

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しょうが、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3. 二酸化炭素

#### はじめに

二酸化炭素は、炭酸ガスとも呼ばれ、我々になじみ深い物質です。

環境問題で、地球温暖化の悪者として主役になっています。でも、もっともとなじみ深い存在です。だって、今私が吐いた息の中にも4%(体積の割合)ぐらい含まれているのですから、その吸うときの空気にも約0.036%含まれており、この程度の濃さでは、無味無臭で、呼吸する上では何の障害にもなりません。その割合が年々増えていることが地球温暖化の原因と考えられているのです。

#### 二酸化炭素の発生

人間の呼吸の他、二酸化炭素は色々なところで発生します。

石油や石炭、木材、紙、プラスチックなど、通常「物を燃やす」と発生します。

二酸化炭素は、名前のように、2つの酸素原子と1つの炭素原子が結びついてできている分子です。上記の燃える物質はみな「炭素(C)」を含んでいることから、燃えることによって「酸素(O)」と結びつき「二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)」となるのです。

もちろん、自動車はエンジンの中でガソリンを燃やして二酸化炭素を排出しながら走っています。動物の呼吸も、体内で糖類や脂肪など炭素を含んだ物質を変化させて(静かに燃やして)二酸化炭素とし、その変化に伴うエネルギーを生物としての活動や体温維持に用いているのです。

植物でも、生物としての活動のため「呼吸」しており、絶えず二酸化炭素を放出しています。ただし、植物では、光(太陽光など)のエネルギーを利用した「光合成」によって、二酸化炭素から糖類(ブドウ糖や砂糖、でんぷん、セルロースなど)を作り出すことも行います。

微生物もまたその生命活動によって二酸化炭素を作り出します。微生物が糖類をアルコールと二酸化炭素に変えてお酒をつくっているのです。ビールやシャンパンの中の気体は二酸化炭素です。

工業的には、燃焼以外にも色々な化学反応で二酸化炭素が生じます。例えばセメントの生産です。原料となる石灰岩は、「炭酸カルシウム」が主成分で、これを加熱して「酸化カルシウム(生石灰)」にすると、二酸化炭素が発生します(CaCO<sub>3</sub> → CaO+CO<sub>2</sub>)。

火山活動でも二酸化炭素が放出されます。アフリカで火口湖に溜った二酸化炭素が山麓の村に流入して多数の死者を出したり、八甲田山麓で自衛隊員が酸素欠乏で死亡する事故などがありました。でも、炭酸泉の温泉は憩いの場でもあります。

「温泉でビールを一杯」、二酸化炭素の恩恵です。

## 二酸化炭素分子

二酸化炭素は、通常の温度と圧力の下では気体です。低温では分子がくっつき合った固体のドライアイスになり、低温で圧力を加えると液体にもなります。

純粋な二酸化炭素の気体や、二酸化炭素を含む空気の中では、小さな小さな二酸化炭素の分子が飛び回っていることになります。

純粋の1気圧の二酸化炭素の気体1リットル中には、 $(6/22.4) \times 10^{23}$  乗個(約3兆の百億倍個)の分子があります。この小さな分子は、酸素原子 - 炭素原子 - 酸素原子が直線上に並んで結びついています。このような結びつき(化学結合)は、酸素と炭素原子それぞれが持っている電子をお互いが共有することによって手をつないでいる状態です。図1に二酸化炭素分子の形を示します。

大きさは0.23 nm(4千万分の1cm)程度です。

さて、このような酸素と炭素の結合(つないだ手)は、バネのように伸び縮みしたり、少し角度を変えるように動いて振動する性質があります。

これらの振動と光の振動(光は波の性質があり、その波の振動)が一致すると、分子は光のエネルギーを吸収することになります。二酸化炭素の分子では、その振動(1秒間に70兆回程度)によって赤外線を吸収する性質があります。

熱は赤外線0.23nmによって運ばれる性質があり、結局、二酸化炭素分子によって熱吸収が起こります。二酸化炭素は無色の気体であり、目に見える光(可視光)は吸収せず、見えない赤外線(赤色光よりも波長が長い光)を吸収するのです。

[図1 二酸化炭素分子と光の吸収]

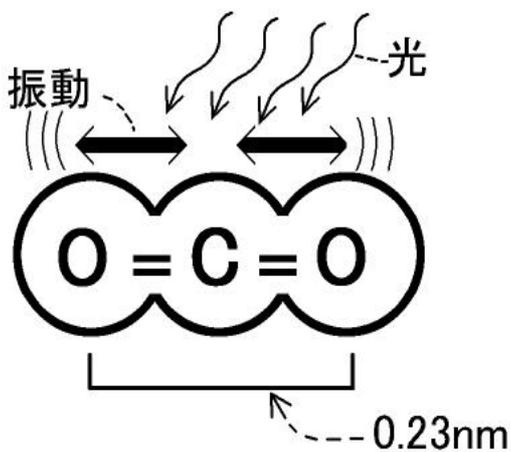


図1 二酸化炭素分子と光の吸収

## ●地球の温暖化

大気中にある二酸化炭素分子による、この赤外線の吸収が、太陽から来る熱エネルギーを吸収し、また、地表から反射された赤外線も吸収して、気温を上昇させる作用をします。大気中の二酸化炭素の濃度が増すことが、地球温暖化の原因とされるのはそのためです。二酸化炭素による赤外線の吸収は、その濃度の測定方法としても役立っています。

二酸化炭素よりもさらに赤外線を良く吸収する物質として、メタン(炭素原子1個と水素原子4個が結びついた分子)など、色々な物質があります。

近代社会の工業化や生活水準の向上に伴うエネルギーの多消費により、エネルギー源となる石油・石炭の消費が増大し、二酸化炭素の生成量が非常に増大しています。

ハワイ島で観測している大気中の二酸化炭素濃度が西暦 1800 年頃の 0.028% から今日の 0.036% に増加しています。また、各地での平均気温 が上昇傾向にあり、近代化による地球温暖化が危惧されています。石油や石炭の燃焼により二酸化炭素は大量に発生しますが、それらは海水に溶け込んだり、海中のプランクトンや藻、陸上の植物の光合成によって大気中から除去されます。地球の温暖化は、海水温を上昇させ、二酸化炭素が海水に溶け込みにくくなる恐れもあります。海水温の上昇は水の蒸発を増やし、雲が多くなって太陽光を反射したり、雨として二酸化炭素を吸収する作用もします。また、植物の光合成は温度が高い場合や二酸化炭素濃度が高いほど活発化する傾向もあり、それらの作用のバランスは複雑です。それぞれの現象に + と - に働く要素があり、それらを理解し対策を立てるのには、まだまだ観測結果や解析理論が不十分なのが現状です。

海底にあるメタン水和物の利用などを考えると、人類にとってエネルギー資源の枯渇よりも、大気中の二酸化炭素濃度の増加の方が近未来の重大問題となるとも考えられています。

近代科学技術により生じたであろう温暖化を解決する上で、環境汚染を減らす科学技術とともに、地球の状態を調べる観測技術や、多量のデータを解析する高度なコンピューターの進歩などが欠かせません。

科学の両刃の剣をどう使うか、人間の英知が求められている時代です。