

UASB リアクターによる模擬電子産業排水の連続処理

岐阜工業高等専門学校 (学) 浦崎幹一郎, 木村睦美, (正) 角野晴彦
長岡技術科学大学/国立環境研究所 (学) 段下剛志
長岡技術科学大学 (正) 山口隆司, 国立環境研究所 (正) 珠坪一晃

1. はじめに

半導体などを生産する電子産業は、20世紀末以降に発達した。この産業排水にはTMAH (水酸化テトラメチルアンモニウム), MEA (モノエタノールアミン) などが含まれる。なかでもTMAHは、人体に有害な難生物分解性物質である。

嫌気性処理は、曝気不要で余剰汚泥が少ないため、好気性処理と比べてコストを削減できる。

本研究では、電子産業排水の嫌気性処理への適用を試みるため、UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) リアクターによる連続処理性能を調査した。

2. 実験方法

(1) 実験装置

図1 に本研究で用いるUASBリアクターの概要を示す。本リアクターは、円柱状のカラム部とGSS (Gas Solid Separator) 部により構成されており、全高74 cm、水容積2 Lである。カラム部は、直径5.2 cm、高さ60 cm、水容積1.3 Lである。リアクター温度は、恒温水循環により $35 \pm 1^\circ\text{C}$ に管理した。排水は、リアクター下部から供給され、上昇流により汚泥床を通過し、処理される。処理過程で発生したバイオガスは、脱硫塔を通し、分析した。

植種汚泥は、休眠していたグラニューク汚泥を用いた。

(2) 運転条件と供給排水

運転条件は、Phase 1 (1~43日目), Phase 2 (44~76日目), Phase 3 (77日目~) の3段階に分けた。

Phase 1は、目的を休眠していた汚泥の復帰とし、易分解性排水をCOD 3000 mg/Lで供給した。易分解性排水の組成は、酢酸:メタノール:スクロース:酵母エキスを、COD比で3:3:3:1とした。設定HRT (水理的滞留時間) は、10 hrとした。

Phase 2は、目的を汚泥の模擬電子産業排水 (以下: 模擬排水) へのゆるやかな馴致とし、模擬排水と易分解性排水の混合排水をCOD 3000 mg/Lで供給した。混合排水の組成は、模擬排水:酢酸:メタノール:スクロース:酵母エキスを、COD比で10:3:3:3:1とした。設定HRTは、10 hrとした。

Phase 3は、目的を模擬排水の処理性能の評価とし、模擬排水のみをCOD 1500 mg/Lで供給した。設定HRTは、5 hrとした。

設定COD容積負荷は、全段階を通して $7.2 \text{ kg/m}^3/\text{day}$ である。全段階の排水には、無機塩類と微量元素を加えた。pH管理は、緩衝剤として重曹を加え、処理水のpHを7.5以上にした。

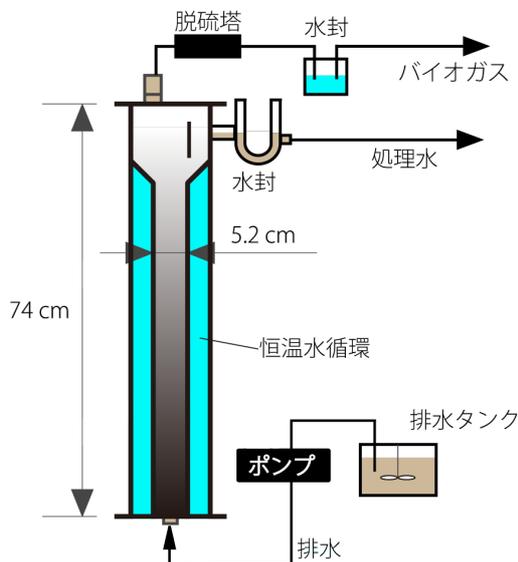


図1 UASBリアクターの概要

3. 実験結果と考察

(1) Phase 1, 易分解性排水

図2に処理性能の経日変化を示す。図2 (a) (b) (c) は、COD組成と除去率の経日変化である。CODは、COD_{Cr}の分析値に、イオンクロマトグラフにより分析したTMAHを加えて表した。TMAH, MEAともに、COD基準で表した。易分解性排水のCOD成分はその他として表される。

19日目において、COD除去率は、全成分、溶解成分ともに90%程度にまで上昇した。20日目以降、COD除去率は、安定して90%以上を達成したため、運転条件をPhase 2へ移行した。

(2) Phase 2, 模擬排水と易分解性排水の混合排水

排水のCOD平均値は、全成分:2988 mg/L, 溶解成分:2896 mg/L, TMAH:975 mg/L, MEA:430 mg/Lであった。

処理水のTMAHは、Phase 2開始4日目(47日目)において578 mg/Lであったが、これ以降は定量限界(10 mg/L)以下であった。MEAは、Phase 2開始直後から定量限界(10 mg/L)以下であった。

Phase 2開始22日目(65日目)において、COD除去率は、全成分:90%, 溶解成分:91%に達した。TMAH, MEAの分解が認められ、高い全COD除去率が得られたため、運転条件をPhase 3へ移行した。

(3) Phase 3, 模擬排水

排水のCOD平均値は、全成分:1318 mg/L, 溶解成分:1294 mg/L, TMAH:755 mg/L, MEA:357 mg/Lであった。

処理水のTMAHは、Phase 3開始8, 17日目(84, 93日目)において検出され、それぞれ11, 18 mg/Lであった。

処理水のMEAは、Phase 3開始3日目(79日目)にお

いて、76 mg/L 残存した。これ以降も継続的に検出されたものの、定量限界以下であった。

Phase 3 開始 17 日目 (93 日目) において、COD 除去率は、全成分 : 90 %、溶解成分 : 92 % であった。これより TMAH と MEA を含む模擬排水の嫌気性処理のスタートアップは順調であったと言える。

(4) メタン回収率

図 2 (d) にメタン回収率の経日変化を示す。メタン回収率は、除去 COD 基準とした。

Phase 2 開始 11 日目 (54 日目) 以降、メタン回収率は、おおよそ 70~80 % で推移していた。これより、分解された COD が、概ねメタンに変換されていたことがわかる。

(5) 硫酸塩還元

図 2 (e) に硫酸塩の経日変化を示す。Phase 1 において、易分解性排水の硫酸塩は、ほぼ 0 mgS/L であった。

Phase 2 開始 4 日目 (47 日目) において、硫酸塩還元した濃度は、75 mgS/L であった。これ以降、硫酸塩還元は徐々に増加し、Phase 2 開始 22 日目 (65 日目) において、硫酸塩還元された濃度は 145 mgS/L であり、混合排水の硫酸塩がほとんど還元された。硫酸塩還元によって生成される硫化物のなかで、 H_2S が 100 mgS/L を超えると有機物分解へ障害を及ぼす¹⁾ため、pH を 7.5 以上に保ち、障害を回避した。

Phase 3 に移行、すなわち易分解性排水の COD 成分が供給されなくなると、途端に硫酸塩還元の進行が低下した。Phase 3 開始 3 日目 (79 日目) において、硫酸塩還元された濃度は 40 mgS/L であった。従って、Phase 2 における硫酸塩還元は、模擬排水に含まれる有機物より易分解性排水に含まれる有機物の分解に大きく寄与していたと言える。Phase 3 開始 8~17 日目 (84~93 日目) において、硫酸塩還元された濃度は 27~57 mgS/L であり、硫酸塩還元の傾向を言及できない。これより、現時点で TMAH と MEA を含む模擬排水に対して、分解する硫酸塩還元細菌が増殖していない、あるいは硫酸塩還元による分解自体が難しいと考えられる。

4. おわりに

UASB リアクターによって、TMAH、MEA を含む模擬電子産業排水を 35°C、設定 COD 容積負荷 7.2 kg/m³/day で処理した。COD 除去率は 90 % 程度に達し、順調なスタートアップであった。

排水の硫酸塩 125 mgS/L は、40 mgS/L 程度しか還元せず、硫酸塩還元の活発な進行は見られていない。

参考文献

1) 山口隆司 : 長岡技術科学大学博士論文, 1998

謝 辞

本研究は、国立環境研究所の安全確保研究プログラム、地域の水環境保全に向けた水質改善・評価手法の開発プロジェクトの一部として実施しました

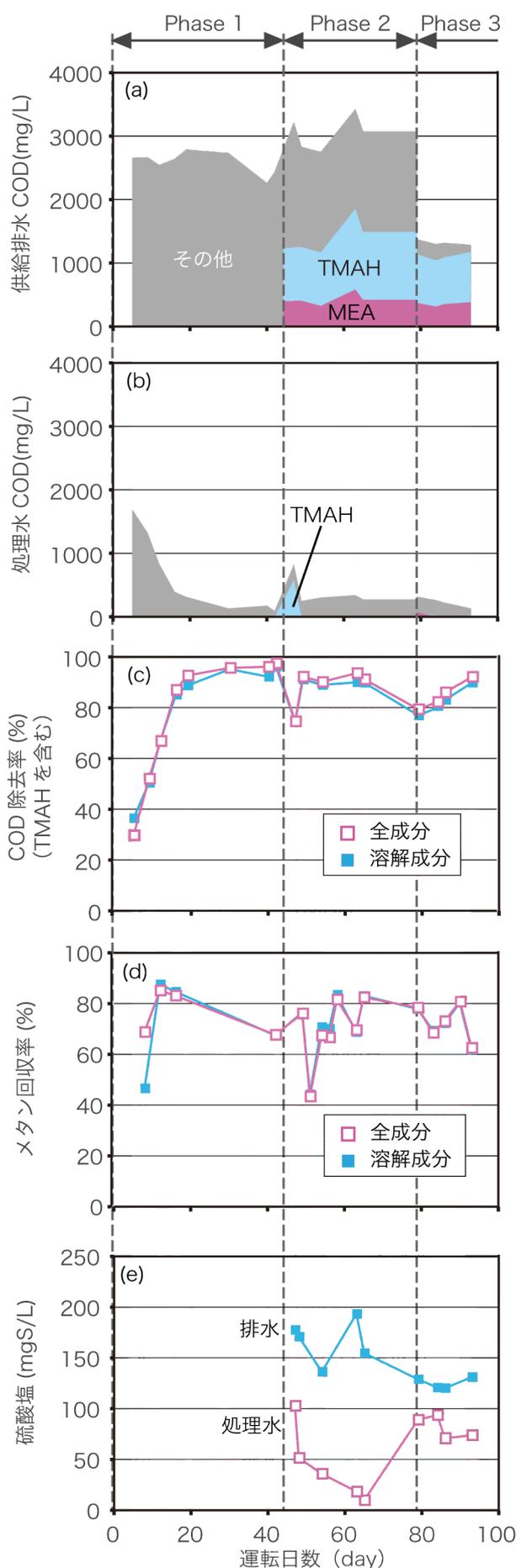


図 2 処理性能の経日変化