

UASB-DHS システムによる寒冷地の下水処理に関する研究

高知高専専攻科 学生会員 ○永岩拓馬, 長岡技科大 学生会員 宮地賢一
高知高専 正会員 山崎慎一, 長岡技科大 正会員 山口隆司

1. はじめに

従来の下水処理法として標準活性汚泥法などの好気性処理法があるが、この好気性処理法は曝気と呼ばれる空気供給に大量のエネルギーが使用されており、下水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、湖沼や湾内などの閉鎖性水域においては、窒素やリンなどの栄養塩の流入による富栄養化が問題となっている。このような課題に対して、本研究室では一昨年度より、高速嫌気処理法である 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 (COD_{Cr}) 及び窒素 (T-N) の除去性能の研究を行っている。昨年度の研究結果では、従来法である標準活性汚泥法+循環式硝化脱窒法での有機物除去率 90~95%、窒素除去率 80%前後と同等の処理性能が得られている¹⁾。そこで本年度は、DHS 槽を 2 槽式としてスポンジ水容積を増加させて DHS 槽内の硝化反応を促進させることで窒素除去率をさらに向上させることができるか、また、冬期において温度が低くなり微生物活性が低下する 15°C以下の低温域で、従来法と同等の処理性能が維持できるかについて検討を行った。

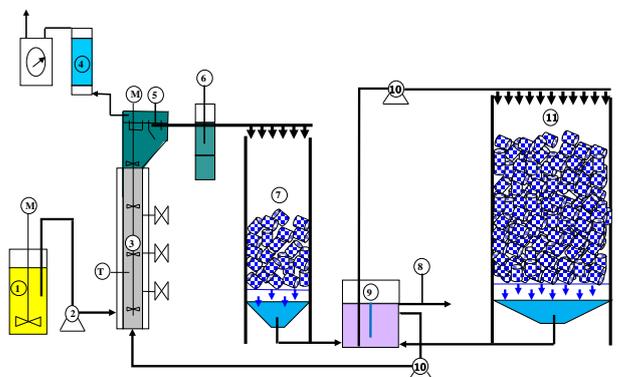
2. 実験方法

図 1 に省エネ型嫌気好気法 (UASB+DHS 法) の実験装置を示す。原水の有機炭素源および窒素源には、ショ糖、ポリペプトン、塩化アンモニウムを用いて、有機物 (COD_{Cr}) 濃度 300mg/l、全窒素 (T-N) 濃度 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て、全リン (T-P) 濃度 10mg/l、硫酸態硫黄 (SO₄-rS) 濃度 100mg/l とした。その他に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。原水は常時攪拌され、可変定量型ポンプにより UASB 槽に供給した。UASB 槽の下部反応槽の有効容量は 50 で、嫌気性グラニューール汚泥を充填した。DHS 槽は塩化ビニール製で、スポンジ担体の大きさは一辺 3.3cm の立方体を充填している。スポンジ担体の水容量は 1 槽目 DHS 槽では 7.20 (充填率 57.0%)、2 槽目 DHS 槽では 87.80 (充填率 64.4%) とした。UASB 処理水は DHS 槽上部から滴下され、散水装置から自然流下中に酸素が自然供給され、スポンジ内の好気性微生物により処理される。原水中の窒素は、有機性窒素 (Org-N) は UASB 槽内でアンモニア性窒素 (NH₄-N) に、NH₄-N は DHS 槽内で硝酸性窒素 (NO₃-N) に、NO₃-N を含む処理水は UASB 槽に返送され、UASB 槽内の脱窒菌により窒素ガス (N₂) となり除去される。

表 1 に実験条件を示す。実験は反応槽の温度制御を行わずに HRT を 66.6hr で一定として 224 日間行った。RUN 1 では循環比を 6 として有機物及び窒素除去性能の確認を 90 日間行った。その後、RUN 2 ではさらなる窒素除去率の向上を図るために循環比を 10 に上昇させ、冬期では気温が低くなり、微生物活性が低下する中で、従来法と同等の除去性能が得られるかを確認した。

3. 実験結果及び考察

全運転期間中、pH と DO 濃度に関しては、pH は 6.5~7.5、DO 濃度は 1 槽目 DHS 処理水では 4.0~6.5mg/l、2 槽目 DHS 処理水では 6.5~10.0mg/l と、運転に良好な環境条件を維持できた。UASB 槽の ORP は不安定な状態が多く、RUN 1 では処理安定後は -300mV~-400mV で良好な嫌気的環境を維持した。RUN 2 では循環比を 10 に上昇させたこと、冬期になり



①原水タンク ②原水ポンプ ③UASB反応槽 ④脱硫槽
⑤ORP計 ⑥pH計 ⑦DHS反応槽(7.20) ⑧DO計 ⑨沈殿槽
⑩循環ポンプ ⑪DHS反応槽(87.80)

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	5/8~8/5	8/6~12/17
日数	90日	134日
原水量 (l/d)	36.0	36.0
HRT(h)	8.1+58.5	8.1+58.5
循環比	6.0	10.0
温度制御	無	無
スポンジ水容積 (l)	7.2+87.8	7.2+87.8

DHS 処理水の DO 濃度が増加したことで嫌気状態の維持が難しくなり、ORP が安定せず-350mV～+200mV の範囲を推移した。

図 2 に UASB 槽内温度の経日変化を示す。RUN 1 では 20～30℃であり、適切な温度環境を維持した。RUN 2 では槽内温度は徐々に低下していき、運転 180 日目以降では、至適温度を下回り 15℃以下の低温域となった。

図 3 に COD_{Cr} 濃度の経日変化を示す。全運転期間を通して原水 300～400mg/l に対し、UASB 処理水で 10～45mg/l、1 槽目 DHS 処理水で 10～30mg/l、2 槽目 DHS 処理水で 5～20mg/l の良質な処理水が得られ、15℃を下回った運転 180 日目以降も性能低下はみられなかった。

図 4 に T-N 濃度の経日変化を示す。原水が約 40mg/l に対し、RUN 1 及び 2 において処理が安定する 1 ヶ月を除き 5～7mg/l、運転 180 日目以降は 20mg/l 前後となった。DHS 処理水中の NH₄-N はほぼ確認されず、これは DHS 槽を 2 槽式としたことにより硝化反応が促進された効果と考えられる。180 日目以降は UASB 槽内の脱窒反応、DHS 槽内の硝化反応が低下したため、T-N 濃度が上昇した。

図 5 に COD_{Cr} および T-N の除去率を示す。COD_{Cr} 除去率は全運転期間を通して 95%以上を達成し良好な処理性能を得ることができた。T-N 除去率は処理が安定する 1 ヶ月を除いて、平均で RUN 1 では 82.4%、RUN 2 では夏期は 81.7%、冬期は 54%となり、夏期においては DHS 槽を 2 槽式としたことにより処理性能は向上し、良好な処理性能が得られた。しかし、冬期においては温度が 15℃以下まで低下すると、除去率は大きく低下し 40～60%程度の除去率しか得られなかった。

4. まとめ

省エネ型嫌気好気法の UASB+DHS 法を用いて、有機物及び窒素の除去性能を検討した結果、DHS 槽を 2 槽式にしたことで、COD_{Cr} 除去率は 95%以上、T-N 除去率は 80～85%に処理性能は向上した。また、15℃以下の低温域では、UASB 槽内での脱窒反応、DHS 槽内での硝化反応ともに低下し、T-N 除去率は 60%以下に低下することが確認された。

参考文献

1) 宮地賢一、浅野健二、山崎慎一他 3 名、UASB-DHS システムによる下水高度処理性能の検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.65th, Disk 2, 7-046, 2010

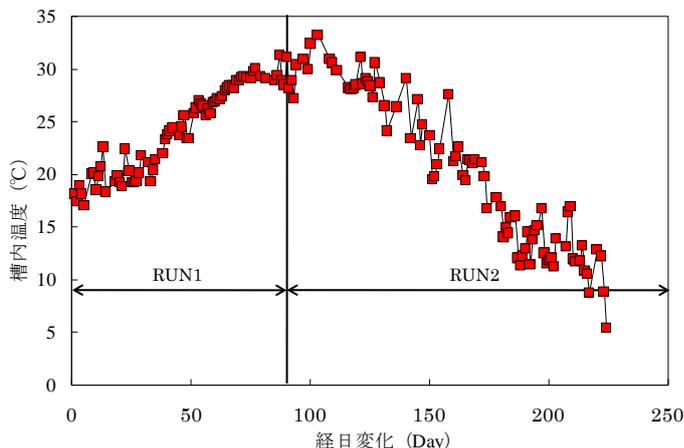


図 2 槽内温度の経日変化

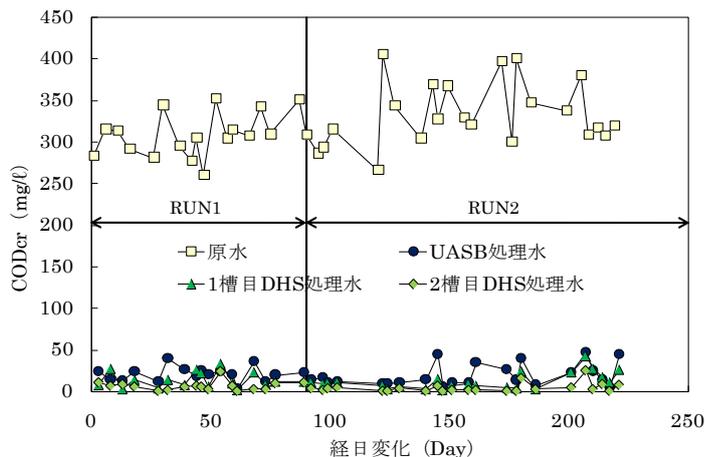


図 3 COD_{Cr} 濃度の経日変化

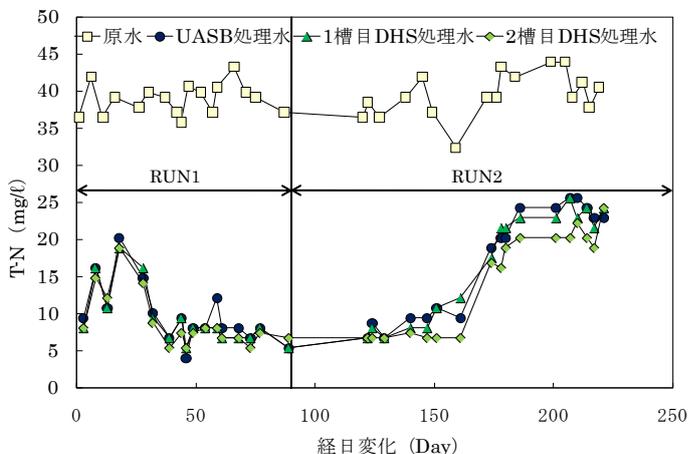


図 4 T-N 濃度の経日変化

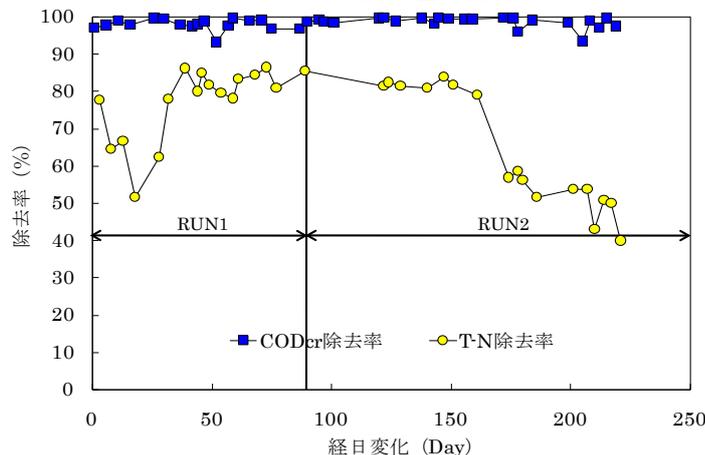


図 5 COD_{Cr} 及び T-N 除去率の経日変化