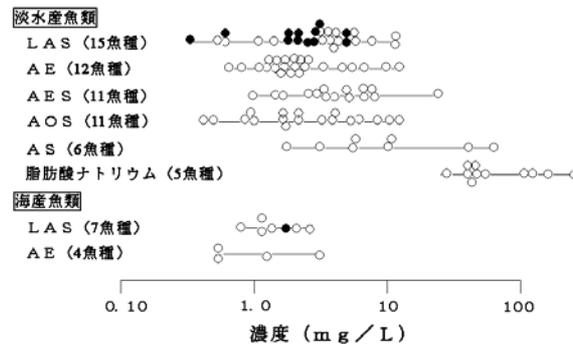


2. 洗剤の水環境に与える影響について

2-1. 魚介類への毒性

洗剤に含まれる界面活性剤は、その本来有する物理化学的な性質から水中に存在する固体に選択的に吸着します。その性質は魚介類のエラに対する界面活性剤の吸着、そしてエラ表面の性質の変化を導き、結果的に魚介類の酸素摂取を妨げることによる窒息死の原因になります。

一般に界面活性剤の急性毒性（魚介類の半数致死濃度）は石けんでは数十 ppm、セッケン以外の代表的な界面活性剤（LAS、AE、AS、AES など）で数 ppm 以上との実験結果が多く示されています。魚介類への急性毒性に関してみれば、石けんが比較的影響が少ないと考えられますが、これは石けんが河川水等で希釈された場合にカルシウムイオンやマグネシウムイオンと結びついて水不溶性の金属石けんに変化してしまうことが原因になっています。石けん以外の界面活性剤は基本的に水不溶性の金属塩を生成しにくいものが生き残っているため、魚介類への毒性が大きくなるものと考えられます。



日本水環境学会編「Q&A水環境と洗剤改訂版」
ぎょうせい、p105より（は仔魚データ）

図1 魚毒性(LD50)一覧

2-2. 微生物による分解性

有機物は微生物によって分解されることによって水と二酸化炭素といった物質に分解されます。有害な化学物質は勿論のこと、特に有害性が認められていない物質でも、河川や下水処理場で微生物によって分解されることが要求されますが、この分解のされやすさが生分解性とよばれる指標です。

洗剤の主成分である界面活性剤、およびその他の成分に関してもこの生分解性は重要な要求項目であり、過去に多数の試験が行われてきました。但し、この生分解性について論じる際、(a) PCBなどを筆頭とする難分解性化学物質とそうではないものを見分けるレベル、(b)最終分解率では問題ないが初期の分解速度に関して差の生じるレベル、の2つのレベルでの論議があることを心得ておかねばなりません。一般に使用されている界面活性剤は(a)の最終分解率レベルでは問題ないと考えられています。界面活性剤に関する生分解性で問題とされるのは(b)の初期の分解速度に関するものであり、その生分解性は一般に次のような順序であると考えられています。

石けん AS > AE AES AOS > LAS

一般に使用される界面活性剤の中では LAS の分解速度は低くなっています。但し、東京湾の底部の泥中においても LAS が蓄積しているといった傾向は認められておらず、LAS の生分解速度が低いといっても実害を及ぼすほどではないと考えられます。

なお、1950 年代から世界各地で生分解性の低い界面活性剤が原因となった河川や下水処理場での発泡問題が注目されましたが、これは分枝鎖型アルキルベンゼンスルホン酸塩(テトラプロピレンベンゼンスルホン酸塩)の生分解性の低さが問題となったものであり、(a)の最終分解率のレベルでの生分解性問題です。この界面活性剤がハード型 ABS とよばれるもので、その生分解性を高めた改良型界面活性剤が直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS、ソフト型 ABS)なのです。

界面活性剤以外の洗剤成分では、EDTA(エチレンジアミンテトラ酢酸)、ポリアクリル酸等は上記(a)の最終分解率レベルでも生分解性が低いと判断されるものです。両者共に環境毒性等は認められていないものの、大量使用は避けられるべきであり、将来的には代替物に変更されるべきであると考えられます。蛍光増白剤については(a)の最終分解率レベルはクリアしているといわれていますが、(b)の分解速度のレベルではかなり生分解性の低い部類に属すると考えられています。吸着性が高いので下水処理場では比較的容易に除去されますが、下水道が整っていない地域等での大量使用は避けられるべきと考えられます。

2 - 3 . 有機物としての汚濁負荷

水質の良否を判断する際、水中に溶け込んでいる酸素量である「溶存酸素量」が重要な指標になります。溶存酸素量が少なくなれば、酸素を消費するタイプの微生物や魚介類等が生存できなくなり、人にとって不快に感じる悪臭を放つ水環境になってしまうからです。その溶存酸素量の低下に深く関わるのが水中の有機物汚濁です。水中の有機物が多くなれば、その有機物が微生物等によって分解されます。その際に水中の酸素が消費され、溶存酸素量が低下します。よって、水中に廃棄される有機物は、たとえその物質が生物に対して毒性がなく栄養素となるようなものであっても、水中の微生物等に対する栄養源となれば溶存酸素量の低下に結びつき問題を引き起こすこととなります。

表4 有機汚濁負荷例

BOD(Biochemical Oxygen Demand)
生物化学的酸素要求量

みそ汁200mL	: 7g
廃油(20mL天ぷら油)	: 20g
牛乳(200mL)	: 15.6g
米のとぎ汁(200mL)	: 6g
粉石けん(洗濯1回分)	: 14.8g
合成洗剤(洗濯1回分)	: 2.8g

この有機物汚濁負荷に関連する洗剤の問題は、主としてその成分の界面活性剤が関与し、

一般に石けんの汚濁負荷が他の洗剤類の4～5倍以上の汚濁負荷になります。一部で、この傾向の原因が合成洗剤の生分解性の低さによるものであるとする説明も見られますが、主たる原因は同一の操作に要求される界面活性剤の使用量の差によります。

なお、水中の有機汚濁負荷を表す指標としてBOD（生物化学的酸素消費量）、COD（化学的酸素消費量）、TOC（全有機炭素量）などが用いられる。細部において違いはありますが、いずれも水中の有機物の汚濁負荷を示す指標として用いられる点では同様です。表4は家庭から排出される有機汚れのBOD換算値を示したのですが、粉石けんが合成洗剤の5倍程度の値を示しています。

2 - 4 . リンによる富栄養化

リン分は植物の栄養素となり、湖沼等の藻類・植物プランクトン等の増殖の原因となる。藻類・植物プランクトンが異常発生し、一旦、透明度がほとんどない緑色の水環境に変わってしまった湖沼では、毒性を有する植物プランクトンの発生と、枯死した藻類や植物プランクトンの堆積物が莫大な量の有機物汚濁を招き溶存酸素量を減少させることが問題になります。

1970年代に洗剤に含まれる縮合リン酸塩のリン分に関する論争が白熱し、1980年代はじめに日本では洗剤には縮合リン酸塩が含まれないものを良しとする合意に達し、現在では水の硬度の高い一部地区（沖縄地方）を除いて日本では縮合リン酸塩を配合した洗剤は見られなくなりました。

2 - 5 . 環境ホルモンとの関連

洗剤に用いられる非イオン界面活性剤の一種にアルキルフェノールエトキシレート（APE、ポリオキシエチレンアルキルフェノールエーテル）があります。これは、生分解性がLASよりも劣り、生分解過程での中間生成物の毒性がAPE自体よりも大きくなることといったこともあり、家庭用洗剤にはほとんど用いられることはなくなりましたが、鉱油等に対する優れた洗浄力を有しているため、産業用洗剤には近年まで主要な界面活性剤として用いられてきました。このAPEは生分解の過程でアルキルフェノールに変化しますが、このアルキルフェノールに内分泌攪乱性が認められ、環境ホルモンの一種として問題視されるようになりました。そこで、現在は各国でAPEの用途を他の界面活性剤で補おうとする技術開発が進行しています。

よって、洗剤に関する環境ホルモン問題とは、家庭用商品にはほとんど含まれていないある特定の界面活性剤の問題であり、ハウスホールドを連想させる「洗剤の問題」とするには無理があります。