

Ⅶ－8 低濃度有機性廃水処理システムにおける窒素除去性能の向上に関する検討

高知高専専攻科 学生員 ○片岡 功、学生員 笹岡宏光、長岡技術科学大学 学生員 魚住良太
高知高専 正会員 山崎慎一、呉高専 正会員 山口隆司、長岡技術科学大学 正会員 原田秀樹

1. はじめに

UASB 反応槽に接触酸化槽を組み合わせた新規高速下水処理システムは、従来の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、窒素除去が可能な処理法として期待されている。また、下水中の有機物と窒素を 2 槽の 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。本研究室では、これまで有機物除去率 90%以上、窒素除去率 60%の処理性能を得ているが^{1),2)}、今年度は窒素除去率 80%を目的とし、運転操作ファクターである循環比、原水分流比、原水 SO_4 濃度を变化させて連続実験を行い、窒素除去率の向上を検討した。

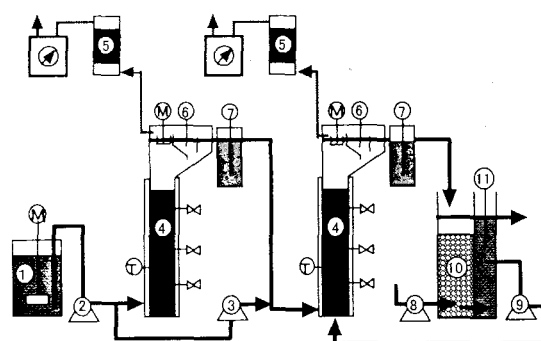
2. 実験方法

図 1 に新規高速下水処理システムの概要を示す。原水は常時攪拌し、可変定量型の原水ポンプにより、UASB 反応槽の 1 槽目と 2 槽目に供給した。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各々 5L とした。UASB 反応槽への植種汚泥は食品工場廃水処理 UASB グラニュール汚泥を投入した。反応槽内で発生したガスは、脱硫槽で硫化水素を除去後、湿式ガスメーターで計測した。1 槽目 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。接触酸化槽はアクリル製で、有効容量は 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。接触酸化槽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 UASB 反応槽の 2 槽目流入部に返送させて循環を行い、実験開始時の循環比は 2 とした。HRT は全実験期間を通じて 4.2h に設定した。本実験では都市下水を想定した人工下水を使用した。有機炭素源には、しょ糖 (200mg/l) ポリペプトン (100mg/l) を使用し、COD_{Cr} は合計 300mg/l とした。アンモニア性窒素源には NH_4Cl を 100mg/l ($\text{NH}_4\text{-N}$ 26 mg/l)、緩衝剤は NaHCO_3 を 1000mg/l、微量無機塩類を添加した。

表 1 に実験条件を示す。運転 84 日目までは汚泥の馴致運転を行い、RUN 1 では循環比 2、原水分配比 1:1、原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ を 33mg/l に設定して運転を行った。RUN 2 では循環比を 4 に変化させ、RUN 3 では原水分流比を 1:2 に変更して実験を行ったが、期待した処理効果は得られなかった。そこで、2 槽目 UASB 槽内での硫黄脱窒の効果を期待して、原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ を 3 倍の濃度に増加して、循環比を RUN 4 では 2、RUN 5 では 4 にして実験を行った。

3. 実験結果および考察

RUN 1 から 5 までの 295 日間の連続運転を通して、槽内の pH 及び水温は、3 槽ともにさほど変化はなく 6.9~7.2、17℃~34℃で運転され、槽内微生物の生育に問題のない範囲を維持することができた。UASB 槽内の ORP は、2 槽ともに -400~-550 mV を確保した。ガス発生量は、1 槽目 UASB 槽の RUN 1~3 で約 0.5L/d (メタン含率 50%程度)、RUN 4、5 では約 0.2 L/d (メタン含率 0.1%未満) であった。



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 新規高速下水処理システム

表1 実験条件

実験条件	期間(日)	循環比	分流比	$\text{SO}_4\text{-S}(\text{mg/l})$
RUN1	85~110	2	1:1	33
RUN2	119~148	4	1:1	33
RUN3	149~181	4	1:2	33
RUN4	209~246	2	1:1	100
RUN5	247~295	4	1:1	100

図2にCOD_{Cr}とT-Nの除去率の経日変化、図3に硝酸の経日変化を示す。COD_{Cr}除去率は全期間を通じて90%以上の高い除去率を得ることができた。

窒素除去については、循環比2のRUN 1に対して、循環比を4にしたRUN 2、RUN 3では2槽目UASB処理水中に硝酸の残存が認められた。T-N除去率は、RUN 1が63.2%に対して、RUN 2では65.4%、RUN 3では62.7%となり、RUN 2で2槽目UASB槽に硝酸の供給量を増加させても、RUN 3で脱窒に必要な有機物量を多くしても窒素除去率を向上させることはできなかった。

RUN 4、RUN 5では、2槽目UASB槽内に生息する硫酸脱窒菌（脱窒反応： $5S_2O_3^{2-} + 8NO_3^- + H_2O \rightarrow 10SO_4^{2-} + 4N_2 + 2H^+$ ）による脱窒量が多くなれば窒素除去率は向上すると仮定し、2槽目UASB槽への硫化物供給量を増加させるために原水中のSO₄-Sを100mg/lに増加させた。その結果、循環比2のRUN 4に対して、循環比4のRUN 5では、最初の数週間はRUN 2と同様に2槽目UASB処理水の硝酸濃度は増加したが、運転270日目以降になると次第に減少する傾向が観察された。

図4にSO₄-Sの経日変化を示す。1槽目UASB槽における硫酸還元量はRUN 4の運転240日目以降から明らかに増加しており、また、2槽目UASB槽での硫酸脱窒菌による硫化物利用量も増加していることがわかる。運転270日目以降の2槽目UASB処理水の硝酸濃度の低下は、硫酸脱窒菌による脱窒量の増加が起因していると予想される。窒素除去率は、運転270日目までは60%程度であるが、今後は除去率の向上が期待できると考えている。

4. まとめ

- 1) 処理温度17℃以上、HRT 4.2hの高速処理条件下において、循環比を2～4、原水分流比を1:1～1:2に変化させたがT-N除去率80%への向上は得られなかった。
- 2) 原水SO₄-Sの33mg/lから100mg/lへの増加は2槽目UASB処理水の硝酸濃度を減少させた。これは、2槽目UASB槽内の硫酸脱窒量の増加と考えられ、今後の窒素除去率の向上が期待される。

謝辞

本研究は、NEDOより産業技術研究事業費補助金及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された。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，No.734/VII-27，p135-142，2003
- 2) 笹岡宏光ら：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，土木学会四国支部第10回技術研究発表会講演概要集，p398-399，2004

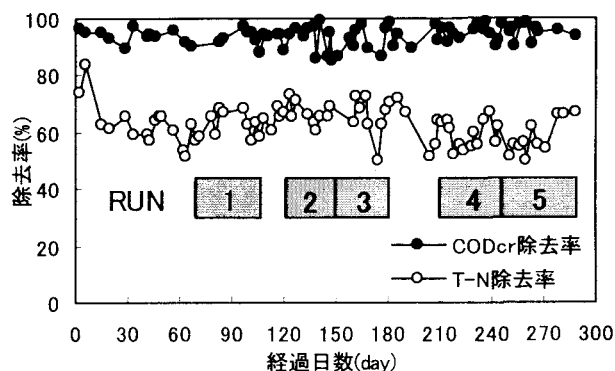


図2 COD_{Cr}とT-Nの除去率

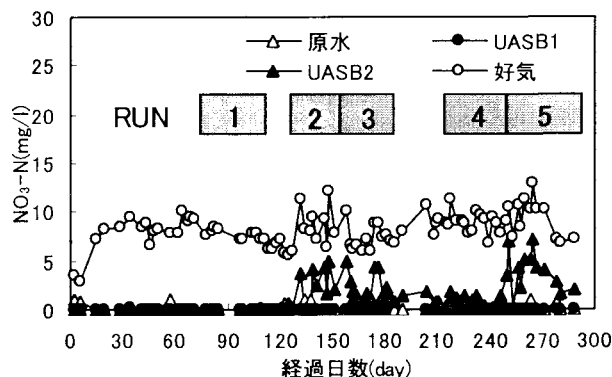


図3 NO₃-Nの経日変化

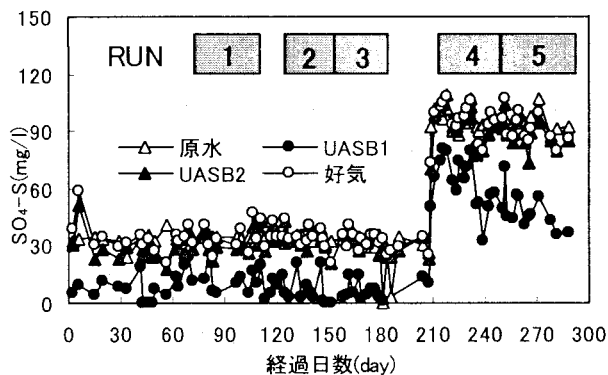


図4 SO₄-Sの経日変化