

VII-2

UAHB 法と二段接触酸化法の組合せによる アミノ酸系発酵工程廃液の高度処理に関する研究

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

1. はじめに

本研究ではアミノ酸系発酵工程廃液を対象に UAHB (Upflow Anaerobic Hybrid Blanket) 法と二段接触酸化法を組合せた複合処理プロセスにより連続的に処理を行い、連続運転結果および酸生成菌、メタン生成菌、硝化菌、および硫酸還元菌の活性試験の結果から返送率を 0.25 と 1.00 に設定した場合の有機物除去能および硝化に関する検討を行った。

2. 実験装置および方法

実験に用いた廃液組成を Table.1 に示す。この廃液の特徴として、硫酸イオン濃度が高いことが挙げられる。この廃液を対象に下段の UASB 部、中段の嫌気性ろ床部、上部の三相分離部で構成された UAHB 装置（有効容量=10.52 ℓ、三相分離部を含総容量=14.09 ℓ、反応槽内温度約 35℃）と

Table.1 廃液の組成

項目	濃度
T-S	50 g/l
BOD	20000 mg/l
T-N	4500 mg/l
NH ₄ -N	1500 mg/l
Na	780 mg/l
SO ₄ ²⁻	6000 mg/l
TOC	12000 mg/l

Table.2 UAHB 法の運転条件

phase	運転日数 (day)	HRT (day)	設定 TOC 濃度 (mg/l)	設定 TOC 負荷 (kg-TOC/m ³ /day)	循環比
1	42	0.75	1000	1.35	0.25
2	86	0.75	2000	2.70	0.25
3	92	1.5	4000	2.70	0.25
4	8	1.5	2000	1.35	0.25
5	15	1.5	2000	1.35	1.00

Table.3 二段接触酸化法の運転条件

phase	運転日数 (day)	HRT (day)	基質	循環比
1	41	1.0	UAHB 処理水	0.25
2	86	1.0	UAHB 処理水	0.25
3	92	1.0	UAHB 処理水	0.25
4	8	1.0	UAHB 処理水	0.25
5	15	1.0	UAHB 処理水	1.00

二段接触酸化装置（有効容量=4.80 ℓ、リアクター中央にはエアリフト管が取り付けられ、それによって曝気を行う）を用いた連続処理実験を行った。phase.1～5 における実験条件は Table.2、3 に示した通りである。UAHB および二段接触酸化装置の概略図をそれぞれ Fig.1、2 に示す。UAHB 法には Table.1 に示した廃液を設定 TOC 濃度に希釈して供給した。二段接触酸化装置の運転は、連続的に UAHB 法の処理水を無希釈で二段接触酸化装置の第 1 槽に供給することによって行った。循環比が 0.25 と 1.00 においての有機物除去能と硝化能の解析のために、UAHB および二段接触酸化装置から採取したグラニューールおよび生物膜を用いて菌体の活性試験を行った。活性試験において酸生成菌の基質としてグルコース (Glu) とプロピオン酸 (HPr) および酪酸 (n-HBu)、メタン生成菌の基質として HAc、硝化菌にはアンモニア基質、硫酸還元菌には硫酸塩と HAc の混合基質を用いた。

3. 結果と考察

本研究では前段に UAHB 装置、後段に二段接触酸化装置を設けて複合処理プロセスを構築した。このプロセスにより、大半の有機物除去を UAHB 反応槽で行い、そして UAHB 法で処理できなかった残存有機物の除去を二段接触酸化法で処理することを目的とした。Fig.3 より複合プロセスによる TOC 除去は実験期間中 80%～95% を維持していた。特に phase.5 における TOC 除去率は非常に高かった。このことから、本処理プロセスは安定した有機物除去能力を発揮したと判断される。また、本プロセスにより、UAHB 法の後処理として設定した二段接触酸化法において硝化を生じさせ、その処理水の一部を UAHB 装置に返送し脱窒を生じさせることにより窒素除去を行わせることを目的とした。Fig.3 の NO₂-N のグラフが示すように二段接触酸化法にお

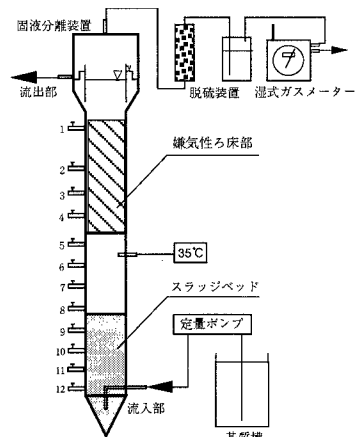


Fig.1 UAHB 装置の概略図

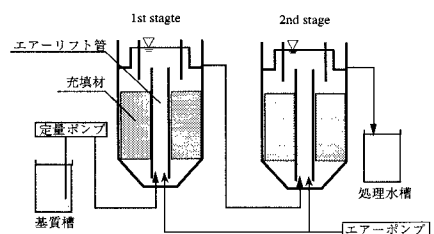


Fig.2 二段接触酸化装置の概略図

ける硝化については phase.2 では $\text{NO}_2\text{-N}$ の発生は確認されたが、実験期間中に $\text{NO}_3\text{-N}$ の発生は確認されず、亜硝酸までしか反応が進まなかったものと推定される。このことは、返送先の嫌気過程における硝酸から亜硝酸への変換プロセスを1つ減らすことができたものと考えられ、エネルギー的に考えてより合理的な処理プロセスであり、亜硝酸脱窒の可能性を示したといえる。Fig.3 の T-N のグラフより、UAHB 法の T-N 除去率は 50% 未満と良好な脱窒成績を得ることはできなかった。循環比を 0.25 から 1.00 に上昇させても窒素除去能はさほど向上しなかった。よって、脱窒に関しては今後さらに返送率を変化させて最適循環比の検討を行う必要がある。Fig.4 は菌体の活性度を示したものである。酸生成菌とメタン生成菌において、HAc 利用メタン菌の活性が最も高かった。これは HAc が酸生成相における最終生産物であることから、HAc 利用メタン菌の活性が高くなったものと考えられる。また、全般にスラッジベッド上部の方が下部よりも活性が高くなっていることがわかる。このことから、スラッジベッド下部において主に有機物の加水分解が生じ、処理水がベッド内を上部へ通過するにつれて酸生成およびメタン生成菌による分解を受けていることが予測される。また、ろ床部における活性もスラッジベッドに劣らず高くなっていることから、ろ床部においても残存有機物の分解が盛んに行われていることがわかる。循環比を 0.25 (phase.3) から 1.00 (phase.5) に上昇させた時に設定基質濃度を半減させたことから、phase.5 において UAHB 槽内へ流入する硫酸塩濃度は半分になり、硫酸還元菌の活性も約 50% 低くなった。一方、メタン生成菌の活性は負荷の半減にも関わらず上昇していたことから、懸念されていた硫酸塩還元によるメタン発酵に対して阻害発現はほとんどなかったものと判断される。上述のように、phase.5 においては TOC 負荷の半減とともに活性度が低下することが予想されたが、Fig.4 に示すように上昇した。このことから返送比を 0.25 から 1.00 へと増加させたことにより、有機物除去に関しては負荷の半減にも関わらず効果的に処理が行われたと考えられる。二段接触酸化法においては、循環比を 0.25 から 1.00 に増加させたことは有機物除去に関しては効果的であったが、硝化反応に関してはさほど変化はみられなかった。原因として、高負荷の $\text{NH}_4\text{-N}$ による阻害の発現や HRT が最適でなかったこと等が考えられる。今後、さらに返送率を上昇させることや二段接触酸化法の HRT を調整すること等により、硝化反応をより効果的に進行させ窒素除去性能を向上させる必要がある。

4. おわりに

本研究ではアミノ酸系発酵工程廃液を対象に UAHB 法と二段接触酸化法を組合せた複合処理プロセスにより返送率を 0.25 と 1.00 に設定した場合の有機物除去能および硝化に関する検討を行った。以下に得られた知見をまとめる。

- (1) 有機物除去に関しては、循環比を 0.25 から 1.00 へと上昇させたことにより効果的に処理が行われた。
- (2) 本プロセスにおいて懸念されていた硫酸塩還元によるメタン発酵に対する阻害の影響はほとんどなかった。
- (3) UAHB 装置および二段接触酸化装置を組合せ、さらに返送工程を組み込んだ本プロセスにより有機物除去のみならず亜硝酸脱窒の可能性も示された。

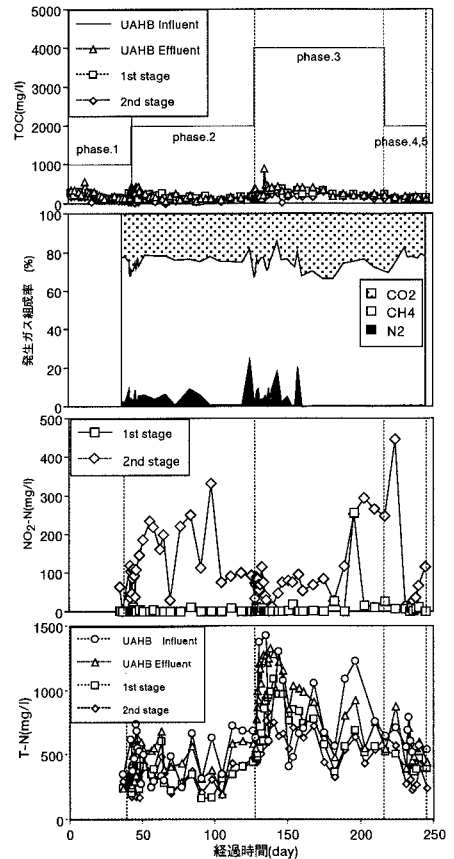


Fig.3 TOC、ガス組成率、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および T-N 経時変化

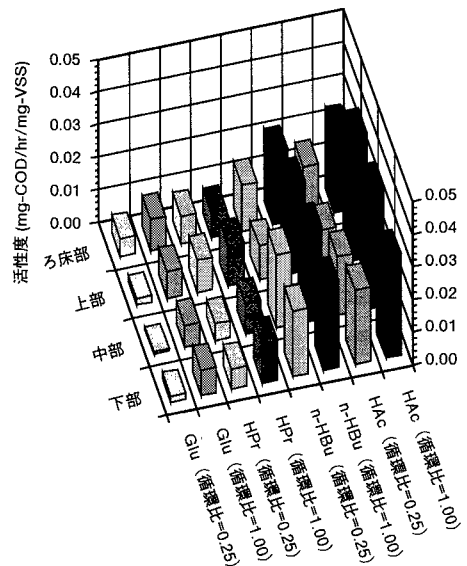


Fig.4 活性実験結果