

界面活性剤とは[1]：水と油のモノサシ

(Ver.1.00, 2004.11.20)

横浜国立大学教育人間科学部 大矢 勝

界面活性剤の構造やはたらきを理解する上で、どうしても理解しておくべき事項があります。それは、「水と油のモノサシ」に関する知識です。これは界面活性剤関連だけではなく、一般の洗浄についての非常に重要な基礎知識にも位置づけられます。ここでは、この「水と油のモノサシ」について整理することとしましょう。

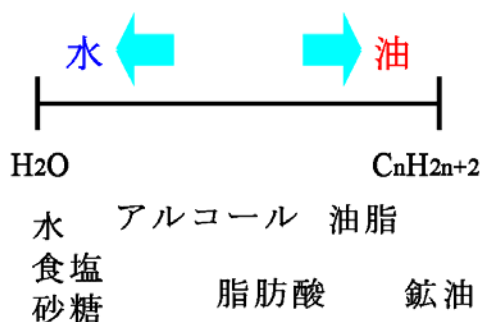
水と油はお互いに相容れない、相性の悪いものの代表例として日常語で使われる組み合わせですが、実は化学の世界でも水と油はお互いに相性の悪い組み合わせとして重要な意味を持っています。

の中でも、かなり水っぽい性質が多くなった物質です。この脂肪酸は一般の油脂が酵素等で分解されてできるもので、私たちの体内でもリパーゼとよばれる酵素が油脂を脂肪酸に分解するのに作用しています。

また、このモノサシ上で水と油の中間的な位置にある代表的な物質としてアルコール（エタノール）が挙げられます。

この油の性質と水の性質は分子構造から概念を理解することができます。水の分子式は H_2O です。油の代表選手の構造はアルカンとよばれる炭化水素です。

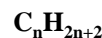
水と油のモノサシ



上図のように水と油のモノサシを想定すると、最も水っぽい物質は、当然「水」になります。水によく溶解するものは水っぽい性質であると考えてよいでしょう。水っぽい性質とは、水と交わりやすい性質です。食塩や砂糖などは水によく溶けますから水っぽい性質です。

一方、油には機械油、てんぷら油、ラードなど色々な種類があります。最も油っぽい油は石油などの鉱油です。動植物油脂は水っぽい性質ではなく油っぽい性質の物質なのですが、鉱油に比べると、やや水っぽい性質をもっています。油の一種に脂肪酸と呼ばれるものがありますが、これは油

炭化水素(アルカン)



C1:メタン

C2:エタン

C3:プロパン

C4:ブタン

C5:ペンタン

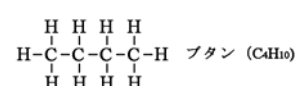
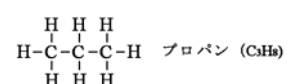
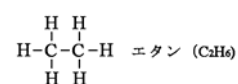
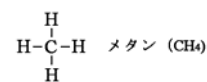
C6:ヘキサン

C7:ヘプタン

C8:オクタン

C9:ノナン

C10:デカン



アルカンは、上図のように炭素と水素からなる化合物で石油に多く含まれています。アルカンは一般式として C_nH_{2n+2} で表され、炭素数が1だとメタン、2がエタン、3がプロパンというように、よく耳にする名称の物質が並んでいます。このように、炭素と水素からなる構造が油の性質を発現する化学構造なのだと考えればよいでしょう。

一方の水の性質を示す化学構造は、まず水分子に含まれる構造である酸素と水素の結合の-OHという構造が挙げられます。電気的性質の+1価の水素と-2価の酸素が電子の貸し借りを行って、 H_2O 分子として安定しているはずなのですが、

実際にはH₂O分子の中のHは+の電気的性質をOは-の電気的性質を残しており、H₂O分子としては磁石のような陽極・陰極の性質が残っています。このような性質を分子の「極性」と呼んでいます。

極性は分子中の-OHの他、-NH₂、-COOHなどの構造で発現し、また水中でイオン化するものはこれらの極性を有した分子構造と非常に相性よく交わりやすくなります。食塩の水っぽい性質は、食塩が水中ではNa⁺とCl⁻のイオンになるため、砂糖の水っぽい性質は砂糖の分子構造に-OHが多く含まれるからです。

ここでアルコールが水と油の両方に交わりやすいことを分子構造との関連で見てみましょう。エタノールはC₂H₅OHです。C₂H₅の部分は炭素と水素からなる炭化水素であり、油の性質を示す構造そのものです。一方、-OHは水の性質を示す構造です。そのために、エタノールは水と油の両方に交わりやすい構造ということになるのです。

さて、以上の水と油の性質と洗浄を結びつけて考えるとどのようになるでしょうか。洗う液体と汚れとの組み合わせで考えてみます。洗う液体として水っぽい液体と油っぽい液体、そして汚れとして水っぽい汚れと油っぽい汚れを想定します。具体例として、水っぽい液体は「水」そのものでよいでしょう。油っぽい液体といっても思い浮かびにくい方もいるかもしれませんが、しみ抜きに用いるベンジンなどは油っぽい液体の代表選手です。汚れとしては水っぽい汚れとして食塩、油っぽい汚れとして食用油を想定しましょう。

すると、次の4つの組み合わせがあるのですが、それぞれに汚れが落ちやすい場合を○、汚れの落ちにくい場合を×をつけました。

水	- 食塩	○
水	- 食用油	×
ベンジン	- 食塩	×
ベンジン	- 食用油	○

食塩は洗剤などを用いずとも水洗いだけで十分に除去できます。この食塩が主体の汚れであるしょう油や汗（汗をかいた直後の汚れ）も同様に

水洗いだけでよく除去できます。一方、ベンジンでは食用油などの油性汚れをきれいに除去することができます。

一方で、水では油汚れを除去することは困難です。また、ベンジンで食塩を除去することも困難です。実はドライクリーニングにはベンジンと同様の溶剤が用いられています。水でぬらすと傷んでしまう素材を、油性の溶剤で処理することによって痛みを抑えるのがドライクリーニングなのです。家庭洗濯で除去が困難な油汚れをきれいに除去してくれるので、ドライクリーニングは家庭での洗濯よりも汚れ落ちが良いと感じている方も多いかと思いますが、実は家庭洗濯では問題とならないような水溶性の汚れがドライクリーニングでは弱点となるのです。

さて、上記のような観点から家庭洗濯における洗剤の意味、特に主成分の界面活性剤の意味について考えてみましょう。家庭洗濯では水溶性汚れは大きな問題とはなりません。最大の問題は水で除去が困難な油汚れです。この油汚れを除去するために水に油の性質を与えてやるというのが、実は洗剤中の界面活性剤の最も重要な役割なのです。もちろん油汚れ以外の汚れに対しても界面活性剤は種々の効果を示しますし、「水に油の性質を与える」という表現自体、厳密に言えば問題を含んでいないとは言えません。しかし、洗浄における界面活性剤の役割を最も簡単に示すために、このような表現でその第一歩を理解すると、界面活性剤の作用についてより深いレベルで考えていく際に役立つことでしょう。