

UASB - 接触酸化処理システムの下水処理性能に及ぼす温度の影響

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
長岡工業高等専門学校	正会員	荒木 信夫
長岡技術科学大学	正会員	原田 秀樹

1. はじめに

高速嫌気性反応槽と接触酸化槽を組み合わせた下水処理システムは、従来から普及されてきている標準活性汚泥法と比較して、処理の高速化と高度化、稼働エネルギーの省力化、廃棄汚泥の減量化が期待できる。本研究では、高速嫌気性反応槽の一つであるUASB反応槽と接触酸化槽を組み合わせた室内実験装置を使用して、都市下水を想定した低濃度有機性排水を高速処理し、処理水循環および処理温度が有機物、窒素等の処理特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

図1にUASB-接触酸化処理装置の概要を示す。UASB反応槽は有効容量7lとし、槽内温度は流入水を加温あるいは冷却して調節した。槽内のグラニュール汚泥（約80gVSS/l）は、本研究で使用する原水で長時間馴致したものを使用した。発生ガスは、硫化水素を除去後、湿式ガスメータで計量した。UASB処理水が流入する接触酸化槽は有効容量7lとし、槽内部には生物付着担体を充填し（充填率30%）、常時エアータンクで曝気した。接触酸化処理水の一部は、循環ポンプによりUASB反応槽流入部に返送して循環を行った。

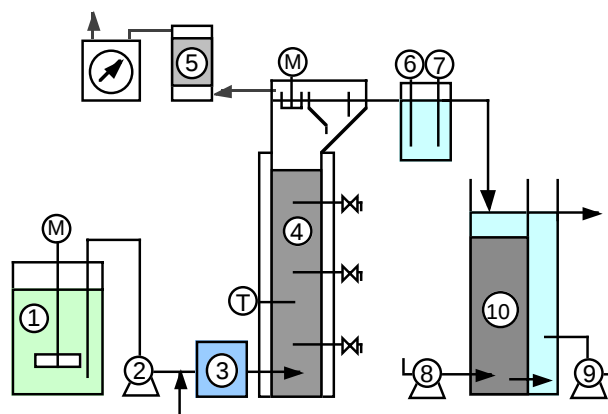
原水は、SS成分を除去した都市下水を想定して、しょ糖、ポリペプトン、 NH_4Cl などを使用し、 COD_{Cr} 300mg/l（ BOD 180mg/l）、 T-N 30mg/l（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 26mg/l）、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 33mg/l、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 33mg/lに調整した。また緩衝剤として NaHCO_3 と微量の無機塩類も添加した。

原水、UASB処理水、接触酸化処理水の COD_{Cr} 、 Org-N 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の分析は吸光度分析計（HACH製DR2010）、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{SO}_4\text{-S}$ の分析にはイオンクロマトグラフィー（島津製LC-VP）を使用した。

図2に原水量、循環量、HRT、槽内温度の変化を示す。本実験では、HRT（UASB反応槽と接触酸化槽のTotal水理学的滞留時間）を4.5hで一定とし、各槽内の処理温度を23℃程度に維持して、運転0～46日目までは処理水循環なし、47日目以降は循環比（原水量に対する処理水循環量の比）2で運転を行った。また、運転136日目以降は、循環比2としてUASB槽流入水温度を徐々に低下させ、最終的にUASB槽内温度6～3℃（接触酸化槽温度15～12℃）まで低下させた。なお、UASB反応槽内のORPは、全運転期間を通じて-300～-400mVの嫌気条件を維持させた。

3. 実験結果および考察

図3に原水、UASB処理水、接触酸化処理水のpH、 COD_{Cr} 、 T-N の経日変化を示す。pHは、全運転期間を



原水槽 原水ポンプ 温水/冷却水循環装置
UASB槽 脱硫槽 pH計 ORP計 エアータンク
循環ポンプ 接触酸化槽

図1 UASB-接触酸化処理装置

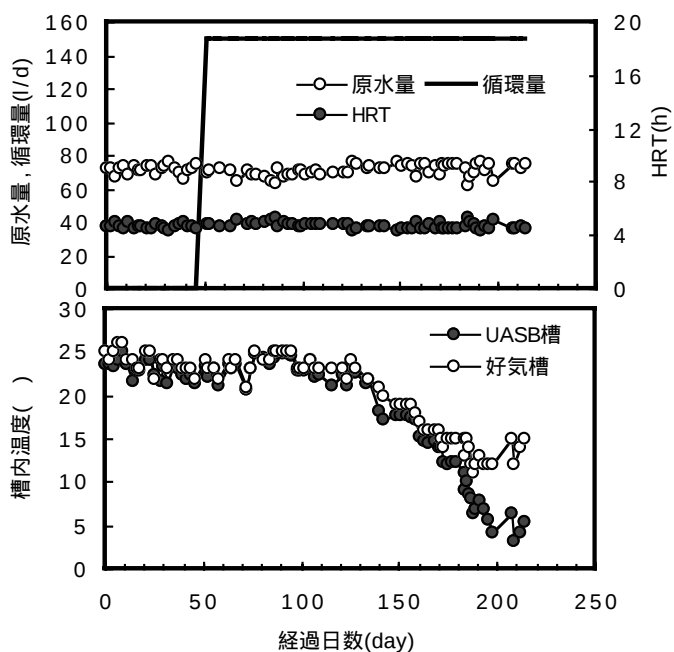


図2 原水量、循環量、HRT、槽内温度の変化

キーワード：UASB、接触酸化、下水処理、窒素除去

連絡先：〒783-8508 高知県南国市物部乙200-1 高知高専建設システム工学科 TEL/FAX 088-864-5671

通して、UASB 処理水 6.9 ~ 8.0、接触酸化処理水 7.3 ~ 8.5 を維持した。

接触酸化処理水の CODcr は、原水 200 ~ 350mg/l に対して、循環の有無に関わらず、また UASB 槽内温度を 3（接触酸化槽では 12）まで低下させた運転後期においても 30mg/l 以下（BOD では 20mg/l 以下）の良好な水質を得ることができ、CODcr 除去率は 92% 以上を確保した。

接触酸化処理水の T-N は、原水 30 ~ 50mg/l に対して、循環なしの場合で平均 19mg/l であったが、循環比 2 の UASB 槽内温度 7 以上の条件では平均 12mg/l に減少し、処理水循環による窒素除去性能の向上が確認された。

図 4 に UASB 反応槽および接触酸化槽の窒素の流入量および流出量を示す。循環なし（UASB 槽内温度 25 ~ 21）の場合、原水中の有機性窒素は、UASB 反応槽内で $\text{NH}_4\text{-N}$ に変換され、その $\text{NH}_4\text{-N}$ は後段の接触酸化槽内で良好に $\text{NO}_3\text{-N}$ に変換された。一方、循環比 2 の UASB 槽内温度 25 ~ 7 の場合は、接触酸化槽で硝化された $\text{NO}_3\text{-N}$ 量の 2/3 が UASB 反応槽に返送されてほぼ完全に脱窒し、その結果、原水に対する処理水の T-N 除去率は 68% の値を獲得した。しかし、UASB 槽内温度が 6 ~ 3（接触酸化槽内温度では 15 ~ 12）になると、UASB 槽内での脱窒率は 77% に減少し、また接触酸化槽でも硝化機能が低下して、T-N 除去率は 56% に低下した。

$\text{PO}_4\text{-P}$ および $\text{SO}_4\text{-S}$ については、循環の有無に関係なく処理水に著しい減少は確認されなかった。ただ、 $\text{SO}_4\text{-S}$ は UASB 反応槽内で硫化物に還元されて殆どが溶存流出し、後段の接触酸化槽では再び硫化物が $\text{SO}_4\text{-S}$ に変換された。UASB 反応槽での硫酸還元率は、循環なしの場合 98.7%、循環比 2 の場合（25 ~ 14）41.4% であった。

UASB 反応槽におけるガス態でのメタン回収率は、循環なしの場合 10 ~ 20% 程度であったが（ガス中のメタン含率は約 65%）循環比 2 の場合は、メタンの溶存流出量のさらなる増加によって 1% 以下に減少した。本実験システムでのガス態でのメタン回収はさほど期待できないことが判明した。

4. まとめ

UASB 反応槽と接触酸化槽を組み合わせた実験装置を用いて人工下水を HRT4.5h で高速処理を行った。その結果、1) 接触酸化処理水の CODcr は、UASB 反応槽 3（接触酸化槽 12）においても 30mg/l 以下（CODcr 除去率は 92% 以上）の良好な水質を得た。

2) 接触酸化処理水の T-N は、循環なしと比べて、循環比 2 では、接触酸化処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ が UASB 反応槽内で脱窒されて減少した。T-N 除去率は UASB 槽内温度 7 までは 68% の値を得た。

参考文献

1) 山崎ら, UASB-接触酸化処理システムによる低濃度有機物、窒素の同時除去特性, 第 34 回水環境学会年会講演集, 531, 2000

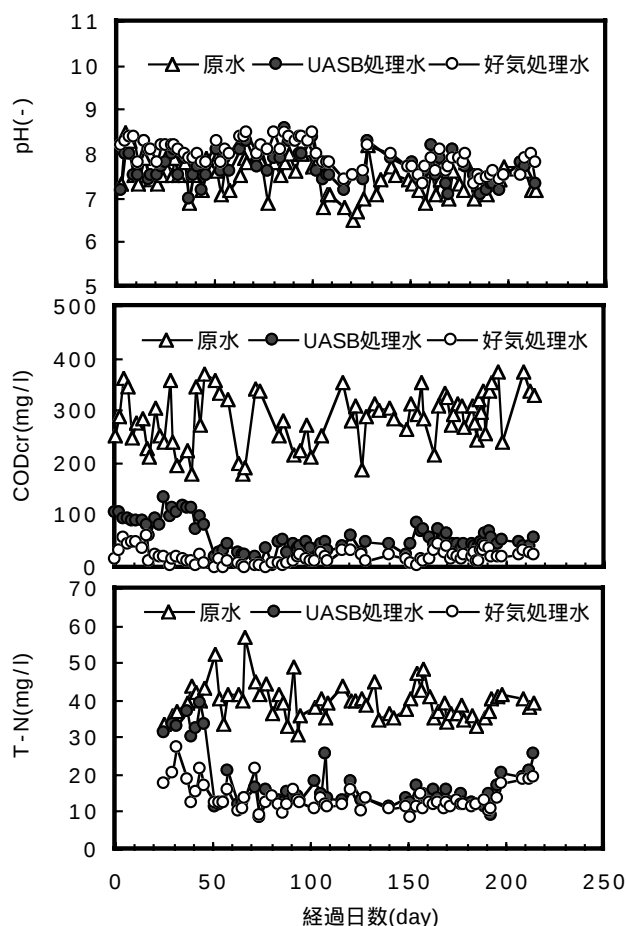


図 3 pH、CODcr、T-N の変化

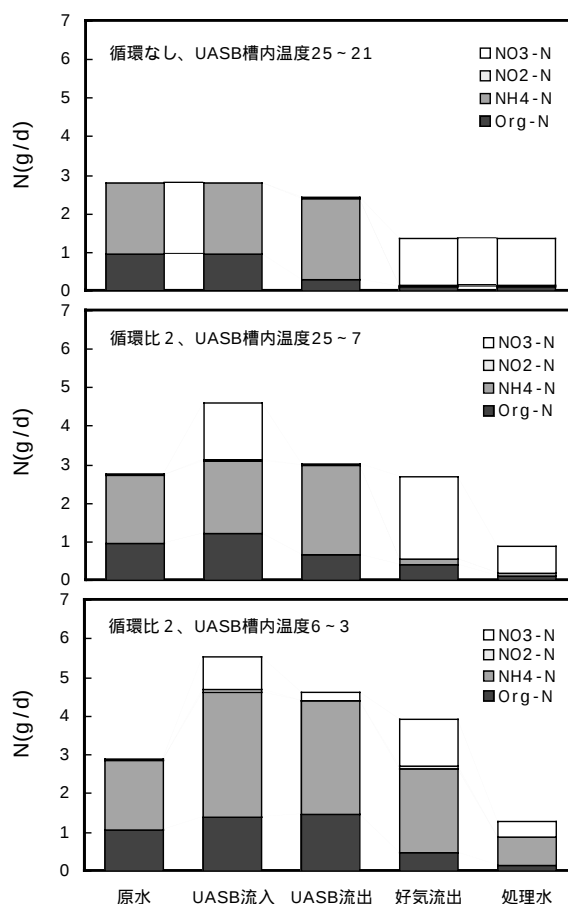


図 4 反応槽への窒素の流入量および流出量