

UAHB 法と 2 段接触酸化法の組合せによる 発酵工程廃液の処理に関する実験的研究

山口大学○飯田孝志 山口大学 今井 剛 山口大学 浮田正夫
山口大学 近藤聡士 大阪工業大学 中西 弘 宇部高専 深川勝之

1. はじめに

本研究では高濃度の硫酸イオンを含有するアミノ酸系発酵工程廃液を対象として、UAHB(Upflow Anaerobic Hybrid Blanket)法および2段接触酸化法を組み合わせることで嫌気好気循環処理することによって、長期連続運転における有機物除去および硝化・脱窒特性に関する検討を行うことを目的とする。

2. 実験条件

実験に用いた廃水には、表-1に示すように $\text{TOC}:\text{SO}_4^{2-}=2:1$ と硫酸塩が高濃度に含まれているアミノ酸系発酵工程廃液を使用し、水道水により設定流入濃度まで希釈した後、重炭酸ナトリウム (NaHCO_3) を適量投入することによって槽内の pH が 7 付近となるように調整した。本実験装置は、前段の嫌気過程の UAHB 装置¹⁾、後段の好気過程の 2 段接触酸化装置を直列に配して連続運転していたものに、さらに 2 段接触酸化装置の処理水の一部を UAHB 装置に返送することによって循環処理プロセスとした。UAHB 装置は下段の UASB 部、中段の嫌気性ろ床部、および上段の三相分離装置部で構成され、有効容積は 10.52 l、三相分離装置部を含む総容積は 14.09 l である。反応槽はウォータージャケットにより $35 \pm 1^\circ\text{C}$ に保温した。UAHB 装置の運転条件を表-2に示す。2 段接触酸化装置²⁾は、有効容積が 2×4.8 l で、エアリフト管によって曝気した。また、寒冷時においては 20°C 前後になるようにウォーターバスを用いて加温した。2 段接触酸化装置の運転条件を表-3に示す。ここで循環比は循環処理プロセスの流入量に対する返送量の比とする。

3. 実験結果および考察

嫌気過程における定常期の TOC 除去率はほぼ 90% 以上を維持し極めて良好であった。また、本基質では嫌気過程における硫酸還元菌によるメタン発酵菌の阻害が懸念されたが、負荷上昇に伴いガス生成量は上昇し、生成ガスの CH_4 ガスの割合は約 70% 以上で安定し、定常期における嫌気過程の TOC 除去率、 SO_4^{2-} 還元率はともに安定していたことから、メタン生成菌と硫酸還元菌は均衡を保ち、阻害は生じなかった。次に、嫌気過程の T-N の経日変化の結果から、生成ガスの N_2 ガスの割合が少量にも関わらず窒素が除去されていることから、菌の増殖による同化によるものと考えられる。これは菌のウォッシュアウトならびに活性試験のサンプリングのためで、汚泥の減少量が少なれば菌の増殖と死滅が均衡し定常期の脱窒菌による異化脱窒によって N_2 ガスの割合が増加すると考えられる。

好気過程では前段の嫌気過程で大部分の TOC が除去されるため、難分解性残存有機物が流入する割合が高く TOC 除去率は良好とはいえなかった。また、好気過程では嫌気過程の脱アミノ反応による $\text{NH}_4\text{-N}$ 増加も含めての硝化反応を目的としていたが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は検出されず $\text{NO}_2\text{-N}$ までの反応で脱窒が生じた。好気第 1 段において、 NO_x がほとんど検出されていないにも関わらず $\text{NH}_4\text{-N}$ 減少量とほぼ等量だけ窒素が除去されたことから、好気第 1 段においては硝化、および脱窒菌・硫酸還元菌による亜硝酸脱窒の同時反応が生じていると考えられる。しかし、好気第 2 段においてはあまり窒素が除去されていない。これは好気第 2 段において DO が 1.0mg/l 以上を維持し十分に曝気され局所的にも嫌気状態になりにくいこと、脱窒に必要な炭素源が不足していることが挙げられる。つまり、流出水の C/N 比が理論値とされる約 4 以上であっても、脱窒菌にとっては難分解性残存有機物が唯一の炭素源であったことから、結果的に炭素源不足になったものと考えられる。しかしながら、 $\text{NO}_2\text{-N}$ で反応が停止しても処理水の返送によって嫌気過程で亜硝酸脱窒が行われれば、脱窒のプロセスが 1 つ省略でき省エネルギーであることから本プロセスは、有効であるといえる。また、好

表-1 廃液の組成

項目	濃度 (mg/l)
T-S	49900
BOD	20000
TOC	12000
SO_4^{2-}	6000
T-N	4500
$\text{NH}_4\text{-N}$	1500

表-2 UAHB 装置の運転条件

Phase	運転日数 (d)	循環比	設定 HRT (d)	設定流入濃度 (mg-TOC/l)	設定 TOC 負荷 (kg-TOC/m ³ /d)
1	42	0.25	0.75	1000	1.33
2	86	0.25	0.75	2000	2.66
3	96	0.25	1.50	4000	2.66
4	8	0.25	1.50	2000	1.33
5	15	1.00	1.50	2000	1.33

表-3 2 段接触酸化装置の運転条件

Phase	運転日数 (d)	循環比	設定 HRT (d)	基質
1	42	0.25	1.00	UAHB 処理水
2	86	0.25	1.00	UAHB 処理水
3	96	0.25	1.37	UAHB 処理水
4	8	0.25	1.37	UAHB 処理水
5	14	1.00	1.37	UAHB 処理水

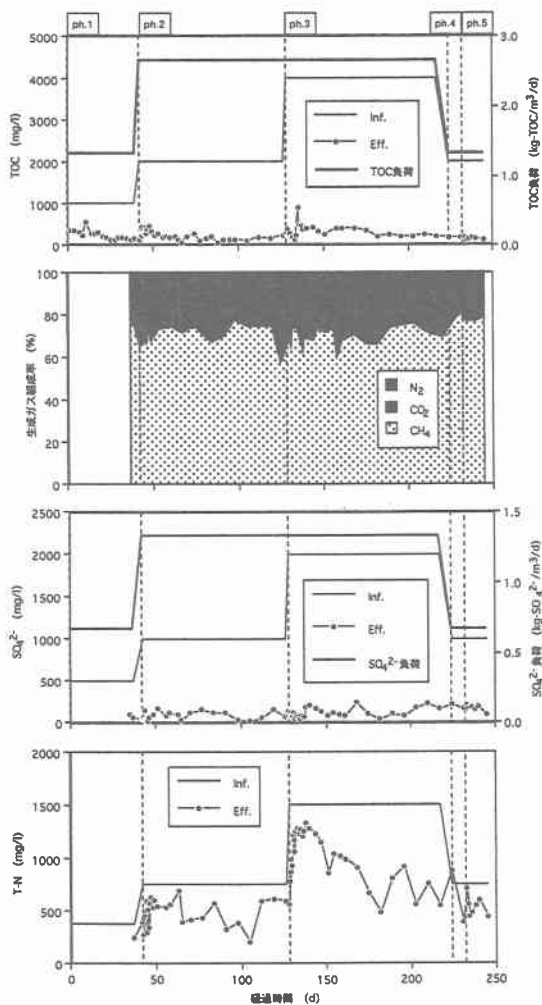


図-1 UAHB法のTOC、生成ガス組成率、 SO_4^{2-} 、およびT-Nの経日変化

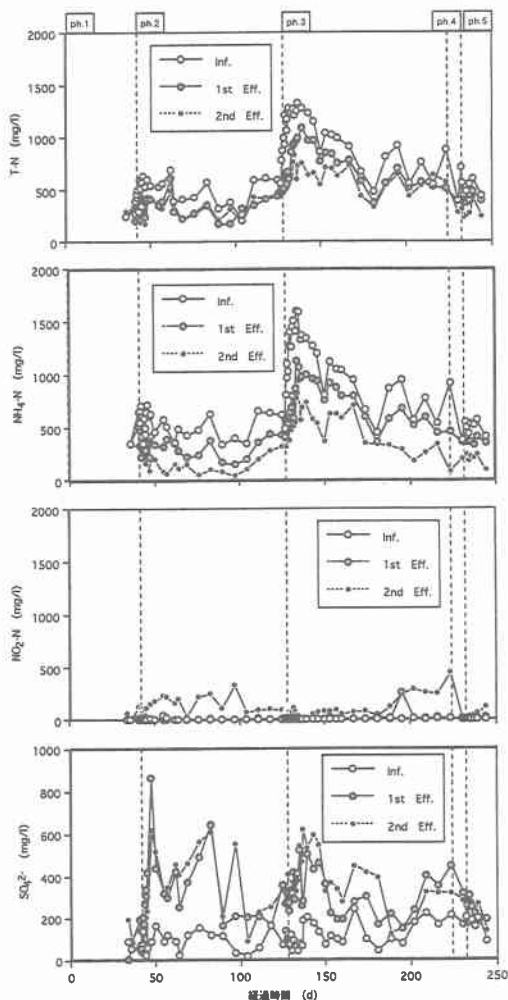


図-2 2段接触酸化法のT-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、および SO_4^{2-} の経日変化

気過程においても硫化物の影響は大きく、硫黄細菌によって H_2S が酸化されDOが著しく消費され、特に、好気第1段にその影響が大きく、活性試験用にサンプリングした汚泥のSS/VSS比は0.23と極めて低い。これは無機硫黄化合物が蓄積されているものと考えられ、見ためよりも細菌数は少なく、その上充填材の目詰まりを引き起こしている。その結果、好気第1段において局部的に嫌気状態となり脱窒が生じていると考えられ、汚泥の無機化を抑えることが本基質を循環処理する上では重要であるといえるだろう。その解決法として、充填材ならび曝気装置の改良、反応槽を大きくして充填材の目詰まりを減少させるなどが挙げられるが、いずれにしても無機化は進むと考えられ定期的な汚泥の入替えも必要であると考えられる。

4. おわりに

プロセス全体における安定期での処理成績を検討すると、TOC除去率はほぼ95%を達成し極めて良好であった。T-N除去率は好気過程での硝化・脱窒の影響で変動が激しいが50%を越えることが多く、処理プロセスとしての優良性が示されたといえる。

参考文献

- 1) 中倉ら：平成7年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp.89-90.