

東北大学 学生員○林 真也

東北大学 山田 一裕

東北大学 正会員 須藤 隆一

1. はじめに

平成 10 年にわが国において生産された界面活性剤は 1,070,024 t であり，そのうち 504,266 t の生産量の陰イオン界面活性剤に続いて，非イオン界面活性剤が 441,730 t 生産されている¹⁾．非イオン界面活性剤の性能は水の硬度や電解質の影響を受けにくいことや，他のすべての界面活性剤と併用が可能なこと，浸透性，乳化・分散，洗浄性のよさなどの利点から近年使用量が増加している．この非イオン界面活性剤のひとつ，アルキルフェノールポリエトキシレート（APE）のなかで代表的なものにオクチルフェノールポリエトキシレート（OPE）とノニルフェノールポリエトキシレート（NPE）が挙げられる．このうち，NPE の原料であり NPE の分解生成物でもあるノニルフェノール（NP）は外因性内分泌攪乱物質として注目されており²⁾ 生態系への影響が懸念されることから，水環境での NPE の挙動を把握しておくことは重要であると考えられる．特にこれまで NPE に関する研究としては生分解性に着目した例が多く，水環境が有する自浄作用を考慮に入れた研究例は少ない．

そこで本研究では，河川中に NPE が混入したとき河床付着生物膜が NPE の吸着・分解にどれだけ関与しているか，また NPE はどのような挙動を示すかについて，直接河床付着生物膜を用いた室内実験により検討を行った．

2. 実験方法

2. 1 河床付着生物膜の採取

実験に用いた河床付着生物膜は，宮城県仙台市を流れている荒川の河床に 4×8 cm のタイルを約一ヶ月間設置し生物膜を付着させたもので，タイルごと回収して実験に供した．

2. 2 実験装置と分析方法

すべての実験には 2L のビーカーを用い，ばつ気を行いながら明暗条件（12h:12h r）を与えた．水温は 20℃と設定し，NPE について 9 日間検討を行った．NPE の添加濃度は 50 μg/L とし，メタノールに溶かした後それぞれの実験系に加えた．

試水はろ過を行った後，ろ液は GCB カートリッジを抽出に用い HPLC で分析した．また，ろ紙上に残った NPE や 9 日後にビーカーの壁面に付着した NPE も測定した．

生物膜に含まれる NPE の測定のために，上記と同様に生物膜を NPE 溶液に入れたものを 2 つ用意し，それぞれ 5，9 日間つけたものを取り出し，生物膜をけずりとりメタノールに浸して超音波破碎処理後，ソックスレー抽出によって抽出した後分析した．

2. 3 実験条件

生物膜と河川水の分解能の違いを見るために，対照系（RUN1），生物膜をいれた系（RUN2）のほかに，生物膜を入れず河川水を BOD 希釈水の代わりに用いた系（RUN3）を設定し，実験を行った．

表 1 にその条件を示す．

	供試水	生物膜
RUN1	BOD希釈水	なし
RUN2	BOD希釈水	あり
RUN3	河川水	なし

※すべての系に NPE を添加

表 1 実験条件

2. 4 分析項目

一次的生分解の様子を観察するために NPE(2-4)、NPE(2-16)の濃度をそれぞれ測定した。また、水中の pH、DO、生物膜中の従属栄養細菌数、クロロフィル a、強熱減量、ATP についてもあわせて分析を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 生物膜の NPE の分解・吸着に關与した量

水中の溶存態 NPE 濃度の低下の様子を図 1 に示す。初めの 4 日間の挙動を除けば RUN2、RUN3 とともに NPE(2-16)の残存率が緩やかに減少している。このデータと、ピーカーの壁面・SS に吸着された量を用い、9 日間の NPE の物質収支を分解・吸着の百分率を図 2 に示す。生物膜による NPE の分解・吸着の割合は 58%で、河川水による分解は 48%であった。このことより、河床付着生物膜による NPE の分解・吸着が認められ、河川環境での NPE 除去に重要な役割を果たすことが示唆された。また、河川水中の懸濁物の有する分解能も確認され、今後それらの定量的評価および分解能と吸着能の分離解析等をさらに行う必要があると考えられる。

3. 2 水中の溶存態 NPE の一次的生分解について

水中(溶存態)の NPE(2-16)に対する NPE(2-4)の割合の経時変化を図 3 に示す。9 日後には RUN2 では 24%、RUN3 では 21%と実験開始時に比べて EO 鎖が短くなる様子が観測された。しかし、9 日間ではまだ水中の NPE の約 80%が NPE(5-16)として残存することが分かった。

また、生物膜中においても NPE(2-4)のものの割合の経時変化を見ると実験開始直後には 7.5%だったのが 9 日目には 11.7%になっており、生物膜内で EO 鎖の分解が見られるがこれも 9 日間では一次的生分解があまりすすんでいないことが分かった。また、5 日目にはこの割合が 4.8%に下がっているが、この理由についてはさらに検討する予定である。

4. まとめ

1) 河床付着生物膜は、NPE の分解・吸着において大きな役割をもつことが分かった。生物膜による水中からの除去速度は約 $0.2 \mu\text{g-NPE}/\text{cm}^2 \cdot \text{d}$ であった。

2) 9 日間の実験期間内では、水中においても、生物膜中においても一次的生分解は進行段階で完了していないことがわかった。

5. 参考文献

- 1) 日本石鹼洗剤工業会, 1998, 石鹼・洗剤・油脂製品・原料油脂年報
- 2) 界面活性剤工業会, 界面活性剤ってなんだろう

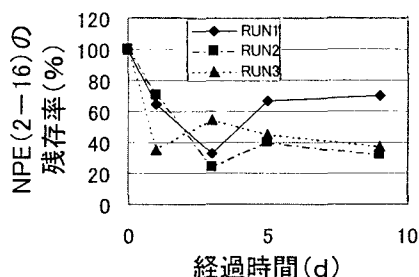


図 1 水中の溶存態 NPE の残存率

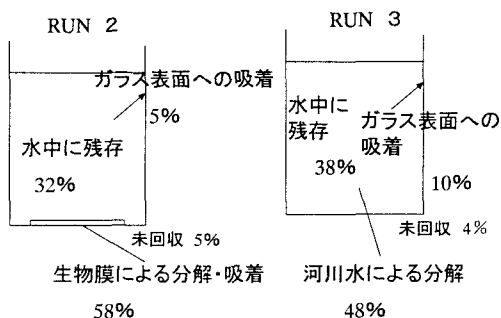


図 2 9 日間後の NPE の収支

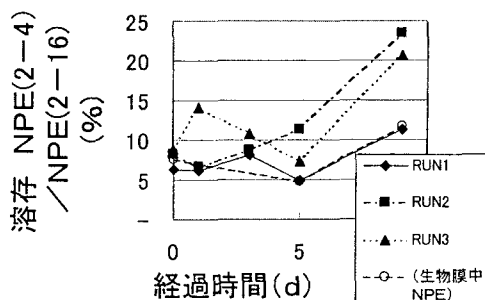


図 3 水中(溶存態)及び生物膜中の NPE における NPE(2-4)の割合 (%)