



酵素物語



元宮崎大学客員教授
元ベストエコロジー代表取締役

山城 眞

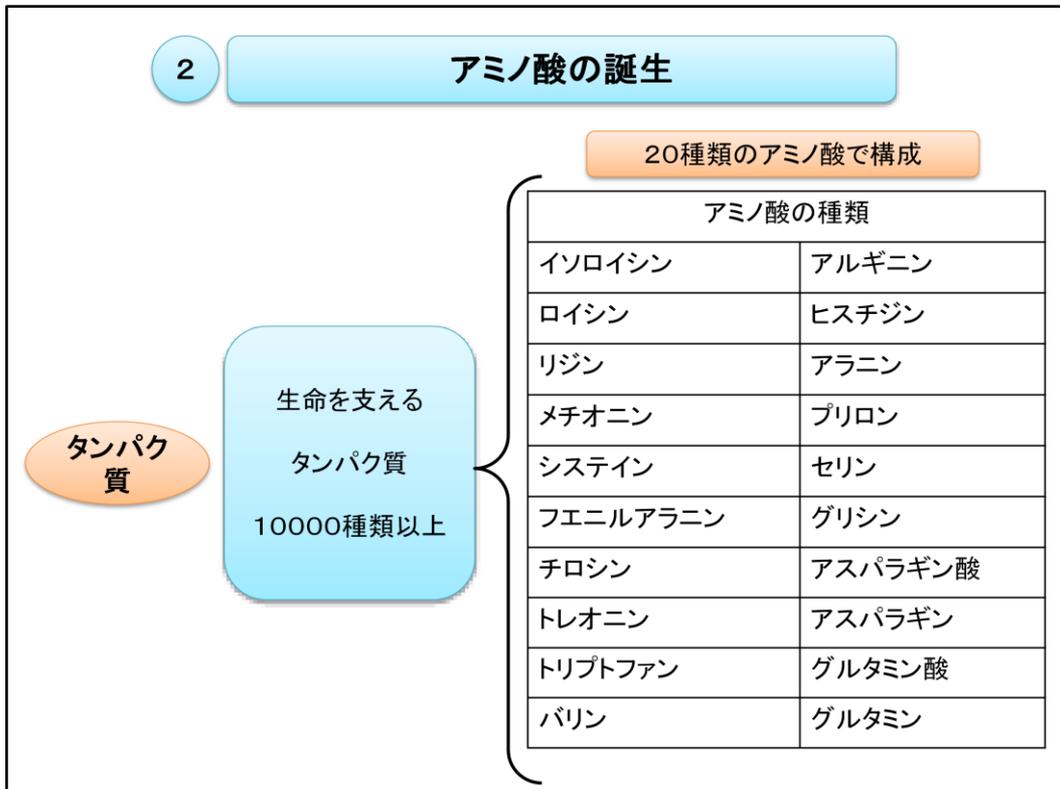


地球は、生命が存在している星(天体)である。かつては、火星人の存在などが話題になったことがある。昔は、月にかぐや姫が住んでいるという物語もあった。しかし、科学の進歩によって、火星にも月にも人間のような生命は存在していないことが分かってきた。夢を失った人も多かったであろう。結局、現在では地球が生命の存在する唯一の星(天体)と考えられている。

壮大な宇宙の中には、地球と同じような星が存在している可能性は否定できない。しかし、現実的には何も確認されていないし、実証もされていない。地球に生命があることはいささか不思議な現象ともいえる。

一体、生命はどのようにして地球上に誕生したのだろうか。神話や宗教では、神様の存在によって生命の誕生が説明されていることがある。信ずるのは自由であるから、神話や宗教の立場で生命の誕生を説明することは何の問題もない。

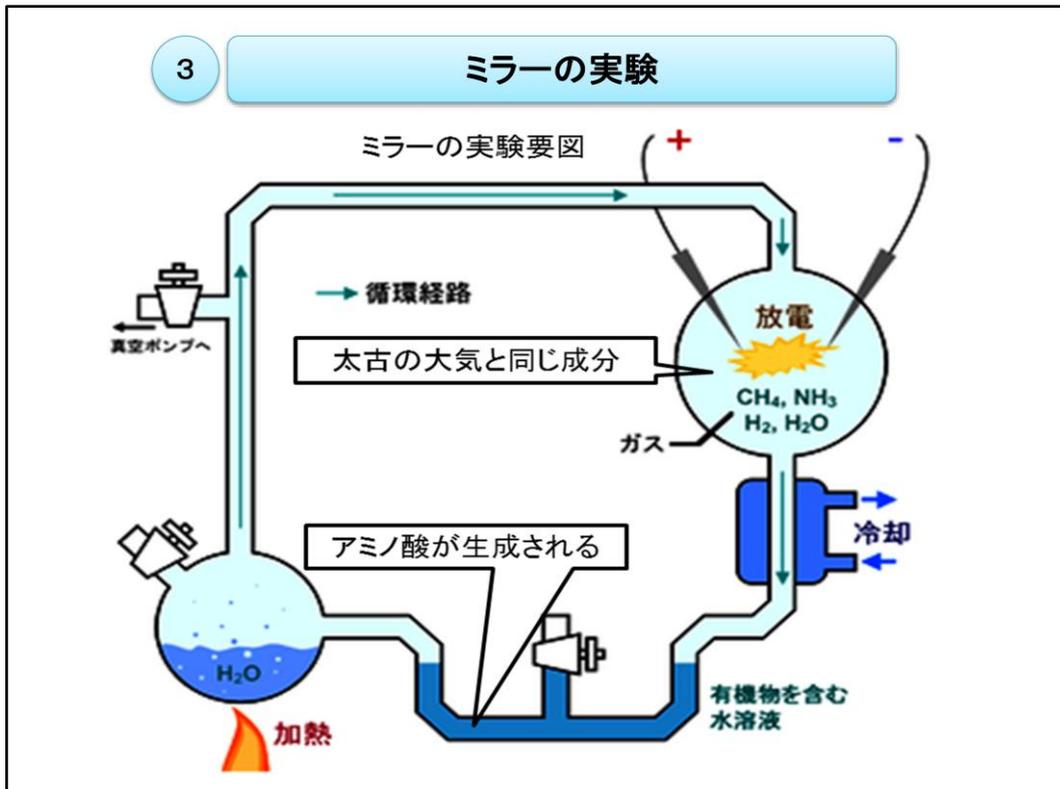
しかし、科学の立場で考えると、生命の誕生は科学的ストーリーとして説明して行かなければならない。多くの科学者が同意している、生命の誕生に関する科学的ストーリーがある。それは、生命は地球の海で誕生したという事実である。生命の母は「大海」ということになる。



生命を支えている最も重要な物質がタンパク質である。このタンパク質は、アミノ酸という物質からできている。現在では、タンパク質を作っているアミノ酸の種類は全て解明されている。

地球上の生命を支えているタンパク質は、一万種類以上存在しているとされている。面白いことに、これだけ多くのあるタンパク質を作っているアミノ酸は、たった二十種類だけであるというのである。

複雑な生命体も、ある意味では意外とシンプルな面が存在しているといえるのだが、生命の誕生を追求する科学者たちは、このアミノ酸の誕生を解明することにチャレンジし続けた。どのようにして、地球にアミノ酸が誕生したかを解明すれば、生命の誕生に関する科学的ストーリーが成立するというのである。



アミノ酸の誕生に関する有名な実験がある。アメリカのミラーという生化学者は、地球の原始時代の大气(空気)の成分を追求した。水素、メタン、アンモニア、水など原始時代の大气と考えられる物質を集め、放電管という管の中に閉じ込めたのである。そして、高い電圧をかけて放電した。ミラーは何を考えたのか。それは、自然界で起こる雷の稲妻を発生させたかったのである。

雷は、自然界で発生する高電圧の放電である。稲妻は、そのときに発生するひかりである。ピカッと光り、ゴロゴロと鳴る雷は、本当は光と音とが同時に発生している。しかし、音の伝わる速さより、光の伝わる速さが速いため、先に光を感じるのである。もし、雷の発生が近くであれば、ほぼ同時にピカッ、ドカーンということになる。遠くであれば、ピカッと光を感じて、しばらくしてからゴロゴロと音を感じることになる。ミラーは、この雷の光に着目した。なぜなら、稲妻と呼ばれる雷の光は、さまざまな物質を変化させることが分かっていたからである。そこで、ミラーは実験室で、連続して雷を発生させようと考えたのである。

原始時代の地球上では、毎日大雨が降り、いたる所で強い雷が発生していたと考えられる。当時の地球の表面は、まだ高温で、降った雨はすぐに蒸発していたと推測される。地球全体が、強い夕立の連続と考えるとよい。ということは、ものすごい量の稲妻が発生していたと考えられる。

ミラーは、原始時代の大气の中で、連続して稲妻が発生した場合、何が起こるか確かめたかったのである。実験室での稲妻は、高電圧放電という方法によって発生させることができる。ミラーは、原始時代の大气と同じと考えられる成分の気体の中で、一週間以上の高電圧放電を行った。こうして人工的に雷を発生させて、その後にアミノ酸分析を行ったのである。何と、驚くことに十種類のアミノ酸が放電管の中で育成されていたのである。

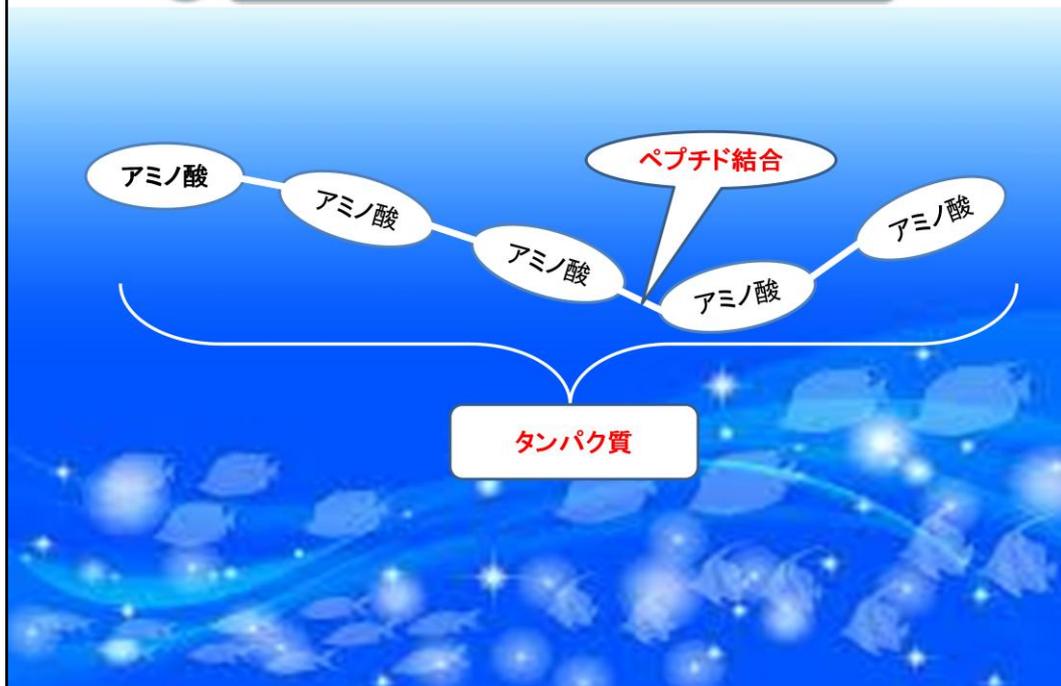
ミラーのこの実験報告によって、「アミノ酸は、原始時代の大气に稲妻放電が作用して育成された」とする考えが定着した。

その後、多くの研究者によって各種の混合気体と高電圧放電が繰り返された。そして、二十種類すべてのアミノ酸が雷の稲妻放電によって生成できると証明されたのである。

こうして、生命誕生の科学的ストーリーがスタートしたのである。

4

4 アミノ酸のペプチド結合・タンパク質の誕生



原始時代の大气に稲妻が作用して生成されたアミノ酸は、やがて海の誕生とともに、そのまま海水中に溶けて存在したと考えられている。こうなれば、生命の誕生は説明しやすくなる。アミノ酸とアミノ酸は、ある種の化学反応によってくっつくことが知られているからである。

アミノ酸とアミノ酸が化学反応によってくっつくことを専門的には『ペプチド結合』と呼んでいる。近年、ペプチドという言葉をよく聞くようになった。いろいろなアミノ酸をくっつけて、多種多様のペプチドを作り出すことが可能になっている。ペプチドの種類によっては、医薬品として利用できるものが存在している。研究者たちのねらいは、ドル箱になる新しいペプチドの研究開発が中心である。世界では、たった一つのペプチドの研究開発で莫大な利益を得ている会社もある。

ここでは、金儲けの話は横に置いておくようにしよう。とにかく、海水中に溶け込んだアミノ酸は、長い年月をかけて自然にペプチド結合していったと推論されるようになったのである。

アミノ酸とアミノ酸がくっつきながら、徐々に長い結合体のようなものが生成されたと考えられるようになった。現在では、こうした同じ分子のものが連続的に結合することを『ポリ結合』

と呼んでいる。エチレンをポリ結合させて、ポリエチレンと呼ぶ石油合成品を作って日常的に使用しているのもその一例である。本当は、『ポリ』『エチレン』とちょっと区切って呼ぶ方が科学的かもしれない。

同じように、アミノ酸が連続的にペプチド結合したものは、ポリペプチドと呼ぶことができる。このポリペプチドが、生命の根源となっているタンパク質なのである。

日常生活でタンパク質という言葉はよく聞く言葉である。しかし、ポリペプチドという言葉はあまりなじみがない。専門的な言葉として受け止めておけばよいだろう。

まとめて表現すれば、タンパク質は、アミノ酸が鎖状につながったポリペプチドという物質である。太古の海で、タンパク質と呼ばれるポリペプチドが、ゆったり浮かんでいる様子を想像(イメージ)すればよい。

そのイメージが、地球上の生命誕生の出発点になるというのだから面白い。こうして、地球上の生命誕生の科学的ストーリーは出来上がっていったのである。



一方、海水中にはリンが溶けており、リン酸という物質が存在するようになったと考えられている。ということは、海水中にアミノ酸とリン酸が同時に溶け込んでいった時代があったということになる。現在では、アミノ酸とリン酸はある種の化学反応を起こすことが確かめられている。アミノ酸とリン酸が反応して新しい物質が誕生するのである。この新しい物質が核酸と呼ばれる物質である。この核酸の中で注目される二つの物質がある。専門的には、リボ核酸と呼ばれる物質とデオキシリボ核酸と呼ばれる物質である。ただ、通常はこの二つの物質は、こうした専門用語で呼ばれることは少ない。略記号の方が、なじみがあるのではないだろうか。実は、リボ核酸はRNAと略記され、デオキシリボ核酸はDNAと略記されている物質である。DNAという言葉は、近年よく登場するようになった。ほとんどの人が一度は耳にしたり、何かで読んだりしたことがあるだろう。このDNAこそ、遺伝子と呼ばれている物質の実体をなすものである。結局、遺伝子も海の中で誕生したと考えられているのである。多くの研究者の推論では、海水中でアミノ酸とリン酸が作用して、まずRNA(リボ核酸)が誕生し、次にDNA(デオキシリボ核酸)が誕生したとされている。地球上の生命を有するものは細胞からできている。この細胞の中には、核と呼ばれる部分がある。この核の中にDNAが存在しているというのであるからいささかややこしい。DNAは、わかり易く表現すれば糸のような状態になっている。細胞の中の小さな核の中で、ぐるぐるの巻になっているとイメージすればよい。人間のDNAをまっすぐ伸ばすと1.8mもの長さになるといわれている。私たちの体を作っている一つ一つの細胞の中に、そんなに長々としたものが存在しているとは、いささか信じがたい気持である。実は、細胞の核の中には、タンパク質が集まった棒のような物質が存在している。染色体という物質である。DNAは、この染色体の中に存在しているというのだから、物質はますますややこしくなる。少し整理しておこう。細胞の中には核がある。核の中には染色体がある。その染色体の中にDNAが存在しているのである。DNAのことを遺伝子とも呼んでいる。物質名で呼ぶとデオキシリボ核酸という物質である。要するに、DNAも遺伝子もデオキシリボ核酸も同じものであるということである。一人の人が、名字で呼ばれたり、個人の名で呼ばれたり、あだ名で呼ばれていることと同じと考えよう。それだけのことである。DNAには、生物の遺伝情報がぎっしりしまい込まれている。近年『人ゲノム解析』が盛んにおこなわれている。これは、人間のDNAを解析し、人間の遺伝情報が分かるようにする技術である。ゲノムとは、遺伝子全体のことと理解しておけばよい。

同じ手法で、微生物や他の動物、植物のゲノム解析も可能になってきている。場合によっては、長い糸のようなDNAを切断して、組み換えることも可能である。これが、遺伝子組み換え技術である。遺伝子組み換え技術に対して、現在慎重な意見も出されている。地球全体の生態系のバランスに対する影響について、どのようなことが起こるかよく分かっていないからである。そのため、多くの人が不安感を持っている。遺伝子組み換え技術の利用に関しては、今後も議論が続くと考えられる。



最初に地球上に誕生した生命は、微生物の仲間と考えられている。アミノ酸が海水中に存在して、ポリペプチドすなわちタンパク質が生成された。そして、アミノ酸とリン酸が反応して核酸が誕生しDNAが生成された。

こうして、稲妻の力によって作られたタンパク質とDNAは、長い間、海水中で漂っていた。何億年もの間、海水中で漂いながら、やがて、タンパク質とDNAは、薄い境界膜によって、内と外を区別されるようになったと考えられている。

こうした境界膜を、現在では細胞膜と呼んでいる。近年、こうした細胞膜についても、科学的な実証と説明が行われるようになってきている。

脂肪の固まりを引き伸ばして、リン酸を作用させる。更にタンパク質を作用させて、細胞膜と同じものができるといのである。海水中での脂肪の誕生については、諸説があり、定説となるような説明はなされていない。今後の研究課題ということになる。

やがてDNAは、細胞膜の中に存在して遺伝子情報を伝えることになる。こうなれば、一個の単細胞生物の誕生が可能になったと推論できる。これが、微生物と呼ばれる生命体である。

地球に、単細胞生物である微生物が誕生したのは約四十億年前と推定されている。学者によっては、三十五億年前とか、四十五億年前というように少々意見の違いはあるようだ。学者でない者は、まあ平均的に考えて四十億年前頃に、地球で微生物という生命が誕生したと考えてもよいだろう。

この微生物は、やがて細胞分裂ということを行うようになったと考えられている。これが進化のスタートである。一つの細胞が分裂し二つになることによって、同じDNAを別の細胞に移すのである。

こうして、同じ種類の複数の細胞を持った生物が誕生したと考えられる。これが多細胞生物と呼ばれるものである。



いよいよ酵素の誕生である。酵素はエンザイムと呼んでいる。微生物と呼ばれる生命体は、生きていくために、体の外にある自然界の物質を取り入れてエネルギーにしていく必要があった。だからといって自然物なら何でもよいという訳にはいかない。そこで、自然界にある物質を自分が求める物質に変化させて、体内に取り入れるように工夫したと考えられる。

この『物質を変化するため』誕生したのが酵素である。

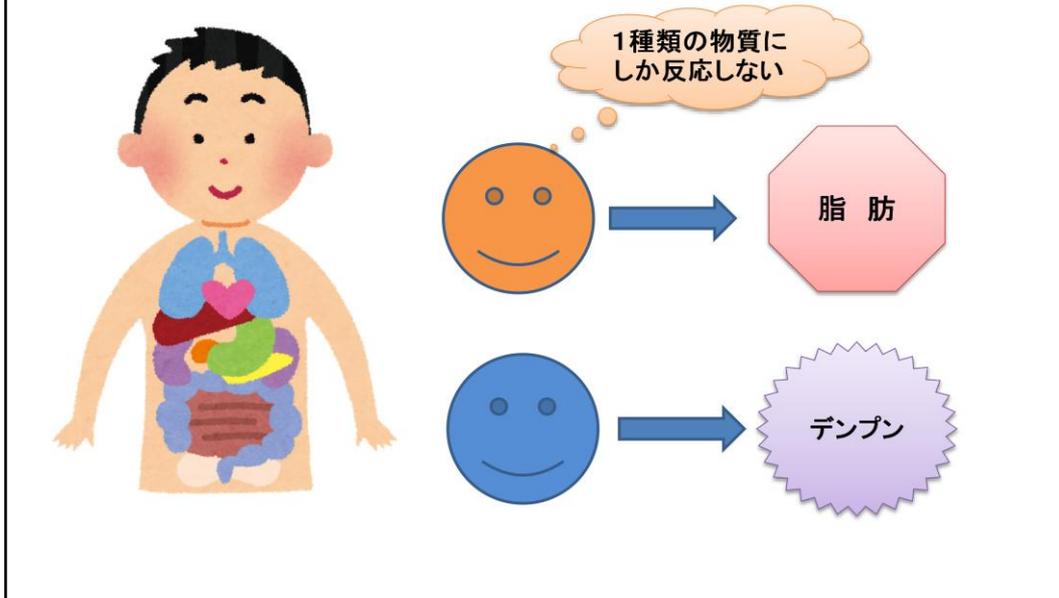
タンパク質で体を作った微生物は、自分の体の中でタンパク質を新しく合成できるように進化したのである。

そして、そのタンパク質を体の外に出して、自然界の物質を分解し始めたと考えられている。この特別な物質が酵素ということになる。

普通のタンパク質と異なっているのは、アミノ酸が複雑に結合し、立体的な構成をした高分子になっていることである。

進化というのは、いささか神秘的である。どのようにして、このような複雑な分子構造をした酵素が出来上っていったのか、正確なメカニズムは解明されていない。

人間の体には10000種類以上の酵素が働いている



物質が特別な性質を持っていることを特異性と呼んでいる。酵素は「反応特異性」を持った物質である。1つの酵素は1種類の物質にしか反応しないという特徴を持っている。例えば、脂肪を分解(消化)する酵素は、脂肪以外の物質には一切働きかけない。デンプンを分解(消化)する酵素はデンプンだけに作用する。

人間は、体内で様々な化学反応を行い、生命活動を維持している。その化学反応を支えているのが酵素である。1つ1つの化学反応に対応して、それぞれ特別な酵素が存在している。まだ、すべてが解明されていないが、人間の体内では一万種類以上の酵素が働いていると報告されている。ということは、最も進化したとされる人間の場合、一万種類以上の化学反応によって生命を維持しているということになる。学者によっては二万種類以上の化学反応によって生命を維持していると主張する人もいる。ちょっと想像できない数字である。そして、再び新しい化学反応に対応していくことになる。

人間の体の中で、こうした化学反応が常に繰り返されているのである。その主役は、特異性を持った酵素群である。すなわち、人間の生命活動を直接支えているのは酵素なのである。

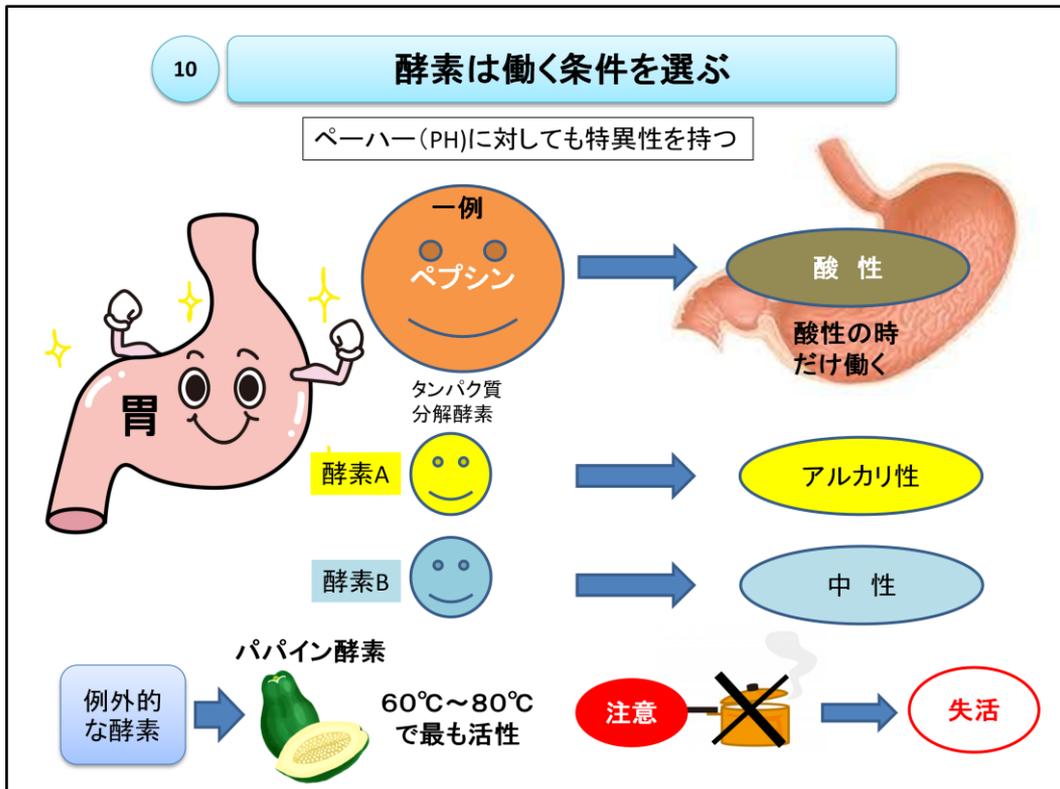
人間が利用している酵素は37℃レベルで活性
高温になると**失活**する



酵素はタンパク質の一種である。タンパク質は熱によって変質する性質がある。例えば、卵を加熱するとタンパク質が固まってくる。そして、元の生卵に戻ることはない。一度変質したタンパク質は元に戻らない性質があるからである。魚や肉を焼いた場合、再び元の生魚や生肉に戻ることはない。同じように、タンパク質である酵素を加熱した場合、変質して元の機能を発揮できなくなってしまふ。これを失活と呼んでいる。

人間が利用している酵素は、人間の体温に対応するような酵素である。37℃レベルを中心に活性がみられ、高温になると変質して失活してしまう。日常生活の中で「酵素は熱に弱い」ことを知っておく必要がある。何かを発酵して、その発酵液を利用する場合、雑菌の問題があり加熱処理をする必要がある。しかしながら、加熱後の発酵液には酵素はなくなってしまっている。全て失活してしまうからである。発酵物に含まれる酵素を利用するには、非加熱で利用する必要がある。納豆や糠漬けなど、昔の人は生活の知恵として何となく非加熱食品の価値を知っていたということになる。

酵素に関してはむしろ現代人の多くが勘違いしているかもしれない。加工食品や発酵食品の多くは殺菌目的で加熱処理されていることが多い。その場合、酵素のほとんどが失活しているのが真実である。酵素はないのに酵素を食べていると信じている人は以外に多いのではないだろうか。酵素はタンパク質である。タンパク質は熱変性する。加熱食品の場合、酵素は失活することを正しく理解しておくことが大切である。



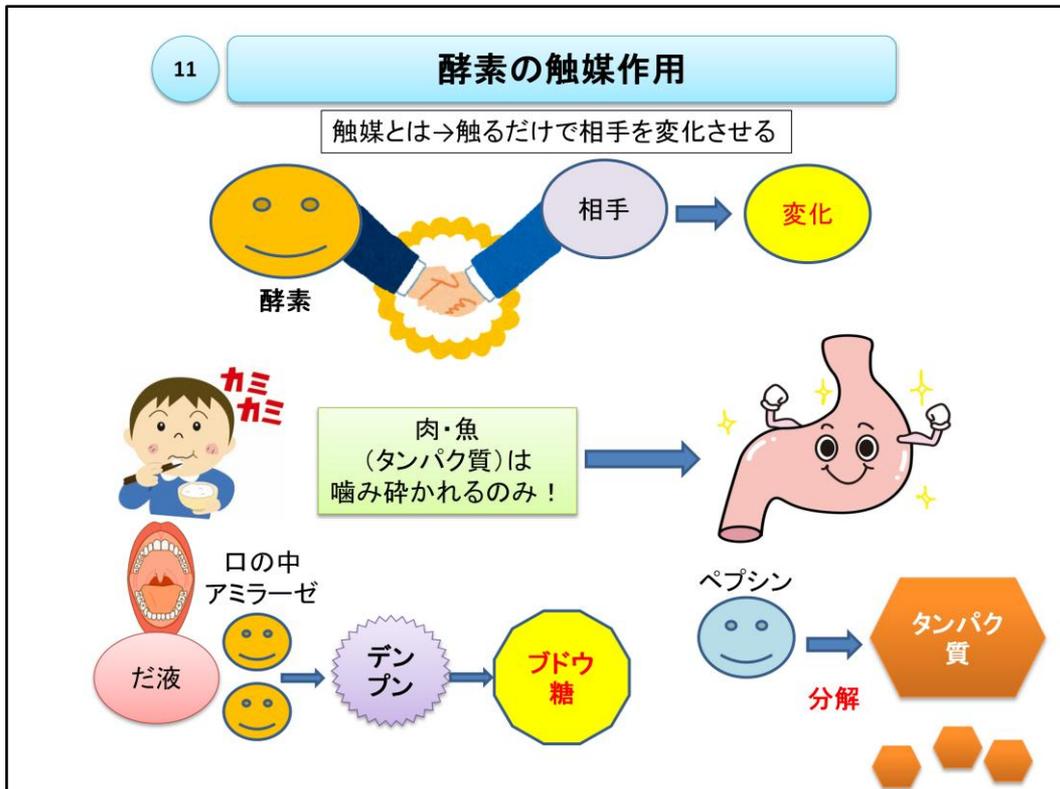
特異性を持っている酵素は、働きかける物質に対する特異性だけではない。ペーハー (PH) に対しても特異性を持っている。例えば、胃で働くタンパク質を分解 (消化) するペプシンという酵素は酸性の時だけしか働かない。アルカリ性の時だけで働く酵素、中性の時だけで働く酵素など酵素はかなり気難しい性質を持った物質である。逆に考えると人間の生命活動はそれほど繊細な仕組みになっているということである。

但し、地球上の食べ物の中で例外的な働きをする酵素が存在している。青パパイヤに含まれているパパイン酵素である。パパイン酵素はタンパク質を分解 (消化) する特異性を持った酵素である。しかし、パパイン酵素が最も活性を示す反応温度は60°C~80°Cとされている。通常、人間が利用する酵素の活性温度は37°C前後である。だからといってパパイン酵素に関して勘違いしてはならない。パパイン酵素は常温でも人の皮膚を溶かすほどの活性を持っている。青パパイヤを素手で収穫すると指紋が消えることは多くの人が経験している。生で食べる食文化地域では、細かくスライスして十分に水洗いして食べている。そのまま食べたなら口の中は一大事である。

勘違いするケースはもう一つある。60°C~80°Cで活性が強いからといって、加熱した後もパパイン酵素が残っているかというそうではない。酵素タンパク質は変質して機能は失活してしまっているのである。高温に対応できるからといってその後も酵素は残っていると勘違いしてはならない。高温で反応しながら、ゆで卵のように変質してしまうとイメージすればよい。

参考までに、パパイン酵素は世界で医薬品指定物質として認定されている。地球の進化の中で特別な進化を辿ったのがパパイヤである。

恐竜時代の生き残り植物であり、スミレ目に分類されている。10m近くまで成長して一見木のように見えるが幹の中は空洞になっており、竹のような節はない。スミレの茎をでっかくしたようになっているとイメージすればよい。恐竜時代の雑草 (植物) のすごさを感じさせてくれる。熟して果実になる前のものを青パパイヤと呼んでいる。強いタンパク質分解酵素 (パパイン酵素) を持って昆虫や他の動物から身を守ってきたと考えられている。地球上に存在する酵素の中で、反応温度、反応ペーハー (PH) が例外的な存在となっているのは、こうした進化上の背景が存在しているのである。パパイン酵素が持っている特別な力は、酵素研究者にとって今後の大きな研究テーマである。



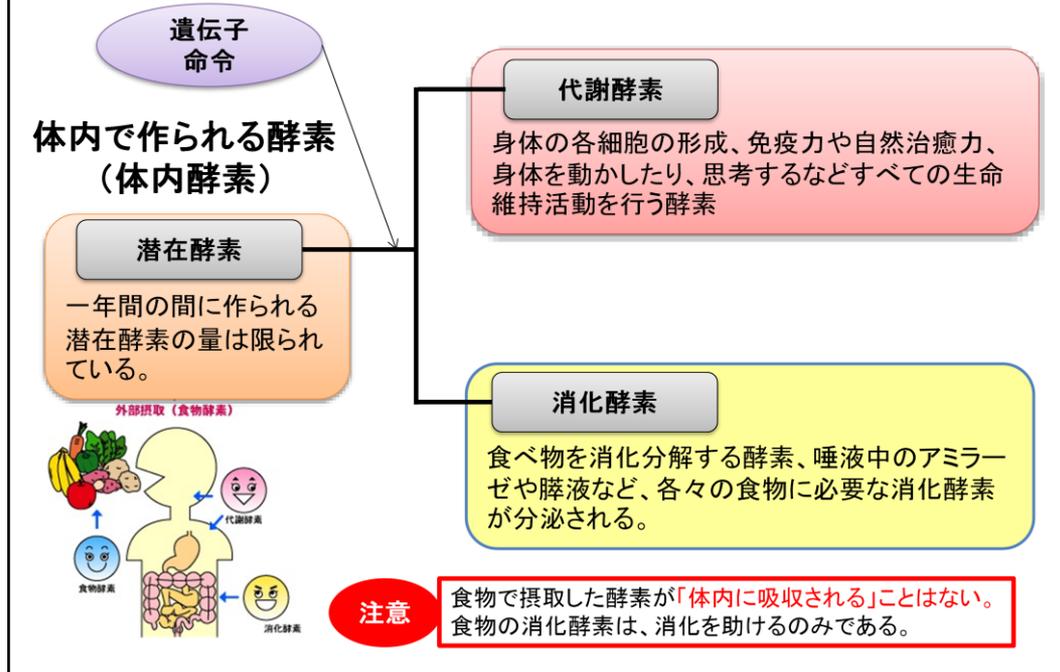
酵素の働きで面白いのは、触媒作用という性質を持っていることである。触媒というのは、触れるだけで相手を変化させるという意味である。進化の中で微生物が作り出した酵素は目的の物質に接触するだけで相手を変化させるというのだからいささか不思議な物質ともいえる。

したがって、触媒作用というのは、物質が変化する時の化学反応を助けているとイメージすればよいだろう。例えば、人間が食物を食べるとき、まず、口の中で噛み砕く、この時、唾液が出てくる仕組みになっている。唾液の中にはアミラーゼという酵素が含まれている。アミラーゼはデンプン質だけに働きかけるという特異性を持っている。したがって、デンプン質は消化されてブドウ糖に分解されていくのである。この時、化学変化するのはデンプン質だけで酵素はその化学変化に対して触媒作用をするだけである。

唾液に含まれているのはアミラーゼだけであり、肉や魚のようなタンパク質は分解(消化)されることはない。ただ、小さく噛み砕くだけである。また、脂肪も分解(消化)されることはない。

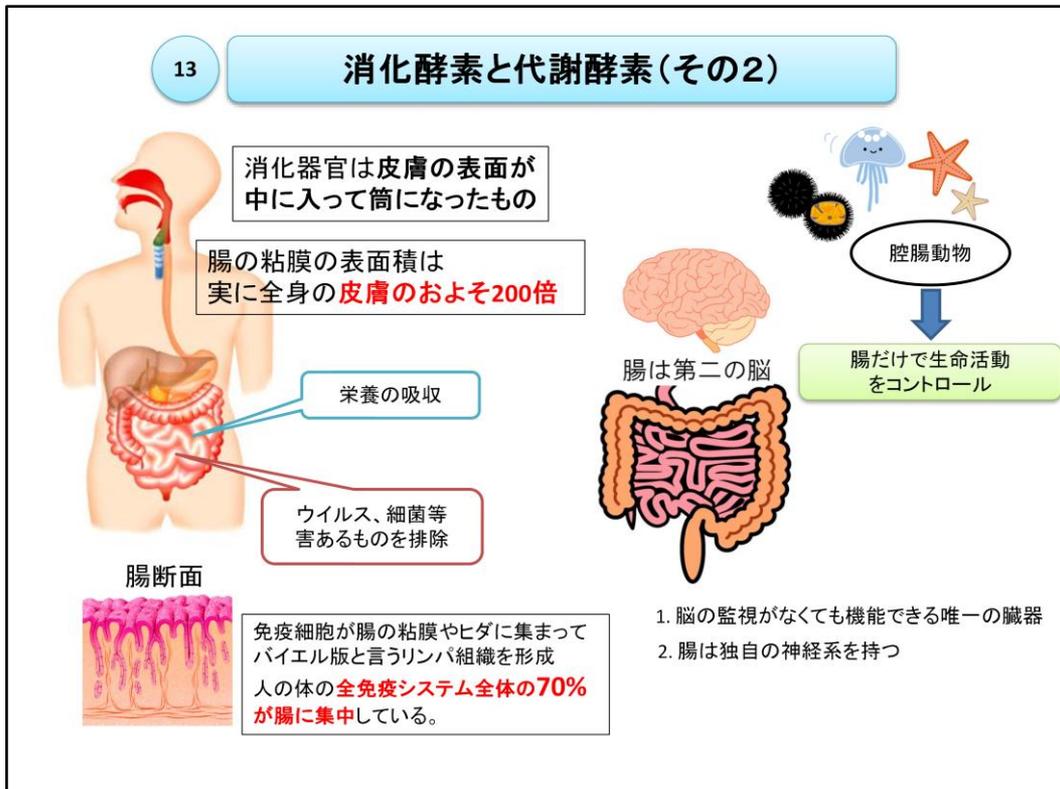
食べたものは胃に送られる。人間の胃は胃酸によって強い酸性状態になっている。強い酸性状態で触媒作用を行うのがタンパク質に対して触媒作用するペプシンという酵素である。口の中で噛み砕かれた肉や魚は胃の中で分解(消化)されていくことになる。

長い進化の中で、人間は酵素の触媒作用によって食物を分解(消化)する仕組みを作り上げている。こうした酵素をまとめて消化酵素と呼んでいる。消化酵素については、具体的に後述するとして、ここでは触媒作用について理解しておけばよい。



人間が自分の体の中で作って利用している酵素は消化酵素と代謝酵素に大別される。この二つの酵素は遺伝子の命令によって作られるようになっている。

消化酵素は、口、胃、腸などの消化器官から分泌され、食べた物を消化していく。この消化器官に関して、進化論の立場で面白いことが説明されている。



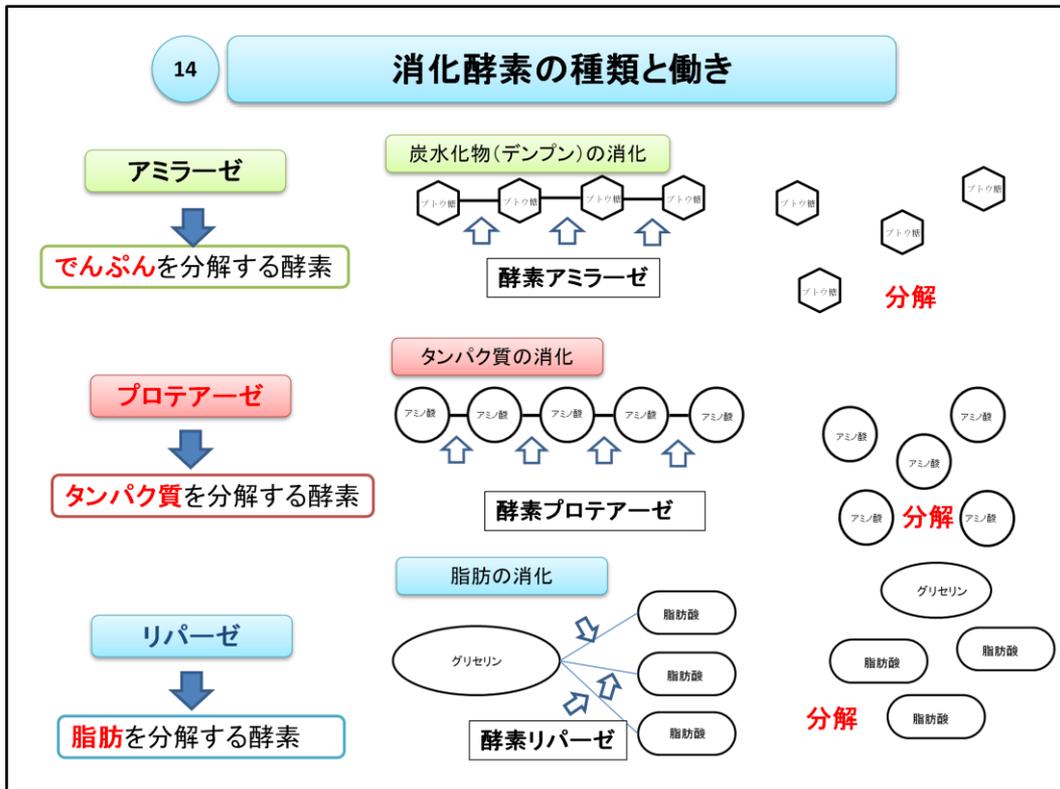
それは、消化器官は皮膚の表面が中に入って筒のようになったものであるというのである。筒の入口が口に当たり、出口が肛門になっていると説明されている。ウニ、クラゲ、ヒトデなどは腔腸動物と呼ばれ水筒のようになった腸だけで生きている。勿論、脳はない。生命活動は全て腸でコントロールされているということになる。

人間が具体的にどのように進化してきたか、誰もわからない。しかし、微生物が行ってきた体の外にある物質を分解する仕組みを腸で行うようになったと考えられている。食物を食べるといことは、体の外にある物質を皮膚に接触させることと同じことになる。したがって、消化酵素を分泌する口、胃、腸、肝臓、膵臓などは発生学上では全て皮膚細胞の分化ということになる。こうしたことは、ウニの発生の経過観察によって確認できる。ウニの表皮が腔腸に変化する様子を実験的に確認することができる。

人間の腸がもともと皮膚であるとするなら、皮膚で起こるアレルギー現象は腸でも起きるといことになる。更に近年「腸は第2の脳(セカンドブレイン)」と呼ばれるようになってきている。腸は脳と同じような機能を持っているというのである。

一方、人間は食べ物を消化するだけでなく、消化して吸収した栄養素で生命活動を維持していかなければならない。生命活動を支えるエネルギーは全て化学反応によって生み出される。この化学反応に対して触媒作用するのが代謝酵素である。代謝酵素は遺伝子の指令で、全て体内で作られている。したがって、食物から摂取されることはない。高分子のタンパク質である酵素が、腸壁を通過して直接吸収されることはない。これは消化酵素も同じである。

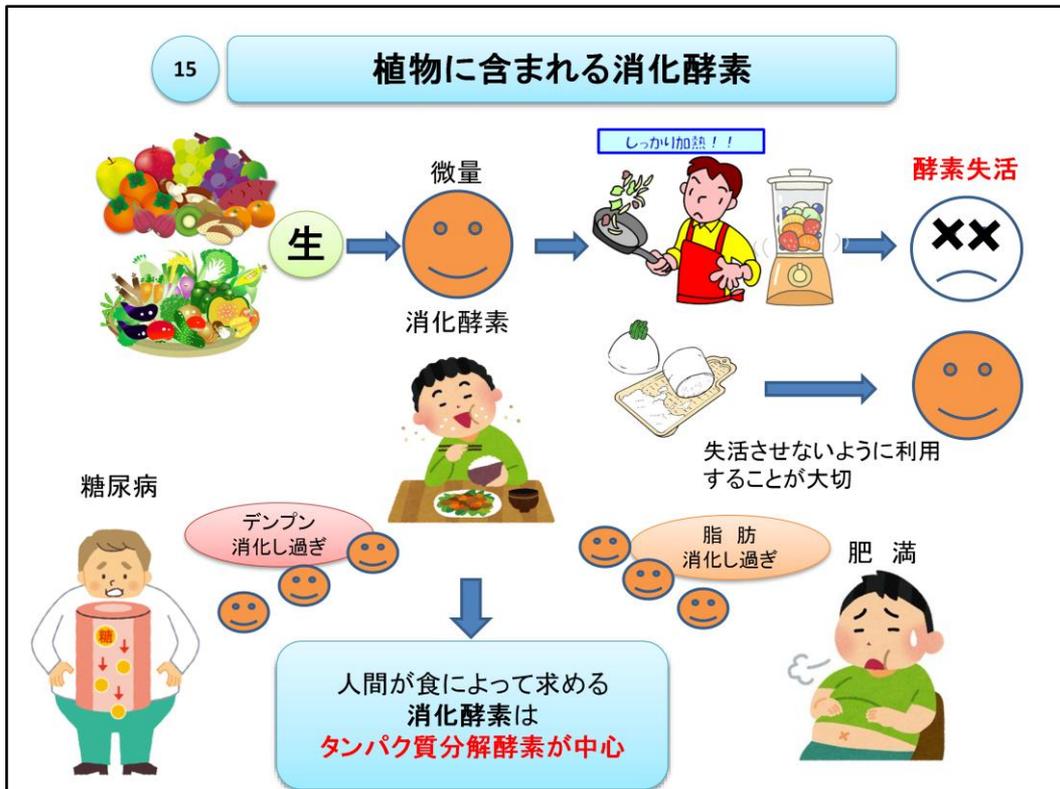
酵素ブームの中で、食物が摂取した酵素が「体内に吸収される」と勘違いしている人が多く存在しているようである。ビジネストークとして成立しても、科学の事実としては成立しない。もし、そんな酵素が存在しているとするなら、世紀の大発見である。何という酵素が、どのようなメカニズムで腸壁を通過するのの科学的な発表があるはずである。現時点でこうしたことに関する学問上の発表は見当たらない。存在しているのは科学的根拠のないビジネストークである。商売のためのビジネストークと科学的な事実とは区別して受け止めておくことが大切である。



人間が利用する消化酵素は大別して3種類である。炭水化物(デンプン質)を消化する酵素アミラーゼ、タンパク質を消化する酵素プロテアーゼ、脂肪を消化する酵素リパーゼの3種類である。

消化というのは、高分子状態の物質を低分子化することである。目的は生きていくための栄養分を腸で吸収できる大きさに分解することである。3大栄養素と呼ばれる炭水化物(デンプン質)、タンパク質、脂肪は全て高分子状態である。そのままでは腸壁を通過することができない。炭水化物の代表であるデンプンは、ブドウ等がつながって高分子になっている。タンパク質はアミノ酸がつながって高分子状態になっている。脂肪はグリセリンに3つの脂肪酸がつながった物質であるが、やはりそのままでは腸壁を通過することはできない。

したがって、酵素の触媒作用によって分解していくことが必要になってくる。これが消化である。進化の過程で最初に消化酵素を作り出したのが微生物とされている。人間は、微生物の働きをそのまま受け継いで進化し、消化活動を行っているのである。



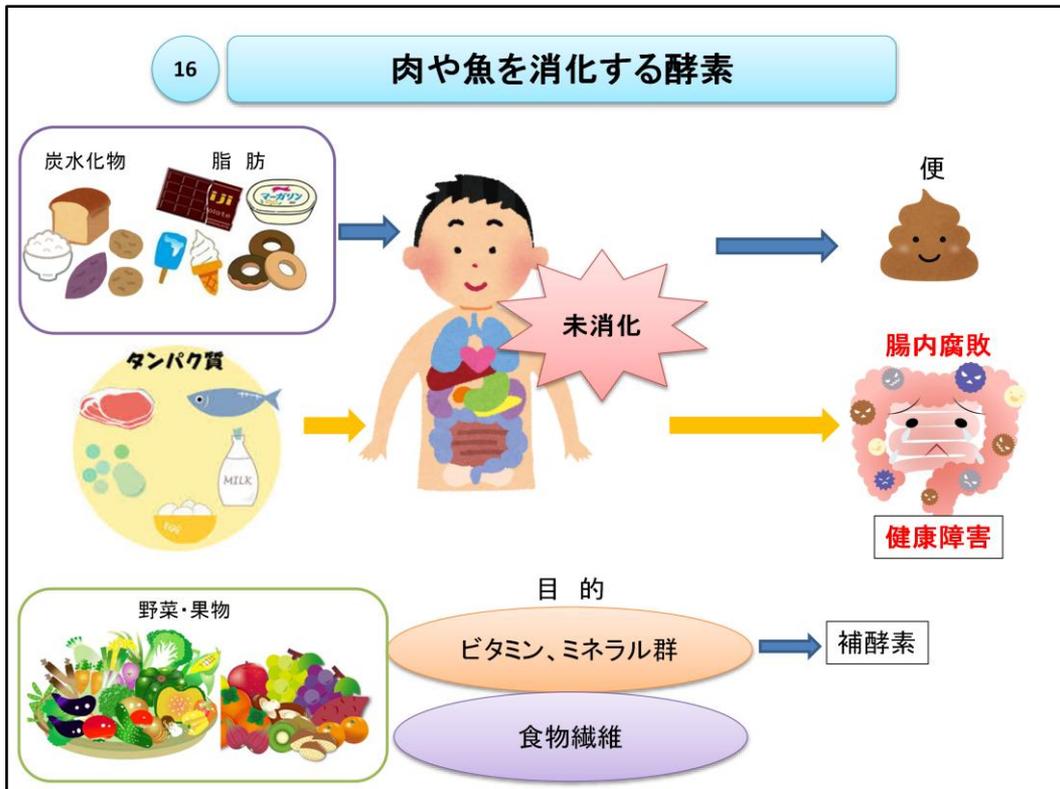
消化酵素は、極めて微量であるが野菜や果物にも含まれている。また、魚や肉にも含まれている。人間を含め自然界に存在する動物は、こうした微量の消化酵素を利用している。ただし、全て生の場合である。加熱した場合、酵素は失活してしまい利用することができない。更に、冷凍加工したり、汁を絞ったジュースにして商品化した場合も酵素は失活してしまう。また、ジューサーでジュース状態にした場合も酵素は失活している。

大根おろしには複数の酵素が含まれていることが知られている。しかし、便利だからジューサーで処理しない方がよい。面倒でも鋭くかつたおろし器を利用し、細胞の中に存在している酵素を失活させないようにして最大限利用することが大切である。

自然界の食物に含まれている酵素を利用する場合、ビジネストークに振り回されないように気を付ける必要がある。なぜなら、人間が食によって求める消化酵素はタンパク質を分解(消化)するプロテアーゼが中心だからである。

炭水化物(デンプン質)や脂肪を消化する酵素は、そんなに食で摂取することが求められていない。特に、飽食となった現代社会では、炭水化物の摂取による高カロリー状態は、かえって健康を害すると指摘されている。特に、日本のように経済的に発展した国では「低脂肪・低カロリー」の食が求められるようになってきている。食べた炭水化物や脂肪は、体内で作られている酵素による消化で十分というのである。炭水化物の場合、特別に消化して過剰にブドウ糖を吸収する必要がないからである。現在の日本は、高血糖による糖尿病が深刻な社会問題になりつつある。良い面、悪い面を含め、飽食による高カロリー社会になっているのである。

更に脂肪を消化して体内吸収を必要とする人も少ない。過剰な脂肪酸の体内吸収は肥満につながるからだ。酵素ブームのビジネストークにあおられて、アミラーゼやリパーゼを健康食品で摂取しなければならないと思っている人は多いのではないだろうか。冷静な科学的な判断が必要である。

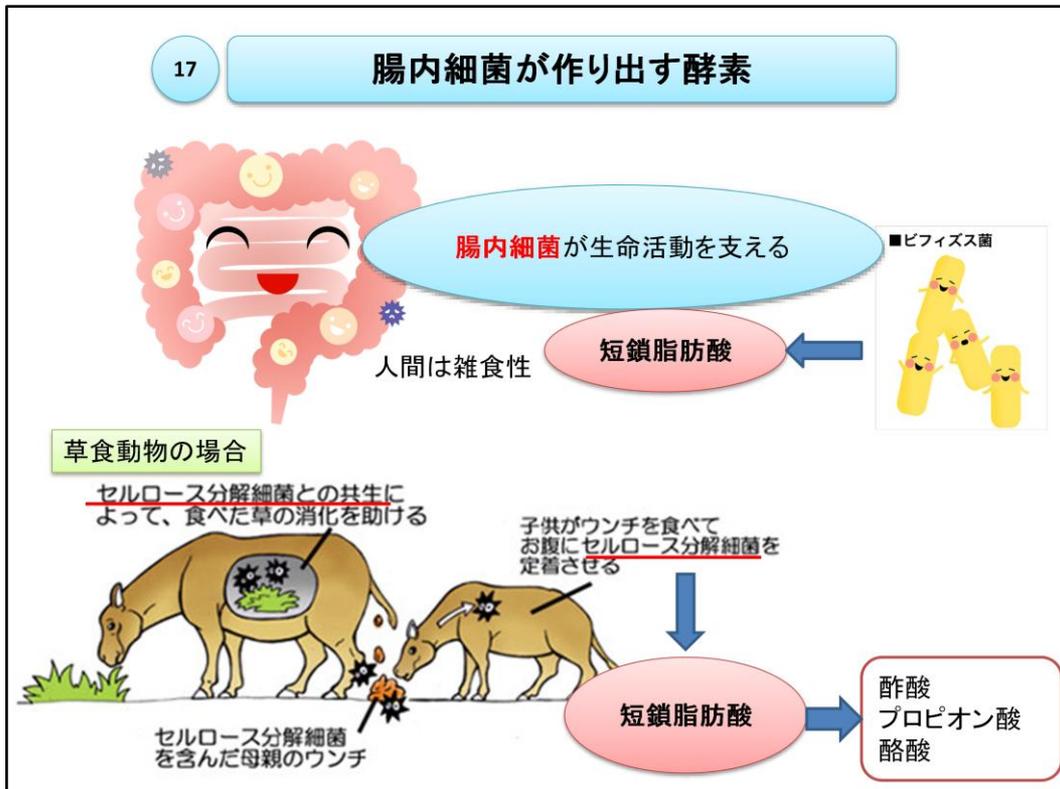


食生活の中で、炭水化物や脂肪が十分に消化されない場合、人間はそのまま排泄する仕組みになっている。その排泄物が便である。

しかし、肉や魚のようなタンパク質が消化されない場合、腸内で大きな問題が発生してくる。それは、腸内の悪玉菌と呼ばれる腐敗型の微生物にとって未消化のタンパク質は絶好の餌になるからである。その結果、腸内腐敗が発生することになる。腸内腐敗は、未消化タンパク質による悪玉菌の増殖が原因である。腸内腐敗が進行した場合、便が悪臭を放つ。これは腐敗ガスが発生するからである。この腐敗ガスは、腸壁から血管に吸収され全身を循環することになる。その結果、口臭や体臭の原因のみならず、健康障害につながる事が報告されている。高齢になるほど酵素の分泌量は減ってくる。タンパク質分解酵素(プロテアーゼ)をどのように確保するか、健康長寿を実現するために工夫が必要である。

次に、野菜についてであるが、実は生の野菜や果実に含まれている消化酵素は極めて微量である。野菜や果物が食として求められるのはビタミン、ミネラル群(補酵素)の確保と食物繊維の確保が一番の目的である。その証拠に新鮮な野菜や果物の汁を絞って、ご飯、油、肉魚などにかけて放置していても、ほとんど分解(消化)することはない。中でも肉や魚を消化する酵素のプロテアーゼは特に必要であるが、一般的な野菜や果物で確保することは難しい。

自然界の中で、プロテアーゼを多く含んでいる果物は例外的に存在している。青パパイヤ、イチジク、パイナップル、キウイなどの果実である。ただし、熟してフルーツ化した場合には、ほとんど酵素は含まれていない。古くから世界各地で酵素摂取として利用されてきたのは青パパイヤである。これは、青パパイヤが多量のプロテアーゼ(パパイン酵素)を含有していることによる。しかし、その利用法は意外に難しい。健康長寿社会を支え続けているとされる青パパイヤ食文化であるが、世界各地で急激に消えつつある。時を同じくしてその地域の健康長寿社会が終わっている。一例をあげれば日本の沖縄である。人間にとってタンパク質は消化酵素がいかに大切かを物語っている。たとえ高齢になっても良質のタンパク質の摂取は必要である。しかし、どのようにしてタンパク質の消化酵素を補っていくのか、飽食時代を迎えた現代社会の重要な課題である。



人間の腸内には様々な微生物が住みついている。まとめて腸内細菌と呼んでいる。この腸内細菌が分泌する酵素も、人間の生命活動を支えていることが分かってきた。

人間は、動物と植物の両方を食べる雑食性である。したがって、牛、馬、象などの大型草食動物とは全く違った消化活動を行っていると考えられていた。しかし、一部で共通点を持っており、腸内細菌は生命活動を支える重要な役割を果たしていることが分かってきたのである。

大型の草食動物は繊維質(セルロース)だけを食べている。この食物繊維を消化する主役は胃や腸に住み着いている微生物(腸内細菌)群である。草食動物が食べた食物繊維は、微生物によって短鎖脂肪酸に分解されている。代表的な短鎖脂肪酸は、酢酸、プロピオン酸、酪酸である。草食動物はこの短鎖脂肪酸を中心にして生命活動を維持しているのである。草だけを食べている牛や馬のような大型の草食動物も短鎖脂肪酸で生命活動を維持している。繊維質を食べる人間も短鎖脂肪酸が大切な役割を果たしていることが分かってきたのである。炎症性腸疾患は「短鎖脂肪酸の低下が原因である」という研究報告も存在するようになってきた。

人間にとって、短鎖脂肪酸は生命活動を支える重要な物質であるとされるようになった。そして、この短鎖脂肪酸を作ってくれるのが腸内のビフィズス菌である。ビフィズス菌はペクチンなどの水溶性食物繊維を自ら分泌する酵素で分解して短鎖脂肪酸を作っている。微生物が腸内で作り出している短鎖脂肪酸は、今後新しい栄養学として確立されていこう。

体内で作られる酵素 (体内酵素)

一年間の間に作られる
潜在酵素の量は限られて
いる。

1日生産の酵素量

消化酵素

代謝酵素

一生の生産量=約120年分

120年分

無駄

80年分

平均寿命

天寿

大食い



食品添加物



医薬品



消化酵素の無駄使い

人間が作り出す酵素は、全て遺伝子の指令によってコントロールされている。そのため、人間の体内で一生のうちに生産される酵素の量は決まっている。同時に一日に生産される酵素の量もある程度決まっている。これは、若い時に一度に酵素の生産量を使い果たした場合、短命で終わってしまうことを防ぐためである。

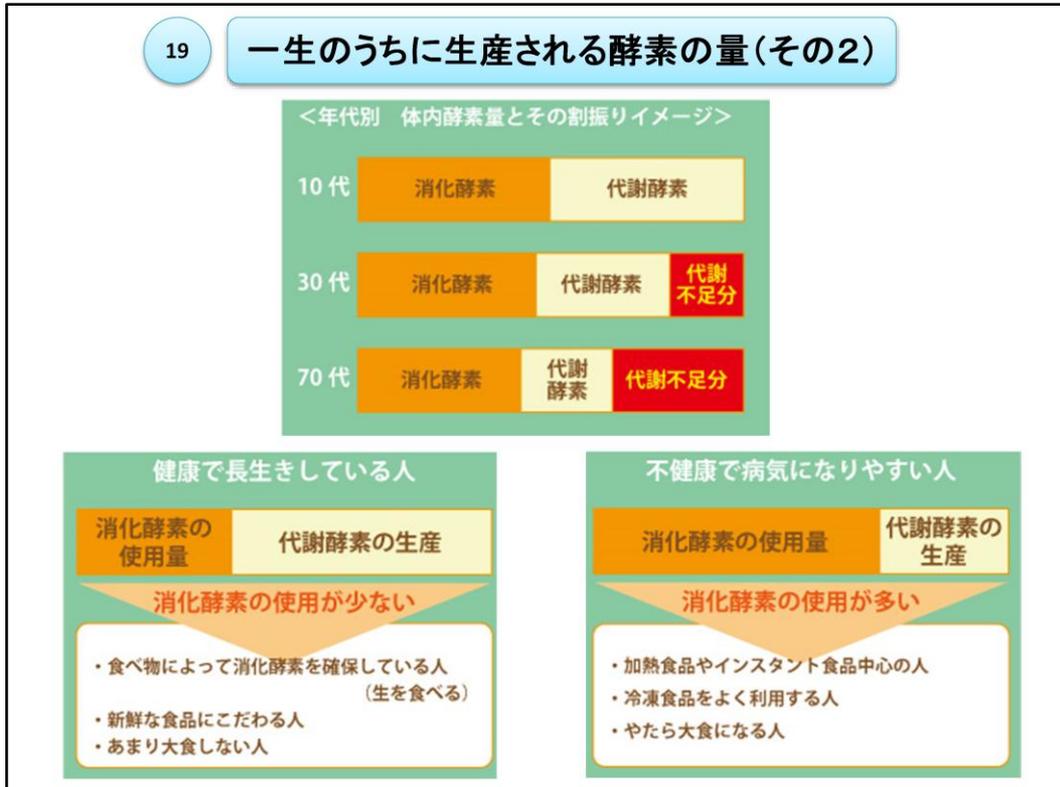
1日に生産される酵素の量 = 消化酵素 + 代謝酵素

遺伝子解析の研究者たちの報告では、人間が生産する酵素の量は約120年分程度とされている。したがって、本来の人間の寿命は120年程度ということになる。しかし、ほとんどの人が120年生き続けることはない。なぜなら一生を通して酵素の「無駄使い」を行っているからである。

消化酵素を無駄使いする一番の例は、大食いすることである。昔の人は「腹八分目」といって、大食いすることを戒めてきた。生活の知恵で、何となく知っていたのだろう。大食いすると多量の消化酵素を消費してしまう。そのため生命を維持するための代謝酵素の生産量が少なくなってしまうのである。疲れたり、病気になったりするのは、代謝酵素不足によって代謝活動が低下してくるからである。

一方、近年では合成化学物質による食品添加物や医薬品問題も取り上げられている。合成化学物質のほとんどが、熱や圧力を加えて製造される。そのため原子間の結合が強くてなかなか分解されない。同じ分子式の物質でも、自然物はほとんど自然崩壊していく。例えば、医薬品として利用されているステロイドというホルモン剤の場合、常に副作用の問題が付きまってくる。人間の体内で作られるステロイドホルモンは不必要な場合自然分解していく。しかし、熱や圧力を加えて合成したステロイドホルモンは、なかなか分解しない。そのため、薬として利用したステロイドホルモンを腸内で分解(消化)しようとして消化酵素の無駄使いが行われているというのである。これは一例である。

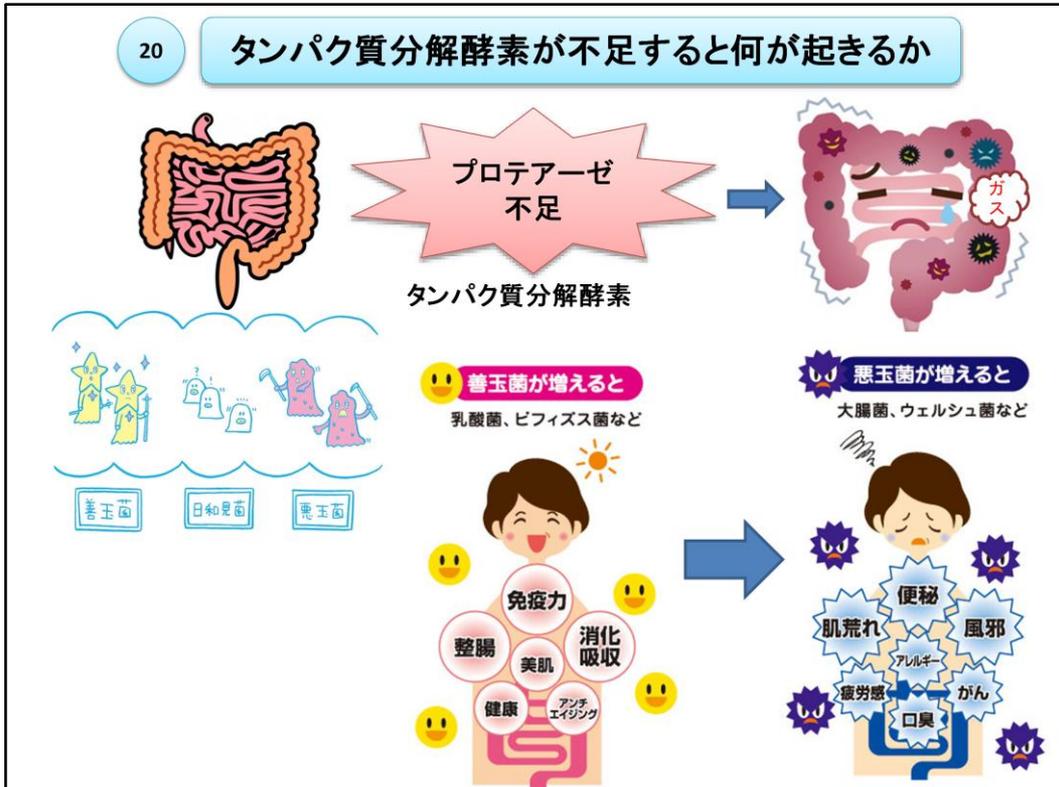
一生のうちに生産される酵素の量(その2)



一つ一つ合成化学物質は、それぞれの安全基準によって使用されている。しかし、1日に食べている食品添加物の種類は何10種類という数であり、その合計の量は誰もわからない。なぜならば複合汚染に関する安全基準は定められていないのである。現代社会での消化酵素の無駄使いは、毎日続いていると指摘されているのは、そのためである。結果として代謝酵素の不足が日々続くことになる。

経済活動によって飽食時代を迎えることができた。そして、医療の発展によって長寿社会を迎えることができた。しかし、一方で人々は微妙な代謝酵素不足を続けていることになる。このままでは、「長寿社会は病人社会」になっていこう。すでに、高齢者の医療問題は深厚な社会問題になりつつある。

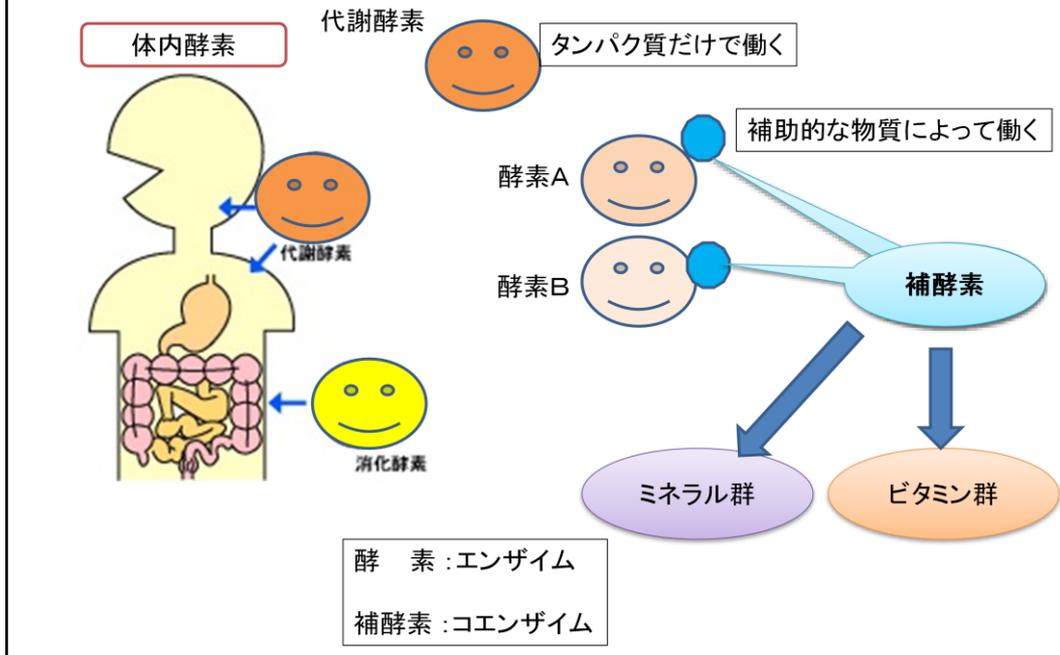
タンパク質分解酵素が不足すると何が起きるか



タンパク質を分解する酵素プロテアーゼが不足すると、未消化タンパク質が腸内に増えてくる。この未消化タンパク質を待っているのが悪玉菌と呼ばれる腐敗型の腸内微生物である。代表的な悪玉菌には、大腸菌、ウエルシュ菌、ブドウ球菌などがある。悪玉菌が腸内で繁殖し始めると、それまでじっとしていた日和見菌(ひよみきん)が急に活動を開始しだす。そして、悪玉菌の強力な応援団となって腐敗活動に参加していくのである。そのため、腸内腐敗は一気に進行することが多い。加齢によってタンパク質の分解酵素の生産が減少した場合、腸内腐敗が慢性化していく可能性がある。結果として腸内腐敗物質である有害ガスが血管に吸収され、血液によって全身に回っていくことになる。腐敗によって発生するガスは、口臭や加齢臭の原因になるだけでなく、病気や障害の原因になっていく。

腸内腐敗物質(有害ガス)が原因となる病気と障害について研究報告が公表されている。健康長寿を実現するには、タンパク質分解酵素の日常的な摂取が特に重要である。

補酵素とは何か



人間の体の中で合成される代謝酵素は、タンパク質だけで働けるものと、何らかの補助的な物質によって働けるものがある。この補助的な物質の事を補酵素と呼んでいる。また、酵素をエンザイムと呼ぶのに対して、補酵素はコエンザイムと呼んでいる。この場合の「コ」は、補うということを意味している。

Q10というコエンザイムがブームとなったが、代表的な補酵素は、ミネラル群とビタミン群である。中でもビタミンB群は補酵素として大きな役割を果たしている。戦後の日本では、学校給食の関係もあって、ビタミンB群は単なる栄養素として取り上げられてきた。そのため、現在でもビタミンB群を補酵素として理解していない人が多い。

ビタミンにはAからKまでであるが、ビタミンFやGは存在しない。これは発見された当初はビタミンだと思われていたものが、厳密には違うということが分かったからである。また、「ビタミンB3はナイアミン」、「ビタミンB5はパントテン酸」、「ビタミンB9は葉酸」とも呼ばれている。それぞれ同じ物質の事である。更に「ビタミンB7はビオチン又はビタミンH」とも呼ばれている。一つの物質が3つの名前では呼ばれているのは、補酵素としてのビタミンの発見に様々な経過があったからである。

一方、ビタミンB4、ビタミンB8、ビタミンB10は現在欠番になっていて存在していない。これは、最初ビタミンB群として発見されたが、実際にはビタミンでないことが分かったからである。このように酵素の働きを助ける補酵素に関しては、科学的認定の修正を経ながら現在に至っているのである。それだけに、正しい科学的認識を持つことが大切である。

区分 (種類)	主な酵素としての働き	多く含む食品
ビタミンB 1	主に炭水化物 (糖) を代謝する酵素の働きを助ける	豚肉・うなぎ ・たらこ・ナッツ類
ビタミンB 2	主に脂質 (脂肪) を代謝する酵素の働きを助ける	豚レバー・鶏レバー ・牛レバー・うなぎ
ビタミンB 3 (ナイアシン)	エネルギー代謝中の酸化還元酵素の働きを助ける	たらこ・かつお・レ バーびんながまぐろ
ビタミンB 5 (パントテン酸)	脂質、糖質、タンパク質を代謝する酵素の働きを助ける	レバー類・鶏もも肉・ 子持ちがれい・納豆
ビタミンB 6	主にタンパク質 (アミノ酸) を代謝する酵素の働きを助ける	かつお・まぐろ・牛レ バー・さんま・バナナ
ビタミンB 7 (ビオチン)	脂質、糖質、タンパク質を代謝する酵素の働きを助ける	レバー類・いわし ・落花生・卵・にしん
ビタミンB 9 (葉酸)	主にDNA、核酸を合成する酵素の働きを助ける	菜の花・枝豆・ほうれ ん草・からし菜 ・レバー類

* これまで、ビタミンB群は人間の体内で合成することはできないといわれてきたが、近年、腸内微生物がビタミン類を作っていることが分かってきた。

ビタミンB群は、単なる栄養素だけでなく、生命活動を支える重要な補酵素

ビタミンB群は人間の体内で合成することはできない。そのために食物として摂取するしか方法がないと考えられていた。しかし、近年、腸内微生物がビタミン類を作って人間に供給していることが分かってきた。特に、補酵素の代表であるビタミンB群の生産と供給は新しい発見として注目された。今後さらに、新しい研究報告がなされるであろう。

高齢であっても、腸内環境を整えることによって補酵素が生産供給され「健康長寿」につながる事が分かってきたのである。代謝酵素の働きを助ける補酵素の研究は、今後ますます盛んになっていくだろう。まず、ビタミンB群は単なる栄養素だけでなく、生命活動を支える重要な補酵素であることを理解しておくことが大切である。



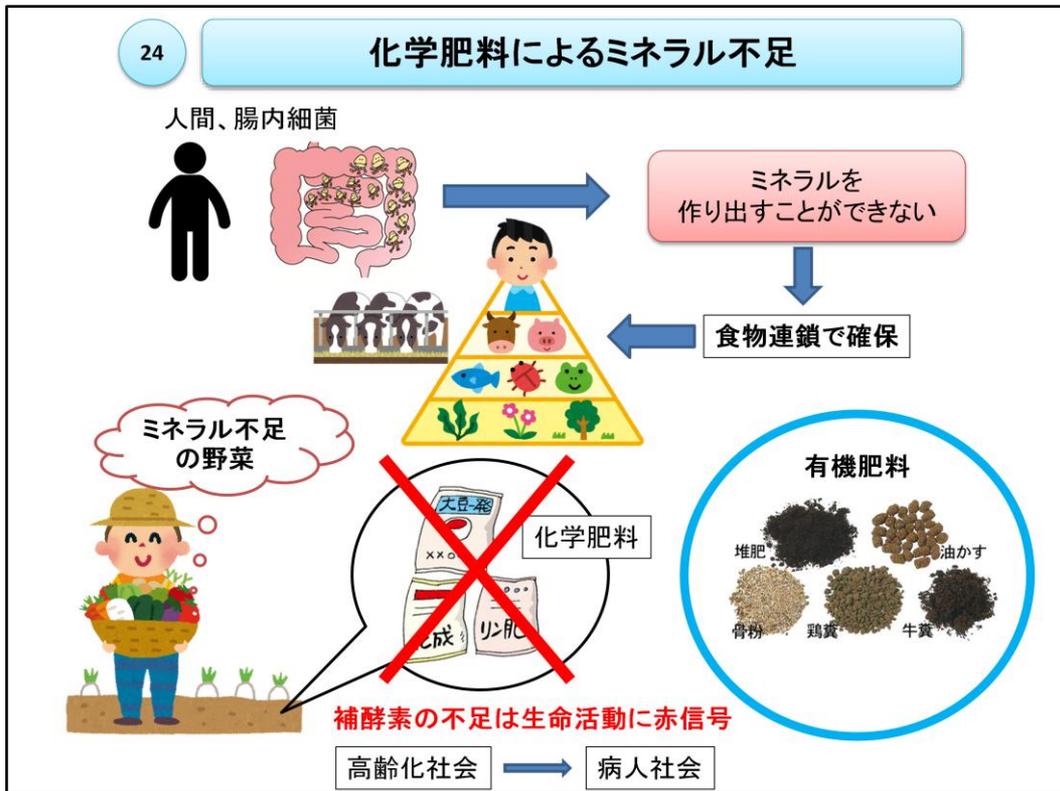
現在、生命の誕生が海の中で発生したことについては、ほとんどの学者が認めている。もはや定説といってよいだろう。したがって、第1章で説明したとおり海の中でタンパク質とDNAが細胞膜によって包まれ生命の第一歩がスタートしたとされている。

この時、当然海水も細胞膜の中に包み込まれたと考えられる。海水には、数10種類の微量元素ミネラルが含まれている。ということは、海から誕生した生物の細胞内には、もともと微量元素ミネラルが含まれるような仕組みになっているということになる。このことを、推論させる一つの根拠がある。人間の体を構成する主な元素と、海中に存在する主な元素を比較してみると、あまり変わらないことが分かる。

人間が求める微量元素ミネラルは60種類から70種類と推測されている。推測されていると表現したのは、まだ、よくわからない部分が残されているからである。人間が求める一つ一つのミネラルの量は極めて微量である。だから、微量元素ミネラルと表現している。こうした微量元素ミネラルが、代謝酵素の分子構造の中から次々と見つかってきたのである。面白いことに、この微量元素ミネラルを代謝酵素の分子構造の中から取り除くと、代謝酵素は全く機能を発揮しなくなってしまうという。すなわち、微量元素ミネラルが補酵素として働いていることが分かってきたのである。

一般的な栄養素としてのミネラルに関しては、かなりの部分で解明されている。それぞれのミネラルの働きや欠乏症については医学の立場から具体的に報告されている。しかし、補酵素としての働きの場合、未だわからない部分が残されており、今後の課題となっている。はっきり言えることは微量元素ミネラル群が補酵素として働き、人間の生命活動を支えているということである。

化学肥料によるミネラル不足



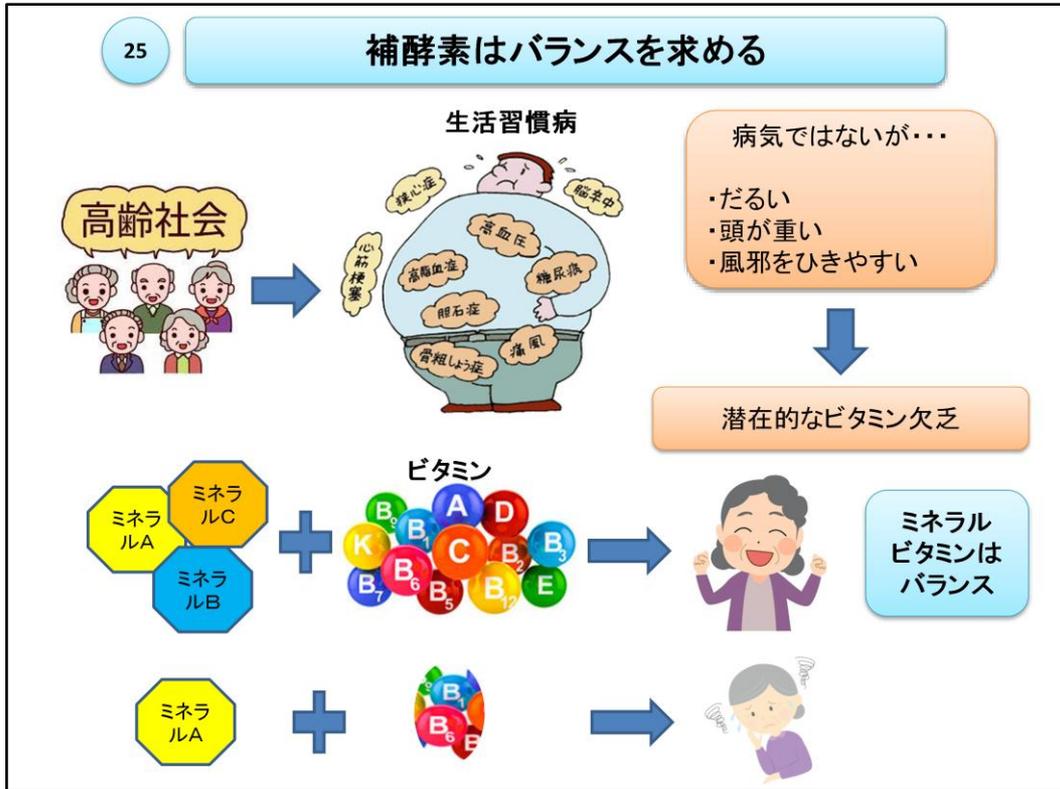
微量元素ミネラルが補酵素として働いていることが分かったことによって、化学肥料の問題が指摘されるようになった。人間や腸内微生物はミネラルを作り出すことができない。全て食物によって摂取しなければならない。それは植物が土壌から吸収したミネラルである。肉や魚に含まれているミネラルもほとんどが植物由来のミネラルである。食物連鎖によって体内にミネラルを確保しているのである。

化学肥料によって野菜などの植物を栽培して、食糧にすることができるようになった。この場合、基本になる物質は、窒素、リン酸、カリウムの3要素である。土壌にミネラルを与えなくても野菜は見た目には立派に育つ。しかし、こうしたことを続けているとやがて土壌はミネラル不足になってくる。その結果、ミネラル不足の野菜が出荷され続けるといのである。言い換えれば補酵素不足の野菜を食べ続けることになる。補酵素の不足は、代謝酵素の働きを不十分にしまい、生命活動に赤信号が点滅することになってしまう。高齢化社会であっても病人社会になっていく一つの理由としてされ出したのである。

魚のあらや、雑草を堆肥化した有機肥料には、ミネラルが含まれている。補酵素の確保が可能ということになる。

人間にとってミネラルは単純な栄養素ではない。体内酵素の働きを助ける補酵素としての重要な役割を果たしているのである。

補酵素はバランスを求める



高齢化社会を迎え、健康に対する関心が高まっている一方で、糖尿病、高血圧、肥満といった「生活習慣病」がますます増加している。生活習慣の中でも、特に病気と関係が深いのが食習慣である。偏った食生活によるカロリーの取りすぎ、栄養素の不足などが原因として考えられる。

また、病気でもないのに疲れやすい、だるい、頭が重い、風邪を引きやすいといった人は潜在的にビタミン欠乏の可能性がある。生活習慣病を防ぐためにも、栄養バランスのとれた規則正しい食生活を送ることはとても大切である。

しかし、現代人の食生活はここ50年で大きく変化し、脂肪や炭水化物は十分とりすぎるほど取れているのにビタミン、ミネラルは不足する傾向にある。その解決策として、摂取基準に基づきその量を摂取すればよいとの考えになってくる。しかし、ビタミン、ミネラルには摂取のコツがあり、単独で取るよりいくつか組み合わせた方が、効果的である。特にビタミンB群は協調して働くため、どれか1つでも不足するとエネルギー代謝がスムーズ行われない。バランスが崩れると効果が発揮できないだけでなく、様々な不調の原因になってくる。このように、ビタミン、ミネラルは摂取する量だけでなく、組み合わせやバランスがとても重要である。

人間の生命活動を影で支える補酵素群



風邪をひいたとき「消化の良いものを食べるとよい」と昔からよく言われてきた。決して脂っこい物を食べたほうがよいと言われなかったはずである。お粥は消化しやすく、脂っこい物は消化しにくい。つまり、消化しやすい物を食べると、それだけ消化酵素を余分に使わなくて済み、余った酵素は代謝酵素に回せるからである。

確かに、私達は、病気になったとき、あまり脂っこい物を食べたいとは思わない。さっぱりした物、消化の良い物を好んで口にし、場合によっては食欲を失ってしまう。体の方で、消化に負担がかかる物を嫌うからである。病気をしたとき、食欲がなくなるのは、ひとつの自然治癒力とみることができる。消化に負担がかかる物をできるだけ避け、代謝酵素を温存することによって、免疫力や自然治癒力を維持しようとするからである。

犬や猫も同じで、体の調子が悪い時は何も食べずにじっとしている。食べないことによって、生命の維持をはかるとうとする動物の本能が働くからである。風邪や病気がちの時は、健康回復を図るため、できるだけ消化しやすい食物酵素がたっぷり入った食事を摂ることが大切である。人が病気をしたり、しなったりすることについて、しばしば「体質」を理由に挙げる人もいる。暴飲暴食しても身体は丈夫、喫煙50年しても、肺は大丈夫な人がいる一方、ちょっとの無理で体調を崩す人、もともと弱い体質だという人もいる。では、この体質を作っているものは何かというと、実は酵素とも言われている。強い体質とか弱い体質というのは、体の中の酵素の働きが強いとか弱いかによるもので、たとえば暴飲暴食しても、あまり病気がちにならない人は、消化酵素の働きが強い人で、滅多に腹を壊したりしないのである。

また、有害物質(アルコールやニコチンなど)が体内に入ってきて、酵素の力で無毒化して体外に排出してしまうからである。その反対に、酵素の働きが弱い人というのは、少し食べ過ぎただけでも消化しきれず、胃腸の調子を狂わしてしまうのである。また、ストレスや過労など、身体に負担がかかったりすると、体の中に活性酸素などの有害物質が発生し、それを処理できないために免疫力が低下して、風邪もひきやすくなり、病気がちになったりするのである。このように、酵素の働きが人によって異なり、酵素の働きが強いとか弱いかによって、その人の体質が決まってしまうことになるのである。

したがって、人間の生命活動を支える酵素の働きを強くすることが重要である。そのためには、体内酵素の働きを助ける補酵素の摂取が極めて大切であり、ビタミンB群や微量元素ミネラルを豊富に含んだ食物をバランスよく摂取することが重要である。