

VII-7 高速下水高度処理システムにおける嫌気性微生物の基質利用に関する研究

高知県 正会員 ○奥田将弘 高知高専 正会員 山崎慎一
呉高専 正会員 山口隆司 広島県産科研 正会員 角野晴彦

1. はじめに

高速嫌気性反応槽と好気処理槽を組み合わせた下水高度処理システムは、これまでの標準活性汚泥法と比較して、処理の高速化、稼働エネルギーの省力化、廃棄汚泥の減量化、窒素の除去が期待できる。当研究室では、高速嫌気性反応槽の一つであるUASB反応槽と接触酸化槽を組み合わせた処理システムを提案し、平成10年度から有機物と窒素の処理特性の評価、最適窒素除去条件の検討、処理特性に及ぼす温度の影響など実用化に向けた基礎データの採取を行ってきた¹⁾。そこで本年度は、このシステムの処理性能の優劣を左右するUASB反応槽で増殖するグラニュール汚泥の微生物生態を解析することを目的とし、メタン生成菌、硫酸還元菌、脱窒菌の基質競合関係を連続実験によって解明する。

2. 実験方法

図1にUASB-接触酸化処理装置の概要を示す。原水は常時攪拌され、可変定量型の原水ポンプによりUASB反応槽に供給した。UASB反応槽はアクリル製で、下部反応槽の有効容量を7lとした。植種汚泥は、長時間煮豆工場廃水で馴致されたグラニュール汚泥とし、実験開始時の反応槽内のMLVSS濃度を78000mg/l(V/S比0.89)とした。発生ガスは、脱硫槽で硫化水素を除去した後、湿式ガスメーターで計量した。UASB処理水が流入する接触酸化槽は、有効容量を7lとし、槽内部には生物付着担体を充填し、常時エアーポンプで曝気した。好気処理水は、沈殿槽を経由して系外に流出するが、その一部は循環ポンプによりUASB反応槽流入部に循環比2で返送させて循環を行った。

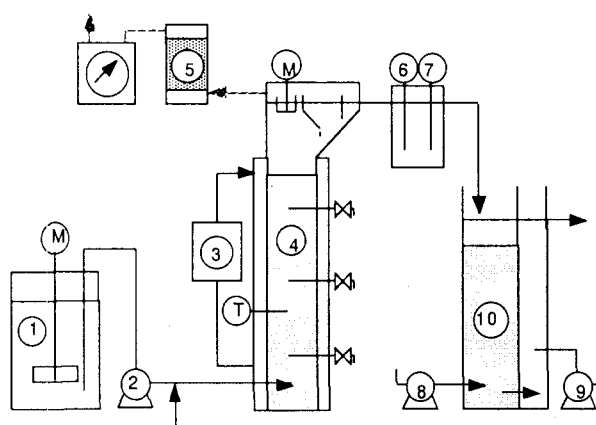
表1に実験条件を示す。馴致期間及びRUN1の原水は、ショ糖(200mg/l)、ポリペプトン(100mg/l)、 NH_4Cl (100mg/l)、 Na_2SO_4 (145mg/l)を使用し、CODcr 300mg/l、T-N 30mg/l、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 30mg/lに調整した。また緩衝剤として NaHCO_3 と微量のリン酸や無機塩類も添加した。RUN2及びRUN3では、UASB槽内の硫酸還元菌の有機物利用を検討するために、RUN1の $\text{SO}_4\text{-S}$ 濃度を1/10及び5倍に変化させた。また、RUN4及びRUN5では、脱窒菌の有機物利用を検討するために、RUN1のT-N濃度を1/10及び3倍に変化させた。

水質分析は、原水、UASB処理水、好気処理水を週3回採水して行い、各々pH、CODcr、S-CODcr、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-N、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 、T-Pの分析を行った。発生ガス量及びガス組成の分析も週3回行った。CODcr、T-N、T-Pの分析には吸光度分析計(HACH製DR2010)、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の分析には吸光度分析計(HACH製DR700)、ガス組成分析にはガスクロマトグラフィー(島津製GC-8A)、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{SO}_4\text{-S}$ の分析はイオンクロマトグラフィー(島津製LC-VP)を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 連続処理特性

本研究では、5月23日～12月25日の216日間(RUN1以降150日間)の連続運転を行った。全実験期間を通じてHRTは4.5h、循環比は2に設定して運



①原水槽②原水ポンプ③クーリニクス④UASB反応槽
⑤脱硫槽⑥pH計⑦ORP計⑧エアーポンプ⑨循環ポンプ
⑩接触酸化槽

図1 UASB-接触酸化室内実験装置

表1 実験条件

	運転期間	原水濃度 (mg/l)		備考
		T-N	$\text{SO}_4\text{-S}$	
	5/23～8/19	30	30	汚泥の馴致期間
RUN1	8/20～9/19	30	30	比較の対象とする基準の基質
RUN2	9/20～10/25	30	3	RUN1の硫酸量を1/10にした基質
RUN3	10/26～11/19	30	150	RUN1の硫酸量を5倍にした基質
RUN4	11/20～12/6	3	30	RUN1の全窒素量を1/10にした基質
RUN5	12/7～12/22	90	30	RUN1の全窒素量を3倍にした基質

転を行い、pHは、UASB処理水7.2～7.5、好気処理水7.8～8.2、UASB槽内のORPは平均-395mVであった。両反応槽の処理水温は、ともにRUN1では平均28℃であったが、気温の低下によりRUN5では接触酸化槽（好気槽）が15℃を下回る日が続いた。

図2にCOD_{Cr}及びT-Nの除去率の経日変化を示す。RUN1～RUN4では、COD_{Cr}除去率93%以上、T-N除去率63%以上の良好な処理性能を獲得したが、RUN5では、COD_{Cr}除去率が87%、T-N除去率が15%に低下した。好気槽の温度が15～12℃になると硝化機能が低下することが過去の研究成果から判明していることより¹⁾、RUN5で除去率が低下した原因は処理水温低下による微生物の分解活性の減少によるものと判断される。

3.2 脱窒菌、メタン生成菌、硫酸還元菌の基質利用関係

図3にUASB流入水のCOD_{Cr}/NO₃比とCOD_{Cr}利用率の関係を示す。COD_{Cr}利用率とは、脱窒菌、硫酸還元菌及びメタン生成菌が利用したCOD_{Cr}量に対する各々の微生物が利用したCOD_{Cr}量を割合で示したものである。COD_{Cr}/NO₃比の減少に対して脱窒菌のCOD_{Cr}利用率は増加していることがわかる。また、UASB流入水中の硝酸の脱窒率は全てのRUNで100%であったことから、流入水中にNO₃が存在すると、脱窒菌はメタン生成菌や硫酸還元菌よりも優先的に脱窒の水素供与体としてCOD_{Cr}を利用することが判明した。

図4にUASB流入水のCOD_{Cr}/SO₄比とCOD_{Cr}利用率の関係（RUN1～RUN3の場合）を示す。COD_{Cr}/SO₄比が5程度以下になるとメタン生成菌よりも硫酸還元菌の方が優先的にCOD_{Cr}を利用しはじめ、1程度以下になると硫酸還元菌が9割以上のCOD_{Cr}を利用することが判明した。Speeceは、硫酸還元菌がメタン生成菌より優勢となる基質のCOD_{Cr}/SO₄比は1～2程度以下であると論じ、Choiらも、COD_{Cr}/SO₄比が1以下では硫酸還元菌が主にCOD_{Cr}を利用すると報じており²⁾、本研究においてもこれらと同様な結果を得ることができた。

4. まとめ

1) 216日間の連続実験を行った結果、処理水温15℃以上でCOD_{Cr}除去率93%以上、T-N除去率63%以上の良好な処理性能を得ることができた。

2) 流入水中にNO₃が存在すると、脱窒菌はメタン生成菌や硫酸還元菌よりも優先的にCOD_{Cr}を利用し、また、COD_{Cr}/SO₄比が5程度以下になると、メタン生成菌よりも硫酸還元菌の方が優先的にCOD_{Cr}を利用しはじめることが判明した。

謝辞：本研究は、NEDOより産業技術研究事業費補助金（課題番号01B63001d）および広島県産業科学技術研究所産学官共同研究プロジェクトより助成金を受けて遂行した。記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 山崎ら：UASB-接触酸化下水処理システムによる有機物と窒素の同時除去特性，土木学会論文集，No.734，pp.135-142，2003
- 2) 松井ら：産業廃水処理のための嫌気性バイオテクノロジー，技報堂出版，1999

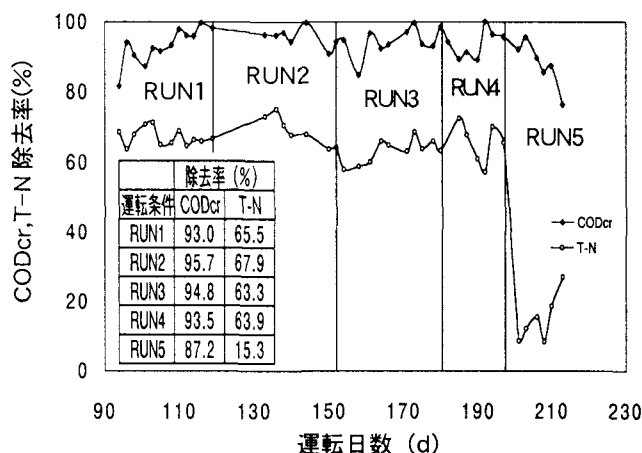


図2 COD_{Cr}除去率とT-N除去率の経日変化

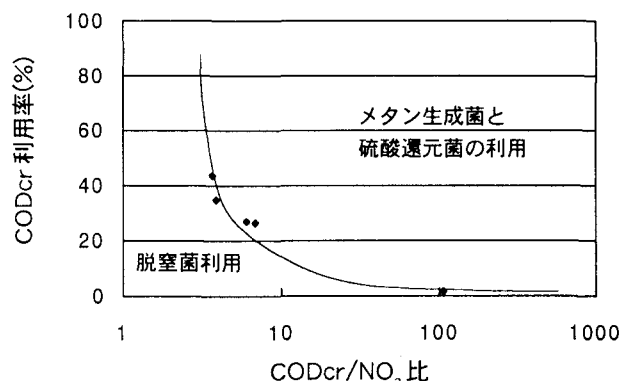


図3 UASB流入水のCOD_{Cr}/NO₃比とCOD_{Cr}利用率の関係

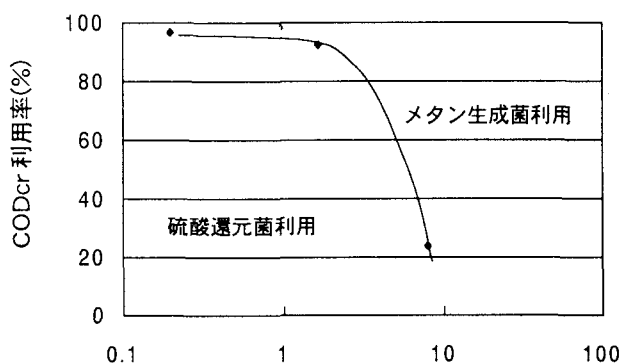


図4 UASB流入水のCOD_{Cr}/SO₄比とCOD_{Cr}利用率の関係（RUN1～RUN3）