

生田 哲
薬学博士

ビタミンCの
大量摂取が
カゼを防ぎ、
がんにも効く



まえがき 「カゼやがんに効く」は本当だった

あらゆるビタミンの中でもいちばん有名で、もともと人気が高いビタミンCは、別名「アスコルビン酸」といいます。〃肌がきれいになる〃ことから、美容を目的にビタミンCを摂取している女性も多いでしょう。ビタミンCは肌の成分であるタンパク質、コラーゲンをつくるのに欠かせない栄養素だからです。

しかし、最近の研究で、ビタミンCにはそれ以上の、もっと凄い健康効果があることがわかってきました。

ビタミンCと聞いて、健康法に詳しい人は、一九七〇年代にアメリカ発の大ブームがあったことを思い起こすかもしれません。

ノーベル賞受賞生化学者であるライナス・ポーリング博士が、一九七〇年に『ビタミンCとカゼ』という本を出版してベストセラーになりました（邦訳『さらば風邪薬！』は講談社より一九七一年刊）。一九七九年にも、スコットランドのエワン・キャメロン博士との共著で『がんビタミンC』を刊行します（同名の邦訳は共立出版より一九八一年刊）。これらの本には「ビタミ

ンCはカゼに効く」「ビタミンCはがんにも効く」と書かれていましたが、後に、医学的には「カゼにも、がんにも効果のないこと」が証明されたはずだ、と記憶をたどるかもしれません。たしかに、そのとおりです。みずから提唱した「ビタミンC療法」が医学界の権威筋に認められなかったポーリング博士は、失意のうちに、一九九四年八月、九三歳で世を去りました。そして、ポーリング博士によって最初に「ビタミンC療法」が提唱されてから四〇年もの歳月が流れます。

栄養素について長年、分子レベルでの研究を続けてきた筆者にしても、ビタミンCそのものの重要性は認識していたにもかかわらず、「ビタミンC療法」や本書で詳述する「ビタミンCのメカドース（大量摂取）療法」について、深く検討してはきませんでした。

ビタミンCは、ある程度、カゼに効くとは思っていたものの、まさか、がんにまで効果があるとは思いませんでした。これまでにビタミンCについては膨大な数の論文が発表され、激しい論争が引き起こされてきましたが、いまだに結論にいたっていないとばかり思い込んでいました。しかし、それが間違いだったことを知ります。

二〇〇五年に、NIH（米国立衛生研究所）のマーク・レビン博士のグループにより、ビタミンCががん細胞を殺すことを証明する衝撃的な論文が発表されたのです。

筆者がそれに気づいたのは二〇〇九年七月。その後、ビタミンCについて、多くの医学論文を

取り寄せて精査したところ、筆者から見ても次の五点が科学的に、十分に証明されていると理解するにいたりました。

- (1) ビタミンCはがんに効く
- (2) ビタミンCはカゼやインフルエンザに効く
- (3) ビタミンCは感染症、心筋梗塞^{こうそく}、脳梗塞にも効く
- (4) ビタミンCは病気になりにくい体をつくる
- (5) しかも、ビタミンCは安価で副作用のない安全な食品である

本書では、これら五点について、そして、健康維持のためには毎日どれくらいのビタミンCを摂取^{せつしゅ}すればいいのかを、具体的に解説していきます。

ビタミンCに、病気を治したり、病気を予防する効果があるというのは本当です。ビタミンCの「真実」を、医師を含めて、できるだけ多くの人々に知ってほしいと思います。

もしも、安全なビタミンCを日々の生活の中で活用するならば、あなたの人生はより健康なものに変わります。より健康になれば、より積極的な人生を送ることができるでしょう。ビタミンCがあなたの人生を質的にも向上させるのです。

ビタミンCを今の一〇〇〇倍の量^と摂り入れれば、人生のQOL（生活の質）が革命的に上がる
こと。本書は、その方法について解説したはじめての本です。

ビタミンCのがん治療への応用について、筆者の疑問にていねいにご回答いただき、出版に
いても貴重なアドバイスをしてくださった国際人体機能改善センター所長のロナルド・ハニハイ
キ博士、そして、ビタミンCにかんする科学文献の提供だけでなく、ハニハイキ博士へのインタ
ビューも設定していただいた国際統合医療教育センター所長の柳澤厚生博士に深く感謝いたしま
す。

本書の企画から編集まで、細部にわたりお世話になった講談社生活文化第二出版部の富岡広樹
氏に感謝いたします。

二〇一〇年三月

生田^{いくた}哲^{さとし}

(1) (ビタミンCの点滴によって達成される) 超高濃度ビタミンCが、正常細胞にダメージを与えることなく、がん細胞だけを殺すというのは本当か。要するに、ビタミンCはがん細胞を選択的に殺す(これを「選択毒性」という)のかどうか。

(2) もしもビタミンCが、がん細胞に対して「選択毒性」を発揮するのなら、体内で、いったいどんなしくみで働くのか。

ビタミンCは「魔法の弾丸」

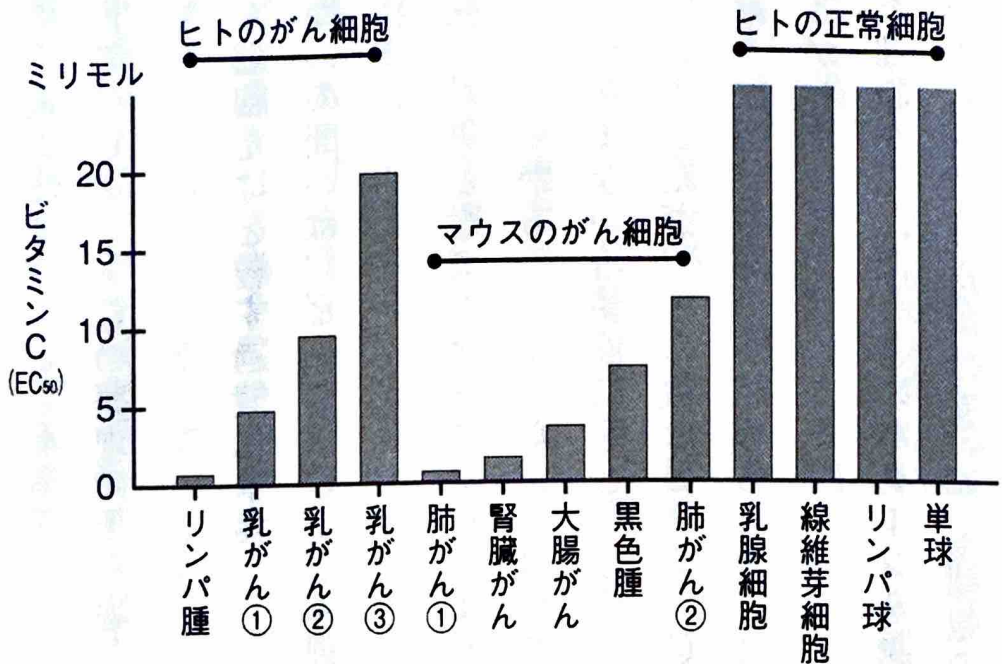
ビタミンCががん細胞を「選択的に」殺すのかどうか。

最初の問いに答えるために、ヒトの正常細胞とヒトのがん細胞、マウスのがん細胞を培養液の中に入れて、ビタミンC濃度を高めていきました。ヒトのがん細胞ではリンパ腫と(三人から摂取した)三種類の乳がんが、マウスのがん細胞では(二匹から採取した)二種類の肺がんと腎臓がん、大腸がん、黒色腫(メラノーマ)が選ばれました。ヒトの正常細胞は、乳腺、線維芽、リンパ球、単球が用いられました。

それぞれの細胞をビタミンCの入っている培養液に入れて一時間放置し、その後で洗浄して、ビタミンCを含まない培養液にもどします。こうして二四時間後、がん細胞がどれだけ死んでい

るかを調べました。

図 1-2 高濃度ビタミンCのがん細胞と正常細胞への影響



※EC₅₀ は、細胞の半数が死ぬ濃度

出典：Q. Chen et al., Proc Natl Acad Sci USA 102:13604,2005

こんな結果が得られました。

ヒトのリンパ腫はビタミンC一ミリモルで死にました、乳がんは種類により五、一〇、二〇ミリモルで死滅。同じ乳がん細胞にも歴然とした個人差があり、ビタミンCの抗がん剤としての効果に二〜四倍の違いが出ていることがわかりました。一方、マウスのがん細胞はどれも一五ミリモル以下で死にました。

ここのポイントは、ビタミンC濃度が二〇ミリモルに達すると、ヒトでもマウスでも、試験を行ったすべてのがん細胞が死滅したことです。そして、この高濃度でも、ヒトの正常細胞はまったくダメージを受けていませんでした。

こうして最初の問い、「選択毒性」への答えはYESとなりました。ビタミンCはがん細胞だけを殺す「魔法の弾丸」であることが、科学

的に証明されたのです。レビン論文が発表された二〇〇五年は、ビタミンC研究における歴史的瞬間でもあります。

そして、ビタミンCの薬理効果を論じるとき、「濃度」がどれほど重要かがわかります。

がん細胞だけを殺す過酸化水素

二つめの問いは、ビタミンCががん細胞だけを殺す「しくみ」を探ることです。こんな実験が行われました。

実験の対象として、ビタミンCによって死滅しやすいと思われるリンパ腫を選びました。リンパ腫を〇・一から五ミリモルまでのビタミンCを含んだ培地ばいちに一時間さらし、洗浄してからビタミンCを含まない培養液にもどします。一八時間後にがん細胞を観察すると、多くのがん細胞が死んでいましたが、その数はビタミンC濃度に比例していました。

「用量―反応」の関係が認められたことから、がん細胞の死はビタミンCによって引き起こされたことがわかります。

がん細胞が死んだときのパターンを調べると、過酸化水素をがん細胞の培地に加えたときと同じものでした。したがって、がん細胞の死は過酸化水素が原因となつていることが推察されます。その後の研究で、実際に過酸化水素ががん細胞を殺していることが確認されました。

過酸化水素は代表的な「活性酸素」であり、細胞の成分である遺伝子DNA（デオキシリボ核酸）、タンパク質、細胞膜などを酸化することによって細胞を死に追いやります。

血管内に入った大量のビタミンCは過酸化水素をつくりますが、血管内では悪さをしません。それは、過酸化水素が、血管内に存在するカタラーゼやグルタチオンペルオキシダーゼという酵素によって、完全に分解されるからです。

しかし、血管を出て、その外側にある組織液に移動した大量のビタミンCからも過酸化水素は発生します。がん細胞はこの、過酸化水素による爆撃を受けて死ぬのです。

それでも正常細胞が無傷でいられるのは、正常な細胞内ではカタラーゼやグルタチオンペルオキシダーゼの活性ががん細胞に比べてはるかに高いためと推測できます。

生体においてビタミンCは、がん細胞の内部と外部にともに存在しています。いったい、どちらの側にあるビタミンCががん細胞を殺したのでしょうか。別の実験によって、細胞の外部に存在するビタミンCであることが明らかになっています。

ビタミンCはミリグラムではなく、グラム単位で摂取する（「ビタミンCのメガドース療法」第2章参照）ことでカゼを予防できます。さらには、点滴による「超高濃度ビタミンC」で、がん細胞だけを殺すこともできるのです。

ビタミンCには、これほど凄^{すご}い健康効果があります。しかし、一九二八年の発見から八〇年以

上を経た今日まで、医学界では、[〃]カゼに効かない[〃] がん[〃]に効かない[〃] といった誤った学説がまことしやかに流布されてきました。

誰よりも早くからビタミンCの健康効果を見抜き、一九七〇年に『ビタミンCとカゼ』を世界に紹介したポーリング博士は、医学界の権威者たちに「食わせ物」「ニセ医者」などと口汚くののしられました。そして長い間、ビタミンCの「真実」は医師にも、一般の人々にもおおい隠されたままになっていました。

なぜ、そのようなことになってしまったのか、次章ではそのいきさつから見えていきましょう。

二〇世紀にはじまったビタミン研究

第2章で、ビタミンには「生命を与える物質」という意味があると述べました。ビタミンはヒトの代謝に必須の物質であるにもかかわらず、体内では生産されない栄養素です。だから、健康を維持するために必要な量のビタミンを、私たちは食べ物から摂取しなければならぬのです。

大腸菌などの細菌は、培地ばいちにブドウ糖といくつかのミネラル（無機物）を入れておくだけで、どんどん増殖します。大腸菌はみずからビタミンを生産できるので、外部から摂取する必要がないからです。しかし、高等動物の一部は進化の過程でビタミンを体内で生産する能力を失ったため、食べ物から摂取しなければ体の健康を維持できません。

ビタミンを十分に摂取しなければ、不足したビタミンの種類により、ヒトにはさまざまな欠乏症が起こります。その代表は、壊血病かいけつ、脚気かっけ、ペラグラ、悪性貧血、くる病など、いずれも重い病気です。これらの病気は一〇〇〇年以上にわたって、数えようもないほど多くの苦しみを人々に与え、また、数千万人もの死者を出してきました。

壊血病はビタミンCの欠乏によって起こります。脚気はビタミンB₁の、ペラグラはナイアシン（ビタミンB₃）の、悪性貧血はビタミンB₁₂の欠乏によって起こります。くる病はビタミンDを含

まない食事を続けるか、皮膚を日光にさらさないことによって発症します。

ビタミンは、このようにヒトの健康にきわめて重要な物質なのですが、その研究の歴史は意外と新しいのです。

一九世紀には、すでに、タンパク質、脂肪、糖類という三大栄養素が動物の成長に必要なものであることが知られていました。それ以外の物質（まだ「ビタミン」という名前はありませんでした）も生体で大事な役割をはたしていることがわかったのは、ようやく一九〇六年、オランダの医師クリスチャン・エイクマンが、食べ物の中に、後に「脚気」と命名される神経症を治療する因子が存在することを提唱してからです。

これがビタミン研究のはじまりとなりました。

アルファベット順に命名された

一九〇〇年代は、白米で飼われた鶏の多くが神経の病気で死んでいました。「白米病」と名づけられましたが、一九一一年、ポーランド出身の生化学者カシミア・フンクが、この病気に効く物質を米ヌカのエキスから発見し、抗脚気ビタミン（後のビタミンB₁）と命名します。

この頃になると、多くの研究者が食べ物に含まれる栄養素について研究を重ねていました。ヒトや動物が健康を維持するには、三大栄養素に加えて、いくつかのミネラルも必須ということがわかりかけてきました。

表3-1 ホブキンスとフンクによる「欠乏症のビタミン仮説」

欠乏症	必要なビタミン
脚気	ビタミンB ₁
壊血病	ビタミンC
ペラグラ	*ナイアシン (ビタミンB ₃)
くる病	ビタミンD

※ナイアシンとはニコチン酸とニコチン酸アミドのこと

一九〇五年から一九二二年にかけて、イギリスの生化学者フレデリック・ホブキンスは、ラットを精製タンパク質、脂肪、糖類、ミネラルの混合物だけで飼育するとやがて死ぬが、その混合物に少量の牛乳を加えると長く生き続けられることを発見します。この研究成果が、一九一二年に論文として発表されました。

同じ年、ホブキンス博士は同僚のフンク博士とともに、生体にある特定の物質が欠乏すると、それぞれの物質に対応して病気が発生するという「欠乏症のビタミン仮説」を発表します。彼らは、四つの病気を防ぐことのできる四つのビタミンを提唱しますが、それは、脚気を防ぐビタミン（ビタミンB₁）、ペラグラを防ぐビタミン（ビタミンB₃）、ナイアシン）、壊血病を防ぐビタミン（ビタミンC）、くる病を防ぐビタミン（ビタミンD）です。このうち壊血病は、食事における「未知の水溶性物質」の不足によって発生する欠乏症であると指摘していました。

その後、「欠乏症のビタミン仮説」の正しさが実験によって証明され、エイクマンとホブキンスの二人は一九二九年にノーベル生理

学医学賞を共同受賞しました。

その間にも、ウイスコンシン大学のエルマー・マツカラム教授が、シロネズミを成長させるには精製タンパク質、脂肪、糖類、ミネラルの他に、バターや卵の黄身に含まれる「必須因子」が必要であると報告しています。

この「必須因子」の中に、とり目（夜盲症）、脚気、壊血病に効く成分が含まれていましたが、まだ純粋な物質として取り出すことはできませんでした。そこで彼は、一九一五年、油に溶ける脂溶性A、水に溶ける水溶性Bと名づけます。これが、後にビタミンA、ビタミンBと呼ばれる、現代のビタミン命名法のはじまりなのです。

その後、壊血病を防ぐビタミンは水溶性Cと名づけられ、くる病を防ぐものは脂溶性Dと名づけられました。つまりビタミンC、ビタミンDです。

一九一一年に脚気を防ぐ抗脚気ビタミンとしてビタミンB₁がはじめて発見されてから、わずかに四二年の間に、それまでに予測されていた一三個すべてのビタミンが発見されました。

一九二八年、ビタミンCを発見

ホプキンス博士とフンク博士の提唱した壊血病を防ぐ未知の水溶性物質には、「ビタミンC」という名前がつけられました。しかし、分子構造は依然、不明のままでした。数年間にわたり、

レモン汁、トウガラシ、キャベツなど、さまざまな食べ物から純粋なビタミンCを分離することが続きました。

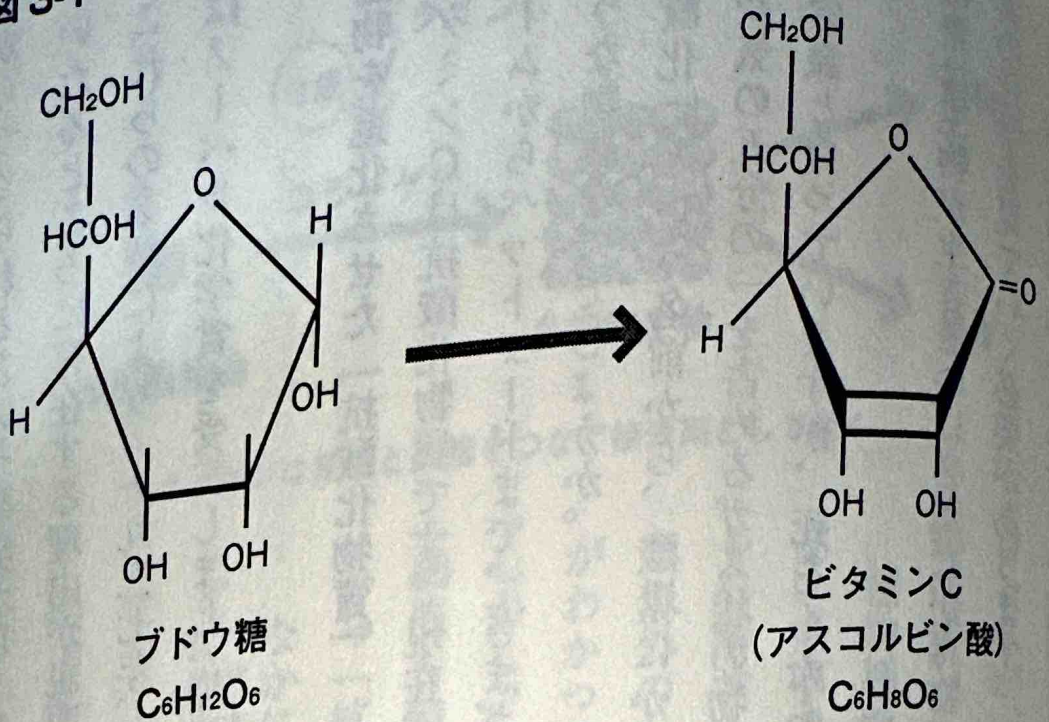
一九二八年、ホプキンス博士の研究室で働いていたハンガリー出身のアルバート・セントジョージ博士が、植物の酸化プロセスを研究する過程で、白色の結晶として動物の副腎皮質から非常に強い還元力を持った「酸」を抽出します。この結晶は糖によく似ていて、オレンジやキャベツにも含まれていました。

セントジョージ博士は鋭い直感力と、ユーモア感覚にすぐれていたことで知られます。それをもつてセプトジョージ博士を紹介しましょう。

物語るエピソードを紹介しましょう。新たな物質に名前をつけなければなりません。命名権はこの「酸」について論文にまとめる際、新たな物質に名前をつけないといけません。そこで彼は「イグノース」は発見者にありますから、博士はどんな名前をつけてもよいのです。そこで彼は「イグノラント」と命名し、「生化学雑誌」に投稿しました。分子構造がわからなかったもので、イグノラント(ignorant: 無知)と糖の接尾語オース(-ose)をくっつけて「イグノース(ignose)」としたのです。

しかし、お堅い科学雑誌の編集者が、この軽い命名に納得せず、名前の変更を求めてきました。そこでセントジョージ博士は、今度は「ゴッドノース(godnose)」＝神のみが知る糖」に変えて再投稿したのですが、やはりユーモアが通用しません。ついに編集者みずから「ヘキスロ

図 3-1 ビタミンCはブドウ糖からつくられる



ン酸」と命名して決着したということです。

それから四年後の一九三三年、セントジョージ博士は、この物質がビタミンCであることを証明し、化学式が $C_6H_8O_6$ であることを明らかにしました。より詳しい分子構造は、セントジョージ博士からの物質の提供を受けたイギリスの化学者ウォルター・ハースが、翌一九三三年に決定しました。

セントジョージ博士とハース博士は、壊血病(scurvy)を防ぐ働きのある酸性物質という意味で否定を意味する接頭語「ア(a)」をつけて、この物質の名前を「アスコルビン酸 (ascorbic acid)」に変えます。

生体では、 $C_6H_{12}O_6$ の化学式を持つブドウ糖が四個の水素を失い、 $C_6H_8O_6$ の化学式で示されるビタミンCができます。ビタミンCが単純な分子であり、組織の細胞のおもなエネルギー源であるブドウ

糖からつくられるという事実から、ビタミンCが生体にとって重要であること、そして身体組織のいたるところに存在する理由が説明できます。

これらの業績により、一九三七年、セントジョージ博士はノーベル生理学医学賞を、ハース博士はノーベル化学賞を受賞しました。

生物を進化させた「抗酸化物質」

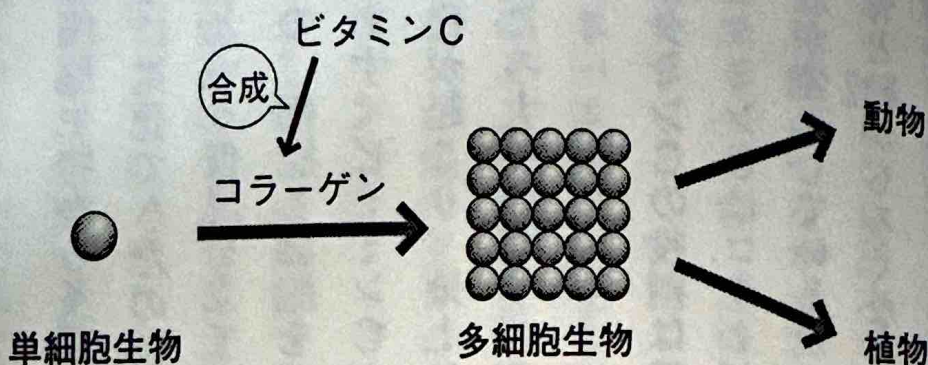
ビタミンCは抗酸化物質です。現在、このような物質は「健康にいい」と喧伝^{けんでん}され、顔に塗るクリームからペットフードまで、さまざまな商品に含まれています。では、抗酸化物質とは、どのような物質なのでしょう。

「抗酸化」という名前から、酸素にかかわりがあることは容易に想像できます。酸素(O₂)は、空気の五分の一を占めるガス状の物質です。生物が生きるのに酸素が欠かせないことは、いまや常識となっていますが、死をもたらすほどの毒物でもあることは、あまり知られていません。

酸素は生物が生きるのに必須だが毒物でもある——この逆説を理解するには、生物にかかわる酸素の化学を見ていく必要があります。

植物は、太陽の光エネルギーを利用して、水と二酸化炭素からブドウ糖をつくっています。こ

図 3-2 生物を進化させたビタミンC



コラーゲンは細胞と細胞をつなぐ接着剤として働く

れが光合成です。このとき副産物として酸素ができます。このプロセスが、地球上で生きるすべての生物のエネルギー源となっています。

植物細胞も動物細胞も、体内で酸素を使って食べ物を燃やし、高い効率でエネルギーを得ることによって生きています。栄養素を分解するにはさまざまな方法がありますが、酸素を使えば、それ以外のときに比べて約二〇倍ものエネルギーを獲得できることがわかっていきます。だから生物は、何とかして酸素を使いたい。しかし、酸素はすべての生物にとって猛毒です。そのため、植物細胞も動物細胞も、酸素を安全に利用するための解毒機能、すなわち「抗酸化システム」を備えています。

なかには酸素を嫌う生物もいます。破傷風菌やボツリヌス菌などの嫌気性菌と呼ばれる細菌たちで、酸素があると生きていきません。嫌気性菌は酸素を解毒する抗酸化システムを備えていないのです。酸素を使えない嫌気性菌は、酸素を使える他の生物に比べて、食べ物を二〇分の一の低い効率でしかエネルギー変換でき

ないため力が弱い。だから、彼らはあまり進化できず、酸素のない環境でひっそりと暮らしています。

単細胞生物から多細胞生物への進化は二三億年前の大イベントですが、ある生物学者は、このように進化できたのは、酸素を無毒化する効率を高めるために細胞同士がつながった結果である、という仮説を立てています。

その、細胞と細胞をつなげるコラーゲンというタンパク質は、ビタミンCの助けを借りてつくられます。ビタミンCがなければ体内でコラーゲンができません。単細胞生物から多細胞生物への進化が起こり、地上に動物や植物が繁栄し、いまでも存在できているのは、コラーゲンの力によるところ大なのです。

ビタミンCの役割は四〇種以上！

ビタミンCはコラーゲンの合成に欠かせません。壊血病で死に瀕^{ひん}している人は、コラーゲンの合成が停止しているため皮膚はちぎれ、体の組織がバラバラになり、関節が弱くなっています。軟骨と腱^{けん}がもろくなり、血管は破れ、歯茎に潰瘍^{かいよう}が生じ、歯が抜け落ち、免疫系の機能は低下し、ついに死にいたります。

コラーゲンは、エラスチンとともに動物の結合組織をつくる線維状のタンパク質で、皮膚、

骨、歯、血管、眼、心臓など、体のあらゆる部分に存在しています。コラーゲンは哺乳類では体を構成する全タンパク質の三割を占めています。

コラーゲンは三本の「ポリペプチド鎖」からできています。ポリペプチド鎖とは「たくさんのアミノ酸がつながった」という意味で、要するにタンパク質のことです。

コラーゲンは、この三本のポリペプチド鎖が縄をよるように、互いに右巻きのらせん状にねじれあつてできていて、その結びつきは、同じ重さの鋼鉄線より強力です。三本のポリペプチド鎖の一本一本は、左巻きの α ヘリックス^{アルファ}というらせん構造をとっています。

他のタンパク質と同様、コラーゲンも巨大分子であり、その分子量は二九万にも達します。コラーゲンが他のタンパク質と違うところは、グリシン（三三パーセント）、プロリンとヒドロキシプロリン（計二一パーセント）、アラニン（一一パーセント）が極端に多いことです。

コラーゲンは生体で次のようにつくられます。

細胞の中で、DNAの塩基配列にしたがつてコラーゲンのもとになるポリペプチド鎖が合成されます。次に、ポリペプチド鎖を構成するプロリンとリシンの水素原子（H）が、酸化酵素とビタミンCの作用によって水酸基（OH）に置き換わります。こうしてヒドロキシプロリンとヒドロキシリシンができて、最後に三本のポリペプチド鎖がからまりあつてらせん構造となります。このとき、水素原子が水酸基に置き換わるたびに、一個のビタミンC分子が消費されることが判

明しています。

コラーゲンは毎日減っていきますから、生体は、これを補うために大量のコラーゲンを合成しなければなりません。そして、コラーゲンをつくるたびにビタミンCが消費されていきます。

だから、ビタミンCを欠いた食事を続けていると正常なコラーゲン合成ができなくなり、壊血病を引き起こすのです。

でも、壊血病を防ぐためだけなら、一日数ミリグラムのビタミンC摂取で事足ります。本書が、その数千〜一万倍、一日にグラム単位の摂取をすすめる理由は、ビタミンCにはコラーゲン

合成以外にもいくつもの大きな役割があるからです。ビタミンCが生体にはたす役割は四〇種類以上も発見されていますが、その最大のものが、細胞を守る「抗酸化物質」としての働きなのです。

健康Ⅱ 「酸化をどう防ぐか」

一枚の小さな紙に火をつけて燃やすと発熱します。やがて紙は燃え尽き、灰が残ります。このように、物質が燃えるには酸素を必要とします。熱エネルギーが発生すると、副産物として灰と

二酸化炭素ができます。

ヒトの命を保つにもエネルギーは欠かせません。まず、一生を通して一日二四時間、体温を三

七度近くに維持し続けなければなりません。また、通勤、通学、家事、エクササイズなど、体を動かすのに筋肉を収縮させなければなりません。この筋肉の収縮にも化学反応がかかわっていて、膨大なエネルギーが消費されます。まばたき、あくび、呼吸、もちろん食べ物を消化するにもエネルギーが使われます。

これらのエネルギーは、私たちの食べた食べ物が、呼吸によって吸い込まれた酸素によってゆつくり燃やされるプロセスから得られます。

食べ物の主成分は、私たちの体の構成要素とさほど違うものではありません。だから、体は食べ物に含まれる酸素によってダメージを受けても不思議ではありません。そうなつては困るの
で、ヒトは進化のプロセスで、酸素を解毒するシステムを備えるようになりました。

酸素は生体を構成する物質から電子を奪い、細胞にダメージを与えてしまいます。生体物質が電子を失った状態を「酸化された」といいますが、逆に、電子を受け取った酸素は「還元された」ことになります。

細胞や組織を純粋な酸素中に置くと、酸化によるダメージを受けて、やがて死んでしまいます。ほとんどの病気や老化は、酸化による組織のダメージが深くかかわっています。

たとえば、皮をむいたリングを空气中に放置しておくとき茶色に変色します。これは、空气中の酸素によってリングの電子が奪われた、つまりリングが「酸化された」結果です。しかし、皮を

むいた部分にビタミンC水溶液（たとえばレモン汁）を塗っておくと、しばらくは色を保つことができます。ビタミンCに代表される抗酸化物質が、リンゴの代わりに酸素に電子を供給することによって、リンゴを酸化から守ってくれるからです。

ヒトが健康に生きるためのカギは、酸化をどう防ぐかにかかっています。酸化は病気につながりますが、このことは一般には、まだ十分に理解されていないようです。

人体は六〇兆個もの細胞の集まりです。細胞は水やタンパク質、脂肪、DNAなどの生体物質でできています。これらの生体物質が酸化されれば、細胞は病気になってしまい、細胞が病気になれば、その集合体であるヒトも健康を損ねることを免れません。

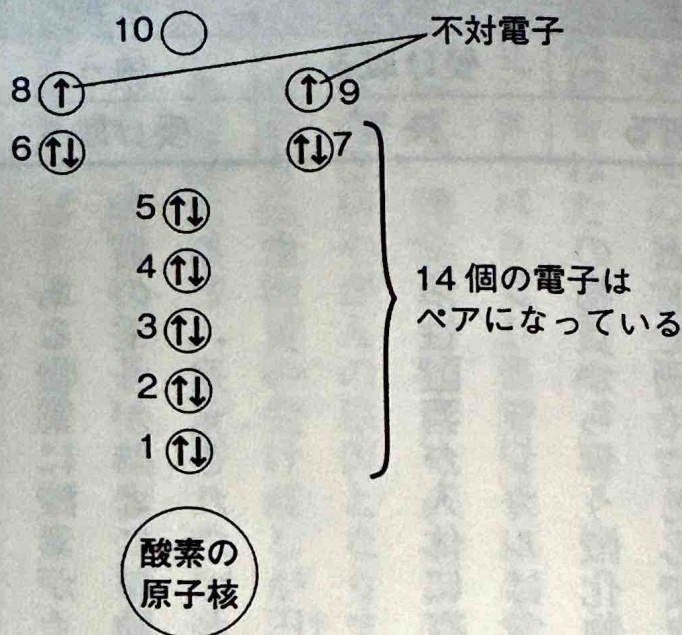
そうならないために、細胞の内部にはたくさんの抗酸化物質が詰まっています。細胞は、酸化的な悪い環境から身を守るために、抗酸化物質で防衛しているわけです。

ビタミンCは、植物界や動物界を通して幅広く分布することから、この物質が、細胞を守る抗酸化物質の中心に位置することがわかります。ビタミンCこそは「細胞の守護神」なのです。

酸化に必ずしも酸素は必要ない

酸素（ O_2 ）正確には酸素分子ですが、ここでは単に酸素と呼びます）の化学反応のしかたは、その電子構造が担っています。酸素の原子核のまわりには一六個の電子があり、このうち一

図 3-3 酸素分子の中の電子の配置



酸素は2個の不対電子を持ったフリーラジカルである

四個の電子がペア（七対）になり、残る二個はペアをつくらず存在しています。ペア（対）をつくる相手のいない電子を「不対電子」といい、不対電子を持った分子や原子のことを「フリーラジカル」と呼んでいます。酸素は「二個の不対電子を持ったフリーラジカル」ですが、フリーラジカルは化学反応を起こしやすいのです。

電子は、二個がペアになって安定化するという性質がありますから、一個の電子がポツンとあるだけのフリーラジカルは、電子が一個欠乏している状態ともいえます。だから、どこからか電子を一個手に入れて安定しようと必死になります。そして、生体内で電子の授受、すなわち化学反応が起こります。

酸化と還元には必ず酸素がかかわっていると思いがちですが、酸化のプロセスに必ずしも酸素そのものがかかわる必要はありません。「酸化」とは電子を失うこと、「還元」とは電子を受け取る

表 3-2 酸化と還元

	電子	酸素	水素
酸化	失う	受け取る	失う
還元	受け取る	失う	受け取る

ことなのです。

ある物質に酸素がくつくと「酸化された」といいます。なぜなら、その物質の電子が酸素に移動し、失われたからです。一方、ある物質に水素がくつくと「還元された」といいます。その物質が水素から電子を受け取ったからです。

活性酸素が人体に有毒な理由

フリーラジカルは常に「安定になろう」としています。原理的には電子を他の物質から奪う酸化物質として働き、逆に、他の物質に電子を与える還元物質として働くこともできます。

より危険なのは、酸化物質として働くケースのほうです。それは、中性分子から一個の電子を奪うことで、ドミノ倒しのように次から次へと化学反応を起こす連鎖反応の引き金となるからです。

しかし、フリーラジカルが還元剤として働くケースは危険ではありません。他のフリーラジカルに電子一個を与えることにより、連鎖反応を止めるからです。