



| | |
|--------------|--|
| Title | 陰イオン界面活性剤LASの生態リスク評価とリスク削減効果に関する研究 |
| Author(s) | 古武家, 善成 |
| Citation | 大阪大学, 2008, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/48644 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 古武家 善成 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 22333 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 20 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当 |
| 学位論文名 | 陰イオン界面活性剤 LAS の生態リスク評価とリスク削減効果に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 盛岡 通 (副査) 教授 加賀 昭和 教授 池 道彦 |

論文内容の要旨

これまで、単一の種類として最大の国内生産量を有していた合成系の陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩 (LAS) は、水環境を長期にわたって汚染しており、強い水生生物(生態)毒性を有することから、PRTR 法の第 1 種指定化学物質に登録されている。また、消費者グループによる合成洗剤反対運動の中で、社会的にも注目されてきた。

本研究では、この LAS について、出現濃度と持続時間を考慮した新たな手法で生態リスクを評価し、河川におけるリスクの経年変化を解析するとともに、相関関係項目のデータのみを用い、実測データが完備していない河川にも適用できる簡易的なリスク判定モデルの構築を試みた。解析に際しては、LAS の広範囲な河川モニタリングが実施されていないことから、陰イオン合成界面活性剤の指標である MBAS の豊富な長期モニタリングデータを代替データとして用い、換算により LAS のリスク評価を行った。

最初に、リスク評価において重要な実測最高濃度に注目し、MBAS の最高濃度出現特性を解析したところ、出現月では 1 月、出現年では 1980~84 年が最頻となり、LAS の生分解性や環境負荷の推移を反映していることが明らかになった。

最高濃度の影響要因を検討するために重回帰分析を行い、BOD、下水道普及率、幹川流路長の 3 因子を変数とする最高濃度予測モデルを導出した。超過確率による超過日数解析から実測最高濃度を超過する年間日数を推定したところ、最高濃度が 1~2 ヶ月程度持続・超過していることがわかり、持続時間を考慮した生態リスク評価の重要性が明らかになった。LAS の PNEC 換算 MBAS 濃度を基準濃度とし、持続時間として水生生物慢性毒性試験日数 (30 日) を用いて、兵庫県内河川の経年的な生態リスク評価を行ったところ、都市小河川中心の地点では多くの年でリスクありと判断されたが、近年では全体としてリスクの減少が認められた。

年間超過日数と下水道普及率との関係から、超過日数 30 日に対応する下水道普及率を各地点で求めたところ、対応する下水道平均普及率として 82% が得られ、LAS の生態リスクを削減するためには 80 数% 以上の下水道整備が必要であることが明らかになった。

最高濃度予測モデルと超過日数解析を組み合わせ、MBAS データを用いない簡易的リスク判定モデルを構築した。判定例では MBAS データ自体を用いた判定結果と 70~80% の一致度が得られ、十分利用可能と考えられた。

兵庫県内河川における LAS の生態リスクは主として下水道の普及により近年減少したが、下水道整備には社会的

費用が必要であることから、最後に、リスク削減のための社会的費用について尼崎市内のモデル処理場を対象に算出した。処理場建設からリスク削減効果がみられる普及率80%達成までの間の、処理場・管渠建設費および維持管理費の累積額から、LASのリスク削減にかかる費用分について推定した。LAS 1 kg当たり700円～1,600円程度の処理費用が生じることが明らかになり、単位重量当たりで合成洗剤購入価格と同程度の社会的費用がLASの下水処理のために費やされていることがわかった。この結果から、LASの生態リスクを減少させるためには、社会的費用が高い下水処理にのみ頼るのではなく、使用自体の減少をめざす必要があることが推察された。

論文審査の結果の要旨

合成界面活性剤は、衣料・台所用洗剤の主成分として市民生活に密接に結びついた化学物質であり、洗濯の自動化により生産・使用量が急速に増加した点で、高度に合理化された現代社会を象徴する物質である。そのうち陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)は、長期にわたり国内最大の生産量を示した代表種であり、生分解性向上のために市場に導入された直後から、人体毒性への疑念や強い生態毒性を訴える消費者運動の対象になるなど、社会的にも注視されてきた。しかし、近年は国内では、リスク面からの科学的根拠が明示されないまま非イオン界面活性剤への転換が進む一方で、未だ海外では多く消費されており、リスクの再評価と歴史的総括が必要である。

本論文ではLASによる水環境の生態リスクを評価するために、長期間に蓄えられている河川モニタリングデータを統計的に分析している。そして、河川水環境中の出現濃度と持続時間を反映させた評価システムを構築するとともに、モニタリングデータが得られない河川にも適用しうる簡易的なリスク判定システムを開発することを目的としている。河川中のLAS濃度の減少の主要因が公共下水道整備の進展であることを定量的に明らかにし、下水処理施設の建設・維持管理にかかる費用を解析することで、LASの生態リスク削減のために、LAS単位重量当たりで合成洗剤購入額と同程度の社会的費用が生み出されたことを指摘している。

本論文で示された結果を要約すると、以下のようになる。

(1)標準的な数理モデルの適用を避け、排出と環境の空間的・時間的特性の多様性を考察するために、10,000以上の観測データを基礎にした統計的アプローチにより、経験的モデルを構築し、LASの生態リスク評価を行っている。瞬時あるいは平均的な水環境中の出現濃度のみの評価では不十分として、生態毒性から換算した基準濃度を超過する継続時間をも組み込んだ、より現実的な影響評価システムを開発し、兵庫県内70以上の河川で約30年間にわたる生態リスクの変遷を検証している。

(2)LASをはじめとする界面活性剤の河川中の水質濃度が限られた場所でわずかな頻度でしか観測されていないことを重視し、化学物質の河川モニタリング自体が十分でない途上国での適用を考慮して、基礎指標として有機汚濁を表す河川水中BOD濃度、水環境中での除去作用を表す下水道普及率、および河川における拡散・希釈作用を反映する幹線流路長のみを用いた簡易的生態リスク判定システムを開発している。

(3)尼崎市内の下水処理システムの運転実績からLASの生態リスク削減のために費やされた処理費用を算出し、LAS単位重量当たりで合成洗剤の市場購入額に匹敵することを明らかにしている。

以上のように、本論文は生活場で注目された化学物質である陰イオン界面活性剤LASの影響を総括することを試み、長期のフィールド観測データを活用する生態リスクの影響評価法や途上国にも援用しうる簡易な生態リスク判定法と社会的費用の推定法を開発し、環境工学、とりわけ環境システム学の発展に大きく寄与している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。