

膜ろ過による排水中の界面活性剤除去に関する基礎実験

東北大学 工学部 学生員。 福元俊一

正会員 佐藤敦久

学生員 山本志野歩

1 はじめに

現在、我が国の合成洗剤の生産量は百万トンを超え、1人当りの年間消費量は8kg程であるといわれている。処理作業の困難さ、各生態系への影響、あるいは湖沼、内海の富栄養化をもたらす合成洗剤の問題が提起され、様々な反響を呼んだことは周知のことである。その主成分である界面活性剤や洗淨補助剤としてのリンの挙動が問題視されているわけであるが、本研究は合成洗剤の主成分である界面活性剤を逆浸透法により処理し、その挙動に関する若干の知見を得たのでここに報告する。

2. 実験装置 条件、方法

1) 実験装置

実験装置は図-1に示したように耐圧式オートクレープ型平膜装置を用い、膜は東レ・ヨネ社製逆浸透膜(FC-1000 脱塩率95%)を用いた。尚、バッチ内の温度を一定にするため、恒温装置と直結し、温度は25℃に保った。又、電磁誘導装置を用いバッチ内の溶液を攪拌し、圧力による濃度分極作用を防いだ。

2) 実験条件と方法

まず、逆浸透装置による界面活性剤の基本的傾向を調べるため、図-2に示したようにLAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩)30mg/lを蒸留水に溶解し、温度を25℃に保ったまま圧力を20~45気圧に変化させ、その透過流量を測定した。尚、測定は透過水と、5分間×スリジナーにとり、ml/minに計算した後、有効膜面積=17.7cm²と1日計算に換算して図示した。

次に、上に示した図-2の実験で得られた透過水、原液をメチレンブルー法により定量分析を行ない、その除去率を図-3に示した。

除去率は

$$\text{除去率(\%)} = \frac{C_F - C_P}{C_F} \times 100 \quad \begin{array}{l} C_F: \text{原液濃度} \\ C_P: \text{透過水濃度} \end{array}$$

により計算してプロットした。

次に、図-4に示したように、各種類の界面活性剤と温度25℃、操作圧40気圧と一定に保ち、その濃度を变化させ除去率をプロットした。尚、定量分析の方法としては、陰イオン系界面活性剤は3試料ともメチレンブルー法を採用し、非イオン系界面活性剤は2)コバルトチオシアネート法を用いた。

最後に、図-5に示したように、DBS(ハード・リッド・デシルベンゼンスルホン酸ナトリウム)に電解質を添加し、温度、操作圧を一定にして各々の除去率を調べた。電解質には塩化アンモニウムを用い、NH₄-Nは80mg/lとし、DBSの濃度を5~2000mg/lと变化させ、DBS(NH₄Clと共存時の除去率)、NH₄-N(DBSと共存時の除去率)

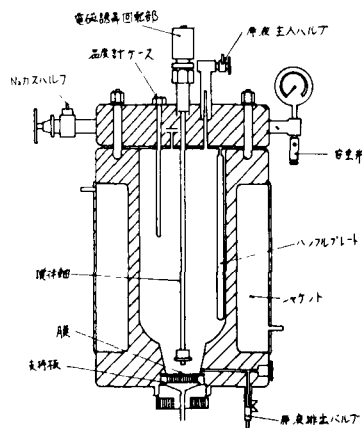


図-1 耐圧式オートクレープ型平膜装置

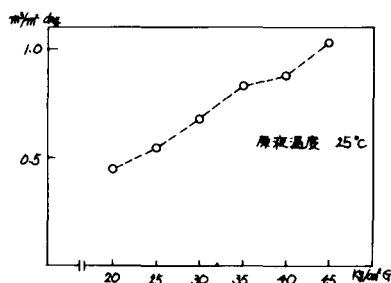


図-2 LAS 30mg/lにおける操作圧・流量変化

と平行して、DBS単成分時の除去率を参考のためにプロットした。尚、アンモニアの定量分析は³³チルマン法を用いた。

3. 結果及び考察

図-2に示したように操作圧-流量変化は界面活性剤溶液に限らず、蒸留水の場合も同じような傾向を示す。操作圧が大きいと流量が大きくなる。これは圧力が増加するに従って透過流量が大きくなることから単純に推測される。

次に、図-3に示したように操作圧-除去率の変化の場合、高压側が除去率が高く、圧力が低くなるに従って除去率も低くなっている。その理由として圧力が高くなるに従い透過流量が大きくなり、水分子の透過する量が溶質のそれより大きくなる。そのため、相対的な除去率の変化が生じ、高压側では除去率が高くなると思われる。

次に 図-4に示したように4種類の界面活性剤の除去率-濃度変化においては、陰イオン系界面活性剤では、DBSとLASの濃度が除去率も高くほぼ一定した値をとっているが、ラウリル硫酸ナトリウムは除去率が低く、あまり一定していない。これは、炭化水素基の分枝鎖、直鎖の影響もあるが、分子量の差によるところが大きいと思われる。特にベンゼン環の有無により差異が生じたのは興味深いところである。又、非イオン系界面活性剤の除去率は90%前後で、DBS、LASよりも少なくなる。これは膜の成分である酢酸セルロースとの親和性が大きいのではないかと思われる。実際、図示はしていないが、ポリオキシエチレンラウリルエーテルの除去率が極めて低く、膜透過流量も極端に低くなったことにその傾向がうかがえる。

最後に、DBS溶液に NH_4Cl を添加した際、図5に示したようにDBS濃度が減少するに従い、DBS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率がともに低くなり、DBS 100mg/l付近で急激に低下していく傾向がみられた。 NH_4Cl 単成分時の除去率は91~92%と低く、DBSとの共存により除去率が変化した。これは界面活性剤の成分である疎水基の影響により、膜面に水溶液から排斥されて配向吸着し、 NH_4^+ の膜透過を妨げているのではないかと思われる。しかし、低濃度になるに従い、DBSの除去率が単成分で存在しているときより低くなる傾向についてはまだはっきりとした原因は解らず、今後実験を進めるにあたっての課題となるところで、更に、膜の特性ともあわせて原因の解明が望まれるところである。

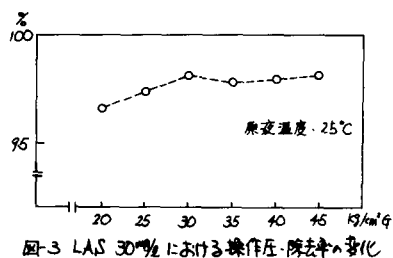


図-3 LAS 30%における操作圧-除去率の変化

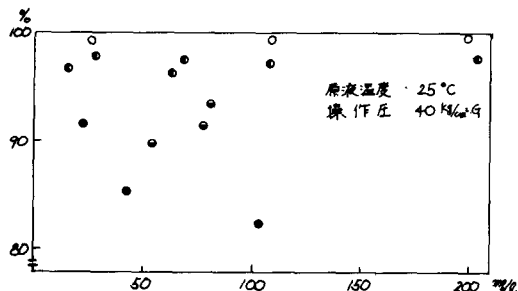


図-4 各濃度における除去率の変化

- 陰イオン系界面活性剤
- DBS (ハート形にデシルベンゼンスルホン酸塩)
 - LAS (直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩)
 - ラウリル硫酸ナトリウム
- 非イオン系界面活性剤
- ポリオキシエチレンアルキルエーテル

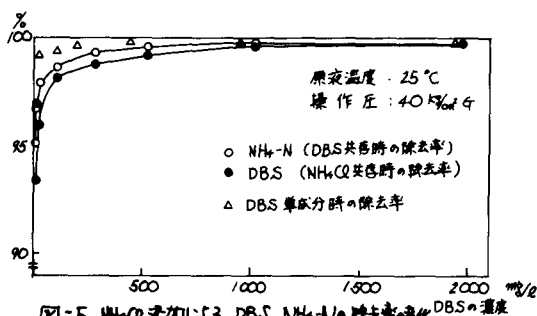


図-5 NH_4Cl 添加によるDBS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率の変化

1), 3) 上水試験方法

2) R.A. Groff, E.A. Setzkorn, W.D. Leslie; J. Am. Oil Chemists Soc. 42, 180 (1965)