省エネ型嫌気好気法による学校実下水の長期連続処理性能

住友化学　正　○吉村桃恵　構営技術コンサルタント　正　永岩拓馬
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

現在の下水処理で一般的に用いられている標準活性汚泥法は、空気供給に膨大なエネルギーを消費している。また、湖沼や内湾のような閉鎖性水域などでは富栄養化の問題が顕在化している。このような課題に対して、本研究室では、曝気動力が不要、余剰汚泥の発生量が少ないなどの特徴を持つ嫌気性処理法の一つである UASB 法（上昇流嫌気性スラッジブランケット法）と、好気性処理法である DHS 法（下降流懸垂型スポンジ法）を組み合わせた省エネ型嫌気好気法（UASB+DHS 法）を用いて下水中の有機物と窒素の処理性能を検討している。平成 23 年度は人工下水を処理し、従来法（標準活性汚泥法＋循環式硝化脱窒法）と同等の処理性能（CODcr 除去率 90%～95%、T-N 除去率 60～70%）を確認でき、10 月から原水を実下水に変更して処理実験を行っている [1)]。本研究は、実下水に対する処理性能をさらに詳細に評価するために、昨年度の実験を継続して検討を行った。

２．実験方法

図 1 に省エネ型嫌気好気法（UASB+DHS 法）の実験装置の概要を示す。原水は可変定量型ポンプにより UASB 槽（有効水容量 5ℓ）へ流入し、嫌気的に処理される。UASB 槽で発生したガスは脱硫槽を経由して湿式ガスメーターで計測した。UASB 処理水は DHS 槽（有効水容量 7.2ℓ）へ流入し、好気的に処理される。DHS 槽内には 1 辺 3.3cm の立方体のスポンジ担体を充填しており、UASB 処理水はこのスポンジ表面または内部を自然流下する間に大気中から酸素が自然供給されて処理される。DHS 処理水の一部は循環ポンプによって UASB 槽に循環させ、原水中の有機物を利用して DHS 処理水中の硝酸が脱窒される。原水には、高知高専の廃水処理施設に流入する実下水を採取して、ふるい（目開き 2mm）で固形物を取り除いたものを使用した。実下水の採取は、基本的に濃度が比較低い月曜日と高い金曜日の放課後に行った。

表 1 に実験条件を示す。実下水を使用した連続実験は平成 23 年 10 月 24 日から行っているが、本報では筆者が担当した平成 24 年 4 月 1 日から 12 月 21 日までの 265 日間の連続実験について報告する。運転方法として、水理学的滞留時間（HRT）は 8.1hr、UASB 槽への循環比は 6 に設定して一定運転を行った。水質の分析方法として、CODcr 濃度は吸光光度法（HACH 製 DR2800）、T-N（全窒素）濃度はペルオキソ二硫酸カリウムを使用する方法、各種イオン物質はイオンクロマトグラフ（島津製 SCL-10A）を使用した。

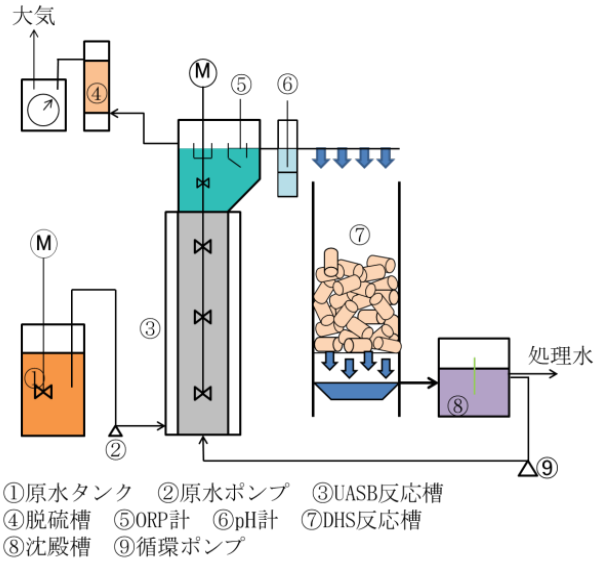

図 1　省エネ型嫌気好気法の実験装置

表 1 実験条件

原水	学校実廃水
運転期間	平成24年 4月1日～12月21日
日数	265日
原水量（ℓ/d）	36
HRT（hr）	8.1
循環比	6
温度制御	平成24年 11月6日～12月21日

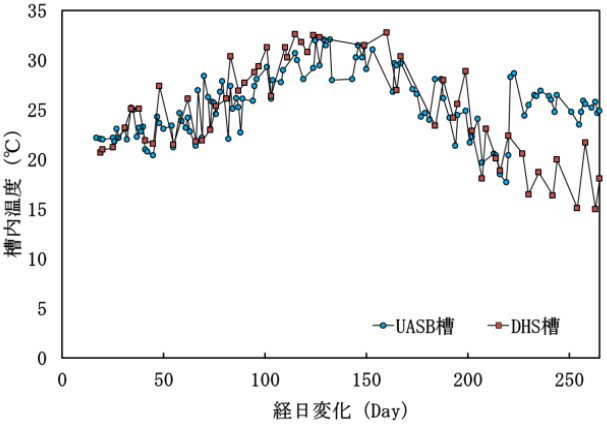

図 2　UASB 槽と DHS 槽の処理温度の経日変化

３．実験結果及び考察

図 2 に UASB 槽及び DHS 槽の処理温度の経日変化を示す。運転開始時の処理温度は 20℃程度で、夏季には 30℃程度まで上昇したが、その後の気温低下により 20℃を下回るようになったため、運転 220 日目（11 月 6 日）よりヒーターで加温して 15℃以上を維持させた。

図 3 に CODcr 濃度の経日変化を示す。原水の CODcr 濃度は 50～350mg/ℓ 程度まで大きく変動したが（夏季休業中の 125～175 日目は比較的低い）、UASB 処理水は 10～60mg/ℓ、DHS 処理水は 3～45mg/ℓ の安定した水質を得ることができた。

図 4 に T-N 濃度の経日変化を示す。原水の T-N 濃度は 20～70mg/ℓ と CODcr 濃度と同様に変動し、UASB 及び DHS 処理水も原水濃度に応じて 5～35mg/ℓ で変動した。図 5 に運転 60 日目（5 月 30 日）～118 日（7 月 27 日）における UASB 槽または DHS 槽への窒素の流入量と流出量の比較を示す。UASB 槽に流入した NO_3-N（硝酸性窒素）は脱窒により減少、DHS 槽に流入した NH_4-N（アンモニア性窒素）は硝化によって減少しているが、Org-N（有機性窒素）がほとんど減少していないことが分かる。T-N 除去性能の向上には、原水中に含まれる有機性窒素成分の分解を促進させる検討が必要である。

表 2 に平成 23 年度と平成 24 年度の処理性能の比較を示す。CODcr の除去率は 3 期間を通じて平均で 90%程度の値を得ることができた。一方、T-N の除去率については、処理温度の影響を受けて、27℃程度では 70%程度、20℃程度では 50%程度に変化することが長期の連続実験を通じて確認することができた。

４．まとめ

省エネ型嫌気好気法である UASB+DHS 法を用いて学校実下水を長期間連続処理した結果、CODcr 除去率は 90%程度、T-N 除去率も 70%程度の高い処理性能を得たが、処理温度が 20℃程度になると T-N 除去率は 50%程度に変化した。また、下水中の有機性窒素はほとんど除去されていないことも判明した。

参考文献

1) 永岩ら, UASB-DHS システムによる高専構内から排出される実下水の処理, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 67, 7- 129, 2012

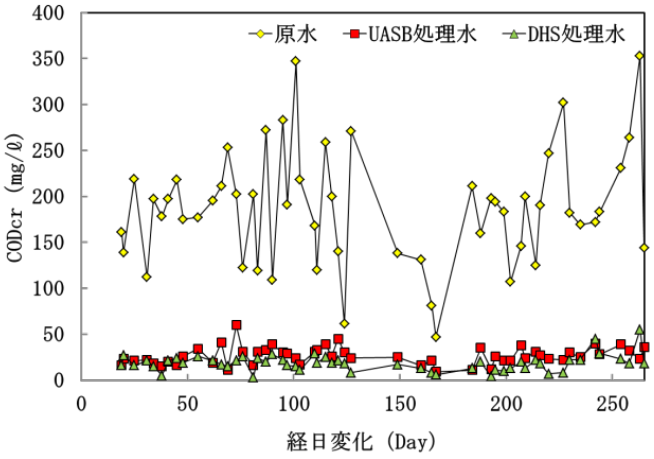

図 3　CODcr 濃度の経日変化

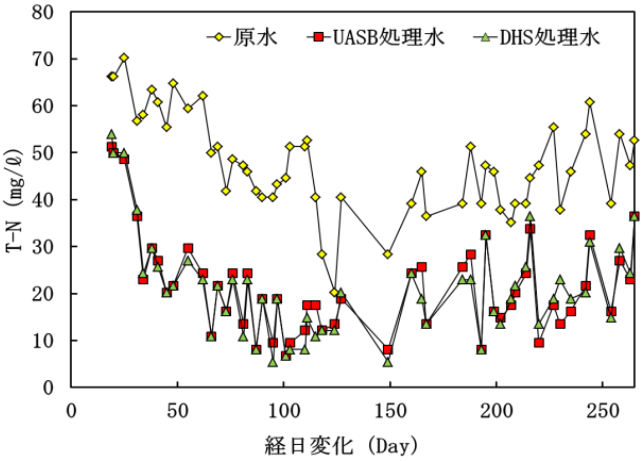

図 4　T-N 濃度の経日変化

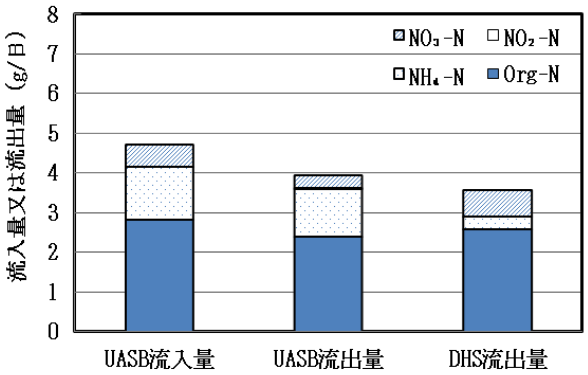

図 5　窒素の流入量と流出量の比較

表 2　平成 23 年度と 24 年度の処理性能の比較

		学校実下水		
		平成23年度 10/24～12/6	平成24年度 5/30～7/27	平成24年度 11/10～12/21
処理温度 (℃)	UASB槽	22.8	26.0	25.5
	DHS槽	21.0	27.7	18.0
CODcr (mg/ℓ)	原水	275.3	204.2	222.2
	UASB処理水	28.8	30.0	30.6
	DHS処理水	18.8	19.5	26.7
T-N (mg/ℓ)	原水	48.4	46.0	49.7
	UASB処理水	27.3	15.6	22.7
	DHS処理水	28.1	14.1	24.2
除去率 (%)	CODcr	94	90	88
	T-N	45	69	51