

国立公衆衛生院 衛生工学部 正員 黒沢義典
国立公衆衛生院 衛生工学部 正員 南藤祥一

1. はじめに 環境における界面活性剤(合成洗剤)の存在量は年々増加の傾向をたどっており、特に最近では洗剤の主成分中に非イオン型界面活性剤を含むものが多くなってきた。過去において合成洗剤は、発泡現象や難分解性による下水処理に対する生分解阻害問題あるいは浄水処理の複雑化など多くのトラブルをひき起してきた。また最近においては添加剤中のリンによる富栄養化などをひき起している。我国における水道法に基づく水質基準に関する省令では、陰イオン界面活性剤として0.5ppm以下の規制があるが非イオン界面活性剤については特別の規制は設けられていない。これらのことから考えて非イオン界面活性剤の除去性について、検討をしなくては必要かつ急務なことを考えられる。そこで演者らは浄水場原水にこれらの物質が流入した場合、通常の浄水操作によって除去が可能であるかどうかの検討をおこなった。

浄水プロセスを考慮して、以下の2通りの単位操作ごとの非イオン界面活性剤の除去性について検討した。

① 硫酸アルミニウムによる凝集沈殿除去。

② 活性炭および粘土による吸着除去。

2. 実験材料および実験方法 非イオン界面活

性剤は主としてエーテルタイプ、エステルタイプ、およびソルビタン誘導体の3つに分類できよう。本報告ではポリオキシエチレン(ニルフェ)ールエーテル、ポリオキシエチレンラウリルエーテルおよびヘプタエチレングリコールデシルエーテル(Active 100%)の3種について検討をおこなった。その他の実験材料は以下に示す。

- 1). 懸濁物質; カオリン, ベントナイト(300メッシュ以下)
- 2). 凝集剤; 硫酸アルミニウム(5mg/ml)
- 3). アルカリ剤; 炭酸ナトリウム(4mg/ml)
- 4). 活性炭; 粉末(350メッシュ前後・もみ殻), 粒状(やし殻),

これらの実験材料を用い

凝集実験については、蒸留脱イオン水に Na_2CO_3 40mg/l, 非イオン界面活性剤; 10mg/l, カオリンまたはベントナイトの所定量を添加して1ℓとした人工懸濁

表-1 凝集沈殿による非イオン界面活性剤のカオリン/100mg当りの除去量

添加量 (mg/l)	10	50	100	200	500	1,000	2,000
ヘキサリルグリコールエーテル	13.3	5.1	0.8	0.3	0.5	0.3	0.2
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	22.4	2.3	1.9	0.8	0.6	0.4	0.2
ヘキサリルグリコールエーテル	17.9	3.9	1.4	0.6	0.6	0.4	0.2
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	6.4	2.5	1.0	0.4	0.3	0.2	0.2
ヘキサリルグリコールエーテル	11.4	2.3	1.3	0.9	0.4	0.2	0.2
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	8.9	2.4	1.2	0.7	0.4	0.2	0.2
ヘキサリルグリコールエーテル	0.2	0.9	0.2	0.2	-0.1	0.04	0.1

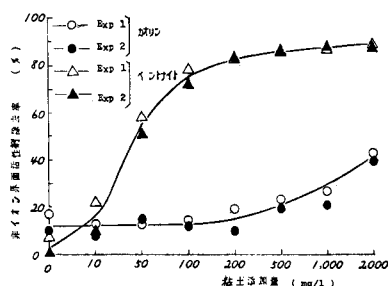


図-1 凝集沈殿によるポリオキシエチレン/ニルフェールエーテルの除去

表-2 凝集沈殿による非イオン界面活性剤のベントナイト/100mg当りの除去量

添加量 (mg/l)	10	50	100	200	500	1,000	2,000
ヘキサリルグリコールエーテル	28.8	14.2	9.1	5.5	2.2	1.1	0.5
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	13.4	7.3	5.6	3.6	1.6	0.8	0.4
ヘキサリルグリコールエーテル	21.1	10.8	7.4	4.6	1.9	1.0	0.5
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	8.3	9.3	6.6	3.8	1.6	0.8	0.4
ヘキサリルグリコールエーテル	20.4	10.9	7.3	3.8	1.6	0.8	0.4
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	14.4	10.1	7.3	3.8	1.6	0.8	0.4
ヘキサリルグリコールエーテル	13.5	5.9	4.4	3.0	1.0	0.7	0.3

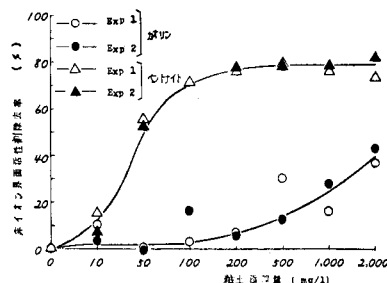


図-2 粘土吸着によるポリオキシエチレン/ニルフェールエーテルの除去

表-3 吸着除去による非イオン界面活性剤のカオリン/100mg当りの除去量

添加量 (mg/l)	10	50	100	200	500	1,000	2,000
ヘキサリルグリコールエーテル	0	-1.2	-0.4	-0.2	0.1	0.1	0.11
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	-11.0	-0.9	-0.7	1.0	1.0	0.1	0.03
ヘキサリルグリコールエーテル	-5.5	-2.1	-0.6	0.4	0.6	0.1	0.1
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	3.0	0	1.4	0.3	0.2	0.2	0.2
ヘキサリルグリコールエーテル	9.0	0.2	0.3	0.3	0.6	0.2	0.2
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	6.0	0.1	0.9	0.3	0.4	0.2	0.2
ヘキサリルグリコールエーテル	22.0	4.0	1.4	0.7	0.4	0.2	0.2

表-4 吸着除去による非イオン界面活性剤のベントナイト/100mg当りの除去量

添加量 (mg/l)	10	50	100	200	500	1,000	2,000
ヘキサリルグリコールエーテル	4.0	7.6	6.0	3.6	1.4	0.7	0.4
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	12.0	6.8	5.2	3.1	1.3	0.6	0.3
ヘキサリルグリコールエーテル	8.0	7.2	5.6	3.4	1.4	0.7	0.4
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	6.0	9.2	6.3	3.4	1.4	0.7	0.4
ヘキサリルグリコールエーテル	14.0	10.0	6.5	3.5	1.4	0.7	0.4
ポリオキシエチレンラウリルエーテル	10.0	9.6	6.4	3.5	1.4	0.7	0.4
ヘキサリルグリコールエーテル	12.0	10.2	7.0	3.9	1.6	0.8	0.4

水に、硫酸アルミニウムを40mg/Lになるように添加し、60rpm; 5分, 30rpm; 25分, 静置30分の条件でジャーテストを行なった。上澄液は孔径0.45μmメンブレンフィルターで3過し、3液を試料として用いた。粘土、活性炭による吸着実験では $Al_2(SO_4)_3$ を除く上述の方法と同様とし、活性炭吸着実験における攪拌はジャーテスターを用い80rpmで所定の攪拌を与えた。実験操作上ビーカー壁、ジャーテスターのブレードへの吸着に由来する誤差に対しては、別に1Lビーカーに、界面活性剤の10mg/L溶液を用意し、粘土を加えず他を上述の実験と同一条件で空実験をおこなひ、結果の補正をした。なお、3過操作の過程で界面活性剤のフィルターへの吸着によって生じる誤差を除くため、最初の3液150mlを捨て、次の200mlを分析試料溶液とした。実験水温については室温でおこなった。

3. 測定方法 非イオン界面活性剤の測定はコバルトチオシアネート法による抽出操作を行ない、波長322nmで測定した。

4. 実験結果および考察 実験結果を図-1~5および表-1~7に示す。

図-1, および表-1, 2は凝集沈殿による除去結果を示した。また図-2, および表-3, 4に各粘土による非イオン界面活性剤の吸着除去結果を示し、図-3, 4および表-5, 6, 7に活性炭による結果を示す。これらの図表より明らかなことは以下の通りである。

1. 凝集沈殿処理および粘土による吸着実験結果からカオリンによる除去は顕著なものでない。これに對しベントナイトを懸液物質として用いた場合はかなり高い除去が認められた。また粘土単独の場合と凝集をおこなった結果の間には顕著な差が認められない。界面活性剤の除去は、

- 1). 粘土の量に比例してその除去量が增大する。
- 2). 粘土の質によってその除去効果が大きく異なる。

2. 活性炭を用いた吸着実験結果から界面活性剤の活性炭への吸着は 1). 接触時間の増加に伴って増大していく傾向にある。しかし2~3時間の接触でほぼ平衡に達しており、その後の変化は顕著なものでない。 2). 単位重量当りの粒状および粉末活性炭の吸着量は、後者が前者の数倍ないし10倍近く高い値を示した。しかし表-7に示すように粒状活性炭の粒径を細かくすると粉末活性炭のそれに近い値を示す。 3). 吸着に及ぼすpHの効果は粉末活性炭ではpH5よりも7の方が高い吸着量を示したが、粒状活性炭の場合は必ずしもそのような傾向を示さなかった。

なお本研究は、厚生省、水質基準策定に係る研究費、によりおこなった研究の一部である。

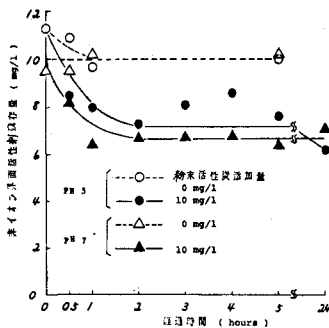


図-3 粉末活性炭吸着によるポリオキシエチレンノニルフェノールエーテルの除去

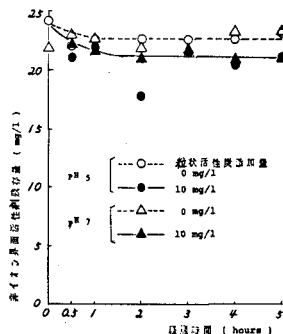


図-4 粒状活性炭吸着によるポリオキシエチレンノニルフェノールエーテルの除去

表-1 各pHにおける非イオン界面活性剤の粉末活性炭に当りの吸着量およびその時間変化

経過時間 (hours)	0	0.5	1	2	3	4	5
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.162	21	165	173	102	72	
活性炭	pH7 0.46	51	147	167	46	-10	
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.242	172	258	177	127	243	
活性炭	pH7 0.132	364	354	354	343	304	
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.12	133	128	148	77	105	
活性炭	pH7 0.143	273	213	304	253	223	

表-2 各pHにおける非イオン界面活性剤の粒状活性炭に当りの吸着量およびその時間変化

経過時間 (hours)	0	0.5	1	2	3	4	5
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.30	7.0	20.0	25.5	3.5	9.0	
活性炭	pH7 0.90	4.5	14.5	22.5	3.5	11.0	
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.45	3.0	23.0	5.5	11.0	10.5	
活性炭	pH7 0.35	4.0	4.0	-0.5	12.0	11.5	
ポリオキシエチレンノニルフェノール	pH5 0.0	0.5	1.5	4.0	2.5	12.0	
活性炭	pH7 0.0	0.0	-3.0	0.5	1.5	6.5	

表-3 粒状活性炭の粒径におけるポリオキシエチレンノニルフェノールエーテルの吸着量

	pH 7	pH 5
粒状活性炭の粒径 (μm)	100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000	100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000
吸着量 (mg/g)	10.2	9.5
2 時間	10.5	9.3
活性炭の当りの吸着量 (mg/g)	110	260

(注) システム: 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C, 25°C

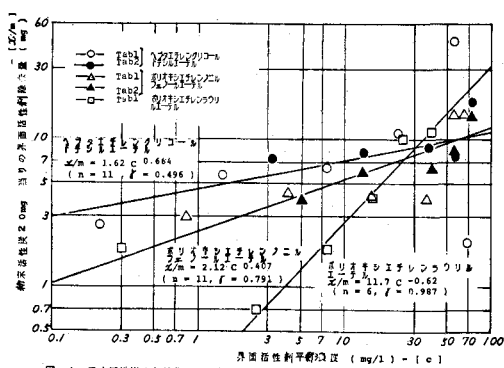


図-5 粉末活性炭の各種非イオン界面活性剤吸着