

食べ物の何故を なるほどへ化学する

Ver.1.0.0

鹿島 長次

(2020.8)

目次

1. まえがき	3
何故からなるほどへ.....	3
何故、人間は食べ物を食べ、水を飲む？	4
何故、人間は味覚を感じる？	8
2. 飲み水にまつわる何故を化学する.....	13
何故、大量の水は地球上だけに？	13
何故、水は液体？	17
何故、溶液中では反応が早くなる？	20
何故、水は溶ける物を選び好みする？	23
何故、C=O 結合への付加反応と脱離反応？	27
3. 炭水化物にまつわる何故を化学する.....	31
何故、地球の大気中に二酸化炭素が少ない？	31
何故、太陽光で物質の劣化が進む？	35
何故、葉っぱは緑色？	40
何故、ブドウ糖が太陽光エネルギーを蓄える？	46
何故、飴玉を舐めると元気になる？	51
4. タンパク質にまつわる何故を化学する.....	57
何故、タンパク質の構成単位は α -アミノ酸？	57
何故、動物はアミノ酸を使い回している？	61
何故、植物はアミノ酸を自給自足できる？	63
何故、生物を構成するアミノ酸は全て <i>S</i> -型？	65
何故、棲息する生物は新陳代謝する？	69
5. 脂肪にまつわる何故を化学する	74
何故、油は水と仲が悪い？	74
何故、脂肪酸の炭素数は偶数？	77
何故、精油成分の分子構造にメチル基のひげ？	80
何故、母乳の中では脂肪もタンパク質も溶液状？	86
何故、鶏卵の成分は卵黄に集約している？	90
6. プリン体にまつわる何故を化学する.....	93
何故、通風を引き起こすプリン体が身体に必要？	93

何故、DNA の中には宝物がいっぱい？	98
7. 食べ物の味覚にまつわる何故を化学する.....	107
何故、美味しい食べ物は良薬に優る？	107
索引	113

1. まえがき

何故からなるほどへ

太古の昔から人間は**何故(?)**と思うことが多々あり、種々の現象や変化を観察したり、他の人の意見や過去の言い伝えや文献などから情報を仕入れたり、自分の知識や経験を基に考えたりして、**なるほど(!)**と納得して落ち着いてきました。著者もあらゆる現象に対して**何故からなるほど**を経験してきましたが、我が家の愛犬も時々**何故**と云う顔をしますが、状況を**なるほど**と簡単に納得して落ち着きます。例えば、Louis XVI の時代のブルボン王朝が贅を尽くしているときに、貧困に喘いでいた民衆の間に生まれた**何故**がフランス革命に発展して Napoléon の出現で**なるほど**と納得して落ち着きました。

17 世紀までの人々は月が 28 日周期で、太陽が 1 日周期で地球の周りを周回していると考えていましたが、1 年周期で動く他の多くの星と比較して**何故**月と太陽だけが異なる周期を持っているか疑問を持っていました。さらに、比較的目に付き易い惑星と呼ばれる数個の星は**何故**天空を非常に複雑な軌跡をたどって迷走しているか疑問に思っていました。この天動説の基で湧いてくるこれらのいくつかの**何故**に対して、Galileo Galilei は地球が自転と公転をする地動説を考え出して**なるほど**と納得しました。また、地動説によれば林檎の実は木から落ちるのに、**何故**永遠に月が地球の周りを回り、地球が太陽の周りを回っているかも疑問に思っていました。Newton はそのような沢山の小さな疑問を一つの大きな**何故**に集めて整理し、万有引力という大きな**なるほど**と納得しましたので、現代では小学生でも太陽の恩恵が永遠に受けられるものと安心していきます。

蚕の幼虫はさなぎになるときに身体を護る衣として絹と呼ばれる繊維を自ら巻きつけて籠もります。他の天然繊維と比較してこの絹糸は 1 本の長さが 100~1500m と格段に長く、直径が約 $2\mu\text{m}$ ($2 \times 10^{-6}\text{m}$) と目に見えないほどに細く、引張り強さが約 300MPa の繊維ですから、1m の絹糸はその重さの約 2500 倍の重りを吊り上げることができる強い繊維と考えられます。この優れた性能を持つ絹糸の成分は分析により主にグリシンとアラニンとセリンの 3 種のアミノ酸が約 5000 分子ほど鎖状に繋がった構造のタンパク質であることが明らかになりました。このタンパク質分子の長さは大きく見積もっても $1.9\mu\text{m}$ ($1.9 \times 10^{-6}\text{m}$) と考えられますから、**何故**このような短いタンパク質の分子が 1500m の長い糸状に集まったときに強い引張り強さを示すか疑問が残ります。また、絹の非常に長い繊維を蚕は体の中にどのように蓄えておくか疑問が湧いてきます。蚕は長い繊維を糸巻きのように体の中にしまっておいて、次から次へと口から引っ張り出すのでしょうか？蚕の口の所で次から次へとタンパク質を糸に作ってゆくのでしょうか？それとも、蚕の口の所でアミノ酸から絹糸のタンパク質を素早く合成しているのでしょうか？繭を作る直前の蚕を解剖しても、全く巻き込まれた糸の塊は見当たりませんから、蚕の体内には糸はまだできていません。しかし、蚕が棲息している室温に近い温度ではアミノ酸からタンパク質を通常の化学反応

で合成するにはかなり長い反応時間を要しますから、蚕の口元で瞬時に絹の繊維を合成することは不可能に思われます。

このように沢山の小さな**何故**を抱えた絹糸ですが、非常に細く長く光沢のある無色の繊維ですから、世界中で珍重され非常に高価な繊維です。そのため、欲に釣られて多くの化学者が絹糸のように優れた繊維の性質を持つ繊維を人工的に安く作ることに挑戦しました。木材の繊維を溶液にして再度繊維にした人造絹糸（人絹）は細く長く光沢のある無色の繊維ですが、残念ながら綿や絹などの天然繊維に比べて若干引っ張り強さが小さく、強い力に対して切れ易くなっていますし、摩耗寿命も決して大きくありませんから、衣服に用いるときにその堅牢性や耐久性に問題が残り、あまり品格のある優れた繊維とは評価されませんでした。

Carothers は構成単位となる分子量の小さい簡単な構造を持つ分子をタンパク質と同じアミド結合で無限に繋ぎ合わせる研究したようです。最終的にヘキサメチレンジアミンとアジピン酸をアミド結合で長い鎖状に結合したナイロンを合成し、加熱熔融して細いノズルから押し出して急冷することにより絹糸のような細く長く光沢のある無色の繊維を作りました。このナイロンの繊維を絹や人絹と比較しますと、ナイロンの繊維は人絹より格段に優れた力学的性質を示し、絹糸よりも軽くて引っ張り強さに優れていました。詐欺師のようなぼろい商売の目論見が研究の動機でしたが、この Carothers の成功により絹糸に纏わる**何故**の多くは**なるほど**と納得され、神業をしのぐ結果を産み出しました。

フランス革命や万有引力やナイロンの例にも見られるように、図 1-1 に模式的に表した小さな**何故**が集まって文明を大きく左右するような大きな**何故**が生まれてきますから、小さな**なるほど**の積み重ねの上に大きな**なるほど**は導き出されます。このような種々の過程を経て**何故**から**なるほど**と納得して落ち着くことが蓄積されて人類の文明が発展し、文化が開いてきました。



図1-1 小さな？の集合した大きな？

何故、人間は食べ物を食べ、水を飲む？

人間は象ほどには大きくありませんし、キリンほどには背が高くありません。虎は千里を走るといわれ、鯨は北極海から南氷洋まで泳いでゆきます。ハヤブサのように速く移動できませんし、猿ほどには木登りが得意ではありませんし、犬ほどには匂いを嗅ぎ分けられませんし、フクロウのように闇夜で物を見ることができません。ましてや人間は空を飛ぶことも、水の中に長くは留まることもできません。このように人間は特段に秀でた能力を備えたわけではありませんが、火や言語や文字や道具や農耕などの文明を持っているために、あたかも多くの生物からは別格のように霊長類と自称して最も高等に進化した

存在と思いががっています。しかし、人間は本質的には紛れもなく生物の一種に過ぎませんから、生命活動の機構には大差がありません。

小学館の国語大辞典によりますと、増殖・成長・物質代謝・刺激反応性・調節性などの生活現象を表すものの総称を生物と呼んでいます。これらの特性に対応するように高い即応性と再現性と発展性を持ち、極めて複雑で、繊細で、効率の良い組織を作り上げるためには、高い機能を持つ多くの構成要素を必要とするものと思われます。ちなみに最も標準

的な微生物と思われる大腸菌の細胞を構成する物質の種類と重さの比を表 1-1 に掲げましたが、この表でも分るように 4500 種以上の多種多様の複雑な物質がそれぞれの機能を担って生命活動を維持しています。この例で取り上げた大腸菌の 1 個の重さが約 1pg ($1 \times 10^{-12} \text{g}$) と考えられていますから、平均的な成人男性は大腸菌と比較しますと約 7 京倍 (7×10^{16} 倍) と途轍もなく大きな体重の身体をしています。しかも、食べ物を食べたり呼吸して生命活動を維持していますし、五感を使って周囲を調べ、そこで得られる情報を基に頭脳で判断していますから、人間の身体は大腸菌と比較しますと格段に複雑な組織形態を持っています。

表 1-1 生体内物質の組成

	重量(%)	種類
水	70	1
炭水化物	3	50
タンパク質	15	3000
脂質	2	40
DNA	1	1
RNA	6	1000
無機イオン	1	12
その他	2	500

蛸やクラゲとは異なり人間の身体を形作っている骨が固くなければ地球の重力に打ち勝って陸上を立って歩くことができませんから、人間の身体を支える骨格は石のように硬いリン酸カルシウムを主成分としています。その硬い骨と骨の間で衝撃を和らげる役目をする軟骨は、人間にとっては極めて大切な部品ですし、肌を若々しく保つためには皮膚の新陳代謝を活発にすることが大切です。このような軟骨や腱や靭帯や皮膚や血管などを形作っている物質は強い張力を示す繊維状のコラーゲンと呼ばれるタンパク質で、プロリンとヒドロキシプロリンとグリシンが鎖状に結合したものです。筋肉は大きな力で押したり引いたりする役割を担っていますから強い繊維の性質を持っており、多くのグリシンやアラニンで構成されたタンパク質です。人間は食べて半日ほどの間に食べ物を完全に消化して栄養として体内に取り込まなければなりませんから、消化器官内を酸性や塩基性の条件にするだけでは間に合いません。胃や十二指腸で分泌されるキモトリプシンなどの種々の加水分解酵素は特異な構造を持つタンパク質で、食べ物の消化を格段に早める役割を果たしています。

人間の眼は角膜と水晶体と硝子体で構成される光学系により対象物の光学像を網膜上に結び、光エネルギーにより網膜上で起こるロドプシンの変化を視神経が知覚し、その情報を視覚中枢で整理する機構を持っています。ロドプシンは酵素により再生されていますが、わずかずつ消耗するロドプシンは適宜ビタミン A から新陳代謝により補給されています。このようにロドプシンは早い新陳代謝で視力を維持していますが、眼のレンズの働き

をする水晶体は高い透明性を示すクリスタリンというアスパラギン酸を多く含むタンパク質が整然と並んだ物質で、新陳代謝しないことによりその性能を安定に保持しています。眼の他に聴覚や嗅覚などの五感で得られる情報は神経細胞を通して脳に伝達されて、脳細胞の集合した脳で考えられた対応がまた神経細胞を通して各器官へ指令されています。これらの脳細胞や神経細胞は非常に速い情報の伝達と処理を行っていますから、人間が文明を持つようになった過程で大いに貢献したと考えられます。リン脂質でできている細胞膜の内外で起こるナトリウムイオン(Na^+)とカリウムイオン(K^+)の濃度変化により脳細胞や神経細胞は極めて効率よく高い即応性と再現性をもって機能しています。

霊長類と自負する人間は呼吸器や消化器や循環器や脳や骨格や筋肉などそれぞれの機能に特化した器官が複合的に組み合わさった組織を持っていますから、人間を構成する物質の種類は非常に多種多様なものと思われれます。しかも、胎児から成人まで成長してゆく過程で体温は常に約 36°C に保たれていますから、これらの非常に多種多様な物質はすべて反応温度約 36°C で調製されてきたと考えなければなりません。物質代謝は生物の極めて重要な特性の一つですから、人間を構成している非常に多種多様な物質を性質の劣化に合わせて廃棄し、それに伴って順次更新しています。もっとも劣化の激しい消化器官の細胞は約 5 日で更新されますし、比較的劣化の遅い筋肉や骨などの骨格を構成する器官では約 2 ~ 3 ヶ月で更新されますから、人間の身体の大部分は約 3 ヶ月で新しく作り替えられています。

このように人間の身体を維持するためには、短期間に身体を構成している非常に多種多様な物質を新しく調製しなければなりませんから、それらの物質の原料となる物質と調製のための反応に必要なエネルギーを調達し、多くの物質を作り出しています。その上、生物の生命現象を表す増殖・成長・物質代謝・刺激反応性・調節性は時間に対応する非常に複雑な変化の性質ですから、その変化の過程では必ずエネルギーを授受します。人間は飛んだり跳ねたり歩いたり走ったりと約 70kg の体重の身体を動かしますと、そのような運動においては当然エネルギーが消費されます。また、眼で見たり匂いを嗅いだり耳をそばだてたりするだけでもエネルギーを消費しますし、物を考えるときには脳細胞が活発に活動しますからエネルギーが消費されます。

著者は夏の終わりに北極圏に近い北緯 60° に位置するカナダユーコン準州のホワイトホースで紅葉とオーロラの観光を楽しんだことがあります。その地方の灌木帯に自生するトウヒは樹高が人間の身長ほどに過ぎませんが、樹齢は 100 年以上で成長速度は 1 年に約 1cm と聞きました。植物の種類や生育の環境にも大きく影響されるようですが、同じ唐檜属のエゾ松の若木は 1 年に約 11cm の速さで成長します。虫や爬虫類などの多くの動物の成長や活動も気温の影響を大きく受けており気温の低い冬季には休眠していますが、「冬籠りの虫が這い出る」という意味を持つ啓蟄 (3 月初旬) の時期になりますと、東日本や西日本の各地の平均気温が 10°C 以上に上昇しますから種々の動物は生命活動を再開します。このように多くの生物は 10°C 以下の低温では休眠して殆ど生命活動をしません。進化の進

んだ哺乳類などの動物は低温の環境でも常に活動に対応できる体制を保つために生涯を通じて心臓を休みなく鼓動させて、血液を循環させて生命活動に適した温度に常に体温を維持しています。ネズミやコウモリや熊の仲間は1年周期で活動と冬眠を繰り返して気温の変化に効率的に対応しています。劇団四季が公演するライオンキングの舞台でミーアキャットは可愛い舞台回しの役を演じていますが、野生のミーアキャットは1日周期で気温の変化に対応して気温の低い夜間には巣穴で眠り、日の出とともに直立の姿勢で日光浴をして身体を温めてから活動を開始するそうです。人間や犬や猫や牛や馬などの大きな体格の哺乳類は休眠することもなく生命活動をしていますから、体温が36~40℃、鶏では42℃、鯨では50℃の体温を常に維持しており、そのためかなりのエネルギーを必要とします。人間は冬の寒い季節には低温の環境でも常に活動に対応できる体制を保つために、多量のエネルギーを消費して生涯を通じて心臓を休みなく鼓動させ血液を循環させて、常に体温を生命活動に適した温度に維持しています。夏の暑い季節には人間はエネルギーを使って汗をかいて身体を冷やさなければ熱中症になってしまいますが、大量の汗を体内で調製するためには食塩などのミネラルと水とエネルギーを要します。

人間の生命活動を維持する組織と機構では呼吸により肺から空気中の酸素を吸収し、不要になった二酸化炭素を廃棄しています。また、口から食べ物を摂取して水に溶けやすい物質に消化器官で分解し、身体を構成している物質の原料や生命活動を維持するためのエネルギーの源になる物質を腸壁を通して吸収し、それらの原料物質は血管の中を身体の各器官へ配送され、配送先の器官で必要に応じた物質やエネルギーに変換されます。腸壁を通して吸収できなかった物質とともに、生物の特性と考えられる物質代謝により、役割を終えて不要になった種々の物質は便となって廃棄されてゆきます。このように鼻と口から空気と食べ物の形で種々の物質を体内に取り込み、36℃の一定温度の下で水を溶媒とする非常に複雑な化学反応の過程により、生命活動の維持に必要な物質やエネルギーを作り出しています。限られた種類のミネラルの他は、食べ物として利用できる物質は種々の生物体に限られていますから、生物が生息し難い寒冷地や水の少ない砂漠では食べ物の供給も困難になります。

人間の体内で進行している一連の化学反応は水を溶媒としていますから、生命活動を維持するためには大量の水を必要とし、口から飲んで補給しています。世界中どこでも酸素を含む空気で覆われていますから、生命活動に必要な酸素はエベレストの山頂などを除いて比較的容易に肺から吸収できますが、水は地球上にかなり偏在していますから、人間の生活できない地域もあります。幸い日本中どこでも雨が多く、最も降水量の多い和歌山県尾鷲では年間4100mmも降りますから、人間が通常生活するうえで十分な水が天から供給されています。しかし、サハラ砂漠から北東アフリカの地域やアラビア半島やパキスタンやアンデス山脈の山中やゴビ砂漠などでは年間降水量が100mmに満たない地域もあります。特にツタンカーメン王が祀られていたことで有名なエジプトの王家の谷の付近では年間に1mmにも満たない降水量しかありません。ほとんど降水量のない地域では、生命を維

持するための水を得るためにいろいろと知恵を絞り、また争いをしなければならなかったと思われま

このように人間の身体を維持するためには、身体を構成している非常に多種多様な物質を新しく調製しなければなりませんから、それらの物質の原料となる物質と調製のための反応に必要なエネルギーを調達し、多くの物質を作り出さなければなりません。さらに、人間が生活活動を維持するためには多岐にわたりエネルギーを必要としますが、現代の平均的な成人男性の1日に必要なエネルギー必要量は2400~3000kcalと見積もられています。物理学の基礎となる**熱力学の3法則**のなかには、外界から独立し遮断された閉鎖系では、エネルギーも物質も形態は変化してもその総量を不変とする**エネルギー不滅と物質不滅の法則**が含まれています。この法則は新たに物質を生成するためにはその物質に見合った原料を供給しなければなりませんし、エネルギーを発生する源がなければ必要なエネルギーを供給できないことを意味しています。現代社会では人間は木材や木綿や麻などの自然界に生育している物質のほかに、鉄や銅やアルミニウムなどの金属、石やセメントや陶磁器などの岩石由来の物質、プラスチックなどの石油由来の物資などを生活に利用していますが、体内で調製する多種多様な物質の原料にはなり得ません。石油や石炭を燃やして発生させる熱エネルギーや、原爆や原発で利用している原子核分裂のエネルギーや、太陽からの恩恵による太陽光エネルギーなど各種のエネルギーが利用されていますが、これらのエネルギーは人間の身体に直接供給できるエネルギーとして利用できません。人間の身体を維持するための多種多様な物質や、生命活動を維持するためのエネルギーは体内の反応条件で進行する化学反応により調達されるものに限られます。

人間は身体を維持するための非常に多種多様な物質の原料と生命活動を維持するために多岐にわたり必要なエネルギーを水を溶媒とする化学反応で調達しなければなりません。これらの物質の原料とエネルギー源として利用できる物質を取り込む組織は人間の身体には口と鼻から通じている肺と消化器官しかありませんから、人間は生命活動を維持するためには空気を吸い、食べ物を食べ、溶媒の水を飲まなければなりません。**なるほど**、人間は水を飲み、食べ物を食べなければ生きてゆけないのです。

何故、人間は味覚を感じる？

人間は身体を維持するための物質の原料と生命活動を維持するためのエネルギー源と溶媒の水を、鼻で呼吸し、口から食べ物と水を取り込んで供給しています。世界中どこでも普遍的に酸素を含む空気で覆われており、生命活動に必要な酸素を容易に肺から吸収できますから、通常人間は空気の存在すら感じないほどです。しかし、非常に激しい運動などで急激にエネルギーを消耗しますと、体内の酸素が不足して息苦しくなり呼吸が早くなります。また、**海拔 3000m 以上の高地**では気圧が低いために生命活動の維持に必要な酸素を吸収し難くなり、体内の多くの器官が機能の低下を起し、息苦しくなり、頭痛や吐き気や眩暈などの症状が現れる**高山病**になります。

人間をはじめ全ての生物の細胞は表 1-1 に例示したように全重量の 70%が水でできていますから、この主成分の水が不足したり、体液中のミネラルの濃度が高くなると、生命活動の維持が困難になりますから、渇きを感じて本能的に水を飲むように行動します。空気と同じように比較的広範囲な地域に唯一の液体として普遍的に存在しますから、手近な水を安易に飲んでもほとんど生命活動に影響するような事故は起こりません。その詳細は第 2 章で取り上げますが、水は種々の物質を良く溶かしますから溶け込んだ物質の影響で、「水当たり」と呼ばれる身体に多少の影響を及ぼす場合があります。日本は降雨量の多い火山島ですから地下水も河川水も含有成分の少ない軟水ですが、ヨーロッパ大陸では石灰石や大理石の地層から湧き出ているカルシウムを多く含む硬水が広く生活用水に用いられています。不純物の少ない軟水に馴染んでいる日本人がヨーロッパ大陸を旅行しますと、馴染の少ない硬水による水当たりで身体の不調を起こします。

空気と水は本質的に無色無味無臭ですが、食べ物は多種多様ですから色も味も匂いも硬さも千差万別で、身体を維持するために有用な食べ物も有害な食べ物も混在しています。そのため、人間は食べ物の形や硬さを手に取って調べたり、色を見たり、匂いを嗅いで予め身体に有用な食べ物か有害な食べ物か判断しています。有用と判断されて初めて口に入れて味を調べ、噛み砕いて硬さを確かめます。これらの五感を駆使した検査の結果に加えて過去の多くの経験に基づき情報を加味して、人間は有用と判断された食べ物を食べ、有害と判断された食べ物も可能な限り有用になるように手を加えて調理してきました。本来の人間は五感を駆使した判断の基に食べ物を食べて生命活動を維持してきましたが、欧米や日本のように生活が豊かになり飽食の時代になると、五感を駆使した検査を省略して判断を下す「食わず嫌い」の人間が多くなってきました。

従来、西欧では人間の感じる基本的な味覚は 4 味と考えられてきましたが、日本では甘い、塩辛い、酸っぱい、苦いのほかに旨いの味が加わっています。これらの種々の味は味覚物質が水溶液となって口の中に入り、舌の味覚を感知する部分に接触したときに味覚として感じられます。水に溶け込んでいる味覚物質の濃度が高いほど、舌の上の味覚を感じる部分と接触する確率が高くなりますから、味を強く感じるようになります。しかし、舌の上の味覚を感じる部分の数と感度には限界がありますから、味覚物質の濃度がある値よりも高くなっても、より強い味覚を感じなくなって飽和してしまいますし、時には不快な刺激と感じられます。

表 1-1 から分かるように、人間をはじめ全ての生物の細胞は全重量の 70%を占める溶媒の水のほかに、15%のタンパク質や 7%の DNA と RNA や 3%の炭水化物や 2%の脂質や 1%のミネラルなどの物質でできています。人間は生命活動の維持に必要な物質を飲み物や食べ物として口から取り込んでいますが、口の中で身体に有用なタンパク質と DNA と RNA と脂質とミネラルと炭水化物を含む有用な食べ物か有害な食べ物か判断しています。人間は有用な食べ物は好ましい味に感じ、有害な食べ物は好ましくない味に感じます。

人間の身体を構成する物質の中で、タンパク質は筋肉や皮膚など各器官をおもに構成す

る物質ですし、脂質は細胞を包み込む細胞膜を形作る物質です。人間にとって最も重要な栄養素のタンパク質が一部分解しますとアミノ酸を生成しますから、人間がタンパク質を好んで食べたがるように、アミノ酸の味が人間にとって好ましい旨味と感じられます。また、DNA と RNA は地球上における生物誕生から人類までの進化の歴史と子孫へ伝えるべき現在に関する多くの遺伝情報を司る物質です。ヌクレオチド類はこれらの DNA や RNA などの原料であり、動物体内のエネルギー伝達をつかさどる ADP や ATP に関係の深い物質ですから、動物にとって必須の栄養素です。このように欠くことのできない有用な物質を好んで食べたがるように、ヌクレオチド類も人間にとって好ましい旨味と感じられます。

植物が光合成で生産したブドウ糖を構成単位としたでんぷんや炭水化物などの炭水化物は多くの場合にそのままでは体内に吸収できませんが、酵素の働きで構成単位のブドウ糖まで分解し体内に吸収されます。吸収されたブドウ糖は鼻から空気とともに吸い肺で吸収した酸素により二酸化炭素に酸化されますが、人間はその化学変化において発生するエネルギーを生命活動を維持するために費やしています。でんぷんは構成単位のブドウ糖が沢山結合した分子量の大きな分子ですから水にあまり溶けませんが、唾液などに含まれる酵素によりブドウ糖などの分子量の小さな炭水化物に一部分解されます。砂糖や果糖やブドウ糖などの小さな炭水化物は水に良く溶けますから、舌の味覚を感知する部分に接触して味覚として感じられます。このとき、人間にとってブドウ糖の原料となるでんぷんや砂糖などの炭水化物は生命活動の維持に欠くことのできないエネルギー源ですから、人間が好んで食べたがる好ましい甘い味と感じられます。

人間は生命活動を維持するために、骨格を形成するカルシウムとマグネシウム、赤血球の中で酸化反応に関与する鉄、神経細胞で情報伝達の役割を果たすナトリウムとカリウムなど 12 種類のミネラルを必要として食べ物などから摂取しています。これらのミネラルは細胞の活動を制御する役割を担っていますから、体内のナトリウムイオンの濃度を一定に維持するように調節しなければなりません。尿や汗などに溶けて他の排泄物とともに失われてゆきますから、不足分は味噌や醤油などに含まれる食塩（塩化ナトリウム）として摂取しています。このように人間にとって食塩は必須のものであり、食物と共に摂取しなければなりません。体内のイオン濃度の平衡を壊すような過剰の摂取は危険を伴います。ナメクジばかりでなく、約 200g の食塩を一度に食べると約半数の成人が命を落とすと報告されています。人間は食塩を口の中で感知したときに好ましい味覚の塩辛いと感じますが、高い濃度の食塩に対しては強過ぎる塩っぱさになり、好ましくない刺激的な味覚となります。食塩ばかりでなく、醤油や味噌には多量の食塩が含まれていますから、これらを食べても塩辛い味を感じます。古く料理の味を調えるために梅干しの漬け汁を用いていたことから、食物の味加減を調えることを塩梅（あんばい）といい、よい味加減の基本は塩の適量によることを意味しています。

酸っぱい味を感じさせる味覚物質は酢酸やクエン酸などのカルボン酸類です。酸っぱい味を感じさせるカルボン酸の部分は塩基性では陰イオンに解離しやすいためにイオンとし

て水の中で安定化しますから水に対して極めてよく溶けますが、特に酢酸は水とどんな割合でも混ざり合い溶液となります。お酢は酢酸の約3%水溶液ですが、台所にある物質としてはかなり強い酸性を示す物質と思われます。第5章で詳しく述べますが、糖類やでんぷんが微生物により腐敗するときには酢酸やクエン酸や乳酸などの酸性の物質を生産しますから、腐敗した食物は酸性になり酸味が強くなります。

タンパク質が微生物により腐敗するときにははじめにアミノ酸を生成し、その後にカルボン酸の部分が二酸化炭素として脱離して対応するアミンが生成してきます。分子量の小さなアミン類は揮発性が高いために、独特の腐敗臭を発しますが、フェニルアラニンやロイシンなどのアミノ酸が分解するときには、フェネチルアミンやイソブチルアミンを生成しますが、揮発性が低いために食物の中に残り苦味を感じさせます。タンパク質に少量含まれるヒスチジンも腐敗して二酸化炭素を脱離してヒスタミンを生成しますが、このヒスタミンは強力な血管拡張作用を示し、体内に過剰になったときには毒性を示しアレルギー症状を引き起こします。

タンパク質やでんぷんが腐敗するときには、種々のアミンやカルボン酸が生成してきますから、腐敗臭を発すると共に食物の味はしばしば酸っぱくなったり苦くなったりしますが、同時に、ヒスタミンのような種々の毒性の物質を生産することがあります。人間は鋭敏な自己防衛のための能力を失いつつありますが、酸味と苦味を不快な味覚と感じて本能的に自己防衛をしてきました。しかし、苦味を感じさせる物質にも毒性を示さない物質が多く知られていますし、酸味や苦味を示さない毒性物質も沢山ありますから、苦味を感じさせる味覚物質を対応するように毒性と結び付けて考えることは出来ません。動物的な本能により、味覚の未発達な子供たちはあまり強い酸味と苦味を好みませんから、母親の乳首にキニーネなどの苦味物質を塗って母乳で育った乳児の乳離れを早めることがしばしばあります。成人して味覚が発達するほど酸味や苦味を好むようになり、夏の夕暮れには限りなくビールを飲みたくなります。

生命活動の維持に必要な物質を飲み物や食べ物として口から取り込むときに、**何故**人間は旨い、甘い、塩辛い、酸っぱい、苦いの5つの味を感じるかという疑問に対して、タンパク質とDNAとRNAと脂質とミネラルと炭水化物を含む身体に有用な食べ物は旨いや甘いや塩辛いのような好ましい味に感じ、腐敗などによる有害な食べ物は酸っぱいや苦いのような好ましくない味に感じます。**なるほど**、人間は生命活動の維持に必要な物質を好んで食べたがるように好ましい味と感じ、本能的な自己防衛の能力として毒性を持つ物質などを体内に取り込まないように好ましくない味と感じます。

小さな**何故**が集まって文明を大きく左右するような大きな**何故**が生まれてきますから、小さな**なるほど**の積み重ねの上に大きな**なるほど**は導き出されます。種々の過程を経て**何故**から**なるほど**と納得して落ち着くことが蓄積されて人類の文明が発展し、文化が花開いてきました。本書では基本的な食べ物に纏わるいくつかの**何故**に対して、化学の知識や経験を基にして**なるほど**と独善的に納得しようと思います。1年間に1000回以上も持つ食事

の折に、不図浮かぶ**何故**を考えて**なるほど**と納得することから、何か一つでも化学の研究や教育に役立つものが見つけ出せれば良いと思っております。また、**何故**から**なるほど**を考えることで日常生活を豊かにする助けになれば、本書はさらなる意義を持つことになると思われます。