

VII-8 2槽式高速嫌気性反応槽を用いた下水高度処理システムの処理特性

高知高専専攻科 学生員 ○笹岡宏光 国土交通省 正会員 古田昌之 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（UASB 反応槽）と接触酸化槽を組み合わせた下水処理システムは、これまでの標準活性汚泥法と比較して、省エネルギーで汚泥発生量が少なく、メタン回収による再資源化ができ、窒素の除去も可能である¹⁾。また、下水中の有機物と窒素を別々の UASB 反応槽で処理することにより、各々の微生物の分解機能をより高め、処理効率のUPが期待できると思われる。そこで本研究は、有機物分解用と脱窒用の2槽式 UASB 反応槽に接触酸化槽を組み合わせた室内実験装置によって長期連続処理を行い、高速処理条件下における有機物と窒素の処理特性、UASB 反応槽内微生物の基質競合について検討した。

2. 実験方法

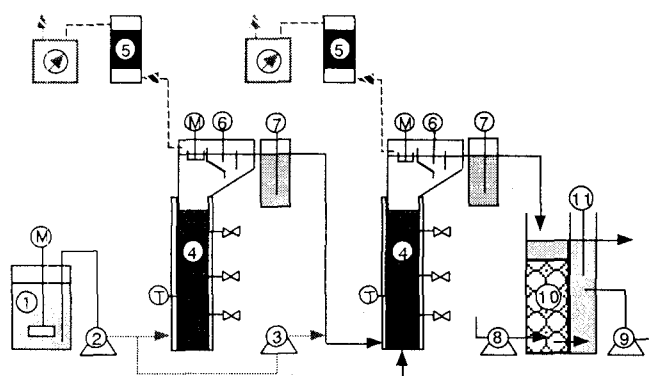
図1に2槽式 UASB- 接触酸化処理装置の概要を示す。原水は常時攪拌され、可変定量型の原水ポンプと分流ポンプにより UASB 反応槽の1槽目と2槽目（運転当初は1槽目にだけ）に供給した。UASB 反応槽は2槽ともアクリル製で、下部反応槽の有効容量は5Lとした。UASB 反応槽内の植種汚泥はアオハタ工場廃水処理 UASB グラニュールを投入した。発生ガスは脱硫槽で硫化水素を除去後、ガスメーターで計測した。1槽目の UASB 処理水は2槽目 UASB 槽に、2槽目 UASB 処理水は接触酸化槽に送られる。接触酸化槽は、UASB 槽と同様アクリル製で、有効容量も5Lとした。接触酸化槽内部には生物付着担体を充填し、常時エアーポンプで曝気した。接触酸化処理水は沈殿槽を経由して系外に流出されるが、その一部は循環ポンプにより2槽目 UASB 槽流入部に循環比2で返送した。原水は人工都市下水を想定して、ショ糖 (200mg/l)、ポリペプトン (100mg/l)、 NH_4Cl (100mg/l) などを使用し、 COD_{Cr} 300mg/l、T-N30mg/l ($\text{NH}_4\text{-N}$ 26mg/l) に調整した。また緩衝剤として NaHCO_3 と微量の無機塩類も添加した。

表1に実験条件を示す。原水量の増加によって水理学的滞留時間（以下 HRT と称す）を減少させて、まず汚泥の馴致運転を85日間行い、その後、HRT4.5h で処理性能を評価（RUN1）したが、窒素の除去性能が低く安定しないため、HRT を6h に増加させて運転を行った（RUN2）。しかし、その後も処理性能に改善がみられないため、原水量の半量を2槽目 UASB 槽に供給し、HRT を4.5h に戻して運転を行った（RUN3）。

3. 実験結果および考察

本研究では、5月23日～12月19日までの210日間の連続運転を行った。全期間を通じて pH は、原水 7.0～8.0 に対して、UASB 処理水と好気処理水は微生物の成育に問題のない 7.2～8.3 を維持させた。1槽目 UASB 処理水の ORP は全期間を通して -450mV 程度、2槽目 UASB 処理水では RUN1 と RUN2 で -250mV～-500mV と不安定であったが、RUN3 では -500mV 程度で安定した。処理槽における温度は、RUN1 で平均 27.8℃、RUN2 で平均 23.1℃、RUN3 で平均 17.4℃であった。

ガス発生量は、全期間において1槽目 UASB 槽で平均 0.78L/d、2槽目 UASB 槽で平均 0.26L/d で非常に少な



①原水槽②原水ポンプ③分流ポンプ④UASB 反応槽⑤脱硫槽
⑥ORP 計⑦pH 計⑧エアーポンプ⑨循環ポンプ⑩接触酸化槽
⑪DO 計

図1 2槽式 UASB- 接触酸化処理装置

表1 実験条件

RUN	期間	HRT (h)	温度 (℃)	原水の分流
	5/24～8/17 (0～85日)	12.0～4.5	20～32	無
1	8/18～9/23 (86～123日)	4.5	33～18	無
2	9/24～11/3 (124～164日)	6	26～17	無
3	11/4～12/19 (165～210日)	4.5	20～9	有 (1:1)

く、本システムでのメタングスの回収は困難だと考えられる。UASB槽内グラニュール汚泥は、1槽目UASB槽では全期間を通じて外観的に著しい変化はみられなかったが、2槽目UASB槽の汚泥は、運転開始時から次第に表面に白い繊維状の毛がウニのように成長し、粒径も肥大化し、比重も軽く浮きやすい汚泥に変化した。2槽目UASB槽の汚泥性状の変化は脱窒菌の増殖によるものと推察される。

図2にCOD_{Cr}の経日変化、図3に全窒素(T-N)の経日変化、図4にCOD_{Cr}とT-Nの除去率の経日変化を示す。原水のCOD_{Cr}は200～350mg/lに対して接触酸化処理水は0～20mg/lであり、全期間を通じて90%以上の除去率を得ることができた。

原水のT-Nは25～30mg/lに対してRUN1における接触酸化処理水のT-Nは平均16mg/l、RUN2では平均15mg/l、RUN3では平均11mg/lとなった。RUN1とRUN2においては、2槽目UASB槽に生息する脱窒菌による脱窒反応に必要な有機物量が不足していたため、硝酸、亜硝酸が脱窒されずに反応槽内に残存し、T-N除去率はRUN1で平均39%、RUN2で平均44%にとどまった。しかしRUN3では、原水を2槽目UASB槽に直接供給させた結果、接触酸化槽から2槽目UASB槽に循環してきた硝酸、亜硝酸は脱窒され、窒素除去率も平均57%へと向上した。今後は、循環比を2以上に上げる運転を予定しており、窒素除去率のさらなる向上が期待できると考えている。

図5にRUN3における1槽目と2槽目のUASB槽のCOD_{Cr}収率を示す。1槽目UASB槽には硫酸還元菌とメタン生成菌が存在してCOD_{Cr}を各々17%、12%利用し、2槽目UASB槽にはメタン生成菌と脱窒菌がCOD_{Cr}を各々4%、21%利用していることがわかった。1槽目ではメタン生成菌が硫酸還元菌よりもやや優先的に増殖し、2槽目では脱窒菌がメタン生成菌よりも優先的に増殖していることが判明した。

4. まとめ

以下に本研究で得られた成果をまとめる。

- 1) HRT4.5hの高速処理条件下で、COD_{Cr}除去率は91%、T-N除去率は57%の性能を得ることができた。
- 2) 1槽目UASB槽にはメタン生成菌と硫酸還元菌が、2槽目UASB槽にはメタン生成菌と脱窒菌が原水中のCOD_{Cr}を競合利用していることが観察された。

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) 山崎慎一ら：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，p135-142

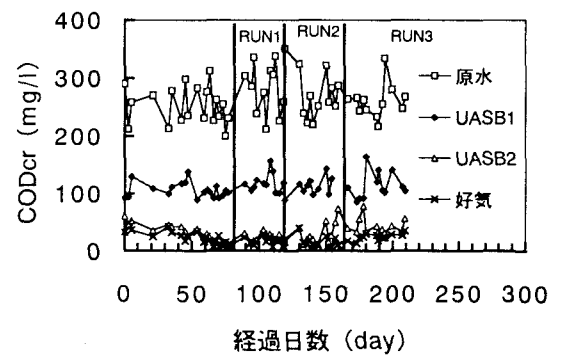


図2 COD_{Cr}の経日変化

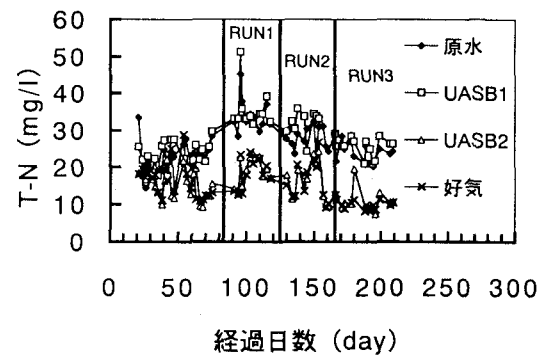


図3 T-Nの経日変化

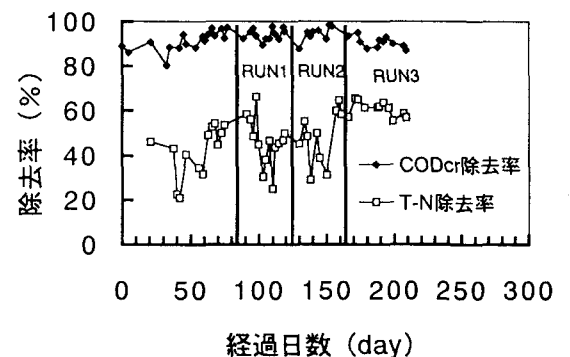


図4 COD_{Cr}とT-Nの除去率の経日変化

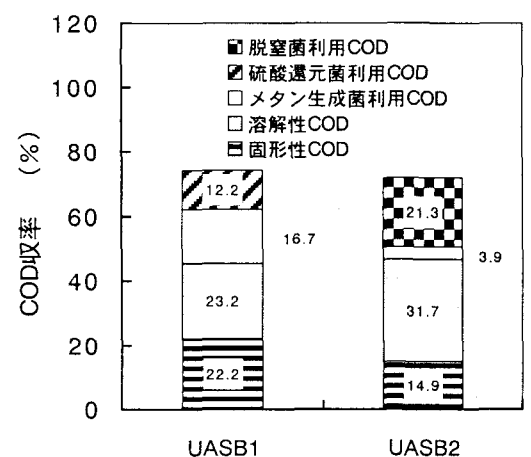


図5 UASB反応槽におけるCOD収率