

Ⅶ-173

活性炭による非イオン系界面活性剤の吸着除去性に関する研究

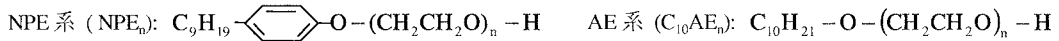
岐阜大学流域環境研究センター 正員 湯浅 品 ○ 正員 李 富生
岐阜大学工学部 正員 松井佳彦

1. はじめに

非イオン系界面活性剤またはその副生成物質の生態系への影響が指摘される中で、水環境中における非イオン系界面活性剤の存在形態調査・リスク評価・水処理性評価などが求められている。そこで、本研究では、エチレンオキシド(EO)の付加モル数が異なるノニルフェノールエトキシレート(NPE)系とポリオキシエチレンアルキルエーテル(AE)系の計9種類の非イオン系界面活性剤を対象とした回分式活性炭吸着実験を行い、平衡吸着容量特性の観点からこれらの非イオン系界面活性剤の吸着除去性を検討した。

2. 実験

実験に用いたNPE系とAE系界面活性剤を表-1に示す。その化学構造は以下の通りである。



それぞれの界面活性剤を質量濃度として20mg/Lになるように調整し、マグネチックスターラーを用いて36時間程攪拌した後、0.2μmのメンブランフィルターでろ過し、ろ液を吸着実験用試料水とした。回分式吸着実験は有機物の初期濃度を一定として活性炭添加量を変えていく実験方式で行った。使用した活性炭は粒状活性炭(Filtrisorb-400, Calgon Corporation, USA)を45μm以下になるように粉碎したものであった。これらの界面活性剤の溶解度は付加EOモル数によって異なるため、分子構造と平均付加EOモル数から推定した理論TOCとろ液のTOC実測値に基づいて溶解率を計算した。NPE系界面活性剤の定量分析は紫外外部吸光度(波長190nm付近)の測定により行い、事前に作成した検量線から質量濃度とモル濃度に換算した。また、AE系界面活性剤についてはTOC測定を行い、分子構造から推定したTOCの含有率に基づいて質量濃度とモル濃度に換算した。

表1 非イオン系界面活性剤の付加EOモル数、分子量、溶解率、Freundlich吸着等温式係数

種 類	化合物	平均付加 EOモル数 ¹⁾	平均 分子量 ²⁾	水溶解率 ³⁾	K (mg/g)/(mg/L) ^{1/n}	K (μmol/g)/(μmol/L) ^{1/n}	1/n
NPE	NPE ₂	2	308.0	0.105	332.5	820.0	0.233
	NPE ₅	5.2	448.8	0.546	256.0	527.4	0.098
	NPE ₁₀	9.9	655.6	0.918	326.6	472.4	0.126
	NPE ₁₅	15	880.0	0.949	329.4	369.1	0.109
	NPE ₂₀	21.6	1170.4	0.981	300.4	261.8	0.126
AE	C ₁₀ AE ₂	1.96	246.2	0.929	237.0	596.2	0.342
	C ₁₀ AE ₅	4.91	376.0	0.963	246.8	559.0	0.164
	C ₁₀ AE ₁₀	9.79	590.8	0.977	237.5	367.4	0.171
	C ₁₀ AE ₁₅	14.54	799.8	0.997	247.5	299.6	0.145

1) 資料値、2) 分子構造からの推定値、3) 20±2°C、初期濃度約20mg/L、攪拌36時間後0.2μmのメンブランフィルターでろ過したろ液中のTOCと分子構造から推定したTOCの比

3. 結果と考察

NPE系とAE系界面活性剤の吸着等温線をモル濃度基準の場合を例にして図1と図2に示す。平衡吸着量と平衡濃度の関係は対数紙上ではほぼ直線で表されるため、次のFreundlich型吸着等温式によってデータの解析を行った。その結果を表1に示す。

$$q = K \cdot C^{1/n} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 C ：平衡濃度 (mg/g) 又は (μmol/g)、 q ：平衡吸着量 (mg/g) 又は (μmol/L)

$1/n$ ：Freundlich 指数 (-)、 K ：Freundlich 係数 (mg/g)/(mg/L)^{1/n} 又は (μmol/g)/(μmol/L)^{1/n}

キーワード：活性炭、吸着、界面活性剤、分子量、水溶解率

連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸1番1；岐阜大学流域環境研究センター；Tel: (058) 293-2084; Fax: (058) 293-2062

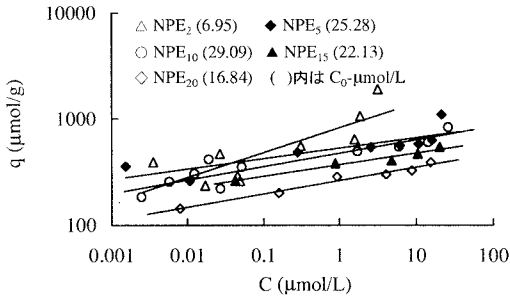


図1 NPE系界面活性剤の吸着等温線(モル濃度基準)

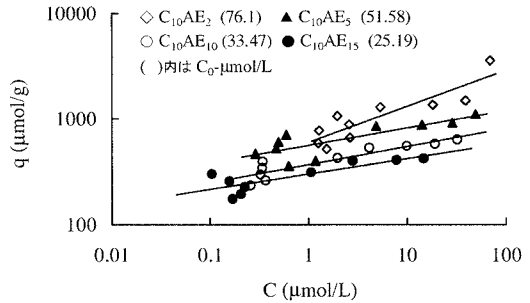


図2 AE系界面活性剤の吸着等温線(モル濃度基準)

これらの界面活性剤の Freundlich 指数 $1/n$ は NPE 系の場合では、付加 EO モル数が 2 の化合物を除いて 0.10～0.13 程度、また AE 系の場合では、付加 EO モル数が 2 の化合物を除いて 0.14～0.17 程度のはほぼ同一の値を示している。Freundlich 係数 K については、モル濃度基準では NPE 系と AE 系の両者とも、 K の値は付加 EO モル数が増加するにつれて減少するが、質量濃度基準では付加 EO モル数によらず、NPE 系の場合ではほぼ $300(\text{mg/g})/(\text{mg/L})^{1/n}$ 、AE 系の場合ではほぼ $240(\text{mg/g})/(\text{mg/L})^{1/n}$ の一定値を示している。質量濃度基準でみたこれらの非イオン系界面活性剤の平衡吸着容量は、フェノールとドデシルベンゼンスルホン酸¹⁾、陽イオン系界面活性剤セチルピリジニウムクロライドと非イオン系界面活性剤ポリオキシエチレン²⁾、クロロホルム等のトリハロメタン類³⁾に比べて高いことがわかった。

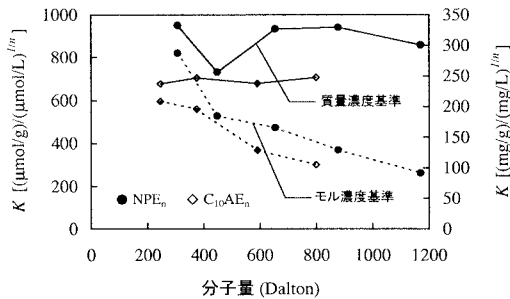


図3 界面活性剤の Freundlich 吸着係数 K と分子量の関係

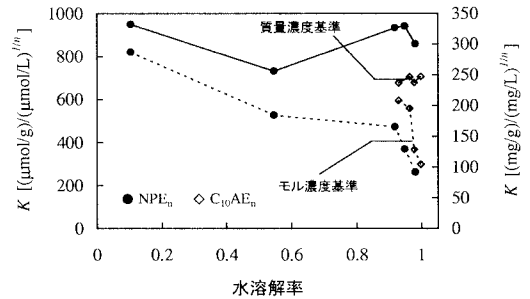


図4 界面活性剤の Freundlich 吸着係数 K と水溶解率の関係

NPE 系及び AE 系界面活性剤の Freundlich 吸着係数 K とその分子量及び水溶解性の関係を図 3 と図 4 に示す。図 3 と図 4 の点線で示すように、モル濃度基準の Freundlich 係数 K の値は NPE 系と AE 系の両化合物とも分子量と水溶解率の増加につれて減少する。しかし、質量濃度基準の Freundlich 係数 K の値は図 3 と図 4 の実線で示すように、NPE 系と AE 系とも分子量と水溶解率によらず、それぞれほぼ一定の値を示している。また、AE 系に比べて、NPE 系の方が全体として高い平衡吸着容量を示している。

4. まとめ

ノニルフェノールエトキシレート(NPE)系とポリエチレンアルキルエーテル(AE)系の計 9 種類の非イオン系界面活性剤の水溶液を対象とした回分式活性炭吸着実験を行ない、その結果、これらの界面活性剤の活性炭への平衡吸着容量はフェノール、セチルピリジニウムクロライド、ポリオキシエチレン(POE)、トリハロメタン類の化合物より高いこと、付加 EO モル数の増加に伴う分子量と溶解性の増加につれてモル濃度基準の平衡吸着容量は減少するが、質量濃度基準の平衡吸着容量は殆ど変化しないこと、AE 系に比べて NPE 系の方が全体的に平衡吸着容量が高いことが明らかになった。

【参考文献】

- 1) 湯浅・丹保：水道協会雑誌，第 52 巻，第 5 号，pp. 15-29, 1983.5.
- 2) 立本英機：京都大学学位論文，1976.4.
- 3) 海老江・李・湯浅：水道協会雑誌，第 64 巻，第 9 号，pp. 38-48, 1995.9.