

豊かな生活と環境保護の両立は 21 世紀の大きな課題です。もともと「豊かな生活」とは「自然環境に恵まれた生活」として同義語であるべきものなのですが、いつしか物質文明の名のもとに相反する要素を持つに至ってしまっています。

環境問題については、本会の活動の中心であり、既に皆様の深く思考・実践されている課題です。本連載では、その環境問題の基礎となる科学的事柄のいくつかを取り上げ、物理や化学の基礎知識と環境問題を結びつける「極くやさしい話し」として書いてみたいと思います。複雑な環境の科学的問題を考える上で、その基になっている物質やエネルギーの科学をちょっとだけ思い出していただく機会となれば幸いです。本編は、自然観察指導員埼玉連絡会の「あらかわ通信」に寄稿した小文をまとめたもので、同連絡会は、私が自然観察ボランティアの活動をしている団体先です。

## その1. 水の話

### はじめに

「水は大切なもの」分かり切った話です。言うまでもなく、人間は飲み水がなければ生きられませんし、植物も枯れてしまいます。地球上の生物の体は大部分が水できているともいえます。そして、大洋の水は地球の気候を支配し、雲、雨、川の流れとして循環し、生物の栄養や廃棄物のバランスを保つ役割を果たしています。

ではこの「水」、そのどんな性質が、それほどの役割を果たす基となっているのでしょうか。

### 水分子

まず「水」がどんなものか極微小の様子を見てみましょう。

「水」という物質の最小単位は「水の分子」です。「酸素」原子1個と「水素」原子2個が結びついて「水分子」となっています。この「結びつく」ということは、原子同士が、それぞれに属する電子をお互いに共有する(両方の原子の周りを回る電子となる)ことによって結合した状態です。絵にしたものが図1です。

[図1 水分子]

(二酸化炭素分子と光の吸収)

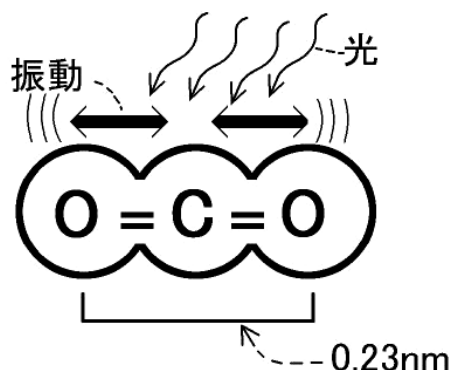


図1 二酸化炭素分子と光の吸収

ここで、化学記号を用いて酸素原子をO、水素原子をHで表わしています。

Oの両側にHが結合し、水分子 (H<sub>2</sub>O)となっていますが、このH - O - Hの結びつきは直線ではなく、105°の角度を持っています。

そして、水分子の中で、やや電子が片寄って、水素側がやや+、酸素側がやや-の電気を帯びています。これらのことが水独特の性質に重要な役割を果たしています。

水の分子は極めて小さなもので、18g(おちょこ1杯程度)の中に、 $6 \times 10^{23}$  乗個(なんと6000...と0が23ついた兆の兆倍程度の数)も入っています。

これは、おちょこ1杯の水を太平洋に捨てて、太平洋中に良くかき混ぜてから1杯汲むと、捨てた水分子が1個戻ってくる計算になるような数です。

### 水蒸気、水、氷

「水」は、気体、液体、固体の状態に変わります。

気体は分子がばらばらに飛び回っている状態、固体は水分子がくっついて規則的に並んでいる状態、そして液体はくっつきながら自由に動ける状態です。

多くの物質がこのように状態を変化させますが、水が特別なことは、水分子が小さく軽い割合いにばらばらになりにくい、つまりくっついて液体の状態になり易いことです。この分子同士がくっつく性質は、水素結合と呼ばれる作用と、先に述べた分子内の電氣的な片寄りによるものです。

前者は、水分子の酸素がとなりの水分子の水素とも弱く結合する作用(図1参照)、後者は、ただの鉄片同士はくっつかなくとも磁石になった鉄片はばらばらになりにくいのに似た作用です。

地球の温度で水が液体で存在できるのはこのような分子の特性によるものです。

通常物質は、温度が下がれば重く(密度が大き)くなり、さらに液体が固体になれば密度が増します。これは、温度が下がれば、分子の動きが鈍く、よりくっついた状態になるためです。でも、水の場合、氷は水の中で浮いています。固体になることにより水分子が配列し、自由に詰め合わせた液体状態に比べ、軽くなります。

また水の状態でも4℃で密度が最大になります。

これらのことが、気温が低下しても、池の水が全部凍ってしまわない理由です。

氷より暖かい水が氷の上に来て冷やされて凍ってしまうことが起こらず、冬でも魚が住めるのです。海が地球の温度を安定に保つ主な理由です。

[図2 氷と水]



図2 氷と水

### 水はものを溶かす

海水には食塩がたくさん溶けています。我々は汚れたものを水で洗うことによって溶かし、きれいにします。水が食塩を溶かすのは、食塩を構成しているナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )と塩化物イオン( $\text{Cl}^-$ )の間に働く+と-が引きあう力を弱めるためです。

真空中に比べ、水の中では+と-が引き合う力は約1/80に弱まります。このため固体の食塩がばらばらのイオンになって水の中に溶けてしまうわけです。

これも水分子中の電気的な片寄りによるものです。食塩に限らず多くのミネラル(鉱物質)や、たんぱく質などが水に良く溶けます。

油やプラスチックは電氣的に+-に分かれている性質が少なく、水に溶けにくい物質です。タンカー事故では、重油が海水に溶けず海岸の汚染を引き起こしてしまいます。

## 生物

生物を構成する細胞では、その中にある色々な機能を果たす物質(核、遺伝子、などなど)が全て水分子に取り囲まれて(水の中に)存在しています。

生物の部分を構成するタンパク質や糖類などの分子は、水分子と結合(水素結合)した状態で、その機能を発揮します。また、生物の各部分に栄養を運んだり老廃物を運び去るのは、ほとんどが血液などの水を主成分とする液体です。

ものを溶かす性質や、生体分子間の結びつきをコントロールしているのも、既に述べた水分子の性質によっているのです。

## むすび

水は地球上のどこにでもある極めて単純な分子です。でもその単純な構造の持つ特徴が、「環境」の全てに作用しています。

人類は、豊かできれいな水を入手できる地で文明を築き、水利の悪化した地で衰退する歴史を持っています。有害な物質を本当に含まない水を安易に手に入れられる時代、汚れの「すべてを水に流す」ことのできる時代が終りを告げているのです。