

UAHB 法・二段接触酸化法循環処理プロセスによるアミノ酸廃液の処理

山口大学 正会員○今井 剛 中国地建 正会員 光井伸典 山口大学 正会員 浮田正夫
宇部高専 正会員 深川勝之 山口大学 正会員 関根雅彦 大阪工大 正会員 中西 弘

1. はじめに

現在有効とされている嫌気性処理法の1つに上向流嫌気性スラッジブランケット(Uplflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)法があるが、実プラントにおいては食品排水等の易分解性の有機性排水処理に適用されているのみである。そこで、本研究室ではUASB法に改良を加えたUAHB法を開発し、その適応排水種の拡大に努めてきた。また、有機物の除去だけではなく窒素除去まで考慮すると、嫌気性処理の後に好気性処理あるいは他の物理化学処理を組み合わせることが不可欠となる。そこで本研究ではUAHB法に、好気処理法の1つである二段接触酸化法を組合せた複合式処理プロセスを用いて、高濃度の硫酸塩およびアンモニア性窒素を含有するアミノ酸系発酵工程廃液を対象とした連続処理実験を実施し、有機物および窒素除去に関する検討を行った。

表1 廃液組成表

項目	濃度 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)
pH	5.87
TOC	12000
BOD	20000
COD	10600
T-S	49900
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	2000
T-N	4500
$\text{NH}_4^+\text{-N}$	1500
T-P	482
Na^+	785
Cl^-	149

2. 実験方法

本実験に用いた廃液の組成を表1に示す。本廃液はTOC濃度 $12,000\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 、硫酸イオン濃度とアンモニア性窒素濃度がそれぞれ $6,000\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 、 $1,500\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ と高く、 $\text{TOC} : \text{SO}_4^{2-}$ は2:1であった。本研究で用いたUAHB槽については、その廃液を設定濃度まで希釈したものを0.75dayおよび1.50dayというHRTで投入し連続運転を行なった。運転装置の概略図を図1に示す。運転期間中、TOC負荷は運転条件により $0.33 \sim 2.66\text{kg} \cdot \text{TOC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ の範囲で段階的に変化させた。プロセスの運転条件を表2に示す。二段接触酸化槽については、UAHB槽からの処理水を連続的に無希釈で供給することによって運転した。また、二段接触酸化槽の処理水の一部をUAHB槽に返送し、循環処理させることにより、窒素除去の循環比が及ぼす効果についても検討した。ここで、循環比とは循環処理プロセス全体への流入量に対する返送量の比のことである。

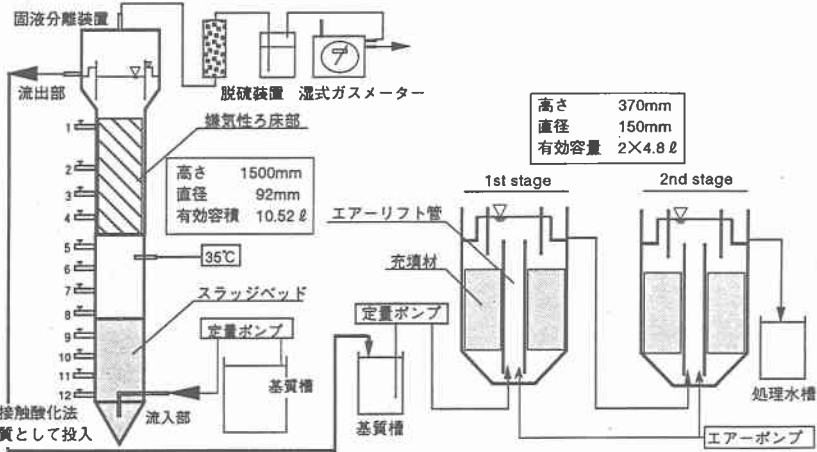


図1 運転装置概略図

表2 プロセスの運転条件

Phase No.	運転日数 (day)	循環比	UAHB法の設定HRT (day)	UAHB法の設定TOC負荷 ($\text{kg} \cdot \text{TOC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$)	二段接触酸化法の設定HRT (day)
1	42	0.25	0.75	1.33	1.00
2	86	0.25	0.75	2.66	1.00
3	96	0.25	1.50	2.66	1.37
4	8	0.25	1.50	1.33	1.37
5	34	1.00	1.50	1.33	1.37
6	98	1.00	1.50	1.33	1.37
7	16	0	回分運転	回分運転	1.37
8	29	0	1.50	0.33	1.37
9	14	0	1.50	0.67	1.37
10	21	0	1.50	1.00	1.37
11	125	0	1.50	1.33	1.37
12	47	1	1.50	1.33	1.37

3. 結果および考察

本研究では有機物除去については、前段に用いたUAHB法で大半の処理を行わせ、UAHB法によって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行わせることを目的とした。実験期間中、高濃度の硫酸塩およびアンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)を含む廃液を基質として用いたにも関わらず、好気過程における $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率は図2より40%を下回ることは

なく、TOC負荷の上昇とともにガス生成量は増加した。生成ガス中には CH_4 、 CO_2 、 N_2 が含まれており、図2に示すように、メタンガスの割合は65～75%と安定していた。またプロセス全体のTOC除去率は常に90%以上を維持し、有機物除去は良好であった(図3参照)。しかし、循環比を上昇させると二段接触酸化法における有機物除去能が若干低下した。これは循環比の上昇に伴い、好気過程へ流入する基質中の生分解が困難な難分解性有機物が増加したためと考えられる。なお、本プロセスにおける難分解性有機物の濃度は $\text{TOC} 1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ あたり約 $300 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ であった。

次に、嫌気過程であるUAHB法による処理では、硫酸塩還元によるメタン生成への阻害が懸念されたが、図2をみると硫酸塩の高低にかかわらず、メタンガスの割合は70%前後と安定していたことより、硫酸還元菌がメタン生成菌に与える影響は少なかったと考えられる。図4は嫌気過程における硫酸塩減少量とメタン生成量の関係を示したものである。この図より、硫酸塩濃度が約 $250 \text{ mg} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$ までは硫酸塩の上昇、すなわちTOC負荷の上昇とともに直線的にメタン生成量が上昇していることが読みとれる。しかし、 $250 \text{ mg} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$ 以上の領域においては硫酸塩濃度の上昇とともに減少しているケースも見受けられる。よって、本UAHB装置における硫酸塩による阻害の発現の限界値は約 $250 \text{ mg} \cdot \text{S} \cdot \text{l}^{-1}$ であると推定される。従って前述のように限界値はあるものの、UAHB槽内において、硫酸還元菌が顕著な優占種にならずに、メタン生成菌と均衡を保って処理が行われたものと推察される。以上のことから硫酸イオンおよびアンモニアを高濃度に含む阻害性の高い廃液に関しても本プロセスにより有機物除去が良好に行われたといえる。

一方、本実験では嫌気性処理の後に好気性処理を設け、好気性処理水を嫌気性槽に循環させ、脱窒を行わせて窒素を除去させることを目的とした。図2に示すように実験期間を通じて、好気過程において $\text{NH}_4\text{-N}$ 減少量とほぼ同量の $\text{NO}_x\text{-N}$ が検出された。したがって二段接触酸化槽内で順調に硝化反応が起こっていたものと考えられる。また図3より実験期間を通じての窒素除去率は常に25%以上を達成していた。しかし、循環比を1としても40%を越える処理成績は得られず、本研究で設定した条件では、循環比の窒素除去に関する顕著な効果は見られなかった。

4. おわりに

以上のことから、この複合式処理プロセスのアミノ酸系発酵工程廃液の処理への適用の可能性が示されたといえる。今後、実験を継続させ、循環比の効果による有機物および窒素除去に関する検討から複合式処理プロセスの最適操作因子を推定したい。

謝辞：本研究は、一部ウエスコ土木技術振興基金より助成を受けて行われたものである。記して謝意を表します。

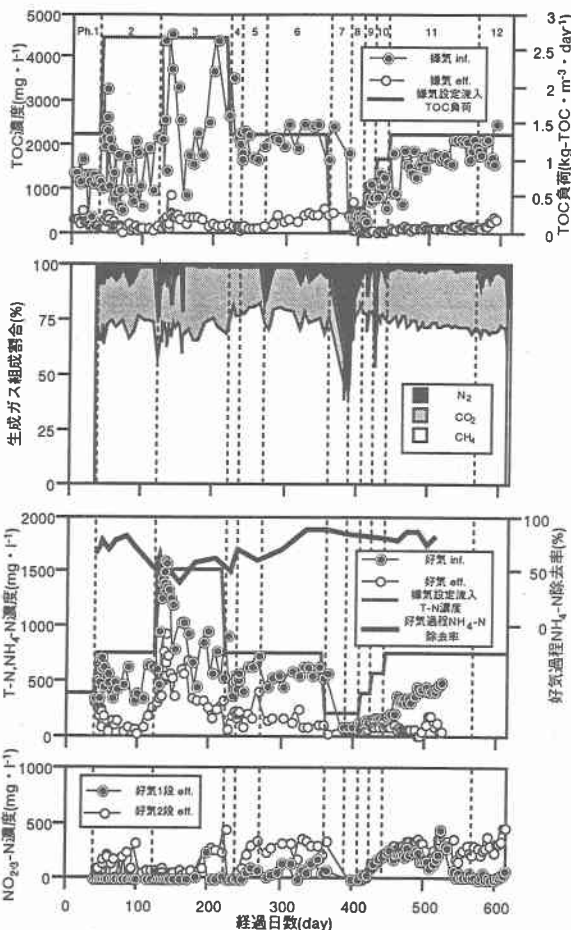


図2 プロセス全体の運転実験結果：TOC、TOC負荷、生成ガス組成割合、T-N濃度、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_x\text{-N}$ の経日変化

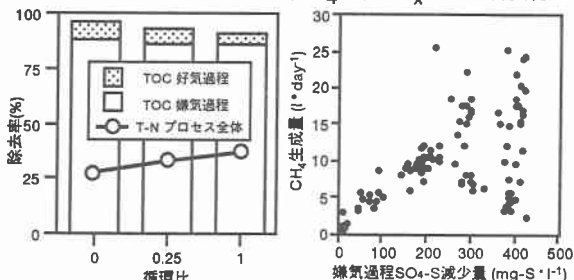


図3 循環比の変化にともなう各除去率の変化

図4 嫌気過程 $\text{SO}_4\text{-S}$ 減少量と CH_4 生成量の関係