

2 段式 UASB－接触酸化処理システムの窒素除去性能における硫黄脱窒の効果

高知高専専攻科 学 ○濱口 威真、高知高専 正 山崎 慎一
高知県警 片岡 功、呉高専 正 山口 隆司
東北大学 正 原田 秀樹

1. はじめに

近年，内湾や湖沼などの閉鎖性水域では，人為的な栄養塩（窒素，リンなど）の流入による富栄養化で水質障害が生じており，現在，その原因となる栄養塩の処理を目的とした下水処理施設の普及が求められている．嫌気性処理槽（UASB 槽）と接触酸化槽を組み合わせた処理法は，処理の高速化や稼動エネルギー省力化などの理由から窒素除去可能な新規の下水処理施設として期待されている．そこで本研究では，都市下水を対象とした人工下水を作成し，2 槽式 UASB－接触酸化処理装置を使用して¹⁾，硫黄脱窒菌を用いた窒素除去性能（処理目標：CODcr 除去率 90%，窒素除去率 80%）とその処理性能に及ぼす温度の影響について検討した．

2. 実験方法

図 1 に高速下水処理システムの概要を示す．原水の成分組成は，有機炭素源および窒素源として，ショ糖（200mg/l），ポリペプトン（100mg/l），塩化アンモニウム（100mg/l）を用い，CODcr は 300mg/l，全窒素（T-N）は 30mg/l に調整した．リン源にはリン酸二水素カリウム，硫黄源には硫酸ナトリウムを用い，全リン（T-P）は 30mg/l，SO₄-S は 100mg/l とした．その他には，緩衝剤として炭酸水素ナトリウムや微量の無機塩類を添加した．実験装置は，原水が 1 槽目 UASB 槽，2 槽目 UASB 槽を通じて，接触酸化槽へ送られ，接触酸化処理水の一部が 2 槽目 UASB 槽流入部に循環するシステムとなっている．1 槽目 UASB 槽内にはメタン生成菌と硫酸還元菌が生息している．メタン生成菌は有機物からメタンを発生させ，硫酸還元菌は有機物を利用して硫酸を硫化水素に転換する．接触酸化槽には硝化菌が生息しており，アンモニアを亜硝酸および硝酸に変化させる．接触酸化処理水が流入する 2 槽目 UASB 槽では他栄養性脱窒菌と硫黄脱窒菌が生息している．前者は有機物を，後者は硫化物を利用して亜硝酸および硝酸を窒素ガスに分解する．

表 1 に実験条件を示す．連続運転は，馴致期間を含めて RUN1（1～90 日），RUN2（91～180 日），RUN3（181～250 日）の 250 日間行い，原水量 43.2l/d，循環比（原水量に対する接触酸化処理水量の比）6，HRT8.3h で運転を行った．RUN1 では，CODcr 除去率 90%，窒素除去率 80%の処理性能の確認，RUN2 では，2 槽目 UASB 槽への原水流入を停止させ，1 槽目 UASB 槽でのメタン生成量の増加と 2 槽目 UASB 槽での硫黄脱窒菌による窒素除去性能の確認を行った．RUN3 では，処理温度を維持させていたヒーターと送風機を停止させて，処理性能に及ぼす処理温度の影響を検討した．

水質分析方法として，CODcr，T-N，T-P は紫外線吸光度分析計（HACH 製 DR2010），アンモニア，亜硝酸，硝酸，硫酸などはイオンクロマトグラフィー（島津製 LC-VP，Shim-pack IC-A3，Shim-pack IC-C3）を使用した．ガスの組成分析にはガスクロマトグラフィー（島津製 GC-8A）を使用した．

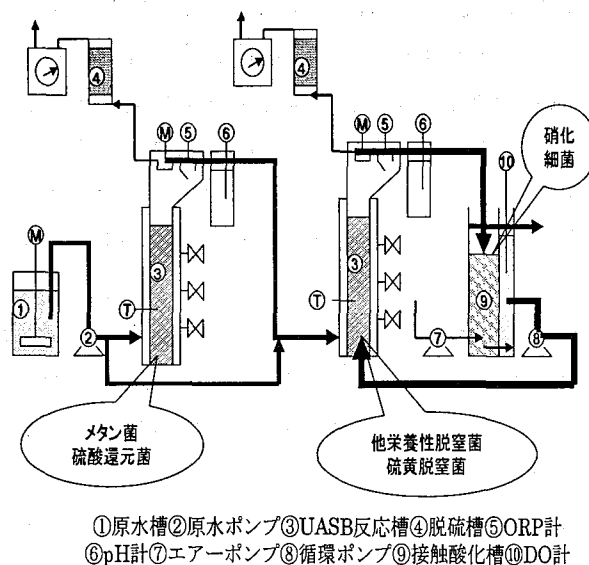


図 1 高速下水処理システム

表 1 実験条件

実験条件	運転期間 (日)	日数	HRT (h)	原水量(l/d)		循環比	温度 制御
				1槽目UASB槽	2槽目UASB槽		
RUN1	4/10~7/9	90	8.3	21.6	21.6	6	有
RUN2	7/10~10/6	90	8.3	43.2	0	6	有
RUN3	10/7~12/15	70	8.3	43.2	0	6	無

3. 実験結果および考察

表 2 に処理性能の一覧を示す。250 日間の連続運転を通じて、接触酸化槽の pH は 7 前後を維持し、至適 pH (6.5～7.6) で運転することができた。槽内温度は、RUN1 と RUN2 は 23～33℃ (平均 28℃) に調節し、RUN3 では、最低で 6℃程度 (平均 15℃) まで低下させた。1 槽目 UASB 槽の ORP は RUN1 で -220～300mV、RUN2 と RUN3 では 2 槽目 UASB 槽と同程度の -400～-500mV であった。接触酸化槽の DO は、エアーポンプの風量を調節して 2～4mg/l に制御した。

図 2 に COD_{Cr} の経日変化を示す。原水の COD_{Cr} は全期間を通じて 200～300mg/l に対して、RUN1、RUN2 とともに 1 槽目 UASB 処理水は 50～100mg/l、2 槽目 UASB 処理水と接触酸化処理水は 20mg/l 以下となり、良好な水質を得ることができた。RUN3 では、接触酸化処理水で 30mg/l 程度と若干の性能低下が観察された。

図 3 に全窒素 (T-N) の経日変化を示す。原水の T-N は全期間を通じて 25～37mg/l に対して、接触酸化処理水は RUN1 と RUN2 で 5～12mg/l の同等の値が得られた。よって、2 槽目 UASB 槽内では硫黄脱窒菌が優先化して、有機物を供給しなくても処理性能を維持できることが確認できた。また、RUN2 では 1 槽目 UASB 槽でのメタン生成量の増加が期待されたが、同槽内に共存する硫酸還元菌によって有機物が消費され、RUN1 と比べてメタン生成量に著しい変化はみられなかった。RUN3 の接触酸化処理水の T-N は平均 19mg/l となり処理性能が低下した。

図 4 に槽内温度と COD_{Cr}、T-N の除去率の関係を示す。槽内温度が 25～30℃では、COD_{Cr} 除去率 95%程度、T-N 除去率 80%程度の性能が得られるが、25℃以下に低下すると除去率は低下の傾向を示し、特に T-N 除去率は温度が 15℃を下回ると 60%以下になることが確認された。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 槽内温度が 25～30℃では、COD_{Cr} 除去率 95%程度、T-N 除去率 80%程度の性能が得られた。また、2 槽目 UASB 槽 (脱窒槽) に有機物を供給しなくても処理性能が維持できることを確認した。
- 2) 槽内温度の低下で処理性能は低くなり、T-N 除去率は 15℃を下回ると 60%以下になることが判明した。

謝 辞 本研究は、NEDO より産業技術研究事業費補助金、広島県産業科学技術研究所産学官共同研究費、科学研究費補助金 (基盤研究 C) 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：2 槽式 UASB-接触酸化処理システムにおける有機物と窒素の除去特性，土木学会論文集，No.811/VII-38，87-94，2006

表 2 処理性能一覧

運転期間		RUN1	RUN2	RUN3
pH		7.0	7.1	7.2
槽内温度(℃)		27.5	27.8	15.3
ORP	1槽目UASB槽(mV)	-278	-413	-500
	2槽目UASB槽(mV)	-397	-404	-459
DO		2.3	2.0	3.8
除去率	COD _{Cr} (%)	97.1	96.7	94.1
	T-N(%)	79.8	77.6	57.2

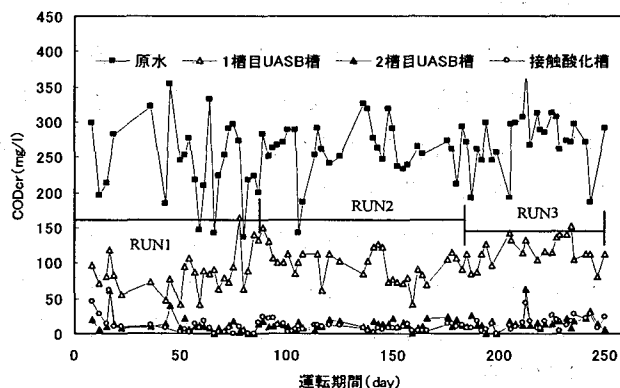


図 2 COD_{Cr} の経日変化

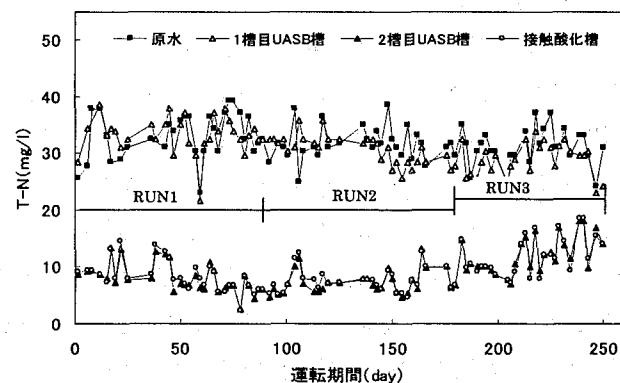


図 3 T-N の経日変化

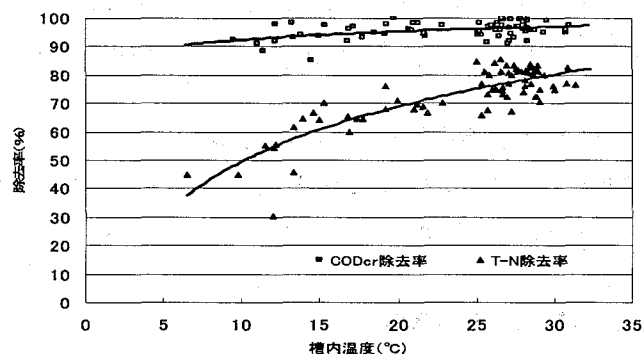


図 4 除去率と槽内温度の関係