SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

食物繊維の効能：免疫とアレルギー

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2013-03-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 日野, 真吾 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7097

第3回

食物繊維の効能
――免疫とアレルギー――

日野 真吾

はじめに

私は、食物繊維が体にとってどのような役割を持つのかを研究しています。ですので、一般的に、現状として人にも当てはめることができる、実際にそのようになると分かっていることを前半でお話しします。

「免疫とアレルギー」という副題ですが、現状で「効く」と決まったものではありません。あくまで、動物実験で見ていったときに「効くかもしれない」という可能性が見えてきたという段階のものです。ですから、アレルギーが治るなどをうたって、意識させるCMがテレビでもたくさんあると思いますが、現状では、そのような効果は決まっていません。先にそれだけを断っておきます。

私は今、栄養化学という研究室にいます。栄養について研究していますが、実際には、食物繊維、お茶やワインに含まれているポリフェノールなどを材料に、動物が食べたときにどのような効果があるか、いろいろな機械や顕微鏡などを使って解析しています。そして、この実験結果を基に推論と仮説を繰り返し、実際の人に役立つような基礎的な研究が徐々に進んでいくというサイクルを繰り返しています。

非栄養素の栄養学

†より健康になるために必要なもの

「非栄養素の栄養学」とは何のことかと思われる方がいらっしゃるかもしれません。食物繊維は栄養素ではないのです。栄養素と一般的に言われるのは、「栄養状態レベル2」

と書いたところまでです（図1）。

なければ死んでしまうものが栄養素です。そこには米やパンの炭水化物、そして油があります。油を控え過ぎる方が最近多いのですが、油も体をつくるには必ず必要です。そして、タンパク質は魚や肉、牛乳に多いのですが、動物性のものに多く含まれる成分です。必ず動物は、体のほとんどがタンパク質でできており、タンパク質がなければ体の形がなくなってしまいます。

体を正常に動かすために必要なものとしてビタミン、カルシウムやナトリウムやカリウムのような金属類を含む無機質があります。

講座の第一回で「デザイナーフーズ・ピラミッド」を見たと思います。がんになりにくい食べ物をピックアップしてピラミッドにしたデザイナーフーズ・ピラミッドは、栄養学に携わる人たちにとって画期的ではあったのですが、食べなくても死にません。デザイナーフーズの考え方は、より健康になるためにどのようなものを食べるか、つまり、生きるのには必ずしも必要ではないけれども、病気を予防し、長期間の健康を守るためには食べるとより良いでしょうというものです。図1の「レベル3」段階のピラミッドを書いたものがデザイナーフーズ・ピラミッドになります。食物繊維は、食べなくても死なないので「レベル3」に入ります。

図1　健康ピラミッド

栄養学というのはそもそも、昔、寿命が短かったとき、「レベル1」や「レベル2」の、生きるのに何が必要か分からなかった時代に発達したものです。現代では、食べ物はスーパーに行けば買えますし、畑で作ることもできます。ある程度生存に必要な栄養素が満たされた上で何が必要かというときに、新たな機能性食品、いわゆる「特保」などができてきました。食物繊維は昔から知られていますが、基本的にはこのような部分に入ってきます。つまり、私は栄養学者ですが、非必須栄養素についての栄養学を研究しているのです。

†ルミナコイドとは何か

私は食物繊維学会というところに所属しています。今日は皆さんに新しい言葉を覚えていただきたいと思います。

今から十二年前（二〇〇〇年）に提唱された、ルミナコイド（Luminacoid）という言葉です。大ざっぱにいうと食物繊維なのですが、腸管の中に入って、おなかの調和を取る、調子を良くするものという意味で提唱しています。

それには一般的に食物繊維といわれるものやオリゴ糖があります。オリゴ糖でおなかの調子が良くなるというのは本当です。また、糖アルコールも加工食品に入っています。そしてレジスタントスターチというものがあります。スターチとはデンプンのことです。繊維をたくさん入れた飲み物がありますが、そのようなものに入っているのが難消化性デキストリンです。飲み物で繊維が取れるとうたっているものには、ほとんど入っています。これは化学的に作ったものですが、こういうものも含めて「ルミナコイド」と提唱しています（図2）。

食物繊維の写真を図3に載せておきました。食物繊維というからには繊維でないといけないのですが、実際は繊維というより殻のようです。人間や動物は、細胞が集まって体ができますが、植物は、外側に殻を持っています。この殻を生物学の言葉では「細胞壁」といい、食べるときには「食物繊維」といいます。ですから、これは植物の細胞一つ一つの殻です。この中に一個一個の細胞が入っているのです。この抜け殻が食物繊維になります。

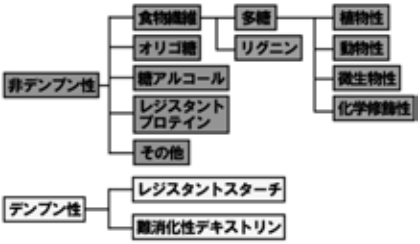

図2　ルミナコイドの分類

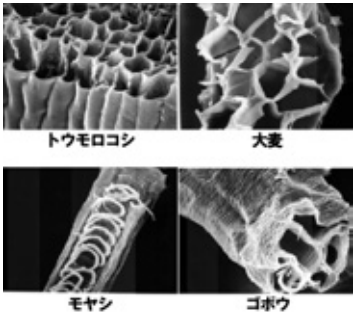

図3　食物繊維の写真

†食物繊維とは何か

そもそも食物繊維とは、「人の消化酵素で消化されない食物中の難消化成分の総体」です。つまり、油やタンパク質や炭水化物は、必ず食べたら栄養として体の中に吸収され、自分たちが体をつくるのに使っているはずです。食物繊維は消化できませんから、食べたら、うんちとしてそのまま出ていきます。

図4は食物繊維の分類です。セルロースというのは紙です。これも食物繊維なのですが、食べません。ペクチンは

果物や野菜などに多く含まれるもので溶けます。産業的に多く使われており、ジャムのとろみを付けている成分です。けれども、植物に元から入っている成分なので、果物をそのままグツグツ煮ていてもとろみは出ます。キチンは、「それも食物繊維なのか」と思われるかもしれませんが、カニの甲羅、エビの殻です。これも人の体では分解できないので、一応食物繊維になります。グルコマンナンはこんにゃくです。こんにゃくゼリーのぷるっとした感触は、この成分が入っているからできているのです。もう一つ、微生物が作る食物繊維がナタデココです。ナタデココは酢酸菌という菌が作る食物繊維を固めて食べています。ですからナタデココは、食物繊維の固まりなのです。

図4　食物繊維の分類

†植物細胞壁の構造モデル

では、生物学の勉強です。皆さんが普段食べているゴボウを三〇〇〇倍くらい拡大してみたものが図5です。この全部が食物繊維なのですが、これが殻だという話をしました。

図6の細胞壁より内側の部分に細胞があります。その外に殻があるのですが、殻をもう少し細かく見ていきます。まず、家でいうところの梁（はり）を形成しているのがセルロースで、その梁同士をばらばらにならないように固めているのがペクチンやヘミセルロースです。さらに外側にもペクチンがあって、家の外壁のような形で覆っています。こういうものは細胞の外側にあるのですが、細胞には水分が必要で、水を通さなければいけないので、穴が開いていて水を吸いやすい性質を持っています。

食物繊維でお

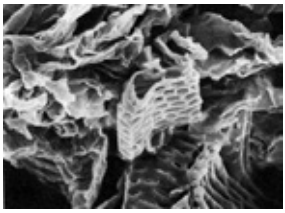
図5　ごぼうから調整した食物繊維の走査電顕像

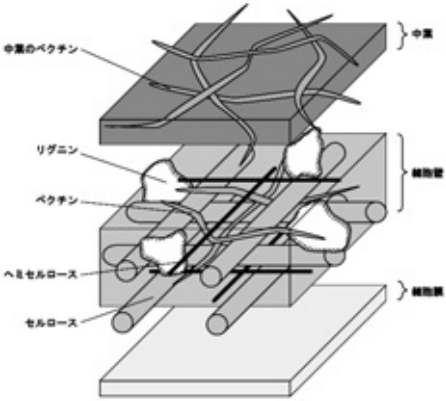

図6　植物細胞壁の構造モデル

通じが良くなるというのは、食べたときに水を抱えて、一緒に腸の中を運んでいくからです。それで、うんちが硬くなり過ぎない。そういう意味でお通じが良くなります。

†食物繊維の消化管各部位における働き

まず、口では唾液の分泌を促進します。これは食物繊維の機能ではありませんが、例えばゴボウをあまり噛まずに飲み込むことはできません。噛む回数が多ければ多いほど、唾液はどんどん出てきます。その意味で、唾液の分泌を促進します。唾液の分泌が促進されると何がいいかというと、口の中は外と接していて病原菌もカビもいますが、口を湿らせることによってその菌が働かないようにできるという効果があります。その意味でたくさん噛むことによって、虫歯になりにくい、風邪をひきにくいという効果が期待できるといわれています。

次に胃です。食べたものは一度胃にたまって、ある程度分解されてから腸に行くのですが、腸へ移っていく時間を遅くします。また、遅れることによって、グリセミックインデックス（血糖値）が上がり過ぎないようにする効果があります。そのような効果は、ひいては糖尿病の予防につながると言われています。

小腸では、栄養素の消化吸収を抑制します。ここでの栄養素は主に油のことです。過剰な油が取られたときに、食物繊維が吸着してそのまま出すという効果を持っているので、消化吸収を抑制します。ですから、食物繊維を食べると、高脂血症やコレステロールや中性脂肪が高い方に効果的に効くのではないかといわれています。

大腸はお通じの話です。水を捕まえてそのまま流すので、便秘や大腸がんの予防につながります。水を捕捉した上に、内容物（うんちのもと）の通過時間、おなかにいる時間を短くする効果があります。便秘がひどくなり過ぎて、憩室症という、うんちが固まって腸の形がおかしくなってしまう病気があるのですが、それに対して予防的な効果があるといわれます。

後で詳しく話をしますが、腸内細菌の栄養になると発酵を受けます。発酵というのは、微生物が何かの成分をエネルギーとして使う行為のことをいいます。それがまずいもの、食べられないものになった場合は腐敗といいますが、腸内の場合は発酵です。この腸内細菌の栄養素になるのが食物繊維です。この発酵産物が大腸の正常な機能に必要であることが分かっています。

糞便については省略します。

食物繊維といっても大きく二つあり、溶けるもの、溶けないものがあります。溶けないものはキチン、セルロースなどです。全粒粉、麦の皮や米のもみが、食べることのできる非水溶性の食物繊維になります。水溶性のものに関しては、おそらく一番食しているのはペクチンです。日本人はこんにゃくのグルコマンナンもよく食べていると思います。

†血糖・インスリン応答の抑制

食パンを食べたときやジュース（ブドウ糖）を飲んだとき、通常なら血糖値が一気に上がります。糖尿病を患っている方の場合、糖濃度が高いと、糖濃度を下げることができません。下げることができている間はいいのですが、これが下がらなくなってくることが問題になってきます。けれども、食物繊維を食べることで、そもそもそんなに血糖値を上がらなくすることができます（図7）。

インスリンが効かなくなっているのが糖尿病ですが、穏やかな血糖上昇に対して、体は穏やかなインスリン応答をします。つまりインスリンをそこそこ出すのです。そこそこ出している間は、インスリンが効かないという体の応答は出ません。ですから、糖尿病になりにくくなるというのが、食物繊維を食べた効果なのです。

なぜそうなるのかというと、胃はさらさらに分解したものを腸に運ぶという性質があります。食べていつまでもネバネバしているものは、まだ分解できていないと体は勘違いするのです。その結果、少しずつしか出しません。糖分は腸で吸収されるのですが、血に入るのは腸からなのです。腸に少しずつしか行かないということは、ゆっくり入っていくということです。

血糖値を上げている間にも、体は血糖値を落とそうとしています。分かりにくいかもしれませんが、血糖値というのはジュースを飲んでからずっと上がっているはずなのです。けれども実際には、ある程度まで上がったら落ちてきます。これは、入っていくものに対して、体の中で血液中

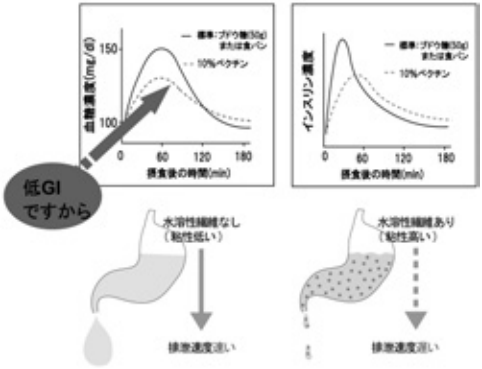

図7　食物繊維は血糖･インスリン応答を抑制する

から組織へ吸収していっている量の方が多いので、血の中に見えるものは少なくなるからです。ですから、細胞が取り込んで、肝臓などの細胞や筋肉が糖をどんどん使って、血糖値は一定以上上がってこないのです。しかしこれが緩やかに入っていけば、ベースに戻すのは簡単ですよね。急激に上がっていくものをベースまで落とすのと、少し上がったのを落とすのでは、体への負担が全然違います。負荷を掛け過ぎると、糖尿病になるといわれています。

今の流れを示したのが図8です。ジュース、炭酸飲料などを飲むと、急激な血糖上昇が体の中で起きます。急に血糖が上がると体はびっくりして、急激にインスリンを出します。インスリンは血糖値を下げる効果もありますが、脂肪を増やす効果もあります。

体脂肪の合成が起こると、脂肪細胞が大きくなる、つまり肥満になります。肥満になると、体の中にたくさん脂がありますから、血の中にも脂がたくさん出てきます。そうするといわゆる「ドロドロの血」の状態になります。そうなると、今度はインスリンの効き目が悪くなってきます。太っていくときは、このサイクルを繰り返しているのです。食物繊維を取ることで、このサイクルを止めることができると考えられています。

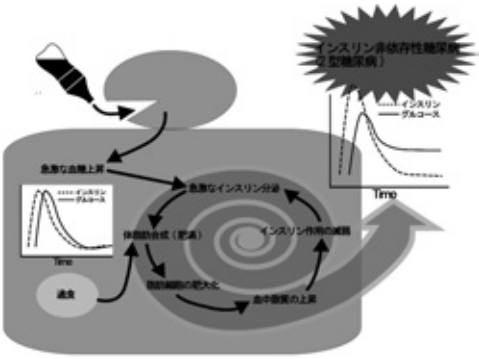

図8　急激な血糖･インスリンサイクルの破綻

†糖化は恐ろしい

体は脂をためてでも血糖値の上昇を防ぐのですが、何が問題なのでしょうか。

糖尿病のとき、白内障や動脈硬化になるとよくいわれます。なぜこれが起こるかというと、糖というのは生体内の物質（タンパク質）と非常に反応しやすいのです。タンパク質がうまく働くことによって体が動くなど、いろいろなことができますが、糖がタンパク質とくっ付くと、タンパク質は正常に反応できなくなります。この糖が付くことをグリケーション（Glycation：糖化）というのですが、グリケーションを起こしたタンパク質は、本来働かなくていいところで働いたり、働かないといけないのに働けなかったりします。

白内障になる場合、見るために必要な目のタンパク質は、一、二年間同じタンパク質が働き続けるのですが、グリケーションが起きることで、悪くなったタンパク質を変えることなく変成していくので、だんだん目が白く濁り、視力が低下し、最終的には目が見えないという形になります。糖が上がること自体が問題なのではなく、糖が上がったことによって体の正常な機能が阻害される。これが糖尿病の怖いところ、問題なのです。これを起こさないために、体は一生懸命インスリンを出して、血中糖濃度を上げないようにしています。

†肥満の歴史

今、肥満の人が増えています。

四百万年前から人類は見つかっており、狩りや木の実を取って食べるという狩猟採集生活をしていました。このような時代は常に食べられるわけではなく、食べられるときに食べなければ死んでしまうかもしれない、ですから食べられるときにたくさん食べるという生活をしています。ただ、このとき人類は火を使っていないので、生のものばかり食べていて、消化が悪いのです。吸収できる糖も少なかったため、食べられるときに食べながらでも血中のグルコースはずっと一定で保てていました（図9）。

そして、農業革命が起こります。弥生時代の稲作文化ができた時代です。稲作を始めたときは一度に大量摂取はしませんでした。一日五、六回の食事で少量ずつ食べるので、血中のグルコース濃度はそんなに上がりません。しかも彼らの時代は、小麦粉を作ったり、小麦粉を白くする技術がないので、もう少し消化の悪いパンや米を食べています。そういう意味で血糖値はそんなに上がっていません。

ここまでは食べられるときに食べて、体としても食べられるときに栄養素を体にためなければいけません。ですから、食べたときに血糖値が上がったら、脂を作ってエネルギーとしてためていました。

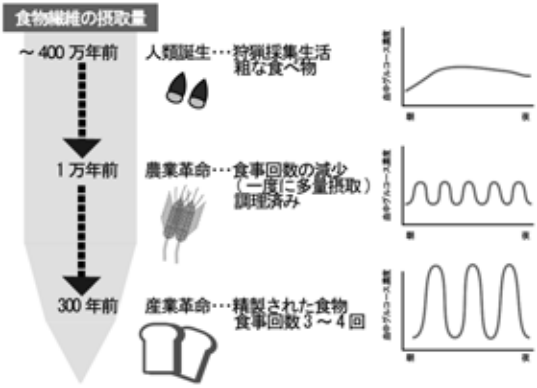

図9　肥満の歴史･栄養的背景

そして、一八〇〇年代の産業革命が起きてからは、精製された、つまりきれいな食べやすいもの、消化にいいものをずっと求めて作ってきています。食事の回数は一日三、四回に減りました。消化がいいのでこの回数で十分エネルギーが取れるようになったのです。けれども、吸収がいいので、食事のたびにものすごい量の糖を吸収できるようになってしまいました。現代の食事を食べることによって、わざわざ体に負荷を掛けることになったのです。

けれども年代を考えてください。四百万年前に人が誕生して、きれいなものを食べてから三百年しかたっていません。ですから、この時代の名残があり、食べられるときに食べて、体にためるという反応をまだ持っているのです。体が変化してくれればいくら食べてもいいかもしれないですが、これを引きずっているので、結局、血糖値がぐいぐい上がり、体に負荷が掛かり、脂を作らなければいけない。そして、産業革命と同時に肥満という病気ができてきたのです。

†種々の食物繊維と糞便量

少し話が変わります。図10は食物繊維を食べたときのうんちの量を示したものです。ペクチンはリンゴやニンジンにも入っているのですが、ペクチンだけを取ってきて飲んだ場合と、ニンジン、リンゴ、キャベツ、セルロース、小麦ふすま（ウィートブラン）、それぞれ食物繊維一日二〇グラム食べてもらったとき、うんちの量はどうなるでしょうか。

ペクチンの場合はドリンク剤と一緒です。水溶性食物繊維（ペクチン）が多いものは、ペクチンだけよりは、やはりうんちの量が増えます。もっと繊維質のキャベツやセルロース（ゴボウ）や小麦ふすまを食べたときには、同じ量の食物繊維を食べていても、糞便量が全然違うのです。図10を見ていただくと、お通じが良くなる、「水に溶けて飲みやすい」とCMをしているのに疑問を持つと思います。

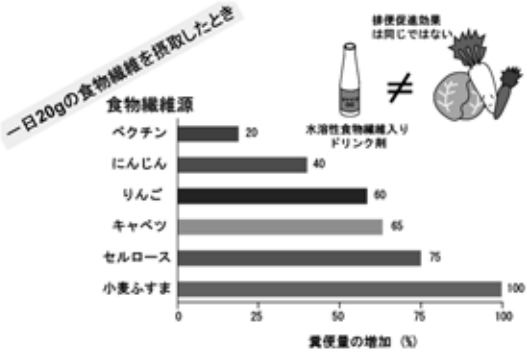

図10　種々の食物繊維と糞便量

†あるがままに食べよう

EAT AS IT ISは、「あるがままに食べましょう」ということです。結局、加工して食物繊維を取ったとしても、元の野菜や果物には決してかないません。あるがままに食べた方がいいのです。

血糖値の上昇も、清涼飲料水を飲んだときよりも、一〇〇パーセントの野菜や果物のジュースを飲んだときの方が血糖値の上がりが鈍くなり、リンゴのまま食べればもっと抑えられます。

図11は化石の写真です。五千五百年前の人の糞の化石です。この中には草や枝などがいっぱい入っています。人はこのようなものを食べていたのです。こういう食べ物を食べたときにも栄養を吸収できる能力をおなかは持っています。それに対して、非常に吸収のいいものを食べれば、過剰に吸収してしまいます。ですから、ありのままを食べる。機能性食品はあくまで補うものですが、食物繊維に関しては元のものにはかなわないというのが現状です。

ここまでは小腸の話でした。

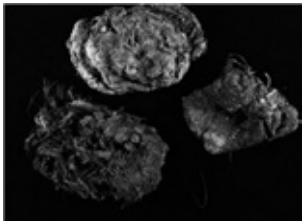

図11　人の糞の化石写真

†腸内細菌

次は大腸の話をさせていただきます。腸には一〇〇兆個の細菌がすんでいます。これは病原菌ではありません。乳酸菌、ビフィズス菌、大腸菌など四〇〇種類くらいの腸内細菌がいると現在いわれています。人間の体をつくっている細胞が約一〇〇兆個といわれていますから、同じくらい別の生き物がすんでいるのです。

つまり、体の半分は腸内細菌でできているともいえます。全体で一〇〇兆個いるのですが、食べ物を食べて胃を通るとき、胃酸があるので、食べ物から入ってきた菌はほとんど殺され、ここにすめる菌は限られています。すめる菌で最近有名になっているのはピロリ菌で、胃がんを引き起こす原因として注目されていますが、せいぜい一〇〇個から一〇〇〇個です。

次に小腸の上は、胃酸がなくなるので多少増えてくるのですが、それでも一〇万から一〇〇万、もう少し下の方に行くと、一〇〇〇万から一億です。大腸には山ほどいます。

腸内細菌は何をしているかというと、食物繊維でいわれる効果の半分ぐらいは、実際は腸内細菌に頼っています。

「短鎖脂肪酸」という言葉を聞いたことがありますか。食物繊維が入ってきたときに、腸内細菌がそれを食べて出す

ものです。つまり腸内細菌のうんちなのですが、体にとっては非常にいろいろな効果を持っていることがここ二十年ぐらいで分かってきました。

一番大事なのは、「上皮組織のエネルギー源」になっているということです。人間は食物繊維をエネルギーとしては使えないのですが、大腸で腸内細菌が食物繊維を使って短鎖脂肪酸を作ります。人は短鎖脂肪酸を使うことはできます。かつ、大腸を作っている細胞のエネルギーの八〇パーセントくらいはこの短鎖脂肪酸です。もちろん血管が来ているので糖が流れてくるのですが、大腸の細胞は糖より短鎖脂肪酸が好きで、これをエネルギーとして使っています。ですから、腸内細菌が食物繊維を食べて、出したうんちを人が使っている。そういう形で大腸の表面を覆っている上皮細胞が生きています。

もう一つよく言われるのが、大腸がんの予防効果です。短鎖脂肪酸は酸性物質なので、大腸の酸性度が増します。酸というと悪そうな感じもしますが、酸が増えることによってpHが下がると、いわゆるおならの臭い成分や、大腸がんを誘発する成分ができにくくなります。肉を食べ過ぎるとタンパク質が大腸に来て、タンパク質を大腸で腸内細菌が使うと、臭い成分や発がんを誘発する物質が作られます。食物繊維を食べて短鎖脂肪酸が作られると、pHが下がってタンパク質が入ってきても、そういうものができなくなります。そのため、食物繊維は大腸がんの予防に効くということが分かっています。

また、先ほどエネルギー源になるという話をしましたが、セルロースでも何でも、食物繊維を食べたとき、腸内細菌はまず食物繊維をはさみで切ります。そうすると、ただのグルコース（糖）ができます。けれども、このまま刻みあげていたら腸内細菌は生きられませんから、腸内細菌は自分で使います。ここでエネルギーを作り出し、これ以上使えないと吐き出すのが、酢酸、プロピオン酸、酪酸などです。これらをまとめて短鎖脂肪酸といいますが、こういうものを腸内細菌は吐き出します。

これを大腸はエネルギーとして使っているので、分厚くなります。図12は、上が食物繊維を食べていない状態のラットの大腸です。特に問題のある状態ではありませんが、薄いです。食物繊維を食べるとエネルギーが供給されますので、分厚くなります。

また、短鎖脂肪酸の効果としてほかにも知られていることがあります。図12の右側の写真はラットのお尻から撮ったものです。下の食物繊維を食べたものでは、食べていな

いものに比べて血行が良くなっています。血行が良くなっているということは、大腸の動きも活発になり、もちろん大腸から吸収した栄養も体に運ぶことができます。血流量が増えるというのは活動が盛んになっている証拠で、このような違いが食物繊維からできた短鎖脂肪酸によって起きてきます。

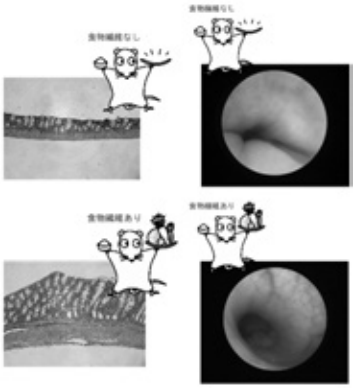

図12　食物繊維の大腸内発酵と短鎖脂肪酸

†食物繊維と大腸がん

ここで残念なお知らせです。現在（二〇一二年）、世界中で毎年いろいろながんにかかっている人口当たりの人数の統計が取られています。日本は五年くらい前まで二位くらいで頑張っていたのですが、トップに上がってきました。特に男性の大腸がんにかかる率はトップです。

ただ、不思議なことがあります。食物繊維を多く取れば取るほど大腸がんにかかりにくいといわれていて、日本人は、今でこそ減っていっていますが、もともと野菜や海草をよく食べます。こういうものは食物繊維が割と豊富なのです。それにしても日本人はやたらと大腸がんにかかりやすいのです。戦前や戦後すぐの時代、日本は大腸がんにかかる人が非常に少なかったのです。それが西洋式の食事になっていくほど、どんどん増えていきました。

表1は国民栄養調査で、一日当たり何をどのくらい食べているかという統計です。一九五〇年から一九九九年、野菜の摂取量は増えています。海草も同じくらい食べています。食物繊維を食べればがんにかかりにくいのではないのか、おかしい、話が違うと思われるかもしれません。

では何が減ったのかを見ていくと、一番大きいのは穀類（ごはん）で

表1　国民栄養調査

食品群別	1950年 昭和25年	1955年 昭和30年	1985年 昭和60年	1994年 平成6年	1999年 平成11年
穀類	471. 3	474. 9	308. 9	280. 7	254. 4
種実類	0. 9	0. 4	1. 4	1. 7	2. 2
芋類	127. 3	80. 8	63. 2	62. 2	67. 7
砂糖類	7. 2	15. 8	11. 2	10. 0	9. 5
菓子類	／	／	22. 8	19. 6	23. 1
油脂類	2. 6	4. 4	17. 7	17. 6	16. 5
豆類	53. 7	86. 2	66. 6	66. 8	70. 4
動物性食品	81. 8	114. 9	318. 7	347. 0	350. 1
野菜 果物類	283. 5	290. 5	402. 3	360. 1	409. 7
海藻類	3. 0	4. 3	5. 6	5. 8	5. 5
総量	1031. 3	1072. 2	1218. 4	1171. 5	1209. 1

す。一九五〇年に四七一グラム食べていたものが、現在は二五四グラムです。芋類にしても、一二七・三グラムが六七・七グラムにまで減っています。炭水化物を食べる量が減ってきたのです。日本人の大腸がんの発症率はずっと上がっています。それはこの穀類が減っていったことと関係があるのです。

なぜ穀類なのかというと、レジスタントスターチ（resistant starch）によるのではないかといわれています。デンプンや米は、小腸で糖分になって吸収されるので、炭水化物、エネルギー源になるものとして食べているのですが、実際には消化されないデンプンがあることが分かってきました。大腸が悪くなった人の手術で、小腸だけを残して人工肛門を作るという治療法がありますが、その方たちがごはんを食べて、小腸までで出てきた中身を調べたときに、デンプンは分解されるはずなのに残っていることが分かりました。消化に対してレジスタント（resistant）、抵抗性のデンプンという意味で、レジスタントスターチという言葉ができました。消化吸収されないデンプンのことです。

レジスタントスターチは現在、四種類に分かれています。RS1は玄米・全粒粉など、むき出しではなく、何かに覆われた形で存在しているものです。デンプンが露出しておらず分解しにくいために消化抵抗性を得ているものです。

RS2はもう少し細かい話です。デンプンにはアミロペクチンとアミロースというのがあり、アミロペクチンが分解できるデンプンです。アミロースはデンプンの粒が真横に整列していて、アミロペクチンは枝分かれしています。枝分かれしていれば切れるところから切っていくので消化できるのですが、ガチガチにくっ付いて、はさみを入れるところがないというのがアミロースで、こういう形状を持つデンプンとしてRS2が存在しています。また、粒が単純に大きいデンプンもこれに含まれます。

RS3は糊化したデンプンで、いわゆる冷ごはんです。温かいごはんを一度冷やすと、カチカチになり、消化の悪いデンプンができます。以前、テレビで、冷やし茶漬けを食べると分解が悪いのでやせると言っていました。やせるかどうかは定かではありませんが、食物繊維の代わりになるものです。ただ栄養は満たして、その上で食物繊維を取るのが基本ですので、温かいごはんで食べた方が当然栄養の吸収はいいです。そこは勘違いしないようにしてください。

RS4は、人工的に化学結合を入れて分解をわざと悪くしたものです。このRS4はお菓子などに食品添加物の形

で一部入っているものがあります。また、生のデンプンは輸入のときに量が決まっているのですが、このような加工をすると入れることができるようです。そういう形で入れておいて、味や性質はほとんど変わらないので使われるものがＲＳ４です。

人のおなかの中で腸内細菌が短鎖脂肪酸を作ると言いましたが、その餌となるのは食物繊維かレジスタントスターチです。実際の大腸の中身を見たとき、人が食べているものの中で腸内細菌が使うものは、レジスタントスターチの方が食物繊維より圧倒的に多くなっています。食物繊維は食べれば食べるほど、大腸がんの発症リスクは抑えられます。これは短鎖脂肪酸ができるからなのですが、実際に短鎖脂肪酸のもとになるのはレジスタントスターチの方が多いのです。

図13はアメリカのグループの研究で、デンプンの摂取量と大腸がんの発生率を見たものです。これを見ると、食物繊維は何となく多く食べると下がっていくかなというぐらいですが、デンプンでは違っています。デンプンを食べているほど大腸がんになりにくく、摂取量が少ないほど大腸がんにかかりやすいという関係が明らかになりました。これが明らかになったのは一九九四年なのですが、これは日本人の大腸がん発生率が上がってきた原因を説明するものではないでしょうか。

昔は、米を茶碗で何杯も食べて、肉は少なく、魚を少し食べ、野菜を食べてという健康的な生活をしていたのですが、ごはんを食べる量が減り、肉が増え、野菜も減りという食生活に変わり、腸内細菌が作る短鎖脂肪酸などができなくなることで、大腸がん発生率が上がっているのではないかといわれています。

図14では大腸の流れを示しています。どのような食事を食べていても、大腸に入りたてのものはみんな割と発酵しています。不消化物がある程度入ってくるためですが、通常の場合、ずっと発酵が続いています。ですから、発酵に使うための食物繊維やレジスタントスターチが品切れになるのです。そうすると酸がなくなりますからpHが上がってきます。すると、二次胆汁酸、腐敗物質、発がん誘導物質

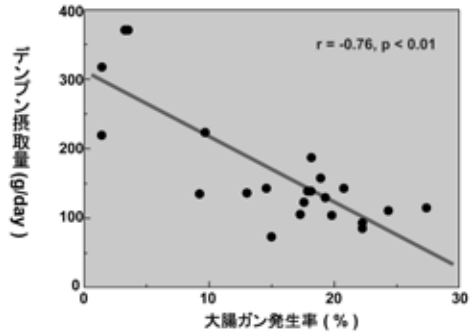

図13　国別に見た大腸がんの発生率とデンプン摂取量
（Cassidy,A. ら *Brit.* J. Cancer, 1994）

が徐々にできてきます。

大腸がんになるのはほとんどが肛門から少し上った、大腸の最後の辺りなのです。ここに問題があります。食物繊維やレジスタントスターチは、消化が悪いです。ということは、なかなかなくなりません。食物繊維やレジスタントスターチをたくさん食べていれば、ここでもまだ腸内細菌が使う原料があるのです。ここまで届かせるために食物繊維やデンプンが必要になります。ここで仮にpHを下げることができれば、あとは出るだけですから、悪いことは起きないでしょう。これが、食物繊維が大腸がんや腸炎にとって大事な理由です。pHを最後の最後まで下げることが大事なのです。

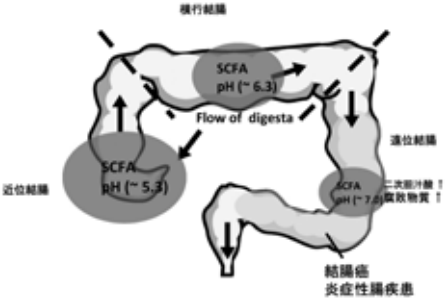

図14　大腸内環境の部位による違い

免疫系

†アレルギーとは

アレルギーという言葉をご存じだと思います。じんましん、花粉症、食中毒で下痢をしてしまう症状などがあります。私が主に考えるのは食物アレルギーなのですが、アレルギーとはそもそも何でしょうか。別に無駄なことをしているわけではありません。疫（病気）を免れるための仕組みが免疫ですが、これが暴走したものがアレルギーです。

アレルギーはずっと増えています。非常に面白いのですが、食べているものに対して増えています。牛乳や乳製品を、昔はそれほど日本人は取っていなかったはずです。乳製品の供給が増えると同時に、アレルギーが増えました。果物も肉もそうです。

現在主力となっているアレルゲンは、卵、乳製品、小麦。これらは昔、毎日食べていたでしょうか。おそらく比較的少なかったと思います。逆に、昔は多かったのが減っている大豆などは、昔はアレルギーの人が多かったのですが、今はほとんどいません。

アレルギー性皮膚炎や鼻炎はずっと増えているのですが、よく対比して出てくるのが、寄生虫の感染がなくなったと

いう事実です。これは有名な先生がいろいろな本を書いておられますが、昔は寄生虫の検査で陽性の方が比較的多かったようです。そのときにはアレルギー患者が少なかったのですが、それがなくなったらアレルギーが出てきたという話です。

これはなぜか。アレルギーに関わる免疫システムは、もともと寄生虫感染に対し防御するためのシステムなのです。これが、寄生虫という敵がいなくなったものですから、自分を間違って攻撃し始めたというのがアレルギーだといわれています。

アレルギーの原因は、もちろん遺伝により家族全員がアレルギー体質という例もあるのですが、生活環境や衛生状態という後天的な要因が非常に大きく関わってくることが分かっています。ただ、生物というのは、物をいろいろ食べますが、それに対してすべて免疫を起こしていたら切りがなく、何も食べられなくなってしまいます。基本的には免疫寛容（許して内部に落とす）という形で、普通はアレルギーを起こさないようになっているのですが、何らかの理由で寛容というシステムが破綻したときにアレルギーになります。

スギ花粉は別に悪いことはしません。飛んでいるだけなら何もしないはずです。それで病気になるはずがないので許していればよかったのですが、「許さん」と免疫システムが思ったら、何もしないのに攻撃することによってアレルギー症状が出る。花粉症はそのように発症します。

†免疫系の成り立ち

免疫は、自然免疫と獲得免疫の大きく二つに分かれます。自然免疫の「自然」は、自然に対してというわけではなく、生まれながらに持っているという意味です。「一般に病気に対する免疫力を高める」というのは、不特定多数に対して免疫力を高めるという意味で持っている機能です。例えば病原体を壊す、がん細胞やウイルスに感染した細胞など、体にとって悪いものを壊して食べるのが自然免疫だといわれています。健康食品が「免疫力が上がります」と訴えているのは、こちらの部類になります。

自然免疫が生まれながらに持っているのに対して、獲得免疫は、生まれながらには持っていない、生まれた後にできる免疫のシステムという意味です。ワクチンを打ったときに二度目がないのが、獲得免疫がうまく働いた免疫機構になります。

子どものときにいろいろワクチンを打ちますね。そうい

うものはほとんどの場合一生かかりません。一回無毒化した菌を注射することによって、「それは悪いやつだ」と覚えさせ、次に来たときに迅速に反応して病気にならないようにするという意味で、「二度なし現象」が獲得免疫だといわれています。

この獲得免疫の一種に、液性免疫、細胞性免疫があります。液性免疫は抗体が関わるもので、抗体の中でIgEが花粉症や食物アレルギーの即時型アレルギーに関わるものです。

†免疫に関わる登場人物

白血球やリンパ球という言葉を聞かれたことがあると思います（図15）。

白血球の中でそれぞれの役割は違うのですが、肥満細胞（マスト細胞）はアレルギーの原因となるヒスタミンやロイコトリエンなどを放出する細胞です。好中球は体の膿みです。膿みは好中球の死骸、好中球がばい菌と戦ったなれの果てです。戦争で言うと歩兵です。山ほどばい菌がいたときにどっと押し寄せて殺していく、その代わり自分も果てる、それが好中球になります。好塩基球もアレルギーに関わるのですが、非常に数が少ない細胞です。ただ最近、アレルギーとの関連でかなりいわれてきています。好酸球は、炎症が起きたときに一斉に大挙して押し寄せるタイプの細胞です。

リンパ球の中で、T細胞とB細胞がいます。T細胞のうちヘルパーT細胞は、獲得免疫の司令塔です。これがほとんどすべてをコントロールする形で動かします。命令をする細胞です。キラーT細胞は、命令するのではなく、自ら殺しに行きます。

よく言われるのは、がん細胞を攻撃する、インフルエンザに感染した菌を攻撃するという形で関わります。B細胞は抗体を作ります。これがIgE抗体を作って、実際にアレルギーを引き起こします。ナチュラルキラー細胞、ナチュラルキラーT細胞など、この辺は全部役割が似ています。ウイルスとがん細胞を殺す役割です。

マクロファージは、菌が入ってきたり、死にかけた細胞

図15　免疫系に関わる登場人物

がいたり、がん細胞がいたときに食べる細胞です。これは食べるだけです。取りあえず体からなくす、延々と食べる細胞です。抗原提示細胞は、獲得免疫のコーチです。これがヘルパーT細胞に情報を渡して「こうした方がいいよ」とコーチングするのです。

†自然免疫と獲得免疫の連携プレー

実際どのように起こっているかというと、免疫は、悪いものを排除するのが基本的な役割になります。そこでまず、自分か自分ではないかを認識します。自分でないものは、体に必要ないもののはずなので、自分ではないものを危ないものと認識します。

それは、もともとなかった、急にできてしまったがん細胞、病原菌、ウイルスです。食べ物は栄養として、自分ではないですが必要なものです。腸内細菌も最初からすんでいますから、要ります。けれどもがん細胞や、同じ菌でも病原菌の場合は問題があり、こういうときに免疫が働きます。

病原体が来たとき、まず自然免疫の機能で殺しにかかります。これが第一の防波堤です。取りあえず食べる、殺すことで対処しようとします。そのすきに、樹状細胞（抗原提示細胞）がT細胞に「こういう敵が来ている、何かした方がいいのではないか」と伝えます。するとT細胞がB細胞やキラーT細胞に命令を出して、B細胞は例えば抗体を出して病原体を排除するように働き、キラーT細胞は自ら殺しに行きます。このような形で、自然免疫で取りあえず防波堤を作り、そこで時間を稼いでいる間に獲得免疫が動いて、最終的にこれを排除するという連携プレーで成り立っています。

安全なものに対しては、免疫寛容、腸管免疫寛容、経口免疫寛容というシステムを働かせています。

†サイトカイン

覚えておいてほしいのが、サイトカインという言葉です。サイトカインは細胞から離れたところにいる細胞に情報を伝えるタンパク質です。ホルモンと似ていますが、少し違います。インターロイキン（IL）、インターフェロン（IFN）を聞いたことがありますか。インターフェロンはウイルス性肝炎の治療薬として使われています。インターロイキンも、ウイルスではないかもしれませんが使われているはずです。

TNFは、炎症を起こしたとき、例えば狂犬病の犬にかまれたとき、血中の濃度が上がってくるものです。通常状

態でもある程度出されていて、そのような命令するのに必要となるものがインターロイキンやインターフェロンといったサイトカインと呼ばれるタンパク質になります。

実際の流れを示したのが図16です。樹状細胞はコーチです。これは病原体を一部サンプリングしてきて、お皿に載せて「こんな菌が来ています」とT細胞に見せます。そうすると、T細胞はインターロイキン－12、インターフェロンγを使って、マクロファージや好中球を動かします。一方で抗体を作りたいときは、インターロイキン－4、インターロイキン－6、インターロイキン－13を使って、B細胞に抗体を作るように指令を出します。しかしほとんどの場合、免疫寛容は、「それは無毒なので放っておいてください」とするので、そのような指令を出すときにはIL－10、TGFβを使って細胞間の情報伝達を行います。

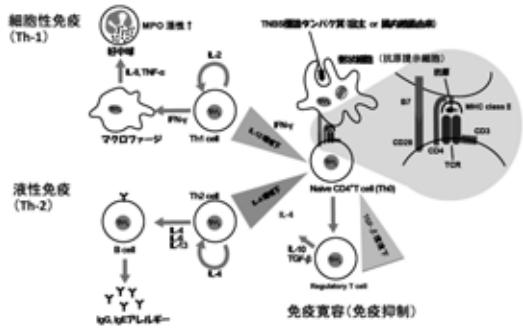

図16　免疫系の調節　細胞間クロストーク

†細菌、食事抗原の侵入

アレルギーになったり病気にかかるときは、必ず外からしか入ってきません。外のどこから入ってくるかというと、粘膜組織です。鼻、器官、口、食道、肺、腸などです。これは体の外と直接つながっています。心臓などは外部と一切つながっていませんが、腸や泌尿器系は外とつながっています。このようなところから病原菌が入ってきます。

粘膜で一番どこが大きいかというと、腸です。口から入って腸までは一本の管ですから、外とつながっているのです。ここから入ってくることがあります。

腸は外とつながっているとイメージできますが、生物の研究者は、腸は内臓ではなく外と言います。そのまま外とつながっていますから、腸の管の中は外なのです。

皮膚も外とつながっている場所ですね。皮膚は体と外を仕切るものですが、皮膚は割と硬くて、図17が角質と呼ばれるケラチン層です。細胞の死骸を積むことによって外と隔てているのが皮膚なのです。

一方、腸はこのようなものを持っておらず、粘膜上皮といわれる細胞がむき出しで並んでいます。外と接している

にもかかわらず、むき出しなのです。その意味で、外からの異物、病原体や食事の抗原が入りやすい状況にあり、粘膜から入ってくる確率が一番高いのです。

では、なぜ腸はむき出しなのでしょうか。腸にはそもそも二つ役割があります。第一の役割は、栄養を取り込まなければ死んでしまうので、栄養をたっぷり取り込めるようになっています。腸は管になって、中が折りたたまれています。これを全部伸ばすと腸の面積はテニスコート一面分になります。ここからすべて栄養を吸収できるようにできています。面積が大きくなればなるほど、栄養素と接する機会が増えますから、栄養の吸収がとてもいいのです。人は一日（乾物として）四〇〇グラムくらい食べるといわれていますが、実際は、もっと食べても吸収できるだけの能力を備えています。ですから、非常に高い消化能力と吸収能力を持っています。

一方で、外とつながっていて、腸内細菌もいて、入れてはいけないものがたくさんあります。ごはんを食べるたび、呼吸をするたび、常に粘膜は抗原にさらされています。一年間に一五キロくらいの「自分ではないもの」である食べ物と遭遇します。腸内細菌や病原菌も数キログラム接します。

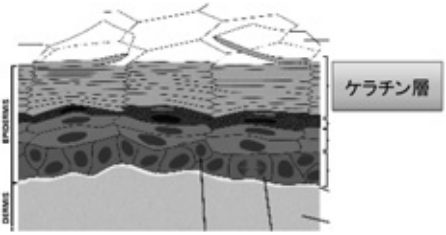

図17　ケラチン層

これは全部取り込んではいけないものです。食べ物を吸収するために面積を大きくしたせいで、抗原と接する面積も増えました。ですから、腸は免疫器官よりはるかに免疫が発達していて、体の八割のリンパ球は腸にいます。八割方、そこから入ってくるということを体は分かっているのです。免疫の命令系統や、ほかの指令される側、する側も含めて、腸にかなりの部分が集まっています。それはすべて、入れなければいけないけれども入れてはいけないものです。これに対応するために、免疫器官を腸に集中させているのです。

†腸管免疫寛容は現実的対応

ただ、いちいち対応していても切りがないので、免疫寛容というシステムを持っています。免疫寛容は現実的対応です。非常に大量の異物と遭遇しますが、完璧に遮断することは事実上不可能に近く、ごはんを食べるたびに異物は

体の中に実際入っていくので、このようなものにいちいち対応すると、全部アレルギーや炎症という体を疲労させる方向に働いてしまいます。だったら、いっそ無視しましょうというのが免疫寛容です。

これには後で食物繊維も絡んできますが、幼児期に定着する腸内細菌の種類が非常に大事だといわれています。生まれたとき、赤ちゃんを一集団にして、アレルギーにその後かかった人、かからなかった人を見ると、かかった人に対してかからなかった人の方がビフィズス菌や乳酸菌が多かったという結果が出ています。これを金科玉条のように掲げているのがヨーグルトです。

幼児期という時期が、非常に大事です。大人は年を取るたびにビフィズス菌や乳酸菌が減っていくのですが、赤ちゃんはもともと非常に多いのです。しかし、赤ちゃんにもかかわらずこれが少なかった人は、その後アレルギーになりやすいということです。

寛容して、入ってくるものをある程度無視してしまうことを体は行いますが、これが破綻した場合に出てくるのがアレルギーです。今、日本人にも増えているのが、セリアック病という小麦に対する寛容の破綻です。アメリカはパン食が非常に多く、昔は日本では少なかったのですが、今はパン食をされる方が増えてきています。また、腸内細菌に異常が出てきて、それが原因となって腸炎になるというクローン病という病気もあります。

†経口免疫寛容の実験

図18は簡単な実験系です。実際に僕もこのような実験をしたことがありますが、まさにこのようになりました。

このとき使ったのは、卵白の成分である卵白アルブミンをまずネズミに注射します。すると抗体ができて、次にもう一度注射するとアレルギーが発症します。何もなっていない二例目は、ネズミに注射せずに卵白を飲ませ、飲ませた後に注射したものです。「口から取ったものだから恐らく食べ物だ、害のないものだ」と体が覚えているのです。

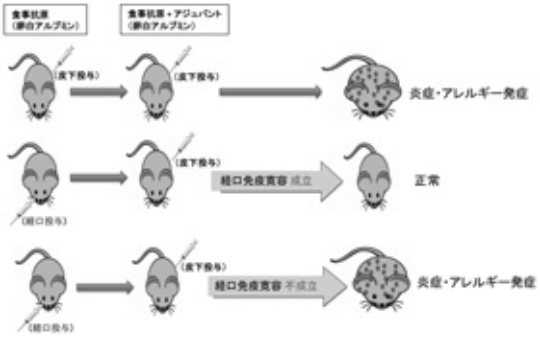

図18　経口免疫寛容の現象は古くから知られていた

なので、次に注射で入ってきても無視します。これは問題ないでしょうと、正常を保ちます。

けれどもこれがうまくいかないときがあります。経口で飲ませたのですが、そのときネズミに少しストレスを与えておくと、飲ませても免疫寛容が成立せず、次に注射したときは炎症を起こします。ほとんどの食べ物、腸内細菌に対しては、人間を含め動物も二例目の状態です。この状態が何かの拍子に三例目に触れると、アレルギー発症につながっています。

†即時型アレルギーの発症機序

アレルギーでは実際にどのようなことが起きているでしょうか。今、小さい子で四割ぐらいが何らかのアレルギーを持っているといわれています。

アレルギーを止める、鼻水を止めるときに抗ヒスタミン剤をよく飲まれると思います。ヒスタミンというのは、血管の透過性を上げたり、分泌物の量を増やして鼻水をふやすように働くものですが、ひどい方はアナフィラキシーショックというけいれん状態、呼吸できない状態になって亡くなります。その意味ではアレルギーは怖いものです。それを実際起こしているのが、肥満細胞です。

最初に何が起こっているかというと、抗原提示細胞（マクロファージを含む樹状細胞）がヘルパーT細胞に花粉が入ってきたと知らせ、B細胞がIgE抗体を作ります。抗体をたくさん出し、この抗体が肥満細胞に結合し、表面にくっ付きます。次に抗原が来るときまで、抗体を持ったままじっとしているのです。

そしてもう一度、例えば牛乳を飲むと、それは悪いものだと勘違いをするのです。そのときに、ヒスタミンなどを出して、アレルギーの症状が起きます。

†衛生仮説

衛生仮説というのは、潔癖症の方には残念な情報で、掃除があまり好きでない人には喜ばしい情報かもしれません。これが言われたのは随分昔（一九八九年）です。「兄弟の多い子どもはアレルギーを発症するリスクが低い。アレルギー疾患の増加は幼少期における感染の機会が減少したことによる」。これは、お兄ちゃんがいて小さい子がいたときに、お兄ちゃんが外で遊んで泥を付けて帰ってきます。ここには菌も抗原もいっぱいあります。そのようなもので赤ちゃんを触ると、赤ちゃんは汚れてしまいます。ある程度汚れることでアレルギーにならないというのが、この衛生仮説

です。衛生的にすればするほど、菌への接触機会が減ってしまって、本当は何ともないので寛容を起こせばいいのに、ずっときれいなところにいたので、大したことないものが来たときに過剰に反応して、ヒステリーを起こしてしまう。そういうことがアレルギーで起こっているのではないかというのが衛生仮説です。

ほかに言われているのは、同じ国で、同じくらいの栄養を取っている、都市部に住んでいる人と田舎に住んでいる人の例です。田舎に住んでいる人はアレルギーにならない、都会に住んでいる人はなる。なぜかというと、都会がきれい過ぎるけれど、田舎は土があって接触する機会がある。そういうことで寛容がうまく成立してアレルギーにならないというのが衛生仮説です。

ここでもう一つ、Th－1／Th－2パラダイムというものがあります。これは、汚れている土などにいる菌は、Th－1という免疫状態を誘導します。アレルギーはTh－2というバランスです。Th－1とTh－2は互いに抑え合っています。都市部に住んでいる人はTh－1の発達が少ない。都会に住んでいるとTh－1があまり発達しないから、Th－2ばかり大きくなり、その結果アレルギーになる。田舎にいれば土に触ってTh－1が鍛えられる。するとTh－2ばかりい

い顔をさせないと、お互いが抑え合い、アレルギーになりません。こういうものがTh－1とTh－2のバランスで保たれているというパラダイムです。

この衛生仮説が一九八九年からずっと言われて、かなり実証されてきています。

†衛生仮説から腸内フローラ仮説へ

しかし最近になって、衛生仮説から腸内フローラ仮説というものに変わってきました。土や菌に触ったからアレルギーが抑えられるという話を先ほどしましたが、そもそもおなかの中に山ほど腸内細菌がいる、触らなくても十分あるということから、腸内フローラ（腸内細菌）が大事なのではないかと言われてきたのです。

実際に実験データとして分かったことは、腸内細菌がいるのといないのとでは、免疫寛容の成立のしやすさが変わってしまう。無菌動物では免疫寛容、つまり無視できなくなる。だから、いちいちいろいろなものに反応して、アレルギーを患ったり腸炎になったりするのではないかということが、ネズミで分かりました。

実際の疫学データで、幼少期にビフィドバクテリアやラクトバチルスが少なく、クロストリジウム、スタフィロコッ

カスが多いと、アレルギーになりやすいというデータが出てきました。

Woldという人が、一九九八年に、最大の免疫系を有する腸管と、そこに生息する腸内共生細菌が変化することで、免疫系自体が不十分な幼児期においてアレルギーを誘発するのではないかと提唱しました。

これはどういうことでしょうか。先ほどの図18のマウスの実験に、腸内細菌が入った図が図19です。腸内細菌がいると免疫寛容が起こりやすく、腸内細菌がいないと悪くなる。または、腸内細菌の中でもクロストリジウムやスタフィロコッカスという菌がいると、免疫寛容が起こらずアレルギーの炎症が起こる。ビフィドバクテリアやラクトバチルスが多いと正常に働く。これが大事だということで、乳酸菌を取ったらいいのではないかということが分かってきました。

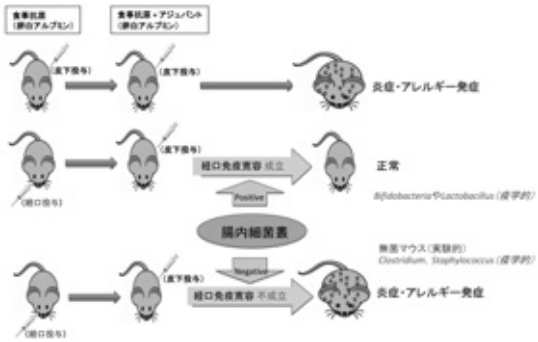

図19　経口免疫寛容の現象は古くから知られていた

†過剰な免疫応答を抑制する腸内細菌

おなかの中には乳酸菌やビフィズス菌がいます。実際にアレルギーにかからなかった人たちには、これが多かったのです。そこから科学者がどのようなことを考えたかというのが図20です。今もこれをもってアレルギーが収まるのではないかと研究している人がたくさんいます。

体の中、腸の中にはパイエル板という場所があります。パイエル板にはM細胞（マクロフォールドセル）という特別な細胞がいて、わざと菌などを体の中に入れることで、腸内環境、腸管の中に何がいるかを常にチェックしています。乳酸菌やビフィズス菌が取り込

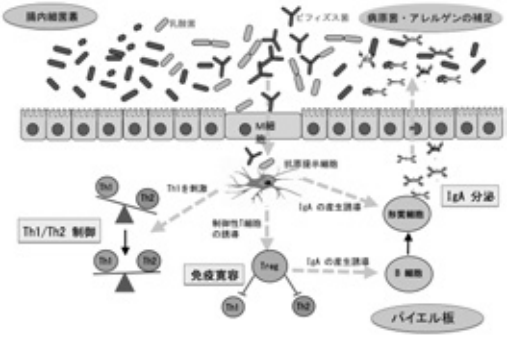

図20　腸内細菌は過剰な免疫応答を抑制する

まれると、菌ですからTh－1を刺激します。けれども、アレルギーの人はもともと、Th－2が強くTh－1が弱いというバランスなので、菌がTh－1を刺激して、シーソーのバランスを戻すのではないか、これがアレルギーを抑制するのではないかといわれています。

もう一つは、菌があることによって免疫寛容が起きやすいのではないかということです。これは、Th－1がTh－2を抑えるという意味で、菌がいいのではないか。これが二番目です。

もう一つは、菌が入ると抗体（IgA）がたくさんできます。これは腸の中や鼻や器官に分泌されるのですが、炎症やアレルギーを起こすのではなく、悪い菌やアレルゲンをキャッチして、そのままうんちとして出すということをします。このような全部が起きて、乳酸菌やビフィズス菌が過剰な免疫応答を抑制しているのではないかというのが、現在考えられているモデルです。

アレルギーとプロバイオティクス

では、実際の試みを説明します。似たような言葉で、プロバイオティクス（Probiotics）とプレバイオティクス（Prebiotics）という言葉があります。プロバイオティクスは生きて腸に届くバクテリアのことで、CMでも聞いたことがあると思います。しかし大事なのは、有益な作用を発現するバクテリアだということです。ただ菌を飲むのがプロバイオティクスです。一方、プレバイオティクスは、食物繊維やオリゴ糖などのことです。腸内に乳酸菌やビフィズス菌などがもともといて、これを食物繊維を食べて増やそうというのがプレバイオティクスです。

実際の実験では、生後すぐにこういうものを与えると、その後アトピーやアレルギーになりにくいことが分かっています。これは動物でも証明され、人でも割と効果がありそうだということで認識されています。

二番目は、図20の話で、免疫寛容を起こしたり、IgAを分泌させたりするだろうというものです。ただしこれは科学者の想像です。

これらをやったときに何が起こるかというと、非常に個体差が大きく、効く人、効かない人がどうしても出てきます。ですから、本当に効いているのかよく分かりません。

私たちはよく、体にいいと信じて毎日乳酸菌を取っていますよね。しかし、動物実験では、ビフィズス菌を飲ませると、四十八時間以内に排泄されます。乳酸菌は生きて腸

に届くのですが、生きたまま出ていきます。腸にとどまってはくれないのです。外に出てしまう。これが問題です。

また、ここが一番強調したいところなのですが、おなかの調子を整えるというのが、現在認められている唯一の効果だということです。特定保健用食品で乳酸菌飲料などがありますが、アレルギーを抑えるような、免疫系をコントロールする特保は一つもありません。それは薬の領域だと言われています。だから厚生省がノーと言い、いかがわしいとも言っています。ヨーロッパにも特保のような制度があるのですが、ヨーロッパでは実際に乳酸菌飲料は承認されませんでした。アメリカもまだノーです。日本だけです。ですからまだ確定はしていません。世界中でみんなが認めているわけではないというのが現実です。

図21は実際に動物モデルの実験です。L－55はどこかのヨーグルトに入っている菌だと思います。こういうものを動物に飲ませておくと、アレルギー応答が抑えられると分かっています。これはいずれもネズミを使った実験です。

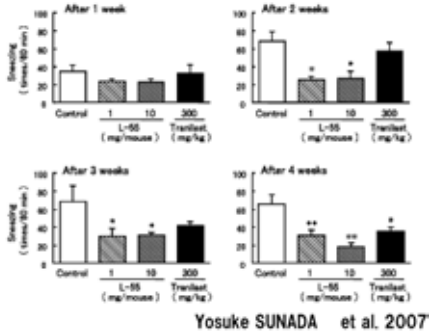

図21　動物モデル試験

ヒトでもいろいろなところで試験されていますが、結果を言うと、上から順番に、「効果なし」「効果なし」「生活の質が向上しました（多少良くなりました）」「生活の質が向上しました（多少良くなりました）」「鼻水が減りました」「鼻水が減りました」「効果なし」「鼻水が減りました」「効果なし」「IgEが入りました」と割れています（表2）。本当のことがまだ見えないというのが現状です。

表2　ヒト介入試験

TABLE 1 Probiotics in the treatment and prevention of allergic disease[1]

Disease/marker	Reference	Participants	Type of probiotic(s)	Duration	Type of study	Outcome
Probiotics effects in clinical studies of allergic rhinitis and asthma						
Asthma	Wheeler et al. (47)	15 adults	*L. acidophilus*	1 mo	DB, CO	No effect on clinical parameters
Allergic rhinitis	Helin et al. (48)	36 adults	*L. rhamnosus* GG	5.5 mo	R, DB, PC	No effect
Allergic rhinitis	Wang et al. (49)	80 adults	*L. paracasei*-33	1 mo	R, DB, PC	Quality of life improved
Allergic rhinitis	Peng et al. (50)	90 adults	*L. paracasei*-33	1 mo	R, DB, PC	Quality of life improved
Allergic rhinitis	Ishida et al. (51)	49 adults	*L. acidophilus* L-92	8 wk	R, DB, PC	Decrease in nasal symptoms
Allergic rhinitis	Xiao et al. (52)	44 adults	*B. longum* BB 536	13 wk	R, DB, PC	Decrease in nasal symptoms
Allergic rhinitis	Tamura et al. (53)	108 adults	*L. casei* strain Shirota	10 wk	R, DB, PC	No effect
Asthma and Allergic rhinitis	Giovannini et al. (54)	167 children	*L. casei* DN-114001	12 mo	R, DB, PC	Decrease in rhinitis episodes
Serum ECP, Ig E, eosinopenia	Moreira et al. (55)	141 adults	*L. rhamnosus* GG	4 mo	R, DB, PC	No effect
Inflammatory markers in Allergic rhinitis	Ivory et al. (56)	10 adults	*L. casei* strain Shirota	5 mo	R, DB, PC	Decrease in antigen-specific IgE and antigen-induced cytokines

Marko Kalliomäki et al. 2010

おわりに

最後に、私が行っている実験をご紹介します。先ほど、腸はむき出しでいろいろなものにさらされていると言いましたが、本当はちょっとしたバリアを持っています。それがムチンという粘液です。痰や唾が多少ネバネバしていますが、その成分がムチンです。同じように腸の中にもムチンがあります。これは糖タンパク質というタンパク質で、胃にも小腸にも大腸にもあります。このようなムチンを増やす、バリアを厚くすることが食物繊維でできないかという研究をしています。

図22では効いたものしか示していません。食物繊維を食べると短鎖脂肪酸が増えるという話はしました。大腸がんの予防などにはいいと思います。ムチンも増えると分かりました。なぜ増えているかというと、ムチンを作る、カップのような形をしている杯細胞（さかずき）というものがあります。食物繊維を食べると、この細胞が増え、それによってムチンが増えることが分かりました。これは、よりガサガサしたかさのあるものや、よりネバネバしたものを食べるほど増えてくると分かっています。IgAに関しても増えることが分かってきました。これらはすべて動物の場合です。

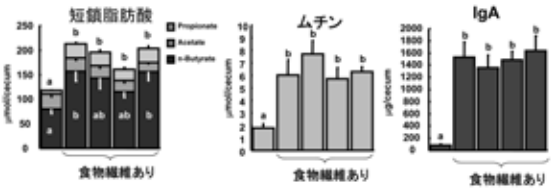

図22　Prebioticsによる腸管バリア機能の強化

このような実験を繰り返して、no effect（効果なし）が減っていけば、そのうち本当に効くであろう食物繊維やプロバイオティクスやプレバイオティクスができるのではないかと思います。

最後に、Eat more Fiber & Starch（食物繊維とデンプンをもっと食べましょう）というメッセージを伝えたいと思います。食物繊維とスターチは、食経験が非常に長いのですが、毒があるということは一切言われていません。そういう意味では副作用のない、健康にいいものです。よりたくさん食べていただければということで、発表を終わらせていただきます。

質疑応答

質問――アレルギーの予防や治療は、これから可能性が大きいとみてよろしいのでしょうか。

日野――これはあちこちでいつも聞かれるのですが、炭水化物など、基本的な食事のバランスが取れていれば、アレルギーにかかるようなことは基本的にないと思います。何かバランスが悪いから、かかっているのです。乳酸菌や食物繊維が、直接効果があるものとして認められるかどうか分かりませんが、とにかくバランスのいい食事を取ってください。いつも言っています。病にならないという意味で「未病」という言葉がありますが、その概念を強く持って、バランスのいい食事をしていただきたいと思います。