで、このマグネシウムにスポットをあて、京都大学医学部教授の糸川嘉則先生にお話をうかがいました。

——マグネシウムはカルシウムに比べ、あまり話題になりませんか。

糸川 ええ、日本ではまだマグネシウムの栄養所要量が決められていません。ですが他の国では摂取すべき量の目安があるんですよ。アメリカやイタリアでは成人男子3500ミリグラム、女子3000ミリグラム、カナダでは成人男子3000ミリグラム、女子2500ミリグラムというように、ですから日本でも、成人で約3000ミリグラムくらい摂取すればよいのでは、と考えています。

——日本人は実際のどのくらいマグネシウムを摂取していますか。

糸川 目標の3000ミリグラムより少ないでしょう。私たちの調査では漁村と都市部を比較していますが、都市部でマグネシウムの摂取量が低い(次ページグラフ)。大学生の比較では、女子は男子より少なくなっています。

——どうしてでしょうかね？

糸川 漁村では、穀類や魚介類から多くマグネシウムを摂っています。一方、都市部では乳類や菓子からの摂取が多い。加工・精製された食品を多く食べていますからね。ですから、従来の日本型の食生活の方が、西欧

型の食生活よりマグネシウムを摂取しやすいといえると思います。

——学生についてはどうですか。

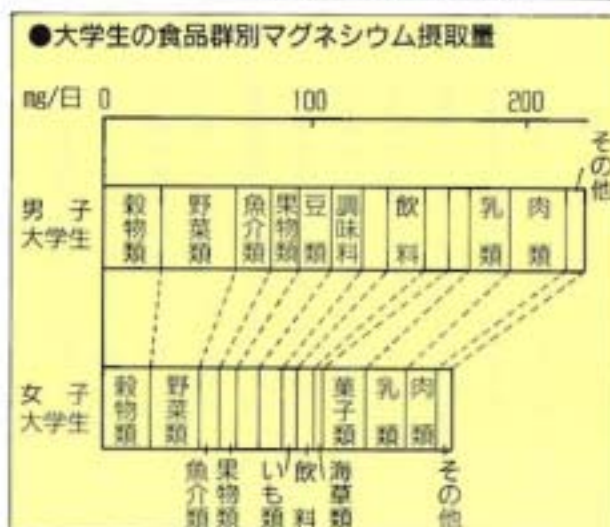
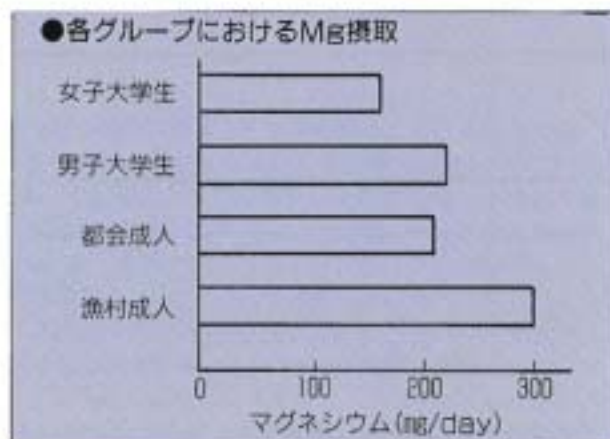
糸川 学生男子の総マグネシウム摂取量は、都市部の成人とほぼ同じですが、肉類からの摂取が多い。彼らにとつて、食肉類は重要なマグネシウムの供給源なんです。

しかし問題は女子学生です。他のミネラルやビタミンにもいえることですが、彼女たちはダイエットを意識して食べる量が少なすぎる。ですから、ただでさえ不足しがちなミネラルはますます欠乏しがちです。女子学生はどの食品群からもマグネシウムの摂取量が低く、男子より多く摂取しているのは菓子類からだけという結果です。

——マグネシウムが不足するとどんな症状がでるのでしょうか。

糸川 神経の興奮性が上昇し、ふるえ、筋肉のけいれんなどの過敏状態になります。また、精神的にも気分が滅入ったり(抑うつ症)、不安感などを訴えます。一方、心臓の異常として不整脈を起こします。しかし、





このような症状は、欠乏症がかなり進まないと現れません。マグネシウムの欠乏症は摂取量が極端に少なかったり、慢性的な下痢などで腸管からマグネシウムが吸収されない場合、またはホルモンの異常により尿から過剰にマグネシウムが排泄される場合に起こります。例えば、利尿剤などを長期に服用している場合などですね。

—症状がでたときはマグネシウムがかなり欠乏しているのですね。

糸川 そうです。マグネシウムは体重70キログラムの人で21〜28グラム体内に存在し、その半分は骨の中に蓄えられています。血液中のマグネシウムが足りなくなると、骨からマグネシウムが血中に移動し、血中濃度は常にはほぼ一定に保たれます。だから、血液検査ではマグネシウムの不足は発見しにくいのです。

血中のマグネシウム濃度は、普通1デシリットルあたり4ミリグラム。これ以下なら、先程述べたマグネシ

ウム欠乏症が現れているでしょう。例えば、慢性的アルコール中毒患者は、食事をあまり食べないためマグネシウム摂取量が少ない。さらに血中アルコール濃度が上昇すると、尿中のマグネシウム排泄量が増えるため、低マグネシウム血症を伴うことが多いといわれます。

**マグネシウムは
心臓病と関係がある**

—マグネシウムは体内でどんな働きをするのでしょうか。

糸川 専門的にいうと生体内の物質代謝——体の中で起きる様々な化学反応のことですが、これを促進させる触媒のような役割をします。普通マグネシウムは細胞の外よりも内にとたくさんあり、その点はカルシウムと対照的です。マグネシウムは細胞内でエネルギーを作る小器官、ミトコンドリアにとくに多く集まっています。エネルギー生産の重要な役割を果たします。また遺伝情報をつかさどる核酸やタンパク質の維持、体温調節、神経の興奮や筋肉の収縮、

ホルモン分泌にもマグネシウムは関係しています。

—ずいぶん働きものなんですね。

糸川 ええ、中でもマグネシウムとくに関係が深いのが心臓です。

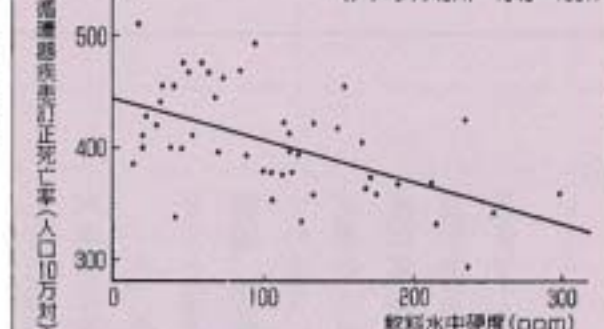
—心臓ですって？

糸川 ええ、循環器疾患、とくに虚血性心疾患は、摂取するマグネシウムとカルシウムの比率が病気の発生や進行に影響するといわれます。

—どうして、心臓とマグネシウムの関係がわかったのですか。

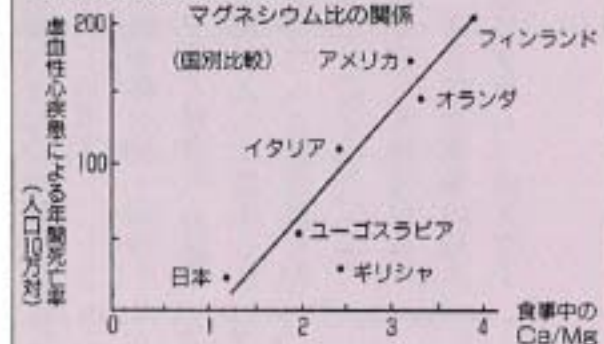
糸川 一九五九年に岡山大学の小林純名教授が「脳卒中による死亡率は水の硬度と高い正の相関関係があり、アルカリ度とは高い負の相関関係がある」という説を提唱しました。同様の調査をアメリカのシュレーダーが行い、水の硬度の高い州では狭心症、心筋梗塞などの虚血性心疾患の死亡率が低く、逆に硬度の低い州では死亡率が高いことを明らかにしました。イギリスでも同様の結果が報告されています。つまりカルシウムやマグネシウムの多い硬水は心臓病を予防するらしいこと

●水の硬度と循環器疾患死亡率の関係
(アメリカ48州 1949~1951)



(資料) H.A.Schroeder: J.Am.Med.Ass. 172, 1902 (1960)

●虚血性心疾患死と食事中カルシウム・マグネシウム比の関係



(資料) H.Karppanen: Advances in Cardiology

が発見されたのです。
——硬水が心臓病にいい?

糸川 はい。水の硬度はカルシウムとマグネシウムの合計量で表わされます。そこでカルシウムとマグネシウムの比率を、どの位にすれば心臓病にいいのたろうかという調査結果を一九八七年にフィンランドのカルバーネンが発表しています(図)。

これによると食事中のカルシウム/マグネシウムの比が高いフィンランド、アメリカ、オランダなどで虚血性心疾患による死亡率が高く、この比率が低いイタリア、旧ユーゴスラビア、ギリシャそして日本では死亡

率が低くなっています。これは、あくまでも疫学的データで、他にもコレステロールや食塩の摂取などの因子が関係します。

——でも、マグネシウムとカルシウムのバランスが重要なのですね。

糸川 ええ。心臓病で亡くなった人の心筋は、事故で亡くなった人のそれに比べマグネシウムが減り、カルシウムが増えていたとの報告もあります。

ここで理解してほしいのは、細胞内のミネラルバランスというものが重要であるということです。心臓病との関連で話を進めると、分子にカ

ルシウムとナトリウムをとり、分母にマグネシウムとカリウムをとると、この値が大きくなると虚血性心疾患になりやすいのです。

——細胞内のカルシウムは少なく、マグネシウムは多い方が脳卒中や心筋梗塞の予防にいいのですね。

糸川 はい。それにマグネシウムはカルシウム、カリウム、ナトリウムと違いホルモンの影響を受けない。加えて体内のマグネシウムの量は、

これら三つの元素に較べたいへん少ない。これらの点からもマグネシウムが不足するとバランスのくずれ方がひどくなるのが推測できます。

また、脳卒中を起こしやすい遺伝的な素因をもった脳卒中ラットにマグネシウム添加食を与えると、脳卒中の予防効果が見られると報告されています。実際、狭心症の発作にマグネシウムを投与することもあるの

で、マグネシウムと心臓は非常に深い関係があるのは事実でしょう。

——なぜでしょうね?

糸川 はっきりわかかっていません。ただし脳動脈や冠動脈の血管細胞内

に過剰なカルシウムが取り込まれると、血管の収縮が起こり、それが脳卒中や心筋梗塞の原因になるのではないかと考えられます。

——血管の細胞内にカルシウムが増えて起こるのですか?

糸川 ええ。ところが、そこでマグネシウムは、余計なカルシウムが細胞内に流入するのを防いでいると考えられます。

近頃はカルシウムばかりが足りないようにいわれますが、ミネラルバランスからいえば、マグネシウムも不足しないように注意することが必要です。マグネシウムは、その他にも臓器中のビタミンB₆を保持する働きがあるので、体のエネルギー代謝にも重要です。

——どんな食品に多いのですか?

糸川 精製度の低い穀類、玄米や全粒粉、海藻類、ナッツ、豆類など、肉類や魚介類にも至り含まれています。加工品ではなく精製度の低いものを選び、そして素材を使って自分で料理すれば、かなりマグネシウム不足は防げると思いますよ。

微量ミネラルが 欠乏して しまうとは……

〔鉄〕

成人の体内には4〜5グラムの鉄があります。そのうち60〜70パーセントは血液中のヘモグロビン（色素）中に、ヘム鉄の形で存在。ですから赤血球中の鉄濃度は他の組織に比べて非常に高くなっています。

一方、体内の鉄全体の20〜30パーセントはタンパク質と結合し、肝臓、脾臓、骨髄に貯蔵鉄として蓄えられています。貯蔵鉄は、ヘム鉄が減ると血液に出てきてこれを補います。鉄は体の中で繰り返し利用される性質があるため、1日の所要量は成人男子で1日10ミリグラム、成人女子

現在、ミネラルのうち常量元素は7種類、微量元素は16種類が必須であることがすでに明らかになっています。ここでは1日の必要量が100ミリグラム以下という微量元素のうち、鉄、亜鉛、銅の不足が体にどんな影響を及ぼすのかを見てみましょう。

では月経血で失われる分を見込んで12ミリグラム、妊娠後期の妊婦、及び授乳婦は20ミリグラム程度となっています。

鉄の主な役割は、赤血球のヘモグロビンの構成物質として体中に酸素を運ぶこと。一部の鉄は筋肉中にミオグロビンというヘモグロビンと似た形で存在し、筋肉中の酸素の運搬を行ったり、チトクロームという鉄結合色素となり、体内の酸化・還元反応にも関与しています。

鉄が不足し鉄欠乏性貧血になると、赤血球中のヘモグロビン量が低下、赤血球自体も小さくなるため、酸素

を十分に運搬できません。皮膚は青白く、疲れやすくなり、動悸、息切れ、無力感、食欲不振になるのは貧血による酸素不足のため。その他、鉄欠乏症として、口角炎や舌炎など粘膜の異常があります。まれにはチョークや土や灰などを食べる異食症も見られます。

鉄の多い食品は表の通り。鉄欠乏症は、非常に長期間に渡って鉄不足の食事が続いた場合、あるいはケガや潰瘍、痔などの出血、下痢が続いた場合などに発症します。しかし、最近女子大学生の4人に1人は献血不適格といわれるほど、血液の状態がよくなる、原因の一つは鉄欠乏性貧血ともいわれています。なんとなくだるい、疲れやすい、息切れがするなどの症状が現れたら要注意でしょう。

〔亜鉛〕

亜鉛は細胞の生成や、成長に欠かせないミネラル。また生体内の代謝に必要な酵素のうち約200種の活性中心として亜鉛が働いています。

●食品中の鉄含有量(mg/100g)

乾燥水前寺のり	300.0	ココア	14.0	牛肉	2.0
ひじき	55.0	ごま	9.6	豚肉	1.3
番茶	38.0	大豆	9.4	玄米	1.1
番茶浸出液	0.1	はまぐり	5.1	精白米	0.5
あおのり	32.0	黒砂糖	4.7	白米ごはん	0.1
こしょう	20.0	上白砂糖	0.1	たい(鱈)	0.5
たにし	19.4	塩こんぶ	4.2	はくさい	0.4
にぼし	18.0	ほうれんそう	3.7	牛乳	0.1

●食品中の亜鉛量(mg/100g)

せん茶(葉)	134	肝臓(牛)	4.3	豚肉	1.3
※浸出液	6.4	大豆	4.3	コーヒー(豆)	1.1
かき(牡蠣)	79	玄米	3.0	※浸出液	0.08
ココア	22	白米	1.6	ラーメン	1.0
ごま	14	鶏卵	2.9	鶏肉	0.6
チーズ	6.4	いわし	2.1	牛乳	0.4
牛肉	5.0	ほうれんそう	2.0	だいごん	0.3
はまぐり	4.4	まぐろ	1.5	じゃがいも	0.2

〔資料〕寺岡ら：栄養と食糧34,221(1981)；武ら：同30,381(1977)

●食品中の銅量(mg/100g)

紅茶(葉)	9.6	こんぶ	0.35	牛肉	0.097
※浸出液	0.004	玄米	0.33	鶏卵	0.087
かき(牡蠣)	4.8	白米	0.21	ひらめ	0.067
抹茶	2.3	いわし	0.16	豚肉	0.061
肝臓(牛)	1.3	はまぐり	0.14	はくさい	0.028
ごま	1.1	じゃがいも	0.14	だいごん	0.023
大豆	0.66	ほうれんそう	0.13	牛乳	0.021
小麦	0.52	食パン	0.10		

〔資料〕寺岡ら：栄養と食糧34,221(1981)；武ら：同30,381(1977)

そこで新陳代謝の激しい組織や細胞ほど、亜鉛不足の影響がでやすいといえるでしょう。

体内では亜鉛は精液中に高濃度に含まれ、性機能と亜鉛には密接な関係があるといわれます。また各種のホルモンとも関係が深く、亜鉛は血液中の糖を低下させるインシュリンを安定化させる作用があり、卵胞刺

激ホルモンと黄体形成ホルモンも亜鉛により強く働くことがわかっています。

亜鉛欠乏症の代表的なものは性機能の発育不全です。動物実験では亜鉛が欠乏すると雌雄ともに性器の発育が悪く、繁殖力が失われると報告されています。実際、人間でもイラントとエジプトで、男女の第二次性徴

の遅れが亜鉛不足によるものと判明。亜鉛は腸管から吸収されますが、彼らの主食である無発酵パンに、亜鉛の吸収を妨げるフィチン酸が大量に含まれていたためといわれます。

フィチン酸は、穀類や豆類に含まれるリン酸塩の一種で、亜鉛と結合すると腸管から亜鉛が吸収されるのを妨げます。菜食や、リン酸塩が多い加工食品に頼る食生活は亜鉛不足を招くといえます。一方、肉、魚、卵など動物性食品中の亜鉛は吸収がよいと考えられています。

近年は、長期入院患者の高カロリー輸液による亜鉛欠乏症が報告されています。使用された輸液中には微量ミネラルが含まれていなかったため、長期にわたり輸液による栄養素補給を続けていると皮膚炎が現れます。このような患者に亜鉛などの微量ミネラルを投与すると、症状が消えてしまいます。

亜鉛の欠乏症の一つである味覚異常(51ページ)が増えていることから、亜鉛が不足しないよう配慮す

べきです。さらに亜鉛不足の妊婦からは奇形児の発生率が高くなるとの報告もあります。また、母乳中に大量の亜鉛が含まれているのは、新生児の発育に亜鉛が不可欠なため。最近の若い女性は体重を気にして食べる量が少なく、亜鉛をはじめ微量ミネラルは不足しがち。妊娠・出産という女性の役割を考えたとき、憂慮すべき事態ではないでしょうか。

【銅】

紀元前四〇〇〇年頃、人間はすでに銅を利用し、武器や装身具を作っていました。しかし人体に銅が必要な元素だと発見したのは一九二八年アメリカのハートです。彼はネズミにミルクだけを与えると貧血になることから、エサに鉄を添加。ところがそれでも貧血が解消しないため、今度は牛の肝臓とレタスを焼き灰状にしたものを与えます。これでネズミの貧血が治り、ハートはこの灰を分析。そこに銅が含まれていることを発見しました。次に貧血のネズミ

にミルクに鉄と銅を加えて与えると数日で貧血が解消されました。

一九三一年、アメリカのジョセフは乳児の貧血に鉄だけでなく銅も一緒に与えると有効であることを発見。人間にも銅欠乏症があることを明らかにしました。

成人の体内には約80ミリグラムの銅が存在します。しかし、体重あたりの量で比較すると、成人が組織1グラムあたり1・7マイクログラムなのに対し、新生児では4・7マイクログラム。それだけ乳児は銅の必要性が高く、銅の欠乏症は成人より乳児に多発します。

銅が不足した乳児では、血清中の鉄も銅も不足し貧血になります。銅は血清中でセルロプラスミンとして存在。セルロプラスミンは鉄の輸送を行うタンパク質に鉄を渡す役目をしていきます。すなわち銅の欠乏が、肝臓などにある貯蔵鉄の血中への輸送を阻害。貧血を招くわけです。

母乳は1リットルにつき0・22、0・34マイクログラムの銅を含みま

すが、人工乳中には0・02、0・08マイクログラムです。人工栄養児はこの点、注意が必要です。もちろん、母乳中の銅含有量そのものが低くても欠乏症がでます。

栄養失調者にカリリーの高い食事を与えた場合、治療食に銅が不足しているとき、貧血や下痢、さらに骨の変形が見られます。銅は骨の基質となるコラーゲンの生成に必要な酵素の構成成分でもあるからです。このような時、銅を投与すると症状は回復します。

一方、血球中の銅は抗酸化酵素のスーパーオキシドジスムターゼ(OSD)に結合していることから、活性酸素(12ページ)の分解に関係があるのではないかと考えられています。銅を多く含む食品は表の通り。牡蠣や牛のレバー、ゴマなどに比較的多く含まれています。



TOPICS 13

土地により違う
ミネラルの
含有量

現代の食生活では、昔は食品中に

含まれ、不足することがなかった微量元素が、食品精製の過程で失われ、結果的に足りなくなる現象が起きています。また、医学が発達し、輸液や人工透析が導入されたことにより、これらの医療にもなって微量元素の欠乏や過剰摂取となることが、現実には大きな問題となっています。

微量元素は体に適量の幅が狭いことから、欠乏あるいは過剰になりやすい栄養素です。同時に、土壌に含まれるミネラルが作物に移行して、摂取量に大きく影響することも問題を難しくしているといえ

るでしょう。

ヨウ素不足が心配な国と
過剰が気になる国

微量元素の一つ、ヨウ素を例にとりましょう。海に囲まれた国に住む私たち日本人は、ヨウ素（ヨード）といえは昆布など海藻をすぐ思い浮かべることができず、ところがアメリ

リカ大陸やヨーロッパではどうでしょう。とくにアメリカ内陸部では食物に海産物はほとんどなく、肉や野菜、果物など、土の上で成長した植物や動物だけを食することに なります。こうした地域は海から遠く離れて

いるため、土地自体にヨウ素はほとんど含まれていません。したがってそこに住む人々は、ヨウ素の欠乏症による甲状腺腫が起きやすくなります。そこで、アメリカでは普通の食事で不足するヨウ素を補うために、食塩にヨウ素を添加したものが多く利用されています。

一方、日本はどうでしょう。北海道など昆布を大量に食べるころでは、逆にヨウ素の過剰摂取による甲状腺腫が報告されています。ヨウ素はこのような不足しても、多すぎても甲状腺腫が起きます。

日本の場合はヨウ素摂取量が欧米に比べ多く、尿中の排泄量もはるかに高いので欠乏症を心配する必要はありません。

抗酸化作用をもつ
セレンと欠乏症

ヨウ素と並んで、地域により欠乏症が見られる代表的な微量元素にセレンがあります。

セレンは一八一七年、スウェーデ

ンの化学者ベルツェリウスによって発見され、燃えると月のような光を放つことからギリシャ語で月を意味するセレンと名付けられました。

セレンは、はじめ北アメリカ西部の土壌や植物中に多く存在し、それを大量に食べた家畜が中毒症状を起こしたこと、毒物として注目されました。ところが、一九五七年にセレンはビタミンEの働きを助けることがわかり、体に必須な微量栄養素と認められるようになりました。

セレンは体内で過酸化脂質を分解する抗酸化酵素の一つ、グルタチオンペルオキシターゼの一部となり、この酵素が働く上で中心的な役割をする重要な微量元素です。

セレンが欠乏すると、動物実験では、ビタミンEの欠乏症と同様、成長の遅れや不妊などが見られます。また、開発途上国では栄養失調の人の血液中のセレン濃度が低く、セレンを与えることによって症状がよくなったとの報告があります。

非常に広範囲に起きたセレン欠乏

症では、克山病が知られています。一九三五年満洲黒龍江省克山県（現在の中国東北部）に「克山の奇病」という原因不明の病気が現れ、多くの人が亡くなりました。当時の調査の結果、その奇病は心臓病であるとされました。その後、さらに大々的な調査をしたところ、奇病の原因は、微量元素セレンの欠乏症による心臓病であることが判明しました。

克山病の流行した地域では土壌、水、食品などのセレン濃度が低く、住民の毛髪中のセレンも、他地域と比べ3分の1以下でした。同時にその地域の児童にセレンを与えると、それまで克山病の発生率が1000人中14人だったのに対し、2人となったという調査結果がでています。なお、克山病は中国に限らず、旧ユーゴスラビアやフィンランドでも起き、セレンの欠乏症として問題になっています。

いいかえれば、自分の住んでいる地域でできた食品ばかりを食べ、しかも海産物も食べる習慣がないと、

微量元素の欠乏症が起きる可能性が高くなると考えられます。つまり、その地方の土壌に含まれるミネラルのみに、微量元素の供給を依存してしまうからです。さきの克山病のような風土病は、実はミネラルの欠乏症の現れといえるでしょう。

最近の日本の食糧事情は自給自足型ではなく、世界各国から輸入した食品が多く食卓にのぼっています。このような状況では、特定の微量元素の欠乏は起きにくいと考えてよいでしょう。

しかも、幸いなことに日本は四方を海で囲まれ、海産物を欠かさずに食卓にとり入れることができます。その意味で私たち日本人は、微量元素の摂取に関しては、恵まれた環境に暮らしているといえるでしょう。



●富田 寛先生に聞く亜鉛と味覚の話

亜鉛が 欠乏すると 味覚異常になる？

風邪で熱が出たり、口内炎で口の中が荒れている時など、食べ物の味を感じないことがあります。こんな時の食事は本当に味気なく人生の楽しみが奪われたような気がします。しかし最近では飽食の時代にもかかわらず、食べ物の味がわからない人が増えていくとか、しかも原因はミネラルの一つ、亜鉛の不足であるといわれています。亜鉛と味覚はいったいどんな関係があるのでしょうか。一九七六年から味覚異常を訴える人々のために「味覚外来」を設置、診察治療にあたってきた、前日本大学医学部耳鼻咽喉科教授、微量栄養素研究所長の富田寛先生にお話をうかがいました。

——味覚外来というのは珍しいですね。患者さんは多いのですか。

富田 ええ、味覚外来を設けてから二〇年になります。五年ごとに倍増し、一九九一年の集計によると全国で約一四万人の患者が発生しています。これは心筋梗塞の発症率の約三倍なんです。

——どんな人に味覚異常は起こるのでしょうか？

富田 高齢者に多いんですね。発生する年齢は五十歳代に多く、年齢構成人口比で見ると高齢になるにつれ増加しています。また、最近では若い女性にも増えていきます。

——味がわからないというのは、つ

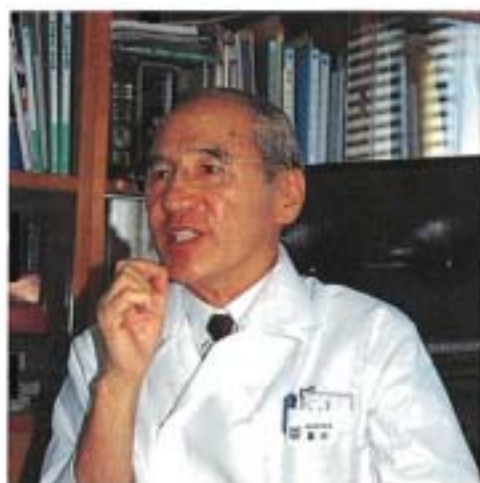
まらないのでしょうか。

富田 そうですね。とくに高齢者など、食事が唯一の楽しみという人も多いので深刻です。食が細くなりがちなどところもつづいて、味がわからないとなると、ますます食事の量が減って栄養が摂れなくなってしまう。まったく悪循環です。

味を感じるの はどういう仕組みか

——どうして味がなくなってしまうのでしょうか。

富田 味を感じるのは舌と上顎の奥に多い味蕾という花の蕾に似た非常に小さな器官です。鏡で舌を見ても



PROFILE

とみた・ひろし
1930年東京生まれ。日本大学医学部卒業。1976年日本大学医学部耳鼻咽喉科教授、国際微量栄養学会議長などを歴任後、1990年日本大学名誉教授。1996年富田耳鼻咽喉科医院を創設。現在も味覚異常を訴える人の治療にあっている。

ると一面に白い毛のようなもので覆われています。糸状乳頭というのですがここには味蕾はありません。白い糸状乳頭の中にポツポツと見える赤いもの、これを茸状乳頭といまして、この一つの乳頭の中に数個の味蕾があります。

舌の奥を見ると8〜9個逆V字に並んでいる大きなイボイボが有郭乳頭です。ここには味蕾が茸状乳頭の百倍もあります。さらに舌の両側のつけ根には約十個の葉状乳頭があり、茸状乳頭の十倍の味蕾があります。あと上顎の奥にも茸状乳頭に似た乳頭があり、表面に味蕾があります。

——舌の奥の方に多いのですか。

富田 ええ、味蕾というのは、舌の表面にある味孔という直径3ミクロンほどのすり鉢状の孔です。そこに唾液に溶けた味の物質が入り込み孔の奥にある味細胞の突起に付着して味を感じるのです。

——味蕾は味細胞による……

富田 でも、味というのはご存じの通り非常に他の感覚が影響する。例えば匂いや、喉ごたえ、温度やスパイスの効き具合、見た目のおいしさや噛むときの音、食欲、そして誰とどこで食べるかという心理的なものまで作用します。

だから、味覚外来にも、風味障害と呼ぶのですが、臭いを感じない嗅覚異常の人、うつ病やヒステリーの人、肝臓や腎臓、胃腸や甲状腺の病気、糖尿病や動脈硬化など他の病気が原因で味覚異常になった人もきます。

亜鉛と 味覚異常

——原因はいろいろなのですね。

富田 もっとも多いのは味蕾の細胞

に問題がある人ですよ。

——といますと？

富田 つまり、味蕾の細胞の若返りが阻害されているということですね。亜鉛という微量元素の不足でね。

——亜鉛不足で味覚異常になるのですか。

富田 そうです。亜鉛というのはカルシウムやマグネシウムと同様にミネラルの一種です。

——量が少ないミネラルですね。

富田 微量元素の一つです。亜鉛は生体内に鉄の半分、約2・5グラム存在します。量は少ないけれど非常に大事なミネラルで、亜鉛は酵素の活性中心となっています。

——酵素ですか。

富田 体の中の代謝など化学反応の触媒の働きをするのが酵素と呼ばれる物質です。亜鉛はこの酵素が活性化する時に不可欠で、ビタミンと同じく補酵素の役割をします。体の中には何千種もの酵素がそれぞれ場所で働いていますが、その中で亜鉛を必要とする酵素は300種近くもあるんですよ。

——いろいろなところで亜鉛は働いているのですか。

富田 例えば、赤血球の中では炭酸脱水素酵素の構成要因として呼吸作用の一端を担っています。また、タンパク質、核酸、コラーゲンの合成にもなくてはならないものです。

さらに、亜鉛は免疫システムにも関係します。体内に細菌やウイルスが入ると、白血球が活性酸素を出し細菌などを弱らせ、それを貪食細胞という細胞が取り込んでしまうのですが、でも自分が弱いと細胞は逆に活性酸素の働きでやられてしまいます。そこで抗酸化作用のあるスーパーオキシドジスムターゼ(SOD)という酵素ができて、活性酸素の働きを抑える。ところが、このSODという酵素は亜鉛をはじめ、微量元素の銅、セレン、マンガンなどがないと機能が果たせないのです。

——活性酸素の害を防ぐにも亜鉛が必要なんですね。

富田 だから、亜鉛は老化やガン化の促進を抑制する上でも関係があるとも思われます。

もっと重要なのは、亜鉛は細胞分裂に不可欠で、細胞内の遺伝子の分裂に重要な働きをするDNAポリメラーゼ、RNAポリメラーゼという酵素にも亜鉛が含まれています。亜鉛がないとうまく遺伝子が分かれず、細胞のきちんとしたコピー

ができない。だから、新陳代謝の激しい細胞ほど亜鉛が必要です。

——では、なぜ亜鉛が不足して味覚異常になるのでしょうか。

富田 味を感じる細胞、味蕾の中にいる味細胞は嗅細胞と同様、新陳代謝が激しいからです。いいかえると、短命で使い捨ての細胞といつてもいい。ですから味細胞は亜鉛を多量に含んでいるんです。

亜鉛が足りなくなると、まず最初に味蕾の中の味孔に変化が現れ、味細胞が壊れてしまいます。味孔には種々の亜鉛を必要とする酵素がありますから、しかし味細胞が壊れても亜鉛不足でタンパク質も合成できず、新しい味細胞に交換できない。

——味を感じる細胞が新しくならないのですか。

富田 そうです。

——といますと？

富田 つまり、味蕾の細胞の若返りが阻害されているということですね。亜鉛という微量元素の不足でね。

——亜鉛不足で味覚異常になるのですか。

富田 そうです。亜鉛というのはカルシウムやマグネシウムと同様にミネラルの一種です。

——量が少ないミネラルですね。

富田 ええ、動物実験でもネズミを亜鉛のない飼料で育てると、味覚障害を起こし、味細胞の若返りが遅れることがわかりました。そこで亜鉛の十分に入った飼料を与えると、今度は味覚が回復し、味細胞の新陳代謝も正常になりました。

おもしろいことに、同じ亜鉛欠乏飼料を与えても、若いネズミは30パーセントの発生率なのに、老齢ネズミは70パーセントも味覚異常を起こしました。

——年をとると味覚異常が起きやすいのは、人間も一緒ですか。

富田 だから、味覚異常が増えていくのは日本人の高齢化と関係があるといえます。若い人は味覚異常になっても治りやすいが、年齢がいくと治療にも時間がかかってしまします。それと発病してから治療を始めるまでの期間が短いほど治りやすいですね。

——治療はどのくらい時間がかかりますか。

富田 軽症の人では2週間ほどでよくなった感じはするのですが、重症

の人では4か月はかかります。

亜鉛不足を防ぐには 加工食品に注意

——予防には亜鉛を多く含んだ食品を食べればよいのですか。

富田 そうです。亜鉛がとくに多いのは牡蠣かきですね。あと小魚や抹茶などにも多い。肉にもけっこう多いので欧米人などは肉から亜鉛を摂取しているようです。1日に必要なのは15ミリグラムくらいで、妊婦は胎児の成長のために20ミリグラムは必要でしょう。でも普通の日本食だと1日9ミリグラムくらい。若い女性などはダイエットを意識して食事が少ないためか、たった6ミリグラムしか摂れていない。困ったものです。

——亜鉛が足りないと言われれば、亜鉛以外にも欠乏症がでますか。

富田 小児では成長が遅れ、男性性器の発育が不全となり、第二次性徴が止まります。皮膚炎を起こしやすく、脱毛、爪の異常が現れます。また、うつ病のような精神状態になり、食欲不振、下痢、免疫力が低下して

感染症にかかりやすくなります。こうした亜鉛欠乏症の中で、成人にはじめに現れる症状が味覚異常なのです。

——味がなくなったら危ないですね。

富田 女性にとっては妊娠を持続させ胎児を育てるために亜鉛は重要です。妊娠中、非常に酸っぱいものを平気で食べますね。あれも味覚異常の一つ。胎児を育てるため母体が亜鉛不足になるからです。男性では、精液中に高濃度の亜鉛があることから精子の働きに影響するといわれます。

——逆に、過剰症はどうですか。

富田 亜鉛は十二指腸から吸収される骨に蓄えられます。骨から体に必要なだけ吸収されるよう、自然にコントロールされるので大丈夫です。

むしろ心配なのは、亜鉛が不足する原因がたくさんあることです。加工食品の普及で、今、食品にはたくさん添加物が使われていますね。

——家庭の食卓の6割が加工食品で占められているそうです。

富田 とくに品質改良剤として使われるポリリン酸、EDTA、カルボキシメチルセルロースなどは亜鉛を

体内から奪い排泄してしまおう。

また豆類などに含まれるフィチン酸は、天然の品質改良剤として使用が制限されています。ところがフィチン酸とカルシウムは一緒に食べると、亜鉛が腸から吸収されるのを妨げるのです。だから植物性のものでばかり食べている人は、フィチン酸の働きで亜鉛の吸収が悪く欠乏しやすい。

——加工食品に頼ったり、ベジタリアンは亜鉛不足になる……。

富田 アルコールも飲みすぎはダメです。アルコールを分解する酵素は亜鉛を必要とするので、飲みすぎると亜鉛をよけいに消費します。だから、なるべく素材から料理して、肉も魚も好き嫌いなくまんべんなく、そして量もきちんと食べるのが、亜鉛に限らず食生活の基本ですね。

ここ数年、ビタミンやミネラル、食物繊維以外の、野菜に含まれているガン予防に有効とみられる物質が脚光を集めています。

そのひとつが「フィトケミカル」と呼ばれる物質です。ちなみにフィトは「植物の」という意味。植物由来の人間の体により働きをすると考えられる化学物質のグループがフィトケミカルというわけです。

うれしいことにフィトケミカルはほとんどすべての野菜や果物に、たいへん豊富に含まれています。

ところで、なぜ野菜や果物にフィトケミカルが豊富なのでしょう。

野菜や果物など植物は、普通、日光をたくさん浴びて成長します。しかし、日光の中には生物にとって有害な紫外線も含まれています。紫外線は、ときに生物の細胞の中にある遺伝子DNAを傷つけ、害を及ぼすのはよく知られていますね。そこで植物は紫外線の害を防ぐため、自らこれに対抗する手段を生み出さねばなりません。その手段として、フィトケミカルと総称される化学物質が作られたのではと推測されます。

紫外線は、活性酸素を生む原因と

もなります。そこでフィトケミカルは、生体内で活性酸素などフリーラジカルの害を防ぐ抗酸化物質となり、強力に働くとも考えられます。

これから述べるフィトケミカルの様々な予防効果は、培養細胞や、動物を使った実験で確認されている段階です。しかし、人体でも、

はつきりとした予防のメカニズムが明らかになりつつあります。

●フラボノイド類

ほとんどすべての野菜に含まれています。また大豆に含まれるゲニステインという成分もこの仲間。カロチンと並ぶ植物色素で現在まで約2000種が知られています。

フラボノイド類は女性ホルモンのエストロゲン

に似た構造をしています。エストロゲンは人体に不可欠なホルモンですが、過剰になるとガン化の原因になります。このようなとき、体内にフラボノイドが豊富ならエストロゲンが結合するはずの場所に、フラボノイドがエストロゲンのふりをして入り込み、エス

野菜のパワーは ビタミンだけじゃない

化学物質「フィトケミカル」の話

トロゲン過剰による害を防ぎます。こうしてフラボノイドはエストロゲン過剰による乳ガン、前立腺ガンを防ぐ働きをすると考えられます。

●クマール酸とクロロゲン酸

トマトやニンジンに含まれているトマトやニンジンという物質

が反応すると「ニトロソアミン」という発ガン物質ができます。硝酸塩はホウレン草や小松菜、セロリなどに含まれているだけでなく発色剤や保存料として加工食品に添加されています。野菜や果物に含まれるビタミンCはニトロソアミンの生成を抑

えることが知られています。一方、フィトケミカルのクマール酸とクロロゲン酸は硝酸塩を細胞の外に押し出し、ニトロソアミンの生成をやはり防ぎます。

●アリル酸

玉ねぎ、ニンニク、ネギ類に含まれ

ます。こうしたネギ類は昔から風邪の民間薬として知られます。最近では、細胞中の発ガン物質を無毒化する酵素を活性化する働きをもっており、それによって胃ガンなどを予防するといわれています。

●スルフォラファン

ブロッコリーやカリフラワーに多く含まれます。細胞内に発ガン物質がきたり、入り込んだときに、これを捕らえ細胞外に持ち出す酵素を活性化します。乳ガンの予防に効果があるのではと期待されます。

●PEITC

キャベツ、ブロッコリー、カブなどに含まれます。私たちの細胞の中には、発ガン物質を作り出す酵素があります。PEITCはこの酵素の働きを抑制。とくに肺ガンの予防に効果があると考えられます。

●カプサイシン

唐がらしの辛味成分です。唐がらしを食べると痩せるといわれているのは、カプサイシンが体内の余分な脂肪の燃焼を促進するためといわれます。また、タバコの煙に含まれる発ガン物質が遺伝子DNAに傷をつけるのを防ぐといわれています。