

10. 宇宙生物の活力

活力となるエネルギーは酸化反応から

第4章で考えたように、宇宙生物の生命維持活動が化学反応でなされていることから、活力となるエネルギーも化学反応で供給されていると思われます。ある物質が新しい物質に化学反応をして変化してゆくとき、熱エネルギーや光エネルギーや電気エネルギーなどを出します。また、熱エネルギーや光エネルギーや電気エネルギーを加えてやらないと化学変化が起こらないこともあります。このように物質の化学変化において、その自由エネルギーは変化しますが、同時に余った一部のエネルギーは熱エネルギー、光エネルギー、電気エネルギーあるいは運動エネルギーとして放出されます。宇宙の生物体内でも構成する物質が化学的に変化し、そのとき副生する熱エ

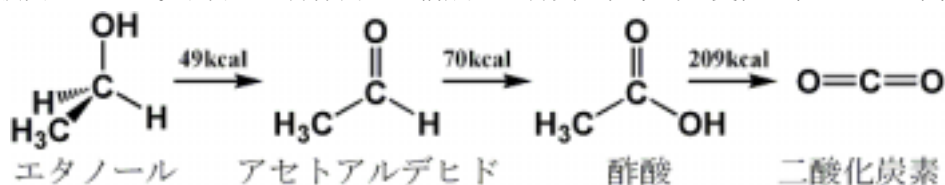


図10-1 エタノールの酸化反応と発熱量

ネルギーや運動エネルギーが利用されて全ての生命活動が維持されるものと考えられます。

石炭や石油が燃焼するときに多量の光エネルギーと熱エネルギーを放出しますが、このとき石油や石炭の炭化水素は二酸化炭素と水まで一気に酸化してしまいます。この燃焼という化学変化は少量の物質が酸化して発生する熱エネルギーにより、近くにある他の物質の酸化反応を引き起こして行く連鎖的な反応です。石油や石炭の燃焼反応でなくても、宇宙生物を構成すると考えられる炭素を中心元素とする物質は酸化するときに同じようにエネルギーを放出します。これとは反対に還元反応では、熱エネルギーや光エネルギーや電気エネルギーを加えてやらなければ一般に進行しません。

燃焼のように反応が早ければ多量のエネルギーが急激に放出されますが、ゆっくり酸化反応が進行すればエネルギーも少量ずつ長時間に発生します。必要なときに少量ずつエネルギーを発生させるためには、炭素を中心元素とする物質から二酸化炭素への一段階による酸化反応ではなく、種々の中間の物質への変化を含む多段階の酸化反応により制御する必要があると思われます。例えば図 10-1 に示すように、水に溶けるアルコール類は酸化されてアルデヒド類に変化し、さらに、カルボン酸への酸化を経て二酸化炭素へと酸化されてゆきますが、そのとき段階的に反応熱が発生します。この3段階の酸化反応を制御することによりエネルギーの発生を制御できます。お酒やお酢を醸造するときに活躍する麹菌は、アルコール類の一種のでんぷんを二酸化炭素へ酸化するときに発生するエネルギーを利用して生きています。この多段階の酸化過程の中間に生成してくるアルコールや酢酸を、人間はお酒やお酢として横取りしています。同じように、宇宙生物も食物や栄養を多段階の反応により酸化して、発生するエネルギーを活力として利用するもの

と思われます。燃焼熱が有機化合物から二酸化炭素まで酸化されるときに放出するエネルギーを表していますので、宇宙生物が食物や栄養として利用できると思われる種々の有機化合物の燃焼熱を表 10-1 にまとめました。

炭化水素の燃焼では中間の 3 段階の酸化状態を一気に通って二酸化炭素まで酸化されてしまうために、熱が多量に発生してしまい反応の制御が難しくなります。これに対して、酸化反応を制御することにより、5 段階の酸化状態を徐々に二酸化炭素へ変換して行くことが出来れば、熱エネルギーの発生は抑えられ長時間持続することが可能になり、宇宙生物の活力に利用可能になると考えられます。つまり、宇宙生物の活力の源は炭素を中心元素とし、かなり低い酸化状態の物質でなければならないと思われます。しかも、これらの酸化反応も水の中の反応と考えられますから、水に溶ける物質でなければならない、宇宙生物の活力の源となる食物や栄養はアルコール類、アミン類あるいはカルボン酸類に限られてきます。

表 10-1 種々の有機化合物の燃焼熱(kcal/mol)

物質名	分子式	燃焼熱	物質名	分子式	燃焼熱
ホルムアルデヒド	CH ₂ O	134.1	アラニン	C ₃ H ₇ NO ₂	387.7
蟻酸	CH ₂ O ₂	62.8	ウレタン	C ₃ H ₇ NO ₃	397.2
メタン	CH ₄	210.8	プロパン	C ₃ H ₈	526.3
尿素	CH ₄ N ₂ O	151.6	グリセリン	C ₃ H ₈ O ₃	397.0
メタノール	CH ₄ O	170.9	酢酸エチル	C ₄ H ₈ O ₂	536.9
メチルアミン	CH ₅ N	256.1	ベンゼン	C ₆ H ₆	782.3
アセチレン	C ₂ H ₂	312.0	フェノール	C ₆ H ₆ O	732.2
シュウ酸	C ₂ H ₂ O ₄	60.2	アニリン	C ₆ H ₇ N	811.7
エチレン	C ₂ H ₄	331.6	ヘキサン	C ₆ H ₁₄	989.8
アセトアルデヒド	C ₂ H ₄ O	279.0	シクロヘキサジエン	C ₆ H ₈	847.8
酢酸	C ₂ H ₄ O ₂	209.4	シクロヘキセン	C ₆ H ₁₀	891.9
アセトアミド	C ₂ H ₅ NO	282.6	シクロヘキサン	C ₆ H ₁₂	937.8
グリシン	C ₂ H ₅ NO ₂	234.5	ブドウ糖	C ₆ H ₁₂ O ₆	673.0
エタン	C ₂ H ₆	368.4	ベンズアルデヒド	C ₇ H ₆ O	841.3
エタノール	C ₂ H ₆ O	327.6	安息香酸	C ₇ H ₆ O ₂	771.2
ジメチルアミン	C ₂ H ₇ N	416.7	ベンジルアルコール	C ₇ H ₈ O	894.3
エチルアミン	C ₂ H ₇ N	408.5	安息香酸メチル	C ₈ H ₈ O ₂	943.5
アセトン	C ₃ H ₆ O	426.8	オクタン	C ₈ H ₁₈	1302.7
蟻酸エチル	C ₃ H ₆ O ₂	391.7	ステアリン酸	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	2711.8

活力を生み出す酸化反応は酸素で

宇宙生物を構成すると考えられる炭素を中心元素とする物質は酸化するときエネルギーを放出することから、宇宙生物の活力の源となる食物や栄養はアルコール類やアミン類のようなかなり低い酸化状態の物質でなければなりませんし、このような有機化合物の酸化反応を宇宙生物は制御していると思われました。宇宙生物を構成している物質はいろいろな酸化状態にある有機化合物ですから、その酸化反応は大きな酸化還元電位を持ち、しかも宇宙生物が生活できるような冷えて固まった天体に多量に存在する酸化剤を必要とします。多くの酸化剤の酸化還元電位を表 7-3 にまとめましたが、多種多様な食物や栄養を酸化し得る高い酸化還元電位を示す物質としては塩素分子と重クロム酸と酸素分子が考えられます。

表 2-3 と表 2-4 には宇宙および地殻中の元素の存在比を挙げておきましたが、酸素の存在が塩素やクロムよりも約 1000 倍も多く存在していることが読み取れます。また、太陽系の惑星の大気中では塩素分子が全く観測できていませんから、多種多様な食物や栄養を酸化し得る高い酸化還元電位を示す物質としては酸素分子が最も適当と思われれます。これらの酸化反応も水の中の反応と考えられますから、酸化剤となる酸素分子の水に対する溶解度を調べることは大切なことと思います。

先に 8 章で調べましたが、水素結合が本質的に酸からの解離による水素陽イオンの供給と受け取る塩基との間の水素陽イオンの遣り取りにより、酸の水素原子が塩基分子に結合を瞬時にしてゆく交換反応であるため、塩基として働くことの出来る 1 対の電子を持つ分子は水と水素結合をすることが出来ます。特に、酸素原子は塩基として有効に働き、水と水素結合をし易いため、窒素分子と比較して酸素分子が高い水溶性を示しています。さらに、表 7-2 には純粋な水ばかりでなく、酸や塩基や塩など宇宙の彼方の天体の海に溶けているかもしれないような物質の水溶液に対する酸素の溶け方もまとめておきました。この表を見る限りでは、純粋な水に対する溶解度と比較して、水に溶けている物質が酸でも塩基でも塩でもあまり酸素分子の溶け方に大きな影響を与えているようには見えません。また、水に溶けている物質が多少濃くなっても影響が見られません。この比較的高い酸素分子の水溶性は生物が誕生し、進化する海に如何なる物質が既に溶け込んでいても、宇宙生物の活力を生み出す酸化反応において酸素が大切な酸化剤として働くものと考えられます。