

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かもしれませんが、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4. 観る・見る・測る・計る

はじめに

自然とのふれあい、自然観察会は文字どおり「観る」ことから始まります。荒川流域の観察会など良き指導者のお陰でずいぶん自然を見る目が変わりました。自然環境調査では、単に観ることから、樹木位置の測量や、照度測定、水質検査などを行い、自然環境と植生の関係などを調査・解明することになります。我々は、自然をまず目で眺め、触ってみて、鳥の声を聞き、匂いを嗅いで知ることができます。さて、長さの測定は巻き尺という道具を使い、目で目盛りを見て測定します。「測定」には、手触りや音、匂いなどよりも「目で見える」-「数値として読む」ことが大変重要な役割を果たします。色々な量をどのようにして「目で見える」ようにして「測る」のか、今回はその原理に触れてみましょう。

顕微鏡

目で見える方法でも、小さくて見えない微生物の観察には顕微鏡がおなじみです。これはレンズを組み合わせた装置で、肉眼では見えないものを見えるようにしています。光を使った顕微鏡では見えないさらに微小なものに対しては電子顕微鏡が使われます。エネルギーの高い電子線を物質に当てて、透過したり反射してくる電子を検出し、その電氣的な信号を処理してブラウン管の上で画像として「目で見える」ことになります。

照度計

森の中が明るい暗いは我々の目で分かります。でもそれを「測る」には、光が当たると電気の流れやすさが変わる半導体素子を用い、光の強さを電気信号に変え、それをデジタル表示板などで「数値として目で見える」ことができるようにしています。

温度計

気温や水温は環境調査での基礎的な数値です。温かいか寒いかは肌で感じますが、それを数値にするのが温度計です。おなじみのアルコール温度計は、ガラス管に封じ込んだ赤い色つきのアルコールが温度が上がると膨張することにより、その量を目盛りのついガラス管内を進んだ

長さとして「目で見て」読み取っています。

最近の体温計など、液晶の表示板で数値が読み取れる温度計が増えています。これは、温度によって電気抵抗が変わるサーミスタセンサーなどを用いて、電気抵抗を測り、温度として表示する装置です。

この他、圧力(気圧)や、湿度、重力の強さなど、それらの量を電気信号に変える仕組み(センサー)を使って読み取っています。

物質の検出

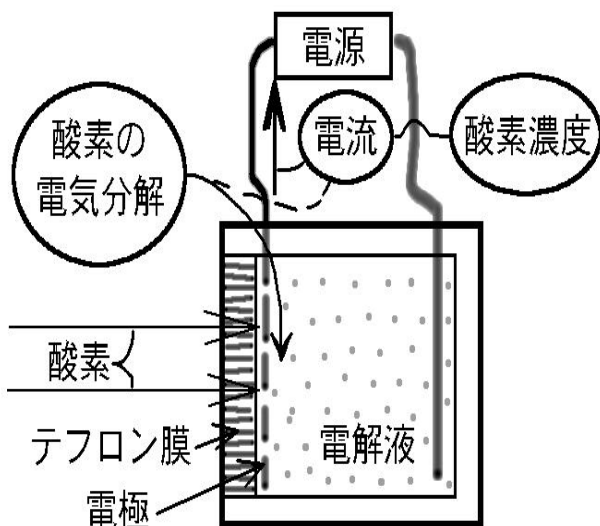
さて、大気汚染や水質調査など色々な物質を調べるのにはどんな方法があるのでしょうか。そこにあるものが、水であるか、金であるか、お米であるかなどは見て分かります。でも、空気の成分や水中に溶けている物質、土壌の成分などを調べる(分析する)のはなかなか大変です。どれも大変種類が多く、直接目に見えない分子を見極めようとするからです。そのうちで比較的簡単に測れるものの例を紹介しましょう。

酸素

空気中や水中の酸素は生物が生きるために不可欠です。マンホールや洞窟に入るとき、酸素が充分あるか否か測定器(不足のときの警報装置)を持って入ります。

酸素濃度測定器の例としては、水に溶けた酸素を電気分解し、それによって流れる電流を読み取ります。大変小さな穴のたくさんあいているテフロン膜を使うと、テフロンが水を良くはじくため、水は通ることなく、酸素(気体)だけが膜を通過して電解液に溶け込み、そこにある電極で電気分解が起こります。

こんな仕掛けを酸素センサーと呼んでいます。テフロンの膜の外側は空気でも、水の場合でも測れます。同様の原理で、血液中の酸素濃度を測る医学用のセンサーもあります。



酸素センサー

(酸素センサー)

pH

水質検査で、水が酸性かアルカリ性かを調べることがあります。

pH(ピーエッチ)は溶液中の水素イオンの濃度を桁数で表す数字で、pHが1減ると水素イオンの濃度は10倍増えることになります。

純水のpHは7(1リットル中に 10^{-7} モルの水素イオンがあるという意味)で中性といい、pHが減ると酸性で、水素イオン濃度が高くなります。

pH3では、1リットル中に 10^{-3} モルの水素イオンがあり、中性の場合より1万倍も水素イオンが多いことになります。pH7以上がアルカリ性です。

pHの測定にはガラス電極を用います。薄いガラスの膜を水素イオンのみが通るような作用により、膜をはさんで水素イオンが濃い方がマイナスの電圧になります。

pHのわかっている溶液(標準液)でこの電圧を測っておけば、測定したい溶液のpHを知ることができます。

空気中に純水を置いておくと、空気中の二酸化炭素(炭酸ガス)が溶けて弱い酸(炭酸)ができ、pH5.6程度になります。このような状態を普通は「酸性の水である」とはいいません。特に酸性雨などといわれるものは、硫酸や硝酸など強い酸が含まれpHが5以下になるような場合です。ビールは二酸化炭素が過飽和になっていて、pH3.3程度です。

COD

これは水質検査で重要な「化学的酸素要求量」と呼ばれるものです。

水の汚れとしての水中にある有機物の量で、その有機物を酸化するのに要した試薬の量を測ります。例えば、過マンガン酸イオンは赤紫色で、有機物を酸化する反応によってその色が薄くなるぶん有機物があったことになります。この色の变化を肉眼で比較して判定することもできますが、吸光度計を使えばより正確になります。

吸光度計は、溶液に目的の色の光を通過させ、溶液の色が濃ければ光が通りにくいという性質を測ります。光の強さは光検出器(フォトダイオードなど)で電気信号に変えて数値として表示されます。

金属成分など

夏の夜空を彩る花火は色々な金属が高温になったとき発する特別な色の光を利用して作られます。リチウムは赤、カルシウムはオレンジ、バリウムは緑などです。

また、高速道路の照明でおなじみの橙黄色のランプはナトリウムから出る独特の光です。このように、元素によって特徴的な色(波長)の光を出す性質を利用して、試料を高温に熱するなどエネルギーを加えて発光させ、その光の波長と強さを測定すれば試料の組成がわかるのです。

物質の分析には、このような電気や可視光のほか、赤外線、紫外線、X線、電子線、磁力など目に見えない色々な信号を測定して、物質の種類と量を測定しています。

そのほとんどが、これらの信号を電気信号に変え、それを電氣的な表示板で示したり、コンピューターに取り込んで、数値や画像にして「目で見て」います。

我々は、色々な物質を、電気信号に換えるセンサーという魔法の眼鏡を使って「見て・測って」います。