

1. はじめに

近年、合成洗剤の下水処理に与える影響が問題にされているが、処理場でのその挙動には不明な点も多い。本研究では合成洗剤の主成分である界面活性剤のうち、代表的なLAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム)を取り上げ、その実験室活性汚泥中での基礎的な挙動を調べた。その際、処理水に相当する上澄部分だけでなく、汚泥内のLASについてもそのアルコール抽出液を分析し活性汚泥の系全体での挙動をとらえることを試みた。

2. 実験方法

実験用汚泥として、2種類のものを用いた。一つはグルコース、ペプトン(500, 500 mg/l・day)を基質として培養したLASに対して未馴致な汚泥であり、他はグルコース200 mg/l・dayに加えてLAS 5 mg/l・dayを2ヵ月以上投与して馴致させた汚泥である。(バッチ式培養)

100 ml及び5 lのバッチ槽に上記汚泥をとり、LASを投与して一定時間後にサンプリングし直ちに上澄と汚泥に速く分離する。汚泥についてはエタノール抽出を行なう(下水試験法による)。分析は、ナチレンブルー法(丁IS K0102の方法を簡略化したもの)及び一部については、脱スルホン化・ガスクロマトグラフィー分析²⁾を同時に行なった。

3. 結果と考察

(1) ナチレンブルー-活性物質(MBASと略す)の時間変化

ナチレンブルー法では主に未分解のLASが定量される。LASを10, 20, 40 mg/l投与したときのMBASの変化を図-1に示す。いずれの場合も投与直後(約3分後, 0₊と示す)に混合液(ML)中のMBASが投与量の約80%に減少しているが、この原因については確定できていない。0₊~1hrは、上澄中のLASの減少とそれにほぼ対応する汚泥吸着量の増加が見られる。ここでは主に吸着が起きていると考えられる。吸着は1時間ではほぼ平衡に達し、1~3hr以後は上澄、汚泥の両方からのLASの減少が観察される(未馴致・40mg/lの場合を除く)。当然混合液中のLASも減少し、ここで初めてLASの生物分解が起きていると思われる。生物分解の始まる時間、馴致の有無及びLASの初期濃度に影響される。すなわち馴致汚泥の方が早く、また同一の汚泥でも初期濃度が高い程遅くなる。LASの生物への阻害効果が考えられる。

(2) 汚泥への吸着特性

LAS投与1時間以降は吸着平衡が成立していると仮定して、1,

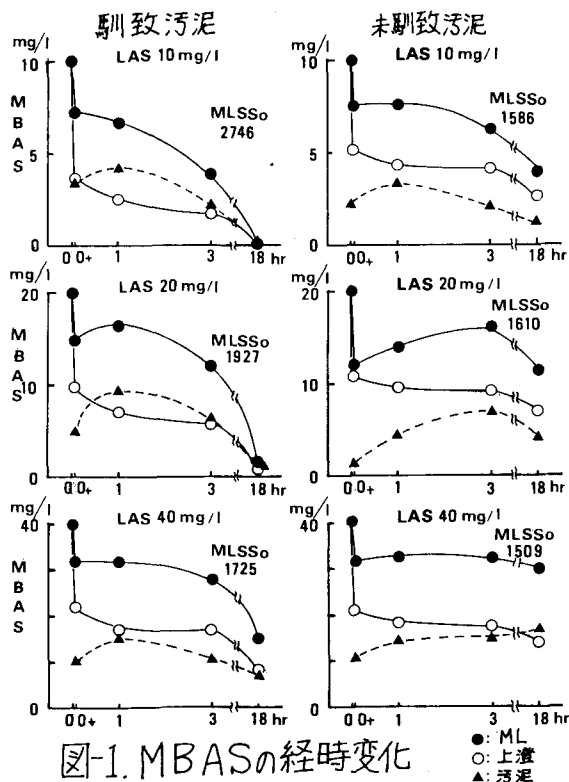


図-1. MBASの経時変化

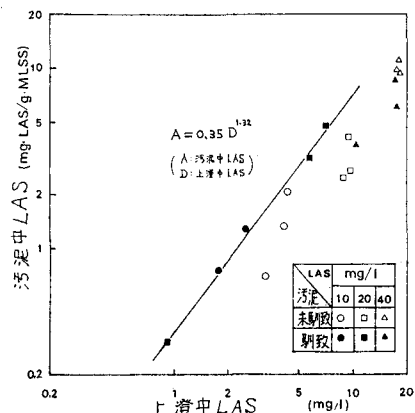


図-2. LASの汚泥への吸着等温線

3, 18 hrのデータから吸着等温線を作成すると図-2の様に Freundlich型の吸着等温式に近い傾向を示す。馴致の有無による顕著な差は見られなかった。

(3). C_{12} LASの異性体による挙動の差について

脱スルホン化・ガスクロマトグラフィー分析により投与した C_{12} LAS (アルキル鎖の炭素数が12) の五つの異性体 (6φ~2φ) が分離して定量される (図-5)。異性体の組成の時間変化の一例を示したのが図-3である。

ここでは二つの特徴が見られる。第一に上澄と汚泥と

の間で組成に差がある。すなわち投与前の組成に較べて、汚泥では2φといたフェニル基がアルキル鎖の末端に近い異性体の割合が増えているが上澄では逆に6, 5φというフェニル基が中央にあるものが増加している。この現象は汚泥への吸着特性が異性体により差があることにより説明される。図-4に異性体別吸着等温線を示した。フェニル基が末端に近い異性体ほど汚泥に吸着し易い事がわかる。第二の特徴として、上澄、汚泥ともに3~6 hr以降、2, 3φの比率が減少し、6φが増加しているのが目につく。この現象は馴致汚泥で顕著にみられ、混合液中のMBASの減少とはほぼ同時に起こることとから、LASの生分解に由来するものと考えられる。すなわちフェニル基が端にある異性体ほど生分解の速度が大きくなるということと説明される。この様な傾向は以前から報告されている¹⁾。

(4). 分解中間生成物について

今回の分析方法ですべての形態の中間生成物が捉えられたわけではないが、難分解性物質の蓄積などは見られなかった。少なくとも、ベンゼン環に短いアルキル鎖がついた様な形での残存はないと思われる。

4. まとめ

活性汚泥に比較的高濃度のLASを投与した場合の除去のパターン、馴致の効果、汚泥への吸着特性、異性体による吸着特性・生分解性の差などについて、以上の様子を把握できた。今後さらに他の分析方法 (UV, ガスマス*) を試みLASと他基質との相互作用などについても検討を加えていくつもりである。

—参考文献—

- 1) R.D. Swisher, "Surfactant Biodegradation", Marcel Dekker (1970)
- 2) 藤原・杉山・小池・大城, 日本衛生学雑誌 22, 552-557 (1975)

▶図-5. ガスクロマトグラムの一例 (馴致汚泥, LAS 50mg/l投与)

〈装置の条件〉 ステンレス製キャピラリー・カラム, 0.25mm×45m
 液相: Ucon LB550X (ポリカピレングリコール), カラム温度
 145°C, キャリー・ガス: N_2 (圧 1.7~2.4 kg/cm²), スプリット比:
 (3~5):1, 検出器: FID (300°C), 試料注量: 1μl

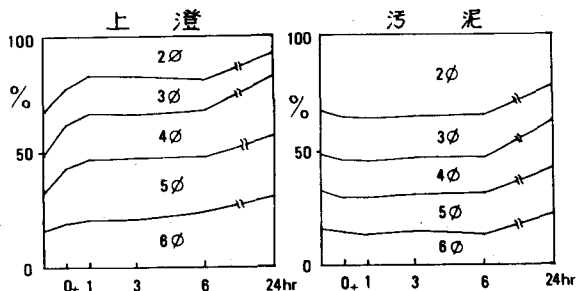


図-3. C_{12} LAS異性体組成の経時変化

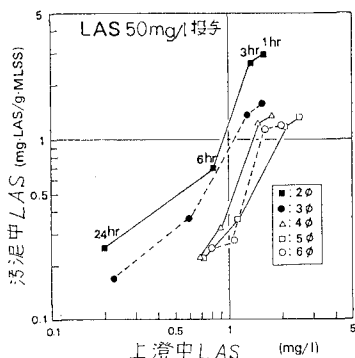


図-4. C_{12} LAS異性体別吸着等温線

