

PRTR 法指定化学物質である代表的界面活性剤の
人の健康および環境影響に関するリスク評価について

- 解説書 -

2004年5月

日本石鹼洗剤工業会
環境・安全専門委員会編

- 目 次 -

1. はじめに	1
2. 化学物質の安全性評価とリスク評価法について	2
2.1 安全性評価およびリスク評価の考え方	2
2.2 リスク評価の方法	3
2.3 環境モニタリング調査	6
3. 本リスク評価における対象環境水系に関する考え方	7
4. 各界面活性剤の人健康および環境影響に関するリスク評価	8
4.1 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS)	8
1) LAS の人の健康影響に関するリスク評価	8
2) LAS の環境影響に関するリスク評価	8
4.2 ポリ(オキシエチレン) = アルキルエーテル (AE)	9
1) AE の人の健康影響に関するリスク評価	9
2) AE の環境影響に関するリスク評価	10
4.3 ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム = クロリド (DHTDMAC)	10
1) DHTDMAC の人の健康影響に関するリスク評価	11
2) DHTDMAC の環境影響に関するリスク評価	11
4.4 N,N-ジメチルドデシルアミン = N-オキシド (AO)	12
1) AO の人の健康影響に関するリスク評価	12
2) AO の環境影響に関するリスク評価	12
5. PRTR 法に基づき公表された数量について	13
5.1 排出量について	13
5.2 移動量について	14
5.3 公表された数量と環境影響リスク	16
6. まとめ	18

1 . はじめに

特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(「化管法」または「PRTR法」)が1997年7月に公布され、2000年3月(対象物質を政令で指定)より施行となりました。この法律は事業者による化学物質の自主管理活動を改善、強化し、環境汚染を未然に防止することを目的に制定されたものです。この法律では管理対象物質を指定化学物質として政令で定めており、事業者に対しこれらの化学物質の環境等への排出量や移動量を把握し、都道府県に報告することを求めています。各事業者より報告された数量は国が集計し、毎年公表することになっています。指定化学物質は、第一種(製造又は輸入量が100トン/年以上)と第二種(製造又は輸入量が1トン/年以上)に分けられており、第一種指定化学物質として354種類、第二種として81種類の化学物質が指定されています。指定化学物質の選定基準は、人の健康を損なうおそれ又は動植物の生息若しくは生育に支障を及ぼすおそれがあり、環境中に継続的に存続するものとされており、このようにして指定された第一種指定化学物質の中に直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)、ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル(AE)、ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム＝クロリド(DHTDMAC)、N,N-ジメチルドデシルアミン＝N-オキシド(AO)といった界面活性剤が含まれています。これらの界面活性剤は、家庭用の洗剤を始めとして多くの製品に使用されており、人々の健康で清潔な生活の維持に役立てられております。PRTR法でこれらの界面活性剤が第一種指定化学物質に指定された理由は、生産量が多く河川等の環境水系の一部から検出され、藻類や魚類などの水生生物の生育等に一定濃度以上で影響を及ぼす性質を持っているためとされていますが、このことは直ちに安全性上、問題があるということの意味するものではなく、環境への排出量や移動量を把握すると共にリスク評価を行い、それらの結果を踏まえ、管理対策が必要かどうかを検討するためです。

我々の身の回りでは、界面活性剤以外にも多くの化学物質が使用されており、日々の生活の維持、向上に役立てられています。こうした化学物質を有効に活用するためには、その物質の有用性ととも物理化学的性質や潜在的に持っている有害性(ハザード)などに関する特性をよく理解した上で不都合が生じないように使用することが大切です。

洗剤に使用されている主な界面活性剤の人に対する安全性(人の健康影響)については、欧米をはじめ我が国においても十分な確認が行われており、厚生労働省(当時は厚生省)からは「通常の使用条件であれば安全性に問題はない(「洗剤の毒性とその評価」1983年)との見解が示されています。環境に対する影響についても生分解性や水生生物に対する影響等、非常に多くの検討が行われており、安全に使用できることが確認されています。

このように、主要な界面活性剤の人の健康および環境に対する影響は、十分確認されていますが、今回、PRTR法の指定化学物質に指定されたこともあり、日本石鹼洗剤工業会では、改めてそれらの安全性について、リスク評価という視点で見直しと確認を行うこと

にしました。現在、安全性はリスク評価という手法で議論することが世界的な標準になっています。この考え方については、後で詳しく述べますが、簡単に言いますと、まず評価する化学物質の人と環境生物に対する潜在的な有害性(リスク評価では「ハザード」と言います)を動物や魚等の水生生物を使った毒性試験から、人や水生生物に対し影響を及ぼさない量(「無影響量」と言います)を導き出します。次に、これらの値と人が日々の生活の中で取り込むこれらの化学物質の量や環境中に存在する濃度を比較することで、人や環境にとって好ましくない影響が発現する程度もしくは確率(「リスク」と言います)を推し量るもので、この方法により安全性の確認ができることとなります。このリスク評価の結果より、これら4種の界面活性剤は日常の使用で人の健康や環境中の生物の生息に影響を及ぼすリスクは共に低いことが分かりました。

2. 化学物質の安全性評価とリスク評価法について

2.1 安全性評価およびリスク評価の考え方

毎日の暮らしの中で使われる化学物質は、安全性が高く、安心して使用できることが大変重要です。化学物質は天然のものでも、化学合成されたものでも、「無条件で無制限に安全である」というものはありません。つまり、どんな化学物質でも摂取したり、暴露される量が多くなれば、私たちの身体や環境に対し好ましくない影響が出てきます。このことを逆の面から言えば、それぞれの化学物質には「安全に使用できる量(条件)」があることとなります。従って、化学物質の安全性を考える場合には、まずそれぞれの化学物質が固有に持っている潜在的な有害性(ハザード)がどの程度か(このことをもう少し平易な言葉で言うと、毒性が強いか弱い、あるいは無視できるレベルかということ)を調べることが重要であり、次に各化学物質が使われている条件で人や環境の生物に対してどのような好ましくない影響を生じる可能性(リスク)があるのかを確認します。その結果、リスクが高いと判定された場合には、この化学物質の使用条件を制限したり、あるいは使用を中止し代替物質を探すことなどが検討されます。このような方法により、リスクの大小を調べる方法をリスク評価(またはリスクアセスメント)と言います。リスク評価は化学物質に限らず、機械、設備、土地開発等、あらゆるものが対象となります。ここでは化学物質のリスク評価について述べることとなりますので、リスクとしては人の健康影響に関する評価(人健康リスク評価)と、環境中の水生生物等の自然生態系への影響評価(環境リスク評価)が対象となります。ここでいうリスクとは、化学物質が潜在的に持っている有害性(ハザード)の程度と、人あるいは環境がこの化学物質によってどの程度さらされるか(暴露量という)という二つの組み合わせで決まります。この考え方は、次のような式で表わすことができます。

$$[\text{化学物質のリスク}] = [\text{ハザード (潜在的有害性の程度)}] \times [\text{曝露量}]$$

この式から、化学物質は短期間に大量に接触・摂取（曝露）すればリスクが大きくなること、また、有害性の高い化学物質であってもごく微量の接触・摂取（曝露）であれば、リスクが小さくなり影響が生じる可能性は低くなることが分かります。

2.2 リスク評価の方法

先に述べましたようにリスク評価は、化学物質のハザードデータから人や環境生物に対するこの化学物質の無影響量を求め、この量と人や環境生物がこの化学物質にさらされる量（推定曝露量）を比較し、推定曝露量が無影響量より大きい小さいかでリスクの大きさを推しはかる方法のことで、以下に示すハザード比（HQ）を用いる方法と曝露マージン（MOE）を用いる方法の二つがあります。

（1）ハザード比（HQ）を用いたリスク評価法

この評価法で用いるハザード比は次の式で表わされます。

<人の健康影響のリスク評価>

$$\text{ハザード比 (HQ)} = \frac{\text{人への推定曝露量 (EHE)}}{\text{耐容一日摂取量 (TDI)}}$$

- ・ハザード比（HQ） 1 の場合：リスクが大きい。リスクを詳細に解析した上で、対策検討が必要。
- ・ハザード比（HQ） < 1 の場合：リスクが小さく、安全性の懸念がないと判断される。

（例）LASのハザード比（HQ）

ラットに2年間LASを摂取させた慢性毒性試験の無影響量（NOAEL）は300mg/kg/日（一日に摂取する体重1kg当たりLAS量）です。このNOAELは動物試験により求められたものであるため、人の耐容一日摂取量（毎日摂取しても影響を生じない量、TDI）を求めるには、ラットと人の感受性の差と人の個人差をそれぞれ10倍と推定して、それらを合わせた100倍の安全係数（あるいは不確実係数）を用います。具体的には、NOAELの300mg/kg/日を安全係数100で割り、TDIは3mg/kg/日となります。安全係数は一般に100倍が多く用いられます

が、NOAEL を求めた毒性試験の内容などに応じて評価に用いる係数は異なります(10 ~ 1000 倍)。一方、人への推定曝露量 (EHE) は 0.29mg/kg/日または 0.18mg/kg/日と推定されています。ここでは、より大きい値の 0.29mg/kg/日を用いました。

このようにして求めた EHE 0.29mg/kg/日と TDI 3mg/kg/日を上の式に従って計算すると、ハザード比 (HQ) は 0.097 となります。この比はリスクが小さく、安全性の懸念がないことを示しています。

<環境影響リスク評価>

$$\text{PEC / PNEC 比} = \frac{\text{予測環境濃度 (PEC)}}{\text{環境生物に対する予測無影響濃度 (PNEC)}}$$

- PEC / PNEC 比 1 の場合 : リスクが大きい。リスクを詳細に解析した上で対策検討が必要。
- PEC / PNEC 比 < 1 の場合 : リスクが小さく、安全性の懸念がないと判断される。

(例) DHTDMAC の PEC / PNEC 比

ミジンコに対する DHTDMAC の無影響濃度 (NOEC) は 938 μ g / L です (μ g (マイクログラム) は mg (ミリグラム) の 1000 分の 1)。この NOEC は実験室で行われたいくつかの実際環境を想定した長期毒性試験の中で、最も毒性が強く現れた試験結果です。そのため、予測無影響濃度 (PNEC) を求めるために、実験室と実際環境の間の不確実性を補正するための不確実係数 10 倍を用います。具体的には、NOEC の 938 μ g / L を不確実係数 10 倍で割り、PNEC は 94 μ g / L (四捨五入した数字) となります。不確実係数は NOEC など求めた毒性試験の内容に応じて異なります (一般に 10 ~ 1000 倍)。一方、予測環境濃度 (PEC) は河川水から検出された最高濃度を用いて 3.8 μ g / L を用いました。

このようにして求めた PEC 3.8 μ g / L と PNEC 94 μ g / L を上の式に従って計算すると PEC / PNEC 比は 0.04 となります。この比はリスクが小さく、安全性の懸念がないことを示しています。

(2) 曝露マージン (MOE) を用いたリスク評価法

この評価法で用いる曝露マージン (MOE) は次の式で表わされます。

<人の健康影響のリスク評価>

$$\text{曝露マージン (MOE)} = \frac{\text{無毒性量 (NOAEL)}}{\text{人への推定曝露量 (EHE)}}$$

曝露マージン (MOE) が不確実係数 (または安全係数) より大きいかどうかでリスク評価を行います。無毒性量は慢性毒性試験から求めることが多く、一般に不確実係数は 100 が用いられます。

(例) LAS の曝露マージン (MOE)

ラットに2年間 LAS を摂取させた慢性毒性試験の無影響量 (NOAEL) は 300mg/kg/日です。一方、人への推定曝露量 (EHE) は 0.29mg/kg/日または 0.18mg/kg/日と推定されています。ここでは、より大きい値の 0.29mg/kg/日を用いました。

NOAEL 300mg/kg/日と EHE 0.29mg/kg/日を上の式に従って計算すると MOE は約 1000 倍となります。この MOE は慢性毒性試験の NOAEL を用いる場合の不確実係数 100 より大きく、LAS はリスクが小さく安全性の懸念がないことを示しています。

<環境影響リスク評価>

$$\text{曝露マージン (MOE)} = \frac{\text{環境生物に対する無影響濃度 (NOEC)}}{\text{推定環境濃度 (EEC)}}$$

曝露マージン (MOE) が不確実係数 (または安全係数) より大きいかどうかでリスク評価を行います。無影響濃度がどのような試験 (急性毒性試験、慢性毒性試験、生態系モデル試験 (メソコズム試験)) から求められたかで、不確実係数は 10 ~ 1000 の値が用いられます。

(例) DHTDMAC の曝露マージン (MOE)

ミジンコに対する無影響濃度 (NOEC) は 938 μg/L です。一方、推定環境濃度 (EEC) は河川水から検出された最高濃度を用いて 3.8 μg/L と用いました。

NOEC 938 μg/L と EEC 3.8 μg/L を上の式に従って計算すると MOE は 250 倍となります。この MOE は慢性毒性試験の NOEC を用いる場合の不確実係数 10 より大きく、DHTDMAC はリスクが小さく安全性の懸念がないことを示しています。

今回、当工業会で行ったリスク評価は、主として (1) のハザード比を用いたリスク評価法により行いました。

2.3 環境モニタリング調査

洗剤に使用されている界面活性剤は、生分解性が良いので、洗剤として使用された後、下水処理場や河川等の環境水中で速やかに分解されて取り除かれます。当工業会は、このことを確認するため日本の主要都市における下水処理成績の集計と河川水中における主要界面活性剤の存在実態をチェックする環境モニタリング調査を行っています（表1）。これらの結果は、当工業会で毎年発行している「環境年報」に収載しています。また、環境モニタリング調査の結果は、日本水環境学会でも報告しております。環境モニタリング調査を行っている界面活性剤は、使用量の多い直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)、ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル(AE)、ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム＝クロリド(DHTDMAC)、N,N-ジメチルドデシルアミン＝N-オキシド(AO)であり、基本的に多摩川、荒川、江戸川および淀川の4河川で年4回の測定を行っています。当工業会の環境リスク評価では、これらのモニタリング調査の結果を推定環境暴露濃度(PEC)として利用しています。

表1 環境モニタリング調査水域

河川	地点	類型	周辺環境
多摩川	羽村堰	A	・水道原水の採取地点
	多摩川原橋	B	・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある
	田園調布堰	B	・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある
江戸川	金町	A	・水道原水の採取地点 ・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある
荒川	治水橋	B	・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある
	笹目橋	C	・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある
淀川	枚方大橋	B	・水道原水の採取地点 ・上流に公共下水処理場の放流口および支川の合流点がある

調査開始時の分類はC類型であったが、2002年度からB類型に変更された。

3 . 本リスク評価における対象環境水系に関する考え方

化学物質の環境リスク評価は、その化学物質の環境濃度が環境生物に対する毒性濃度を越えていないかどうかを調べることにより行います。したがって、化学物質の環境濃度は、リスク評価の結果を左右する最も重要な情報の一つです。当工業会では、以下の考え方に基づいて調査地点を選定し、河川水の界面活性剤濃度を調べています。

< 調査地点の選定に関する考え方 >

- (1) 人口の多い都市およびその周辺の河川であること (洗剤類の使用量の多い地域)
- (2) 環境省が利水、立地、汚濁状況などに基づいて分類した類型 (A A ~ E) の中の水産用水として利用される類型 (C 類型以上) であること (ただし、最上位の A A 類型は一般に水質が良好であるため、選定の対象としない。)
- (3) 調査地点の上流に都市下水処理場の放流口や支川の合流点があり、界面活性剤が流れ込んでいること
- (4) (人健康の観点から) 水道原水の採取点も含むこと

以上の条件を考慮した上で、環境モニタリングの調査地点を選定しています (表 1 の 7 地点)。

これらの 7 地点の BOD 値 (有機汚濁の指標) は、平成 12 年度に環境省が実施した要調査項目に対する水質調査の対象にした C 類型以上の地点の水質と同等です。わが国の汚水処理の非整備率が 25% であることや高汚濁水域が一部に残っていることを考えると、公共用水域の中には比較的高い濃度の界面活性剤が検出される水域も存在する可能性があります。実際、平成 12 年度に行われた環境省による LAS 濃度調査は、ほとんどの水域は 0.05mg/L 以下である一方、3ヶ所 (愛知県日光川・日光橋、大阪府寝屋川・住道大橋、沖縄県長堂川・翔南製糖前) からは 0.49 ~ 1.1mg/L の比較的高い LAS 濃度が検出されました。E 類型に該当するこれらの地点は、周辺の汚濁発生源からの排水負荷や河川形態などの複合的な環境要因によって、BOD 値が 4.8 ~ 32mg/L とかなり高い汚濁状況を示しています。つまり、この種の水域は、界面活性剤だけでなく多様な汚濁原因物質が共存する特徴があり、その水域の全体的な生態リスクの実態を把握することと水質改善を考える場合、個別の化学物質に対する限定的な生態リスク評価を行うよりも汚水処理施設の整備などの包括的な対策が有効と考えられます。

このような考え方の下で、当工業会では水域類型 D / E などの汚濁水域を除いた先に述べた水域を対象にして界面活性剤の生態リスクの評価を行っています。

4 . 各界面活性剤の人健康および環境影響に関するリスク評価

4.1 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS)

難生分解性の分岐型アルキルベンゼンスルホン酸塩 (ハード ABS) に代わるソフト型の良生分解性洗浄基剤として開発されました (1970 年代初頭)。洗浄性を含めた基本性能が優れているため、日本のみならず世界で広く使用されています。主として衣料用洗剤に使われています。

1) LASの人健康影響に関するリスク評価

皮膚刺激性、皮膚接触アレルギー性 (皮膚感作性)、急性経口毒性、反復投与毒性などの安全性データと、使用形態・使用方法などに基づく暴露の状況を検討した結果、通常の使用時および誤使用時のいずれにおいても人に対して影響を生じる可能性は低いと評価されました。人の皮膚に対する影響としては、皮脂を除去する作用があることなどによって、軽度から中程度の皮膚反応を示すことが認められています。ただし、通常の使用条件においては、洗い流されるために、皮膚刺激が生じた場合でもその程度は弱いものです。また、皮膚接触アレルギー性、変異原性、遺伝毒性、発がん性、催奇形性や繁殖毒性の各作用は認められません。

長期間使用した場合の人に対する推定最大摂取量は 0.18mg/kg/日 ~ 0.290mg/kg/日と算定され、慢性毒性試験結果から求められた人の耐容一日摂取量 (毎日摂取しても影響を生じない量) 3mg/kg/日を下回っており障害を生じるリスクは極めて低いことが確認されました。

人の耐容一日摂取量 3mg/kg/日 > 人の推定最大摂取量 0.290mg/kg/日又は0.18mg/kg/日
(HQ 比 : 0.097 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)

2) LASの環境影響に関するリスク評価

LAS は生分解性が良好であり、下水処理場や河川中の微生物により分解され究極的には消失することが確認されています。このことを確認するため、既に先の章で説明しましたように、当工業会では主要な都市下水処理場の処理成績の確認と環境モニタリング調査を経年的に行っており、LAS 等の界面活性剤の分析を行っています。これまでに実施した、東京近郊と大阪地区の 4 河川 (多摩川、江戸川、荒川、淀川) における調査の結果によると、河川中の最大値は 80 µg/L (河川水 1 リットル当たり 80 マイクログラムの LAS が含まれる。1 マイクログラムは 1 ミリグラムの 1000 分の 1) であり、ほとんどの区域

で 50 µg/L 未満でした。

LAS の水生生物に対する影響については多くの研究結果が報告されています。LAS の生態系に対する最大許容濃度はオランダの環境庁と同国・石鹼洗剤工業会の共同研究の結果により、250 µg/L と報告されています。また、アメリカ合衆国の石鹼洗剤工業会では、野外河川で行った生態系モデル試験の結果を基にして、NOEC(無影響濃度)は 360 µg/L 以上と報告しています。これらの試験は、生態影響試験の分野では、メソコズム試験と言われているもので、河川等の実際の環境を完全なまま試験区域として維持し、そこに試験したい化学物質を長期間流して、生息する種々の水生生物を観察し、化学物質の影響がどの程度あるかを調べるものです。魚やミジンコ等の単一生物による長期間に渡る慢性毒性試験によっても化学物質の影響がどの程度あるかの情報は十分に得られますが、メソコズム試験は実際の環境で試験を行っていますので、より実際の生態系に近い結果が得られることとなります。LAS については、このように高いレベルの試験まで行われているということです。このようにして得られた無影響濃度と環境モニタリング調査で確認した河川水中濃度や他の研究機関が測定した別の濃度調査結果と比較しても、LAS の環境濃度はこの無影響濃度を下回るものでした。

これらの結果より、LAS の環境生態系に及ぼすリスクは極めて低いものと考えられます。

水生生物への最大許容濃度 250 µg/L 以上 > 環境濃度 (最大値) 80 µg/L (PEC / PNEC 比 : 0.32 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)
--

4.2 ポリ(オキシエチレン) = アルキルエーテル (AE)

AE は、家庭用の衣料用洗剤や台所用洗剤の主成分として使用されています。洗浄力や乳化分散性などの基本性能が良好であるために、工業用原料としても多く用いられています。

1) AEの人健康影響に関するリスク評価

皮膚刺激性、皮膚接触アレルギー性(皮膚感作性)、急性経口毒性、反復投与毒性試験結果から、通常の使用時および誤使用時のいずれにおいても AE がヒト健康に影響を生じる可能性は低いと評価されました。AE は LAS と同様な作用によって軽度な刺激性が認められますが、実際の使用時間は短く、さらに使用後に洗い流すために、皮膚への影響が生じる可能性は低いと推定されます。また、刺激が生じた場合でもその程度は弱いものと

考えられます。変異原性、遺伝毒性、発がん性、催奇形性、繁殖毒性や皮膚接触アレルギー性の各作用も認められません。長期間使用した場合の人に対する推定最大摂取量は0.00952mg/kg/日と算定され、繰返し投与する試験や繁殖毒性試験などの結果から求められた人の耐容一日摂取量6 mg/kg/日を大きく下回っており、リスクは極めて低いことが確認されました。

人の耐容一日摂取量 6 mg/kg/日 > 人の推定最大摂取量 0.00952mg/kg/日

(HQ 比 : 0.0016 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)

2) AEの環境影響に関するリスク評価

AEは河川水中での生分解性が良好であり、下水処理場では99%以上が除去されると報告されています。AEの水生生物あるいは生態系への影響については、多様な生物を用いて、短期から長期間の影響試験が数多く行われています。これらの多くの試験結果に基づいて、オランダの環境庁と同国・石鹼洗剤工業会は共同研究の結果、水生生物への無影響濃度は110 µg/Lとしています。一方、当工業会で調査している都市近郊河川である、多摩川、江戸川、荒川および淀川の河川水中のAE濃度は最大値が12 µg/Lでほとんどが5 µg/L未満でした。環境濃度調査における最大値12 µg/Lは、水生生物への推定無影響濃度の110 µg/Lを下回っており、AEが生態系に影響を及ぼすリスクは極めて低いことがわかりました。

水生生物への最大許容濃度 110 µg / L > 環境濃度 (最高値) 12 µg / L

(PEC / PNEC 比 : 0.11 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)

4.3 ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド(DHTDMAC)

主に衣料用柔軟仕上げ剤の主成分として用いられています。繊維に付着して滑りをよくする作用や、柔軟作用、帯電防止作用を示します。

1) DHTDMAC の人健康影響に関するリスク評価

皮膚刺激性、皮膚接触アレルギー性(皮膚感作性)、急性経口毒性、反復投与毒性試験結果などから、通常の使用時および誤使用時のいずれにおいても DHTDMAC が人健康に影響を生じる可能性は低いと評価されました。皮膚に対する刺激性は弱く通常の使用で皮膚への刺激反応が生じる可能性は低いと考えられます。DHTDMAC で柔軟仕上げした衣類を着用することにより皮膚から DHTDMAC が吸収された場合の推定最大摂取量は 0.023mg/kg/日と計算されます。この推定摂取量は長期毒性試験の結果から求められた人の耐容一日摂取量 0.1mg/kg/日を下回っており、人への影響リスクは低いことが確認されました。また、変異原性、遺伝毒性、催奇形性および接触アレルギー性についても試験が行われていますが、いずれも陰性でした。

以上の結果より、DHTDMAC を柔軟剤成分等として使用した製品を長期間使用したとしても、人健康に影響を及ぼすリスクは極めて低いと考えられました。

人の耐容一日摂取量 0.1mg/kg/日 > 人の推定最大摂取量 0.023mg/kg/日 (HQ 比 : 0.23 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)
--

2) DHTDMAC の環境影響に関するリスク評価

DHTDMAC の下水処理場での除去率は約 95%と報告されています。また、河川などで微生物分解を受けることも報告されています。

当工業会では既に述べた環境モニタリング調査の中で DHTDMAC 濃度を測定し、最高検出濃度 3.8 μ g/L、地点ごとの平均濃度の範囲は 0.1 μ g/L から 1.9 μ g/L であることを確認しています。また、多摩川をモデル河川にしたコンピュータによる計算モデルから推定した河川中の DHTDMAC 濃度は 11 μ g/L と計算されました。これらの測定値と計算値は、どちらも推定無影響濃度を下回るものであり、現在の使用状況において DHTDMAC が生態系に影響を与えるリスクは極めて低いと考えられました。

水生生物への推定無影響濃度 94 μ g/L > 環境濃度(最大) 3.8 μ g/L (PEC/PNEC 比 : 0.04 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)
--

4.4 N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド (AO)

AOは、泡立ちを高める性質と手荒れを緩和させる作用を持つことから、多くの台所用洗剤に配合されています。洗浄補助剤として他の家庭用洗剤やシャンプー等の香粧品に使われることもあります。

1) AOの人健康影響に関するリスク評価

皮膚刺激性、皮膚接触アレルギー性（皮膚感作性）、急性経口毒性、反復投与毒性試験結果などから、通常の使用時および誤使用時のいずれにおいてもAOがヒト健康に影響を生じる可能性は低いと評価されました。皮膚に対して使用濃度での刺激性は弱く、皮膚への影響を生じる可能性は低いものと推定されました。AOを主要成分とした家庭用製品の使用試験（3ヶ月）でも、皮膚刺激性および接触アレルギー性（皮膚感作性）を示す症状は見られませんでした。長期間、AOを使用した時のヒト推定最大摂取量は0.0135mg/kg/日であり、この値が2年間の慢性毒性試験から求めた人の耐容一日摂取量（TDI）0.5mg/kg/日を下回っていたことから、AOの人健康への影響リスクは低いことが確認されました。また、変異原性、発がん性、催奇形性や皮膚接触アレルギー性はなく、繁殖性に対しても影響は認められませんでした。1991年の厚生科学研究においても、AOの人体安全性が評価されており、台所用洗剤としての通常使用で安全性上の問題は生じる可能性が低いことが報告されています。

以上のことから、AO配合製品を日常的に長期間使用においても、人健康に影響を及ぼすリスクは極めて低いものと考えられました。

人の耐容一日摂取量 0.5mg/kg/日 > 人の推定最大摂取量 0.0135mg/kg/日

(HQ比 : 0.027 < 1 リスクが小さく、安全性の懸念がない)

2) AOの環境影響に関するリスク評価

AOは生分解性が良く、下水処理場では99%以上が除去されます。現時点では環境濃度に関する知見が十分ではないなど、AOの環境生物に対するリスク評価を高い精度で実施することは困難です。そこで、当工業会では2002年度から日本も含め、世界で初めて河川水中のAO濃度の測定を始めました。その結果、約半数は検出限界の0.01µg/L未満で検出された最高濃度は0.34µg/Lでした。一方、AOは水生生物の一つである藻類の生育に対して、最も低濃度で影響を示すことが明らかにされており、環境省のデータでは藻類の生長に対する阻害試験での無影響濃度は0.9µg/Lと報告しています。当工業会では、環境中での存在状態等を考慮した試験等による水生生物への影響や環境濃度測定の充実など、AOの生態系リスク評価の精度向上に取り組んでおりますが、現在までに得られて

いる情報から次のように解釈することができます。

AO の水生生物への影響は藻、ミジンコ、魚の中では藻に対して最も低い濃度を示しますが、実際の河川では、川床の藻類の生育が阻害されているような事例はみられず、多摩川などでは付着藻類を餌とする鮎の遡上が増加していることも報告されております。従って、環境中の水生生物に対して AO が何らかの影響を及ぼしている可能性は低いと考えられます。

5 . PRTR 法に基づき公表された数量について

2003 年 4 月および 2004 年 3 月に、国は PRTR 法に基づき届出された指定化学物質のそれぞれの前々年度（2001 年および 2002 年度）の排出量と移動量を公開しました。届出対象になっている事業者は、それぞれの事業場からの排出量と移動量を届け出ていますが、対象業種であってもその取扱い量が規定量に満たない届出外事業者（いわゆる裾切り対象事業者）、届出対象でない家庭用や非対象業種（例えば、飲食業や建設、農業等）の排出量と届出対象でない家庭用の下水道への移動量については、国がそれらの量を推定し、届出対象事業者からのデータと共に公開しています。

第一種指定化学物質に指定された 4 種の界面活性剤について、公開されたそれぞれの数字をまとめると表 2 のようになります。この表に示された個々の数量の意味と環境に排出、移動された界面活性剤の人と環境に対するリスクをどのように考えたら良いかを、LAS を例にして以下に説明いたします。

5 . 1 排出量について

<届出対象>

PRTR 法で届出が義務づけられている 5 t / 年以上（2001、2002 年の法律施行当初 2 年間は暫定として 5 t / 年以上、2003 年以降には 1 t / 年以上）の指定化学物質を取扱っている従業員が 21 名以上の事業者の排出量を意味しています。表 2 より、届出された LAS の排出量は 2001 年 47 t、2002 年 41 t であることがわかります。これより、届出を行った事業場では、ほぼ適切に排出処理等が行われているものと思われます。

<届出外・対象業種>

事業者の業種としては届出の対象に該当するが、取扱い数量が 5 t / 年以下（上述のとおり）のため、届出が免除されるいわゆる裾切り対象事業者の排出量になります。この取扱い数量で従業員数が 21 名未満の事業者に対しては報告が免除されているため、国が推

測して算出しています。この裾切り対象事業者のLAS 排出量は2001 年で5,914 t、2002 年では 2,322 t とされています。

<届出外・家庭>

家庭用洗剤等の一般消費者向けの個別容器に入った製品は、届出の対象になっていません。このため、国はこれらの製品が一般家庭で使用された際、環境に排出される指定化学物質の量を推測値として公表しています。推測値は製品の出荷量や下水道普及率から計算によって求められます。つまり、届出外家庭として公表されている数字は下水道が整備されていない地域で、家庭排水が直接、河川、湖沼等に流されることによって生ずる排出量と言えます。LAS については、この排出量として、2001 年が24,216 t、2002 年は16,014 t と報告されています。

<届出外・非対象業種>

事業規模が届出対象に満たなく、かつ対象の業種でもない事業者から排出される量を国が推定したものです。飲食業、建設、農業、林業、ゴルフ場等の事業者がこれらの業種に該当しています。LAS については、この排出量として、2001 年が 2,923 t、2002 年は 1,824 t と報告されています。

5.2 移動量について

<届出対象>

PRTR 法で届出が義務づけられている 5 t / 年以上 (2001、2002 年の法律施行当初 2 年間は暫定として 5 t / 年以上、2003 年以降には 1 t / 年以上) の指定化学物質を取扱っている事業場から届出られた移動量を意味しています。この移動量には、廃棄物処理業者等に処理を委託したものと都市下水処理場に排水として移動したものの二つが含まれています。LAS については、2001 年が 1,592 t、2002 年が 648 t と報告されています。2001 年の 1,592 t の内、廃棄物処理業者等への移動が 1476 t、下水道への移動が 116 t となっています。

<届出外>

排出量の項目にも記述した「届出外・家庭」と同じ対象である家庭用洗剤等の個別製品として出荷された製品が家庭で使用された後、下水として都市下水処理場に移動した量を意味しています。移動量に分類した理由は、下水処理場も一つの事業体であるためです。下水処理場では、これらの排水が適切に処理されます。LAS については、この届出外移動量として、2001 年が 63,842 t、2002 年が 45,557 t と報告されています。

表2 PRTR法に基づき公開された界面活性剤の排出量と移動量

	年度	移動量		排出量				合計
		届出	届出外	届出	届出外 対象業種	届出外 家庭	届出外 非対象業種	
		廃棄物等	下水道	届出事業者	裾切対象 事業者	家庭用 洗剤等	飲食業等	
LAS	01年	1,592	63,842	47	5,914	24,216	2,923	33,099
	02年	648	45,557	41	2,322	16,014	1,824	20,201
AE	01年	1,344	39,222	231	1,521	15,301	1,632	18,684
	02年	941	48,610	227	1,970	17,289	1,911	21,396
DAC	01年	5	433	1	1	149	37	188
	02年	6	608	1	0	134	102	237
AO	01年	34	4,352	0.5	0	1,544	292	1,836
	02年	21	4,036	0.1	0	1,152	393	1,545

註) (単位：t / 年)

LAS : 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩

AE : ポリ(オキシエチレン) = アルキルエーテル

DAC : ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム = クロリド (DHTDMAC)

AO : N,N-ジメチルドデシルアミン = N-オキシド

移動量・届出・廃棄物等 : 届出対象事業者(取扱量が1 t / 年以上、当初2年間は5 t / 年以上を適用)から廃棄物または排水として移動したもの

移動量・届出外・下水道 : 届出の対象になっていない家庭用洗剤等に含まれ、都市下水処理場等に移動したもの

排出量・届出・届出事業者 : 届出対象事業者(取扱量が1 t / 年以上、当初2年間は5 t / 年以上を適用)から環境に排出されたもの

排出量・届出外対象業種・裾切対象事業者 : 取扱量が少ないために裾切対象業者(1 t / 年未満、当初2年間は5 t / 年未満を適用)に該当する届出対象業種の事業者から環境に排出されたもの

排出量・届出外家庭・家庭用洗剤等 : 届出の対象になっていない家庭用洗剤等に含まれ、使用后、河川等に直接排出されたもの

排出量・届出外非対象業種・飲食業等 : 届出対象の規模でなく、また、業種としても対象でない業種(例えば、飲食業、建設、農業、林業、ゴルフ場等)から環境に排出されたもの

5.3 公表された数量と環境影響リスク

PRTR 法では、家庭用洗剤やシャンプー等の個別容器に入った製品は事業者の届出対象になっていないため、これらの製品に由来する指定化学物質の排出量と移動量については、国が製品出荷量や下水道普及率を基に推測した数字を公開しています。このようにして公表された数値をまとめると表 2 のようになります。この表を見ると、4 種の界面活性剤は、届出外の家庭用洗剤などに由来する排出量と下水道への移動量の大きいことがわかります。

2001 年と 2002 年の LAS の排出量についてみて見ると、1 年で約 60% に排出量が減少していることとなりますが、1.6 万 t から 2.4 万 t の LAS は、それぞれの家庭より排水溝、排水ピットを通して小河川、大河川あるいは湖沼等に排出されることを意味しています。このようにして排出された LAS は、河川水等によりまず希釈され、さらに河川水中に存在する微生物等の働き(自浄作用と言います)により分解(生分解と言います)されます。一部は、太陽の光による分解を受けたり、土壌中の微生物によっても分解されます。このような自浄作用により、LAS は分解除去されますので、自然環境中に長く残留し、蓄積することはなく、ほとんどの河川水中の LAS 濃度は極めて低くなっています。その検出濃度は環境モニタリングおよび環境リスク評価の章で説明したように、環境生物の生息に影響を及ぼすレベルではなく、環境生物に対するリスクは低いことを確認しています。また、このことは日本全体で LAS に起因したと立証された環境生物に対する影響が報告されていないことから理解していただけたと思います。

次に、移動量の中では届出外の下水道への移動が大きな数量として報告されています。LAS の場合、2001 年が 63,842 t、2002 年では 45,557 t となっています。これらの数字は都市下水処理場で処理される量であり、具体的には家庭用製品等の出荷量に下水道普及率(2001 年 64%、2002 年 65%)を掛けた数字に相当していると思われます。これまでの調査で、下水処理場では LAS のような洗剤成分はほぼ 100% 除去されていることが確認されていますので、下水道への移動に由来した LAS の環境への負荷はほとんどないものとみなせます。このことは、先の環境モニタリングの章でも説明しましたように、下水処理場の処理成績の調査結果でも明らかです(当工業会の環境年報参照)。

公表された排出量と移動量については、このように理解することができますが、2001 年と 2002 年の公表値を見ると、LAS に次いで非イオン界面活性剤 AE の排出量と移動量が多くなっていることに気づきます。これは衣料用洗剤への AE の使用比率が高くなってきていること等が原因ですが、AE の環境濃度は低濃度であることが継続的に確認されており、人および環境影響に関するリスクも低いことを確認しています。

陽イオン界面活性剤の一種であるビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド(DHTDMAC)は、使用量も少なく環境への排出量も少ない状況です。表での略号記号DACは、この界面活性剤の略号として国が使用しているものですが、DHTDMACと同じものです。DHTDMACの環境中濃度は低く、先に説明したとおり人および環境影響に関するリスクも低いことを確認しています。

また、N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド(AO)については、環境モニタリング調査に関するデータが世界的に見られないことから、当工業会では2002年よりこの調査を開始しております。このような状況であることから、AOについては他の界面活性剤で行っていたPEC/PNEC比によるリスク評価は行っていませんが、生分解性が良好で下水処理によって良好な除去性を示すことと、これまでに得られている水生生物に対する影響濃度より、環境に対するリスクは低いものと推定しています。

2002年以降に行った環境モニタリング調査結果や新しい生態リスク評価の手法を用い、現在、AOの環境リスクの再確認を行っているところです。できるだけ早くこの結果を公表できるよう準備を進めています。

6 . まとめ

日本石鹼洗剤工業会では洗剤の人や環境に対する安全性確認を重要課題の一つとして位置づけており、これまでも様々な安全性確認の活動を行ってきました。その一環として PRTR 法で第一種指定化学物質に指定された 4 種の界面活性剤の安全性をリスク評価という観点で再評価を行った結果、いずれの界面活性剤も人の健康や環境に対するリスクの低いことが改めて確認されました。

今回、リスク評価を行った 4 種の界面活性剤の内、N,N-ジメチルドデシルアミン = N-オキシド (AO) については、河川等の環境中濃度がどこにも報告されていなかったため、リスク評価の代表的手法である PEC / PNEC 比を用いずに評価を行いました。しかし、その後、当工業会で環境モニタリング調査を開始し (2002 年 ~) また、生態毒性評価についても種の感受性分布解析という新しい手法が世界的にも使われるようになってきましたので、この手法も取り入れ、新しい視点で N,N-ジメチルドデシルアミン = N-オキシド (AO) のリスク評価を行っているところです。この再評価の結果はできるだけ早く公表できるよう準備を進めています。また、非イオン界面活性剤のポリ(オキシエチレン) = アルキルエーテル (AE) についても、その後いくつかの生態毒性試験報告の存在が確認されたため、これらのデータを加え上記の種の感受性分布解析法も取り入れた再評価を行っているところです。これらの再評価によっても、リスク評価書で報告した結論は変わらないものと推測していますが、評価がまとまり次第、これらの結果を公表する予定であります。

PRTR 法指定化学物質である代表的界面活性剤の
人の健康および環境影響に関するリスク評価について
- 解説書 -

日本石鹼洗剤工業会
環境・安全専門委員会編

2004 年(平成 16 年) 5 月初版発行

〒103-0027 東京都中央区日本橋 3-13-11
TEL 03-3271-4301
FAX 03-3281-1870

禁無断転載