

陽イオン界面活性剤を助剤とした LAS の凝集分離に関する研究

—第 50 回日本水環境学会でのポスター発表—

濱 本 伸 哉

Shinya HAMAMOTO

環境ソリューション工学専攻修士課程 2015 年度修了

1. はじめに

2016 年 3 月 16～18 日に開催された第 50 回日本水環境学会年会にて、「陽イオン界面活性剤を助剤とした LAS の凝集分離に関する研究」についてのポスター発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

合成洗剤の主成分として用いられることの多い直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 (LAS) は、活性汚泥による分解処理が有効だが、分解には比較的長時間を要し、高濃度の LAS 排水は活性汚泥の機能低下を誘発することが知られている。臭化ヘキサデシルトリメチルアンモニウム (CTAB) と陰イオン界面活性剤であるラウリル硫酸ナトリウムの混合による粒子状会合体の形成が過去に報告されており、LAS においても同様の会合体の形成が期待できる。本研究では会合体形成による LAS の凝集分離の促進について検討した。

2.2 実験方法

凝集剤として $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14-18 \text{H}_2\text{O}$ および FeCl_3 を用い、凝集補助剤として CTAB, LAS 源としてアルキル鎖長 12 の p-n-ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$) をそれぞれ用いた。LAS は一般的に利用される LAS の平均アルキル鎖長である炭素数 11.8 に近いものを選定した。溶液 pH の調整は NaOH, H_2SO_4 で行った。薬剤は特級試薬を精製せずに用い、脱イオン水で調整した。

20 mL 試験管に対して LAS 溶液および CTAB 溶

液をそれぞれ、LAS 濃度 300 $\mu\text{mol/L}$, CTAB 濃度 0～1000 $\mu\text{mol/L}$, 全量 15 mL となるよう分注し、1 時間、200 RPM で振とう混和したのち、生成粒子の吸光度 ($\lambda=660 \text{ nm}$) およびゼータ電位を測定した。

50 mL ポリエチレンボトル中の LAS 溶液に濃度 0～150 $\mu\text{mol/L}$ 相当量の CTAB 溶液を加え混和した。次に $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14-18 \text{H}_2\text{O}$ 溶液あるいは FeCl_3 溶液を濃度 0～55 mg-Al (or Fe)/L となるよう添加したのち、溶液の pH を調整し、イオン交換水を加えて全量を 40 mL とした。溶液の LAS 濃度は 50 $\mu\text{mol/L}$ とした。20 時間、200 RPM での振とう後に 1 時間の静置を行い、上澄みを孔径 0.45 μm のメンブレンフィルタにてろ過し、 COD_Cr および LAS 濃度を測定した。

2.3 結果および考察

液中での LAS と CTAB の混合により、白色の微細粒子の形成と溶液の懸濁を確認した。懸濁液の吸光度を測定したところ、CTAB/LAS のモル比が 0.83 となる条件で最大値を示した (Fig. 1)。CTAB/LAS 比 0.67～1.0 における吸光度の変化は非常に大きく、会合体の形成には LAS と CTAB の濃度比が強い影響を及ぼすことが示唆された。CTAB-LAS 会合体のゼータ電位は CTAB/LAS 比 0.17～0.83 では負値を、1.0 以上では正値を示し、0.83～1.0 の間に等電点を確認した。これらは水中で陰イオン性を示す LAS と陽イオン性を示す CTAB の量によって変動しているとみられた。よって、溶液中の LAS と CTAB のモル比を操作することにより CTAB-LAS 会合体の表面電位を変動させることが可能であった。ここに CTAB-LAS 会合体とは逆の電荷を持つ金属水酸化物フロクを添加することにより、効果的な凝集分離を行えると考えられた。

LAS 溶液に対する CTAB 添加により凝集分離後の LAS 濃度は減少したが、CTAB 濃度 75 $\mu\text{mol/L}$ 以上では若干の LAS 除去量の低下が見られた (Fig. 2)。これは CTAB の過剰添加により会合体が

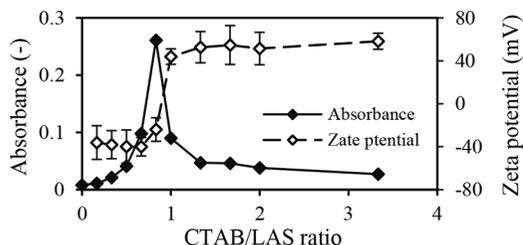


Fig. 1 Changes in absorbance and zeta potential of CTAB-LAS aggregate over the molar ratio of LAS and CTAB. The LAS concentration was 300 $\mu\text{mol/L}$, and measurement wavelength of absorbance was 660 nm. The error bar represents the unbiased standard deviation of 30 particles.

正電荷を帯びて凝集性が悪化したためだと考えられた。処理水の LAS 濃度の最小値は Al 凝集剤で 1.1 $\mu\text{mol/L}$ 、Fe 凝集剤で 0.52 $\mu\text{mol/L}$ であり、双方とも CTAB 添加量 50 $\mu\text{mol/L}$ で確認された。このときの CTAB/LAS 比は 1.0 であり、会合体形成量が多く、ゼータ電位がゼロに近い凝集が進行したのだと考えられた。

処理水の COD_{Cr} は、CTAB 無添加の条件において、Al で 3.46 mg/L、Fe で 36.1 mg/L であった。CTAB の添加により、Al、Fe の双方において検出できないまでに COD_{Cr} は低下した。しかし、CTAB 濃度 75 $\mu\text{mol/L}$ 以上では COD_{Cr} の上昇が見られた。これは CTAB の添加量が過多となったために、処理水に CTAB が残留した結果だと考えられる。

これらの結果より、アルミニウムあるいは鉄を用いた凝集処理に対して、CTAB 添加を行うことによる LAS 除去の促進効果が示された。しかし、

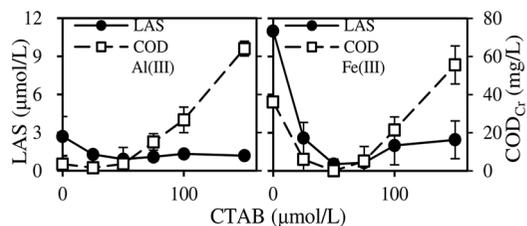


Fig. 2 Changes in LAS and COD_{Cr} over the CTAB dose. The initial LAS concentration and the input coagulants dose were 50 $\mu\text{mol/L}$ of LAS and 22 mg-Al(or Fe)/L as coagulants. The error bar represents the unbiased standard deviation of three replicates.

CTAB 添加量が過多となることで処理水中の LAS 濃度および COD_{Cr} の上昇に繋がることから、少量の CTAB 添加でもって LAS 除去が行われる条件が適切であると考えられた。

2.4 結論

CTAB/LAS 比 0.83 付近で多くの CTAB-LAS 会合体の形成が見られた。CTAB と凝集剤の併用で LAS 凝集は促進された。また、CTAB/LAS 比 1.0 にて LAS 濃度は最小となった。

3. おわりに

大学生活最後の学会発表であり、スケジュールの都合上口頭発表での参加ができなかったことが心残りではあるが、ポスター発表ではよい議論ができたと感じた。研究の指導をして頂いた岸本先生と、環境ソリューション工学科の教員方、生徒の皆にこの場をかりて御礼申し上げます。