

界面活性剤とは[2]：界面活性剤の構造と吸着挙動

(Ver.1.00, 2004.11.22)

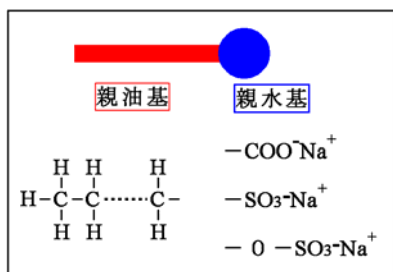
横浜国立大学教育人間科学部 大矢 勝

前回、「水と油のモノサシ」について説明しましたが、その知識を土台として今回は界面活性剤の構造について、またその構造との関連で生じる界面活性剤の吸着作用について説明したいと思います。

界面活性剤とは一つの分子中に、「水と油のモノサシ」からみて水の性質を有した部分と油の性質を有した部分の双方を持ち合わせた物質です。一般には水の性質を有した部分を親水基、油の性質を有した部分を親油基、または疎水基と呼びます。「基」は分子中のある特定の性質を示す部分につける名称です。

界面活性剤とは？

一つの分子中に親水基と親油基（疎水基）の双方を有する物質



親油基は炭化水素を主体とした構造になっています。前回の「水と油のモノサシ」で説明したように、アルカン ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) は油の性質を示す代表的な化学構造ですが、このアルカンの H がひとつとれてアルキル基 ($\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$) となった構造、またその変化型が一般的な界面活性剤の親油基の大部分を占めています。

一方、界面活性剤の親水基は水中でイオン化することによって水との親和性を得るか、または水酸基 ($-\text{OH}$) やオキシエチレン基 ($-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$) などの水に親和性のある部分を多数付け加え

ることによって水への親和性を確保します。イオン化する方法には次のような界面活性剤本体が陰イオンになるもの、陽イオンなるもの、条件によって陰イオンにも陽イオンにもなることができるものの 3 種があります。それぞれ陰イオン界面活性剤 (アニオン界面活性剤)、陽イオン界面活性剤 (カチオン界面活性剤)、両性界面活性剤と呼ばれます。

陰イオン界面活性剤はアルキル基を R - で表すと R - COONa 、R - SO_3Na 、R - OSO_3Na などの分子式で表されます。それぞれ、水中では Na^+ や K^+ などの陽イオンを対イオンとして、界面活性剤本体は R - COO^- 、R - SO_3^- 、R - OSO_3^- のような陰イオンになります。

陽イオン界面活性剤の代表的構造としてアミン塩型とアンモニウム塩型が挙げられます。アミンとはアンモニアの H を 1 つ以上炭化水素基で置換したもので、H を 1 つ置換したものが第 1 級アミン、H を 2 つ置換したものが第 2 級アミン、H を 3 つ置換したものが第 3 級アミンとなります。アンモニウムとは NH_4^+ であり、たとえば塩化アンモニウムは NH_4Cl です。 NH_4^+ の H を 4 つ炭化水素基に置換したものの第 4 級アンモニウムとよばれるものになります。そして、いずれも Cl^- などの陰イオンを対イオンとして界面活性剤本体は陽イオンになります。

両性界面活性剤はアルカリ性水溶液中で陰イオンに、酸性水溶液中で陽イオンになります。-NH と -COOH の両方を有したアミノ酸型や、第 4 級アンモニウム塩の構造と - COO^- の構造の両方を有するベタイン型などがありますが、基本的には液性によって陰イオン界面活性剤にも陽イオン界面活性剤にもなりうる界面活性剤であると理解できます。

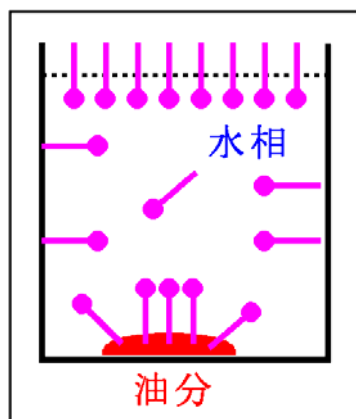
非イオン界面活性剤は親油基はイオン性界面

活性剤と変わりはありませんが、水中でイオンになって水への親和性を得るのではなく、イオン化せずとも水への親和性を示す単位をつなぎ合わせて親水性を得ます。水酸基（-OH）を多く含むタイプは多価アルコール型とよばれるもので、親水基に糖類の構造を利用するものも糖類の構造中の水酸基が親水性を得るために利用されているので、多価アルコール型に含まれます。オキシエチレン基（-CH₂CH₂O-）も1つの単位でやや弱い親水性を与えますが、この部分を適宜つなぎ合わせてポリオキシエチレン型の親水基として利用されます。

これらの界面活性剤が水中に放たれると、親水基は周りを水分子で取り囲まれることで安定化していますが、親油基は周りを水分子で取り囲まれることによって非常に不安定な状態になります。そして下図のように、水相から空气中に親油基を突き出すように水面に並んだり、水中に油性物質が存在すれば、その油分に親油基を差し込んだり、また空気や油分でなくても、親油基の周りを水で取り囲まれているよりはマシであるとして親水性のガラスコップの表面に向けて親油基をくっつけるように並びます。

いるのです。

界面活性剤の吸着



すなわち水中に存在する界面活性剤は、水と空気、水と油、水とガラス基質などの境界面にはりつくこととなります。この界面活性剤の挙動を「吸着」とよびます。界面活性剤の名称は、異なる2つの相の境界面（=界面）に吸着し、その性質を変えてしまう（=活性化する）ことを示して