

げのむトーク (31-40)

3 1. 鳥の尿はなぜ固体？

父： 「アンモニア排出動物」と「尿素排出動物」に続いて、今日は「尿酸排出動物」の話をしよう。鳥の尿はどうなっている？

娘： そういえば、鳥は液体の尿を出さないね。鳥は糞と尿と一緒に固体として出すのでしょうか？よく観ると、緑がかった褐色の部分と、白い部分があるね。

父： 暗緑色の部分が糞で、白色の部分が尿だ。白いのは「尿酸の結晶」なんだ。鳥類のように、余分の窒素を尿酸の形で捨てる動物を「尿酸排出動物」という。尿酸はほとんど水に溶けないので、固体として捨てる事が出来る。鳥の排泄物の掃除をしたことはある？

娘： うん。そういえば、白い部分は水をかけても溶けなくて苦労するわ。尿酸排出動物には、鳥類のほかにどんな動物があるの？

父： 乾燥した場所に棲んでいる爬虫類、たとえばヘビやトカゲや、一部のカメ類があるな。無脊椎動物では昆虫類がそうだ。

娘： どうして尿酸で捨てるの？

父： 鳥類の場合は、尿は液体より固体の方が軽くて飛ぶのに都合がよいという考えもあるが、ヘビやトカゲは当てはまらないね。もっと大切なのは、胚発生（鳥類の場合は卵からヒナが生まれる）が行われる条件なんだ。鳥類などは硬い殻の卵（閉鎖卵）の中で胚が育つだろう。そのときに、アンモニアや尿素が出るとどうなると思う？

娘： アンモニアは毒だから、ヒナは死んでしまうと思うな。尿素は無毒だからいいのでは？

父： 尿素は少量では大丈夫だけど、大量だと濃度が高くなり、浸透圧が正常に保てなくなるんだ。さらに、高濃度の尿素はタンパク質を変性させて溶かす作用があるので、胚は溶けるかもしれないね。ところが、尿酸を捨てるとうなる？

娘： あっ 分かった！ 尿酸はほとんど水に溶けないので、固体になって、ヒナに影響を与えないんでしょう？

父： そのとおり。尿酸の結晶を卵のすみに捨てれば、胚は安泰というわけだ。尿酸がどれくらい水に溶けにくいかというと、1リットルの水に63mgしか溶けない。これに対して、尿素は1kgほど溶ける。実に1万倍以上だ。

娘： 生物の仕組みはほんとに不思議で、よく出来ているね！

父： 知れば知るほど不思議で、感動するね。さらに、窒素の捨て方は、動物の進化に伴ってダイナミックに変化したというドラマがあるのだ。この話は次回にしよう。

3 2 . 痛風はどんな病気？

娘： 鳥などが余った窒素を水に溶けにくい尿酸の固体として捨てるのはわかったけど、尿酸はどんな物質なの？

父： 図を使わないで説明するのは難しいけど、「尿酸」は「プリン体」の一つだ。プリンは、炭素と窒素を含む環状分子で、プリン骨格を含む物質を「プリン体」という。

娘： プリン体は尿酸のほかにどんな物質があるの？

父： みんなの知ってるプリン体にはイノシン酸（調味料、かつお節のうまみ成分）や、コーヒーなどに入っているカフェインがある。プリン体は、核酸（DNAとRNA）や生物のエネルギー通貨であるアデノシン三リン酸（ATP）に含まれている。実は、尿酸は核酸やATPなどが分解されて生じる「プリン体の分解産物」なのだ。

娘： つまり、ヒトの場合は、窒素を捨てる目的ではなく、プリン体の分解産物として尿酸を捨てるわけね。核酸もATPも体にとってすごく大切だけど、その中に含まれるプリン体はどこから来るの？

父： 一部は食物に含まれるプリン体が吸収されて利用されるが、大部分は体内で合成される。これらのプリン体は核酸やATPなどの合成に使われた後、やがて尿酸に分解されて尿中に捨てられる。ところが、尿酸は水に溶けにくいので、血中に蓄積すると「高尿酸血症」となり、ひいては「痛風」になる。

娘： 痛風は関節や組織内に尿酸の結晶が沈着して、激しい痛みを繰り返す病気でしょう？

父： そのとおり。痛みのほかに、手足の関節が腫れたり変形したりする。これらの目立った特徴のために、古くから関心が大きかった。すでに、ギリシャ時代に詳しい記載がある。痛風に悩まされた有名人も多いよ。古くはアレキサンダー大王、太陽王ルイ十四世、ルター、ニュートン、ゲーテ、ダーウィンなど、挙げるときりがなくらいだ。

娘： そうなんだ！ こんな偉い人たちも、じつは痛風で”痛い痛い”と苦しんでいたんだね！痛風について、もう少し詳しく知りたいな。

父： では次回にしよう。

33. 痛風はなぜ痛い？

娘： 「痛風」は、風が吹いても痛いというところから名前が付けられたと聞いたけど、なぜそんなに痛いの？

父： 関節に尿酸の結晶が出来ると、体はそれを外敵（異物）とみなし、「好中球（貪食専門の白血球）」が血中からその場所に駆けつけ（「遊走」という）、尿酸の結晶を貪食して殺そうとする。この時、「炎症の化学物質」が放出され、炎症が起こる（第24回を見て下さい）。白血球は、異物が細菌の場合には殺菌できるが、相手が尿酸の結晶だと歯が立たない。その結果、白血球は自爆して、中身が飛散し、さらに強い炎症が起こり、これが繰り返される。「発痛物質」を含む大量の炎症化学物質が放出され、関節は腫れあがり、激しい痛みが起こる。

娘： 聞いているだけで痛くなりそうだけど、痛みをとるにはどうすればいいの？

父： 痛み発作の初期には「コルヒチン」という薬が用いられる。コルヒチンは種無しスイカを作るときにも使われる薬で、白血球の遊走や貪食を抑制する作用があるので、炎症化学物質の放出が抑制され、痛みが軽くなる。その後は、「インドメタシン」などの「非ステロイド系抗炎症薬」を用いる（第25回）。しかし、これらの薬は尿酸を下げる効果はないよ。

娘： これらの薬は発作のときだけに使うのね。では、尿酸を下げるにはどうすればいいの？

父： 血中の尿酸量（濃度）は、尿酸が産生される速度と、腎臓から排泄される速度のバランスで決まる。もし、産生が亢進するか、排泄が低下すると、尿酸が蓄積し、「高尿酸血症」が起こる。日本では「排泄低下型」が60%、「産生亢進型」が20%、「混合型」が20%くらいを占

める。どの型かによって、異なる薬が使われる。

娘： それぞれの型について、どんな薬があるの？

父： 産生亢進型には「アロプリノール」という薬を用いる。アロプリノールは、プリン体から尿酸を作る酵素を阻害して、尿酸の産生を低下させる。一方、排泄低下型には、「尿酸排泄を促進する薬」を使う。

娘： 高尿酸血症といってもちゃんと型を調べて、薬を使い分けることが大切ね。そのほかには、食事も問題でしょう？

父： そのとおり。食物からのプリン体の影響は一般に考えられているほど大きくないが、高尿酸血症の人はプリン体の摂りすぎには気をつけることが大切だ。プリン体は主に核酸に含まれているので、細胞数の多い食品に多い。一般に、動物や魚の肉に多く、野菜は少なく、卵や乳製品や穀物にはほとんど含まれないので、肉類の取りすぎに気をつけるとよいな。痛風は昔「美食病」ともよばれたが、確かに高価でうまい食品にはプリン体が多い傾向がある。

娘： グルメで高尿酸血症の人はかわいそうね。アルコールや、とくにビールがよくないといわれているけど、ほんと？

父： 実は、ちゃんとした証拠はないみたいだ。ビールに含まれるプリン体は多くないので、適量のビールは問題ないと思う。ビール大瓶のプリン体は約50mgで、この量は肉20-30gに含まれる量だ。最近、低プリンビールやプリンカットビールが売られているが、あまり関係ないと思うな。いずれにしても、飲み過ぎはよくないな。

娘： 最近、健康食品の中に”核酸食”など核酸を含む健康食品の広告があるけど、大丈夫なの？

父： 大丈夫ではないな。核酸を多く含む健康食品は要注意だ。

娘： ところで、痛風は「遺伝」するの？

父： ごくまれに、遺伝子の異常によるもので遺伝するものがあるが（「レッシューナイハン症候群」など）、ほとんどは原因不明で、遺伝性は低い。

娘： そのほかにも、気をつけることは？

父： 水分を十分に摂ることと、野菜を多く食べて、尿をアルカリ性に保つことが大切だ。尿酸は酸性物質なので、アルカリ性のほうがよく溶け、結晶が出来にくいし、排泄されやすい。また、適度の運動やストレス解消によっても、尿酸値が低下することが知られている。

娘： 野菜を食べると、どうして尿がアルカリ性になるの？

父： ではその話を次回にしよう。

3 4 . うめぼしやレモンはなぜアルカリ性食品？

娘： うめぼしやレモンは酸っぱいのに、どうしてアルカリ性食品なの？

父： うめぼしやレモンが酸っぱいのは、クエン酸などの有機酸が多く含まれるためだ。しかし、クエン酸が体の中で燃える（酸化される）と、炭酸ガスと水になる。炭酸ガスは呼吸で排出されるので、体に酸は残らないんだ。一方、うめぼしやレモンにはカリウムなどのアルカリ性のミネラルが多く含まれるので、最終的にはアルカリ性になる。

娘： そうなんだ。では、酸性食品かアルカリ性食品かはどうして分かるの？

父： よい質問だ。食品を燃やして灰にし、水を加えて、pHを測定する。どんな食品でも酸性を示すミネラルと、アルカリ性を示すミネラルが含まれ、そのどちらが多いかで決まることになるな。

娘： 酸性やアルカリ性を示すミネラルには、どんなものがあるの？

父： 酸性を示すものには、硫黄（硫酸になる）、リン（リン酸になる）、塩素（塩酸になる）などがある。一方、アルカリ性を示すものには、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムなどがある。

娘： では、酸性食品とアルカリ性食品にはどんなものがあるの？

父： 代表的な酸性食品は肉類や魚類や卵などで、硫黄やリンが多く含まれている。米などの穀類や砂糖も酸性食品だ。一方、野菜や果物はアルカリ性食品で、カリウムなどを多く含む。

娘： 酸性食品やアルカリ性食品を食べると、血液が酸性になったりアルカリ性になったりする

の？

父：　すぐにそういうことにはならない。血液などの体液のpH（通常7.4付近）はきわめて大切で、体はこのpHを保つ仕組みを持っている。よほどのことがない限り、ほとんど変動しない。

娘：　それはどんな仕組みなの？

父：　大変難しい質問だ。簡単に言うと、仕組みの一つは、酸やアルカリを腎臓から尿として捨てる。したがって、たとえば酸性食品をたくさん食べると、尿が酸性になる。もう一つの仕組みは、呼吸で排出する炭酸ガスの量を加減することによって調節している。体内に炭酸ガスがたまると、炭酸入りミネラルウォーターみたいに、酸性になるのは分かるよね（だから「炭酸」とよばれる）。

娘：　そんなすごい仕組みがあるんだったら、酸性食品やアルカリ性食品はあまり気にしなくてもいいの？

父：　そうはいかないな。やはり、気をつけることが大切だ。尿酸結石や尿酸結石の心配な人は、尿をアルカリ性にする必要がある。もう一つ大切なのは、体液の酸を中和するのに、カルシウムも使われる。カルシウムはどこから来るかというと、骨を溶かすんだ。つまり、酸性食品ばかり食べていると、骨が溶けて、骨密度が低下したり、骨そしょう症になる危険がある。骨の主な働きは、筋肉と協同して姿勢を保ったり運動したりすることだが、カルシウムの貯蔵庫としての働きも大切だ。

娘：　最近、酸性食品、アルカリ性食品というのはあまり意味がない、という説もあると聞いたんだけど、ほんと？

父：　そうだね。酸性食品、アルカリ性食品という分類はあまり科学的ではないし、微妙なところがある。運動会のボール入れで、50対51のわずかな差で、赤が勝った、白が勝った、という感じかな。それで、最近はあまり使われないようになったのは確かだ。しかし、酸性食品とアルカリ性食品をバランスよく食べることはとても大事だよ。

娘：　今回も「食事はバランスが大切」ということに行き着いたね。

35. イヌやネコは痛風にならない

娘： イヌやネコは「痛風」にならないってほんと？

父： ほんとうだ。イヌやネコの血液には「尿酸」がほとんどない。

娘： でも、それってヘンじゃない？ だって、イヌにもネコにも核酸やATPはあるし、それに含まれているプリン体が分解して尿酸になるんでしょう？

父： そのとおり。イヌでもネコでも尿酸が出来る。ところが、イヌやネコは、尿酸をさらに分解する「尿酸オキシダーゼ」（「ウリカーゼ」ともよばれる）という酵素を持っていて、尿酸を「アラントイン」という物質に変えて捨てるんだ。尿酸はほとんど水に溶けないけど、アラントインは水によく溶ける。

娘： へー。プリン体の捨て方が動物によって違うのは面白いね。プリン体を尿酸として捨てる動物は、ヒトのほかにはどんな動物がいるの？

父： 霊長類（サルの仲間）がそうだ。つまり、尿酸で捨てるのはヒトなどの霊長類だけで、そのほかのすべての哺乳動物は、尿酸オキシダーゼを持っていて、アラントインとして捨てる。

娘： どうして霊長類だけ尿酸オキシダーゼを持っていないの？

父： 哺乳類が進化して霊長類が生じたころに、尿酸オキシダーゼを失って、プリン体を尿酸として捨てるようになった。

娘： あっ！ それって「ビタミンC」の話とよく似ているね！ 「霊長類が生じたころに、ビタミンC合成酵素を失って、ビタミンCをビタミンとして摂らねばならなくなった」という話だったよね（12回を見てください）。

父： すごーい！！ そのとおりだ。覚えていてくれてうれしいね！ ヒトのゲノム（すべての遺伝子）を調べてみると、尿酸オキシダーゼの遺伝子があることが分かった。しかし、少し壊れていて、尿酸オキシダーゼという酵素を作る働きは失われている。

娘： ビタミンC合成酵素の遺伝子の話とほんとに同じね！ またまた遺伝子のゴミ（ジャンク）ね。でも、尿酸を捨てるようになったのは、なにか有利な点があるの？

父： それは分かっていない。アラントインで捨てるでも、尿酸で捨てるでも、おおきな利益や不利益はないので、たまたま尿酸で捨てるようになったのではないかと考えられている。痛風の問題はあるけど、動物が生きるか死ぬかという問題を考えると、大きな問題ではないとも考えられる。

娘： 尿酸は抗酸化物質だって、どこかで読んだ気がするけど————。

父： 尿酸に抗酸化作用があるのは本当で、尿酸オキシダーゼを失ったほうが有利だという考え方もある。しかし、ちゃんとした証拠はないと思う。イヌやネコが、抗酸化活性が弱いとも思えないしね。

娘： 今日最後の質問。仕事をバリバリやっている人のほうが、尿酸値が高いと聞いたけど、ほんと？

父： いろいろよく知っているね。以前に、社会における活躍度と尿酸値の関係を調べた研究があって、活躍している人ほど尿酸値が高い傾向があるとの結果が出たらしい。しかし、活躍している人は一般に裕福で、食事も贅沢でプリン体を多く含む食事が多いので、尿酸値が高くなりやすいのだろうと考えられている。つまり、活躍度と尿酸値の間には直接の関係ないと思うよ。

娘： そうだよな。尿酸値が低くても、仕事をバリバリやっている人はたくさんいるよ。仕事ができるかどうか、尿酸で判断されたらたまらないものね。

36. 個体発生は系統発生を繰り返す

父： 窒素の捨て方が動物によって違い、アンモニアで捨てる動物と、尿素で捨てる動物と、尿酸で捨てる動物があるという話をしたね。この窒素の捨て方が、動物の進化に伴って変化したことがわかっているんだ。

娘： 動物の進化というと、ヒトももとは魚類で、魚類が両生類に進化し、さらに哺乳類に進化したというようなこと？

父： そのとおり。ヒトの祖先の魚類は海中に棲んでいたもので、生じたアンモニアをそのまま海中に捨てていたと考えられる。これは、現在の魚類でも同じだね。ところが、魚類から両生類が出現し、大洋から陸上へ進出したとき、窒素排出はどうなったと思う？

娘： 陸上ではアンモニアをそのまま捨てられないので、尿素に変えて捨てるようになったんでしょう？

父： すばらしい。アンモニアから尿素を合成する能力を獲得し、尿素を合成して、一時的に体内に保留し、尿として捨てるようになった。つまり、アンモニア排出型から尿素排出型に進化したというわけだ。両生類から哺乳類に進化したときは、尿素排出型のままで変わらなかった。つまり、窒素の捨て方に関しては、ヒトもカエルも同じということだ。

娘： ちょっと気がついたんだけど、オタマジャクシがカエルに変態するときも、アンモニア排出型から尿素排出型に変わるんだよね？

父： そうなんだ。実は、ヒトでも同じようなことが起こる。胎児は尿素を合成することが出来ず、胎児のアンモニアは母親の血液に移行し、母親が、自分が出すアンモニアと一緒に尿素に変換している。ところが、胎児は生まれるころに尿素を合成する能力を獲得し、生まれてからは尿素を捨てるようになる。

娘： わー 面白いね！ 動物の進化で起こったのと同じ変化が、カエルやヒトの一生でも起こるのね。

父： 「個体発生は系統発生（進化）を繰り返す」という有名な説は知っている？ ヒトの胎児の発生を見ると、発生初期の胚は鰓のある魚そっくりの姿をしており、哺乳類が魚類を経由して進化したことの証拠だと考えられている。そして、形だけではなく、代謝（窒素の捨て方）でも同じことが起こるというわけだ。

娘： ヒトの発生の図は教科書で見たよ。最初はメダカみたいなのが赤ん坊の姿に変わっていくのはびっくりするね。ところで、尿酸を排出する動物の場合はどうなの？

父： 両生類から爬虫類や鳥類に進化したときに、硬い卵（閉鎖卵）の中で発生する道を選んだ。前にも言ったと思うけど、閉鎖卵の中ではアンモニアも尿素も有毒だ。そこで、水に溶けない尿酸の固体として捨てる能力を獲得し、尿酸排泄型に進化したと考えられる。

娘： 窒素ひとつ捨てるのにも、こんなドラマがあったんだね！

37. ビタミン B6 はアミノ酸代謝に欠かせない

父： 以前にビタミンの話をしていたが、寄り道がすっかり長くなってしまったね。久しぶりに戻ることしよう。「ビタミンB群」の中で、B1（チアミン）とB2（リボフラビン）は話したので、今回は「ビタミンB6」だ。

娘： 「ビタミンB6」はどんな働きをするの？

父： 一口にいうと、「アミノ酸代謝に欠かせない」ビタミンだ。食物に含まれるビタミンB6は吸収されて、体内で活性化され、「アミノ酸を合成したり分解したりする酵素の補酵素」として働く。つまり、ビタミンB6がまったくないと、アミノ酸代謝が起こらないことになるな。

娘： タンパク質はアミノ酸から出来ているので、「タンパク質の代謝」も障害されるの？

父： そのとおり。また、「アドレナリン」や「ドーパミン」や「セロトニン」などの「神経伝達物質」や「ホルモン」もアミノ酸から合成されるので、これらの物質の合成にも関係している。

娘： ビタミンB6が欠乏すると、アミノ酸代謝がうまくいかなくなるという話だけど、どんな病気が起こるの？

父： 一般に体の調子が悪くなるけど、もっとも目立つ病気としては「皮膚炎」がある。鼻や耳や口周辺の皮膚が赤くなったり、カサカサになったり、かさぶたが出来たりする。口内炎もよく起こる。

娘： 皮膚は、とくに女性にとっては気になる場所なので、気をつけたいね。ビタミンB6は、どんな食物に多く含まれるの？

父： 「動物性食品」にも「植物性食品」にも広く含まれているので、バランスのよい食事をしていれば心配ない。また、腸内細菌によっても合成されるので、一般には不足しにくいといわれている。しかし、抗生物質を長期間、不適切に使ったりすると、腸内細菌のバランスが崩れ、不足することもあるから注意が必要だ。また、水溶性ビタミンなので、体の中に貯めておくことができないので、毎日取り入れる必要がある。

38. ペラグラという皮膚病はナイアシンの欠乏で起こる

父： 今回はビタミンB群の続きで、「ナイアシン」だ。ナイアシンは「ニコチン酸」ともよばれる。

娘： ニコチン酸というと、タバコに含まれる「ニコチン」と似ているけど、関係あるの？

父： 化学構造が似ているけど、作用や働きは関係がない。

娘： ナイアシンはどんな働きをするの？

父： 食物に含まれるナイアシンは吸収され、体内で活性化されて、「酸化還元反応」を行う「酸化還元酵素」の「補酵素」として働く。糖質も脂質もタンパク質（アミノ酸）も、酸化還元反応を受けて代謝されるので、三大栄養素すべての代謝に必要ということになる。

娘： 酸化還元反応というと、「ビタミンB2（リボフラビン）」も関係すると聞いたように思うけど（第15回）、関係あるの？

父： よく覚えているね！ そのとおり。酸化還元反応には、ビタミンB2を必要とする反応と、ナイアシンを必要とする反応がある。別の言い方をすると、ビタミンB2とナイアシンが役割分担して、ほとんどの酸化還元反応を助けているんだ。

娘： ナイアシンは大活躍ね。そのほかになにか特徴はあるの？

父： 実は、ビタミンといいながら、ナイアシンは体の中で「トリプトファン」（アミノ酸の一つ）から合成される。だから、食物からの摂取は必ずしも必要ではなく、欠乏することも少ない。

娘： 欠乏することが少ないということは、欠乏することもあるのね？

父： かつて、南米やメキシコなどトウモロコシを主食とする地域で、「ペラグラ」という皮膚病が大発生した。ペラグラはイタリア語で「荒れた皮膚」を意味するようだ。原因を調べてみると、ナイアシンの欠乏によることが分かった。

娘： 「トウモロコシ」というと、トルティージャは好きだけど、「ナイアシン欠乏」とどんな関係があるの？

父： よい質問だ。ほとんどのタンパク質にはナイアシンの原料となるトリプトファンが含まれているが、トウモロコシのタンパク質にはトリプトファンがほとんど含まれていないんだ。それに加えて、副食が少ないと、食物からのナイアシンも少なく、ナイアシン欠乏症がおこるという訳だ。

娘： ナイアシンの不足とトリプトファンの不足が重なって起こるのね。ペラグラはどんな症状が出るの？

父： 肌がかさかさ荒れたり、日光に当たると、顔や手足に炎症がおこり、皮膚が剥げ落ちる。口角炎もよく見られる。ひどい場合には死亡することもある。

娘： 結構怖いね。ナイアシンはどんな食物に含まれているの？

父： 動物性食品に多く含まれ、植物性食品には少ない。しかし、先ほども言ったように、ほとんどのタンパク質（トウモロコシ以外の）にはナイアシンの原料となるトリプトファンが含まれているので、バランスのよい食事をしていて、不足する心配はないよ。

39. タンパク質の「質」を評価する

娘： 前回、トウモロコシのタンパク質はトリプトファンが欠乏しているという話だったけど、トウモロコシのタンパク質は質が悪いということね？

父： そう。タンパク質にも良し悪しがあり、タンパク質の「質」を評価するのに、「アミノ酸スコア」という値が用いられる。このスコアは、FAO（国連食料農業機構）とWHO（世界保健機構）の合同で決められている。ところで、タンパク質には何種類のアミノ酸が含まれているか知っている？

娘： 20種類でしょう。覚えやすいから覚えている。その中の8種類が「必須アミノ酸」で、12種類が「非必須アミノ酸」だったかな？

父： よく覚えているね！ 必須アミノ酸は体内で合成できないので、食物から取り入れる必要がある。一方、非必須アミノ酸は体内で合成できるので、必ずしも食物から取り入れる必要がない、というわけだ。ところが、タンパク質によって含まれるアミノ酸の種類や量が異なるので、食品のタンパク質の良し悪しが生じる。その良し悪しを数字で表したのが「アミノ酸スコア」だ。

娘： アミノ酸スコアはどうして決められるの？

父： 基本的には「必須アミノ酸のバランス」によって決まる。すべての必須アミノ酸を必要量含んでいる場合を、アミノ酸スコア100と定められている。数値が100に近いほど、タンパ

ク質の質がよいといえる。アミノ酸スコアが100の食品にはなにがあるか、知っているかい？

娘： まず牛乳でしょう？ だって、子牛は牛乳だけで育つし、ひとの赤ちゃんだって牛乳だけで育つから。

父： そのとおり。スコアが100の食品には、牛乳のほかに鶏卵もそうだ。鶏卵のタンパク質だけでヒナが育つことを考えると納得だね。そのほかに、実は動物の肉類や魚肉も、アミノ酸スコアが100または100に近い。これも、動物のアミノ酸組成がほとんど同じであることを考えると、よく分かるね。

娘： ということは、植物性食品のアミノ酸スコアは小さいの？

父： そう。植物のアミノ酸組成は動物とはかなり違いそうだし、実際に違うので、当然アミノ酸スコアも小さくなる。植物性食品でとくにタンパク質が問題になるのは、主食にもなる穀類と豆類だ。穀類や豆類の中でも、アミノ酸スコアで健闘している食品があるけど、知っている？

娘： いつか”大豆は畑の牛肉”という言葉聞いたことがあるけど、大豆なの？

父： おもしろい言葉を知っているね。大豆のスコアは86で、よくがんばっているね。大豆をはじめ、豆腐や納豆などの加工品も、良質の植物性タンパク質の宝庫といえる。

娘： 日本人だと、米のご飯と小麦のパンがどちらがよいか興味があるけど、どちらがいいの？

父： アミノ酸スコアは米が65、小麦が44で、タンパク質の質から言うと、米のほうが優れている。かつては日本も貧しく、動物性食品がほとんど食べられなかったので、必要なタンパク質のほとんどを主食の米（と大豆）から摂っていた。ご飯を今よりはうんとたくさん食べていたのは、そのためだ。現在でも、アジアの貧しい人々は米をたくさん食べるのは、おなじ理由による。

娘： ところで、トウモロコシのアミノ酸スコアはいくら？

父： 資料によってちがうけど、32くらい。不足しているアミノ酸を「制限アミノ酸」というけど、トウモロコシの制限アミノ酸のトリプトファンを加えると、スコアがうんと上がることが分かっている。

娘： 米と小麦で不足しているアミノ酸はなに？

父： 米でも小麦でも、いちばん不足しているアミノ酸は「リジン（リシン）」だ。かつて、学校給食用の小麦にリジンを添加したこともあったな。リジン強化米が試験的に使われている国もあるよ。

娘： 不足しているアミノ酸を添加するのもよいかもしれないけど、食品を組み合わせるとよいのでは？

父： そのとおり！ 米や小麦はリジンが少ないけど、大豆はリジンが多いので、両方を組み合わせるとよいことが分かっている。実際、多くの国や地方で経験的に行われている伝統的は組み合わせによって、欠けたアミノ酸を補い合っているんだ。アジア地域における「米と豆」、南米などにおける「トウモロコシと豆」、中近東における「小麦と豆」などの組み合わせがそうだ。

娘： 今回のキーワードは「組み合わせ」ね。

父： 今回は食品中のタンパク質とアミノ酸に限った話なので、そのほかに、タンパク質と糖質と脂質のバランスや、ビタミンやミネラルなどについても考えることが大切だ。

40. 妊娠中のビオチンのサブリはご用心！

父： 第38回のナイアシンに続いて、今回はやはりビタミンB群の「ビオチン」だ。ビオチンの働きは、またまた酵素を助ける「補酵素」として働き、「代謝」に必要なだ。

娘： いままでの話をまとめると、ビタミンB群のほとんどは補酵素として働き、代謝に重要ということになるね。ビオチンはどんな代謝に必要なの？

父： 糖質の代謝にも、脂質の代謝にも、アミノ酸の代謝にも、「炭酸ガスを固定する反応」がいくつかあるが、ビオチンはこれらの反応に必要なだ。

娘： ということは、ビオチンが欠乏すると、糖質、脂質、アミノ酸の代謝がすべて障害されるわけね。とすると、ひょっとして、欠乏症は皮膚炎では？

父： すごーい！ そのひょっとしてなんだ。「ビオチン欠乏症」では、髪の毛が抜けたり、白髪になったり、湿疹や皮膚炎などの「皮膚症状」が出る。そのほかに、食欲不振になったり、疲れやすくなる。多くのB群ビタミンの欠乏症で皮膚症状が出やすいのは、症状が目立ちやすいこ

ともあると思うな。

娘： ビオチン欠乏症はどんなときに起こるの？

父： ビオチンはほとんどの食品に含まれているし、「腸内細菌でも作られる」ので、欠乏することはほとんどない。しかし、次のような面白い研究の歴史がある。マウスに大量の生の卵白を食べさせると、皮膚炎が起こることが知られている。この皮膚炎を防止する因子として発見されたのがビオチンだ。

娘： 面白いけど、よく分からないな。生卵白とビオチンはどう関係するの？

父： 実は、卵白の中には「アビジン」とよばれるタンパク質が含まれているが、アビジンはビオチンと強力に結合する性質があり、そのためにビオチンの吸収が障害され、ビオチン欠乏症が起こることが分かった。この結合は大変強いので、「アビジン-ビオチン系」として、研究や分析にも利用されている。

娘： でも、卵をたくさん食べて、ビオチン欠乏症になるという話は聞かないよ。

父： それは大切な点だ。アビジンはタンパク質なので、卵を熱で調理すると、アビジンはビオチンに結合する力を失うので、大丈夫というわけだ。生卵も毎食たべると心配だが、一日一回くらいなら平気だよ。

娘： ところで、ビオチンの「サプリメント」は効くの？

父： ビオチンが欠乏しているという証拠がない限り、サプリメントは不要と思う。一般に、「水溶性ビタミン」は体内に蓄積せず、すぐに尿中に排泄されるので、比較的安心といわれている。しかし、過剰のビオチンは体内に蓄積し、「催奇性」があるという研究もあるので、妊娠中の人や、その可能性のある人は、ビオチンのサプリメントは摂らないほうが安心だ。