

株式会社日本環境リサーチ	正会員	○藤近ひとみ
高知工業高等専門学校	正会員	山崎慎一
呉工業高等専門学校	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

上向流嫌気性スラッジブランケット反応槽（以下UASB反応槽と称す）と好気処理槽を組み合わせた下水処理システムは、従来の標準活性汚泥法等と比べて稼働エネルギーの省力化、廃棄汚泥の減量化、処理の安定化、高速化が期待できると考えられる。これまでの研究から、人工下水をHRT1.5時間でUASB反応槽に連続流入しCOD_{Cr}除去率70%以上の処理性能を確認している。本研究は、都市下水（人工廃水）を対象とし、UASB反応槽と接触酸化槽を組み合わせた省エネルギー型高速排水処理システムの実用化に向けた設計、運転に必要な基礎的データの採取を行うとともに、好気処理水循環による有機物と窒素の同時除去特性すなわち高度処理特性について検討することを目的とする。

2. 実験方法

図1にUASB-接触酸化室内実験装置を示す。原水は常時攪拌され、可変定量型の原水ポンプによりUASB反応槽に供給した。UASB反応槽はアクリル製で、下部反応部の有効容量は7lとし、常時クールニクスで加温した。UASB反応槽への植種汚泥は、長期間煮豆工場廃水で馴致されたグラニューク汚泥を投入し、実験開始時の反応槽内のMLVSS濃度は58000mg/l（V/S比0.89）とした。発生ガスは脱硫槽を経由し、湿式ガスメータで流量を測定した。接触酸化槽については有効容量を14lとし、酸化槽内部には生物付着担体を充填し、常時エアープンプで曝気した。なお実験開始時にはK市都市下水処理場の活性汚泥を植種した。

原水にはショ糖200mg/l、ポリペプトン100mg/l、NH₄Cl 100mg/lが含まれ、COD_{Cr}で300mg/l、T-Nで30mg/l（NH₄-N 26mg/l）に調整した。また緩衝剤としてNaHCO₃と微量の無機塩類も添加した。

実験装置は予め原水で約3ヶ月間の馴致運転を行った。その後原水量を一定として循環比（原水量に対する好気処理水循環量の比）を約2週間毎に1、2、4、8に段階的に増加させた。なお実験開始時のCOD_{Cr}容積負荷とHRTは、UASB反応槽で1.9g/l・d、3.5h、接触酸化槽で0.5g/l・d、7.0hとした。

原水、UASB処理水、好気処理水のpH、COD_{Cr}（S-COD_{Cr}）と発生ガス中のH₂、N₂、CH₄、CO₂の組成分析は1回/日行い、有機性窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素の分析は2回/週行った。COD_{Cr}および窒素の分析には吸光度分析計（HACH製DR2010）、ガス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。

3. 実験結果および考察

図2に原水量および循環量の経日変化を示す。原水量は一定とし、実験37日目から循環量を段階的に変化させ、最終的に循環比を8まで増加させた。なおこの循環量の増加によりUASB反応槽および接触酸化槽のHRTは各々3.5h

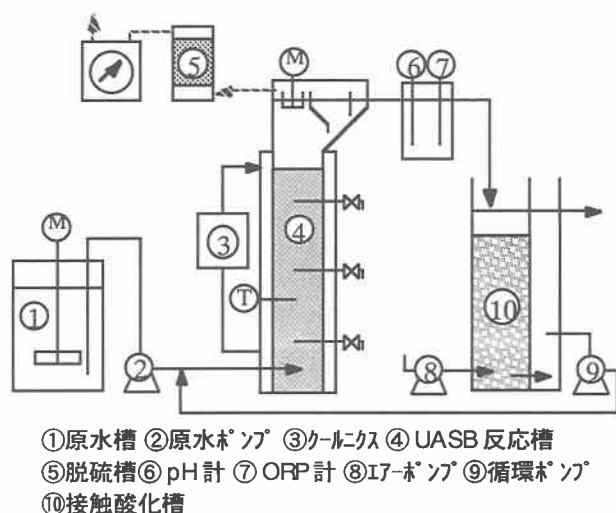


図1 UASB-接触酸化室内実験装置

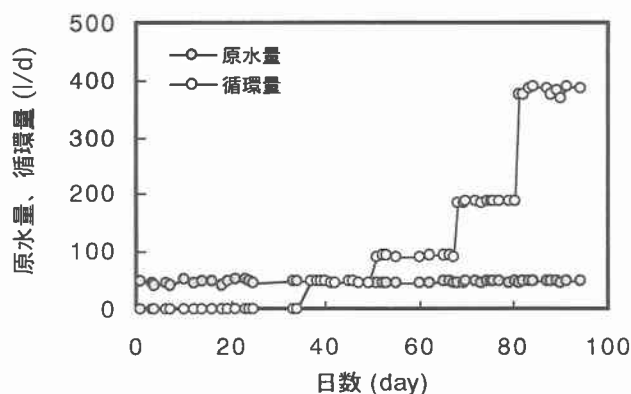


図2 原水量および循環量の経日変化

～0.4h、7.0h～0.8hに減少した。

図3にUASB反応槽の処理温度とORP（酸化還元電位）の経日変化を示す。処理温度は処理水循環を行う以前（実験36日目まで）は25℃程度を維持したが、循環比の増加とともに次第に低下し、循環比8では21～22℃となった。ORPについても同様に-400mV程度から次第に向上し、循環比8では0～-100mVにまで上昇した。

UASB反応槽から発生するガス量は、循環比の増加に伴い減少傾向を示した。また図4に発生ガス組成の経日変化を示す。メタンガス分率は処理水循環を行う以前は40%程度であったが、循環比の増加とともに次第に低下した。この循環比の増加でメタンガス量が減少した原因は、処理水への溶存メタン流出量が増加したためと考えられる。

図5に原水、UASB処理水、好気処理水のCOD_{Cr}濃度の経日変化を示す。原水COD_{Cr}約300mg/lに対して、処理水循環を行う以前のUASB処理水は平均で136mg/l（除去率55%）、好気処理水は平均で73mg/l（除去率76%）であった。しかし実験37日目以降の循環比の増加に従って次第に減少し、循環比8では平均でUASB処理水23mg/l（除去率92%）、好気処理水16mg/l（除去率95%）の値を確認した。

図6に原水、UASB処理水、好気処理水の全窒素（T-N）濃度の経日変化を示す。処理水循環を行う以前は、UASB反応槽で有機性窒素の減少によるアンモニア性窒素の増加、また接触酸化槽でアンモニア性窒素の減少による硝酸性窒素の増加（硝化反応）が確認されたが、全窒素濃度としては原水約35mg/lに対して処理水での著しい減少は認められなかった。しかしその後の循環比の増加により、次第に処理水中の全窒素濃度が減少傾向を示し、循環比8においてはUASB処理水および好気処理水ともに平均で8mg/l（除去率69%）にまで減少した。これは処理水循環に伴うUASB反応槽への硝酸性窒素負荷量の増加によって脱窒量（硝酸性窒素から窒素ガスへの反応量）が増加したためと考えられる。またUASB処理水および好気処理水でCOD_{Cr}濃度が減少した原因も、この脱窒反応による有機物利用量の増加が起因していると考えられる。

4. まとめ

人工下水をUASB-接触酸化実験装置で連続処理し、UASB反応槽への好気処理水の循環比を段階的に増加させた結果、処理温度21～22℃における循環比8の条件下において、COD_{Cr}除去率95%、全窒素除去率69%の値を得た。よってUASB反応槽と接触酸化を組み合わせた処理システムは、下水の高度処理をも可能にする特性を有していることが実証できた。

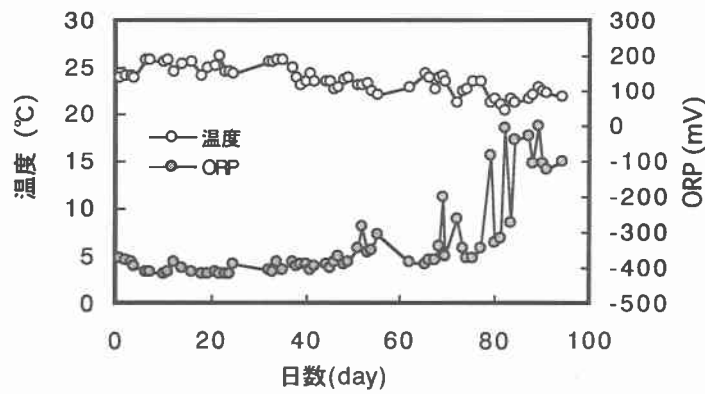


図3 UASB反応槽の温度とORPの経日変化

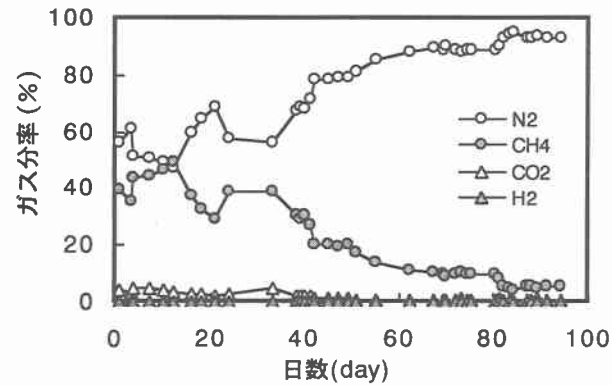


図4 UASB反応槽の発生ガス組成の経日変化

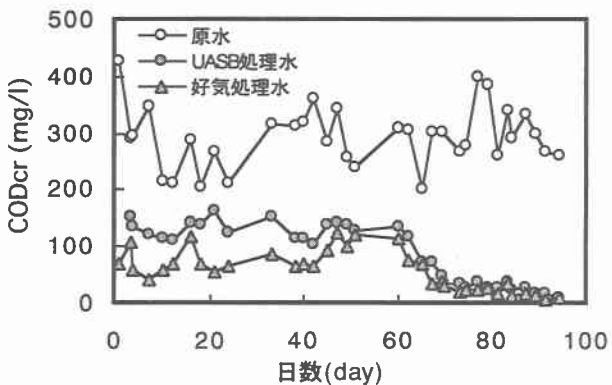


図5 COD_{Cr}の経日変化

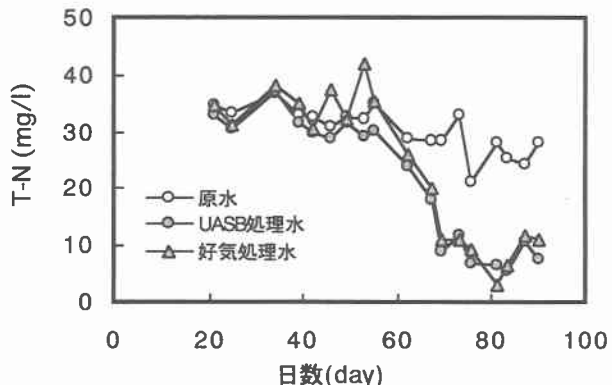


図6 T-Nの経日変化