

省エネ型嫌気好気法による下水高度処理性能の検討

高知高専専攻科 学 ○浅野健二 学 宮地賢一
高知高専 正 山崎慎一 長岡技術科学大学 正 山口隆司

1. はじめに

従来の下水処理法は、標準活性汚泥法などの好気性処理法が一般的に使用されてきているが、この好気性処理法は所要電力の約 40%が曝気に消費されており、処理施設の省エネルギー化は今後の重要な課題となっている。また、近年では閉鎖性水域への栄養塩の過剰流入による富栄養化も問題となっている。このような課題に対して、本研究室では昨年度から、高速嫌気性処理法である UASB 法の後段処理として、好気性処理法でありながら曝気を必要としない DHS 法を組み合わせた省エネ型嫌気好気法(UASB+DHS 法)を用いて、有機物 (CODcr) 及び窒素 (T-N) の除去性能について研究を行っている¹⁾。昨年度の結果として、水理学的滞留時間 (HRT) 4.4 時間の高速処理条件下において、CODcr 除去率 90%以上、T-N 除去率 50~60%の性能を得ることができた。そこで本年度は、T-N 除去率のさらなる向上を目的として、HRT を長くすることで、従来法 (標準活性汚泥法+循環式硝化脱窒法) と同等以上 (T-N 除去率 80%以上) の処理性能が得られるかについて検討を行った。

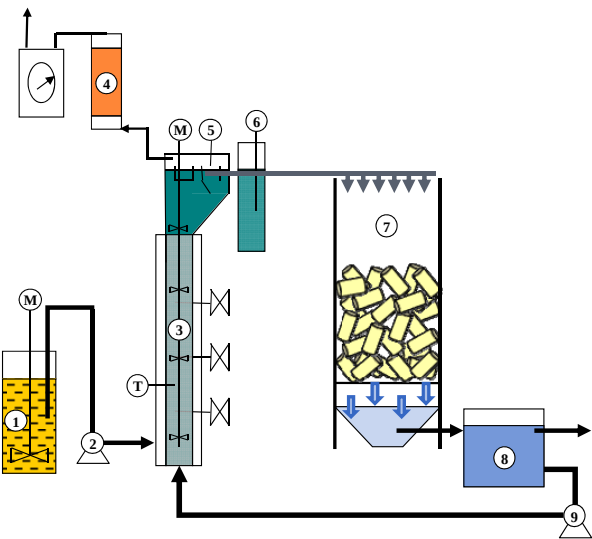
2. 実験方法

省エネ型嫌気好気法の実験装置を図 1 に示す。原水の有機炭素源及び窒素源には、ショ糖、ポリペプトン、塩化アンモニウムを用い、有機物 (CODcr) 300mg/l、全窒素 (T-N) 30mg/l とした。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) 10 mg/l、硫酸態硫黄 (SO₄-S) 100 mg/l とした。その他には緩衝材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。原水は常時攪拌させ、可変定量型の原水ポンプにより UASB 槽に供給した。UASB 槽下部から供給した原水は、有効容量 5ℓ (10cm^W×10cm^L×50cm^H) の下部反応槽に充填したグラニューク汚泥を通過する間に嫌氣的に分解される。次いで、UASB 処理水は DHS 槽上部に供給し、槽上部の散水装置によってスポンジ担体に滴下され、担体の内部や表面を自然流下する間に好氣的に分解される。また、DHS 処理水の一部は、UASB 槽に返送し、槽内の脱窒菌によって処理水中の硝酸は原水中的有機物を利用して窒素ガスに転換される。

表 1 に実験条件を示す。RUN 1 では原水量 47.5ℓ/d、スポンジ水容積 5.9ℓ、HRT 5.6 時間とし、RUN 2 では原水量を 36.0ℓ/d に減少させ、スポンジ水容積を 7.2ℓに増加させることで HRT 8 時間に上昇させ、有機物及び窒素の除去性能を確認した。

3. 実験結果及び考察

UASB 及び DHS 処理水の pH は RUN 1 及び RUN 2 とともに至適範囲の 6.5~7.5 を維持させた。UASB 処理水の ORP についても-250mV~-350mV を保持し、脱窒



①原水タンク②原水ポンプ③UASB 槽④脱硫槽
⑤pH 計⑥ORP 計⑦DHS 槽⑧沈殿槽⑨循環ポンプ

図 1 省エネ型嫌気好気法 (UASB+DHS 法) の実験装置の概要

表 1 実験条件

RUN	1	2
運転期間	1/29~10/14	10/15~12/17
日数	249日	74日
原水量(ℓ/d)	47.5	36.0
HRT(h)	5.6	8.0
循環比(-)	5.7	6.0
スポンジ水容積(ℓ)	5.9	7.2

反応に問題のない嫌気的環境を維持した。DHS 処理水の DO は、RUN 1 では 3.0~6.5mg/l、RUN 2 では 4.5~6.0mg/l であり、DHS 槽内の好気的環境を維持した。図 2 に UASB 槽内温度の経日変化を示す。UASB 槽内温度は RUN 1 では 20~30℃であったが、RUN 2 では冬期で槽内温度が低下したため、ヒーターによる温度制御を行い 25~30℃を維持させた。

図 3 に原水、UASB 及び DHS の処理水の COD_{Cr} の経日変化を示す。全実験期間を通して、原水の COD_{Cr} 約 300mg/l に対して、UASB 処理水で 15~50mg/l、DHS 処理水で 10~30mg/l の安定した水質を維持することができた。

図 4 に原水及び処理水の T-N の経日変化を示す。原水中の T-N は、UASB 槽内で有機性窒素 (Org-N) はアンモニア性窒素 (NH₄-N) に、NH₄-N は DHS 槽内で硝酸性窒素 (NO₃-N) に、その NO₃-N を含む処理水は UASB 槽に返送されて窒素ガス (N₂) となり、水中から除去される。結果として、原水 T-N 30~40mg/l に対して、DHS 処理水は RUN 1 で 20~10mg/l、RUN 2 (処理が安定するまでの 250~280 日を除く期間) で 5~10mg/l に減少した。また、UASB 処理水中の NO₃-N は 0.1 mg/l 程度であり、UASB 槽内での脱窒は良好に行われたと考えられるが、DHS 処理水中に残存した T-N は、そのほとんどが NH₄-N であったことから、さらなる処理水質の向上には DHS 槽での硝化反応を促進させることが必要であることが確認された。

図 5 に COD_{Cr} 及び T-N の除去率に示す。COD_{Cr} 除去率は、全実験期間を通して 90%程度以上を獲得し、また、T-N 除去率は、RUN 1 での 50~75%に対し、RUN 2 では 75~85%に向上した。本法は、HRT 8 時間で従来法と同等の処理性能が得られることを確認した。

4. まとめ

省エネ型嫌気好気法 (UASB+DHS 法) を用いて、有機物及び窒素の処理性能を検討した。その結果、HRT 8 時間において、COD_{Cr} 除去率 90%程度以上、T-N 除去率 75~85%を得ることができた。また、DHS 槽内の硝化を促進させることで、さらなる処理性能の向上が図れることも確認した。

参考文献

1) 宮地賢一、山崎慎一他 3 名、富栄養化を防止する無曝気省エネ型下水処理技術の開発、第 15 回土木学会施行支部技術開発研究会講演概要集、pp.361-362

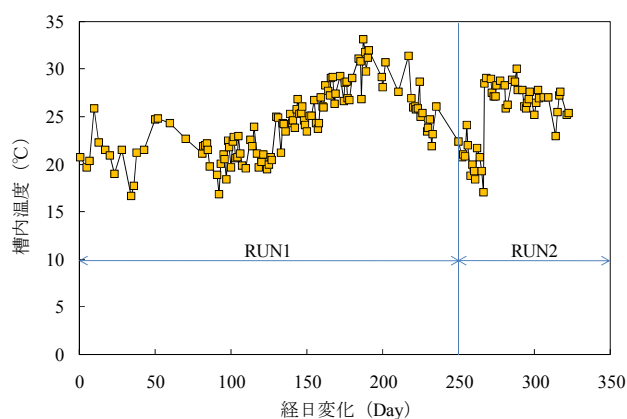


図 2 槽内温度の経日変化

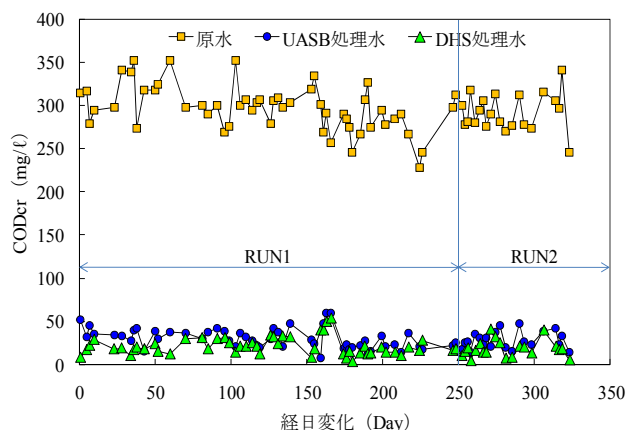


図 3 COD_{Cr} の経日変化

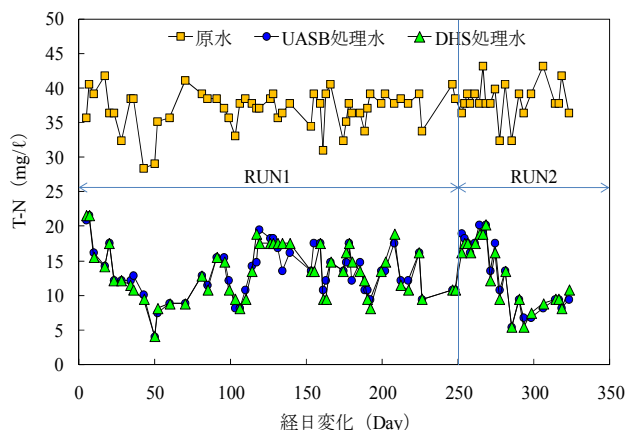


図 4 T-N の経日変化

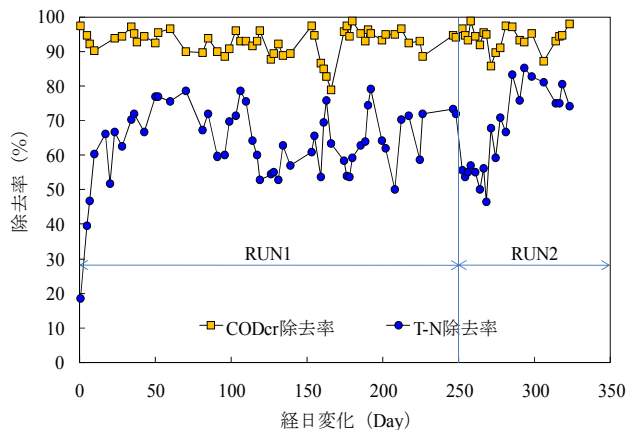


図 5 除去率の経日変化