



Title	界面活性剤に関する環境リスク評価の研究
Author(s)	藤澤, 美世; 鎌田, 素之; 田畑, 彰久 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 2 . 6-6
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 226-229
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7354">https://hdl.handle.net/2115/7354</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-6-6_p226-229.pdf



## 6-6 界面活性剤に関する環境リスク評価の研究

藤澤美世、鎌田素之、田畑彰久、亀井翼、眞柄泰基(北海道大学)

### 1. 研究目的と背景

近年、生体内でホルモンと類似の作用、あるいはホルモンなどの内分泌を攪乱させる作用を持つ化学物質の存在が明らかになりつつある。これらの内分泌攪乱物質は環境中で安定であり、いったん環境に流出すると長い間環境にとどまり、そこにすむ生物を曝露する。また、水に溶けにくく油にとけやすいために生物の体内に蓄積されやすく排泄されにくいいため、一度生物内に入ったものは脂肪などに蓄積され、長い間生物に影響を与え続ける。また、食物連鎖により上位の生物により大きな影響を与える。

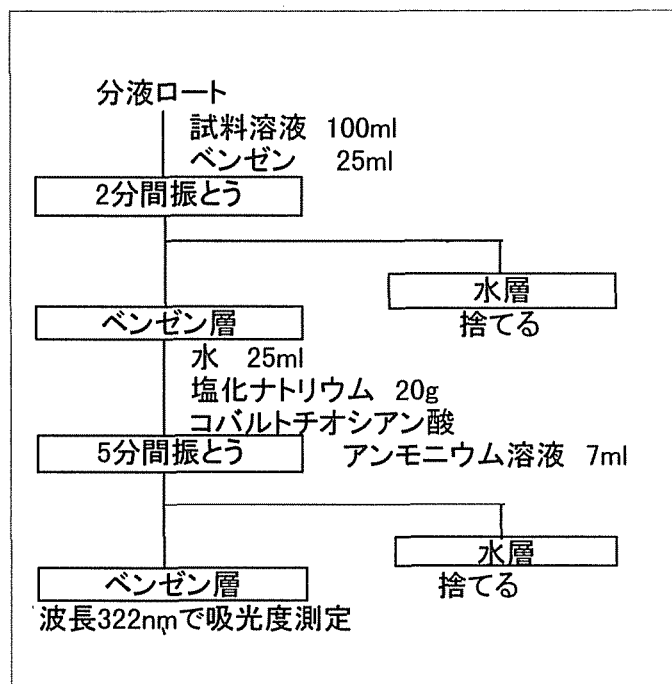
合成洗剤などに含まれている非イオン界面活性剤 APE (ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル) の分解生成物である、ノニルフェノールにはホルモン作用があるとされている。<sup>1)</sup> <sup>2)</sup> また、APE 以外の非イオン界面活性剤でも、ホルモン作用はないが一般毒性等のデータが数多く報告されている。<sup>3)</sup> しかし現在我が国では非イオン界面活性剤に関しての規制はなく、水質基準として陰イオン界面活性剤が規制されているだけである。そこで本研究は、環境中における界面活性剤の濃度を測定し、その非イオン界面活性剤濃度が環境に与えるリスクを評価した。

### 2. 実験方法

#### 2-1 下水処理場におけるサンプリング及び分析方法

下水処理場において初沈流出水と2次処理水のサンプリングを2時間ごとに行い、0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過した後、チオシアン酸コバルト法(JIS K3363 の改良法)<sup>4)</sup> によって非イオン界面活性剤を、メチレンブルー法 (JIS K3363) によってメチレンブルー活性物質を測定し、除去率を求めた。JIS に定められているチオシアン酸コバルト法では、イオン性界面活性剤の妨害をうけるために環境水中の非イオン界面活性剤を測定することができない。それに対し JIS の改良法は、試料水にベンゼンを加え非イオン界面活性剤をベンゼンに抽出分離した後、試薬であるコバルトチオシアン酸アンモニウムと反応させ、その吸光度を測定するため、イオン性界面活性剤の妨害は受けない。

非イオン界面活性剤標準物質としてはポリエチレングリコールモノ-4-ノニルフェノール  $[\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_9\text{H}_{19}$   $n \equiv 10]$  を用いた。メチレンブルー活性物



JIS 改良法

質の標準物質としてはラウリル硫酸ナトリウムを用いた。

### 2-2 前処理方法

環境試料中における非イオン界面活性剤は微量であるために、測定するさいには濃縮する必要がある。今回の実験では固相抽出用ミニカートリッジである、セップパック C18 を用いた。サンプルをセップパックに通す際に減圧吸引装置を使用し、簡単に濃縮を行うことができた。また抽出は数 ml の溶媒（メタノール）で行った。

### 2-3 生分解度試験方法

生分解速度を調べるために APE（ポリエチレングリコールモノ-4-ノニルフェニルエーテル）、AE（ポリオキシエチレンアルキルエーテル：今回はヘプタエチレングリコールモノ-n-ドデシルエーテルを使用）、台所用合成洗剤（ジョイ、チャーミーグリーン：ともに AE が含まれている）で馴化培養した活性汚泥を用い、実験室において振とう培養条件下でそれらの分解性を JIS 改良法によって測定した。

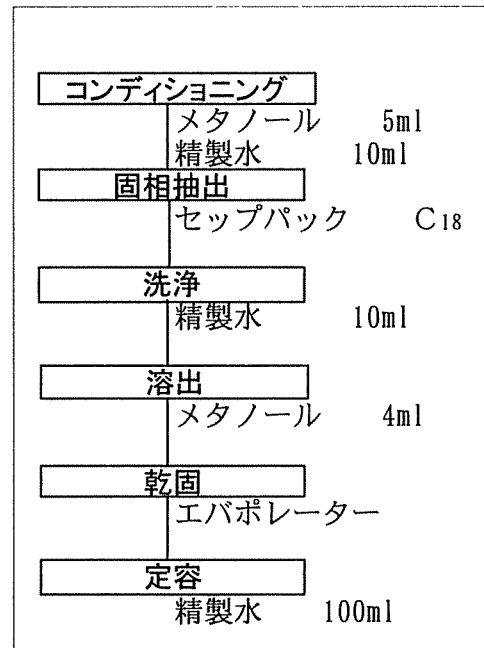
非イオン界面活性剤の初期濃度は APE, AE とともに 30mg/L とし、合成洗剤は 2 つとも使用する際の目安として水 1L に対し、洗剤 0.75ml とされており、今回の実験もその濃度で行った。

## 3. 実験結果と考察

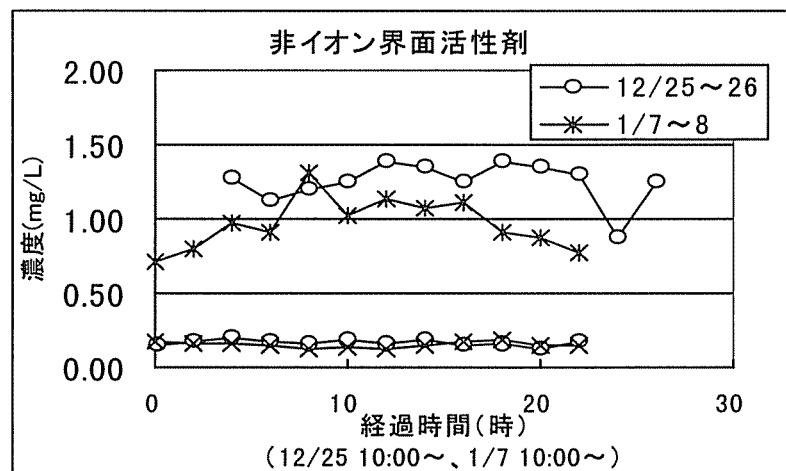
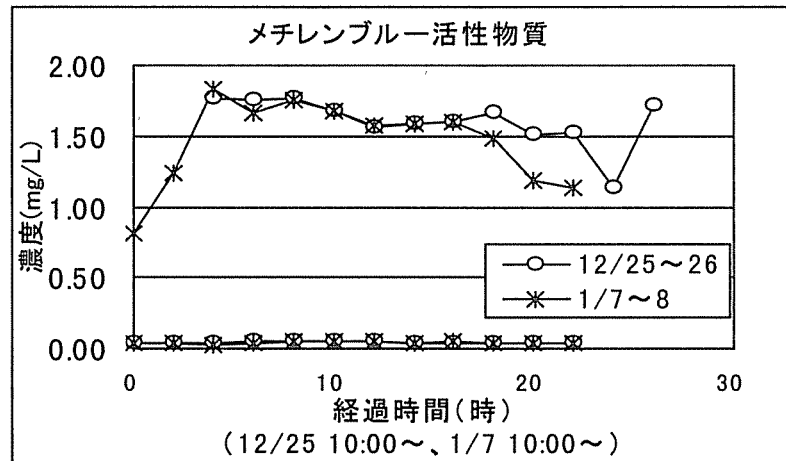
### 3-1 下水処理場における測定結果

除去率は初沈流出水におけるそれぞれの界面活性剤濃度によって最大、最小の場合別に、流量から滞留時間を求め、時間経過後の 2 次処理水の濃度と照らし合わせて除去率を求めた。この結果、除去率はメチレンブルー活性物質が 94.7~97.3%、非イオン界面活性剤が 78.9~90.2%であった。

陰イオン界面活性剤は生分解性のよい AS（アルキル硫酸エステル塩）が主に使われており、

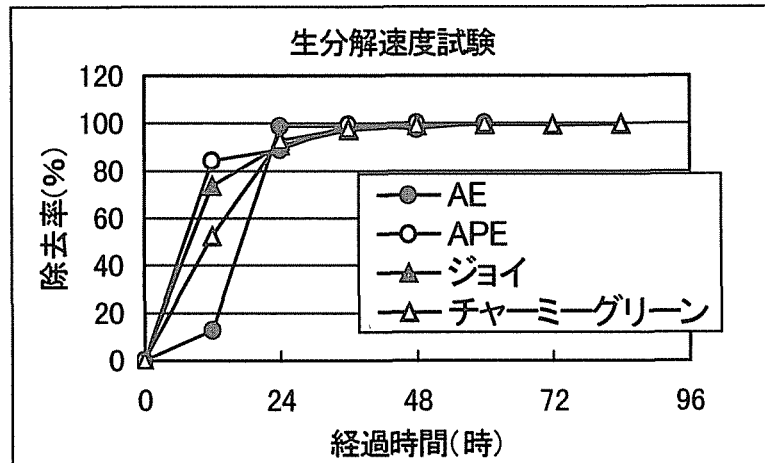


前処理方法



このためにメチレンブルー活性物質の除去率は高くなっていると考えられる。

非イオン界面活性剤は生分解を受けるとEO鎖が短くなるが、今回用いた分析法ではEO鎖が短くなったAPEを検出できなくなるために、完全に分解されて除去されたかどうかは断定できない。また、汚泥に移行したAPEについても考慮すると求めた除去率は実際よりも高めの値であると考えられる。



### 3-2 生分解度試験結果

生分解度試験においては、同じ非イオン界面活性剤でもAEとAPEでは、AEのほうが生分解性がよいという結果がでた。これはいくつかの文献による報告と一致している。また、合成洗剤に含まれているAEの分解速度は標準物質のAEよりも遅かった。これは、AEの標準物質では初期濃度が30mg/Lであったのに対し、ジョイでは401.3mg/L、チャーミーグリーンでは617mg/Lであり（ともにポリオキシエチレンアルキルエーテル n=9として検量線から算出した）、初期濃度が大きく異なるせいであると考えられる。

### 3-3 考察

APEやAEは分解されてEO鎖が短くなるにつれ、毒性も高くなる。環境水中に放流された界面活性剤がどれだけ生分解され、有毒性がどれだけ残されているのか評価するにはnを分離定量する必要があるが、EO鎖のnを分離定量できる高速液体クロマトグラフィー法は、操作が煩雑である。それに対し、今回のチオシアン酸コバルト法は操作が容易であるものの、EO鎖が短くなるほど、つまり毒性が高くなると検出できなくなるために、(n=0~2の場合)水質基準を定めるためのデータとしては確実さにかけてと考えられる。

※洗剤中でのEO鎖数は3から18程度である。

また、環境リスクを評価する上で、水環境中における濃度が低くても生物濃縮されている可能性を考慮する必要がある。生物濃縮の目安として水オクタノール係数( $K_{ow}$ )があり、 $\text{Log } K_{ow}$ が4.5以上だと生物濃縮される割合が高いとされている。ノニルフェノールの $\text{Log } K_{ow}$ は4.48<sup>5)</sup>であり、生物濃縮についても検討しなければならない。

## 4. 結論

今回調査した下水処理場の2次処理水中の濃度は、過去のデータと照らし合わせると水生生物などに急性毒性を及ぼすことはない。しかしカキやムラサキガイの成長阻害を起こす数十~数百 $\mu\text{g/L}$ (AEの場合)というレベル<sup>5)</sup>を上回っている。また、イギリスでは界面活性剤を含む排水をうけいれている下水処理場の処理水がニジマスにホルモン作用を与えていたことが明らかになっており、処理水が流れ込んでいる河川でのノニルフェノール濃度は80~330 $\mu\text{g/L}$ であった。<sup>2)</sup> この値と比較すると、今回調査した処理場の2次処理水の濃度も問題となるレベルと考えられる。

今後、さらに実態調査を行うとともに、非イオン界面活性剤について特にEO鎖が短くなるほど毒性が強くなるというAPEの性質なども考え、ノニルフェノール等の分解生成物を測定

し、環境リスクを評価する必要がある。

#### 参考文献

- 1)村田徳治：連載講座—錬金術師の忘れもの 環境汚染と化学物質(1997-98)公害対策委員会
- 2)若林明子：エトキシコロジーとその周辺 ①～⑩ (1994-96) 環境管理
- 3)小林勇：非イオン系合成洗剤 その生体毒性と環境影響 合同出版
- 4)三浦恭之、鈴木裕子、長谷井真人、康智三：テトラチオシアナコバルト(Ⅱ)酸アンモニウムを用いる微量非イオン界面活性剤の抽出/吸光光度定量 (1989) 分析化学
- 5)磯部友彦、高田秀重：水環境中におけるノニルフェノールの挙動と環境影響(1998) 水環境学会誌
- 6)菊地幹夫：界面活性剤の生分解性および水生生物に対する毒性 (1993) 水環境学会誌