

VII-2 UASB-接触酸化処理システムにおける槽内微生物の硫酸還元活性と硫黄脱窒活性

高知高専専攻科 学生会員 ○片岡 功, 学生会員 田原 実

徳島大学 学生会員 笹岡宏光, 高知高専 正会員 山崎慎一

呉高専 正会員 山口隆司, 長岡技術科学大学 正会員 原田秀樹

1. 諸 言

近年、湖沼や内湾などの閉鎖性水域では富栄養化が問題となっており、排水中に含まれる窒素やリンが除去可能な高度処理の普及が望まれている。しかし、現在用いられている高度処理法は処理に時間を要し、エネルギーの消費も大きい。そこで本研究室では、処理の高速化、稼動エネルギーの省力化、廃棄汚泥の減量化、窒素除去が可能な UASB 反応槽と接触酸化槽を用いた高速下水高度処理法を提案している¹⁾。本研究では、2 槽式 UASB-接触酸化処理システムで馴致された槽内微生物の各種活性を測定して、UASB 槽内における窒素除去メカニズムについて検討を行った。

2. 実験方法

2-1 槽内汚泥の馴致条件

活性試験には 2 槽式 UASB-接触酸化処理装置より採取した汚泥を使用した。UASB 反応槽は 2 槽とも有効容量 5L、植種汚泥には食品工場廃水処理グラニュール汚泥を使用している。馴致基質は、炭素源及び窒素源としてしょ糖、ポリペプトン、塩化アンモニウムを使用し COD_{Cr} 300mg/l、T-N 30mg/l に調整している。汚泥馴致前の植種汚泥、馴致 84 日目（循環比 2, SO₄-S 33mg/l, COD_{Cr} 除去率 93.7%, T-N 除去率 63.2%）、馴致 380 日目（循環比 4, SO₄-S 100mg/l, COD_{Cr} 除去率 94.4%, T-N 除去率 71.1%）の 1 槽目と 2 槽目の UASB 槽底部から汚泥を採取した。

2-2 活性試験方法

活性試験には容量 122 ml のバイアル瓶を用い、緩衝液 (25mM phosphate, pH7.0)、Mg や Ca 等の微量無機塩、酸化還元試薬 (1mg/l resazurin)、還元剤 (250mg/l Na₂S·9H₂O)、嫌気条件下で分散処理したグラニュール汚泥 (2~5gVSS/l) と表 1 に示したテスト基質（酢酸塩は 2000mgCOD/l、水素基質は H₂:CO₂=80:20 で 1.4atm、硫酸塩とチオ硫酸塩は 200~400 mgS/l、硝酸は 200~400 mgN/l）を各々投入した。また、メタン生成活性以外のバイアル瓶には、メタン生成を停止させる目的でクロロホルム (5mg/l) を注入した。バイアル瓶は 35℃±1℃の振とう培養器で培養し、経時的に発生ガス及び上澄液のサンプリングとその分析を行ってメタン生成活性、硫酸還元活性、他栄養性脱窒活性、硫黄脱窒活性を評価した。なお、これらの活性は同一条件で 2 本ずつ測定を行った。

Table 1 Test substrate used for each activities

Activity	Test substrate
Methane-producing	CH ₃ COONa
	H ₂ +CO ₂
Sulfate-reducing	CH ₃ COONa, Na ₂ SO ₄
	H ₂ +CO ₂ , Na ₂ SO ₄
Heterotrophic denitrification	CH ₃ COONa, KNO ₃
Sulfur denitrification	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O, KNO ₃

3. 実験結果及び考察

図 1 に 1 槽目 UASB 汚泥、図 2 に 2 槽目 UASB 汚泥の汚泥馴致前、84 日目、380 日目における UASB 槽内汚泥のメタン生成活性、硫酸還元活性、他栄養性脱窒活性、硫黄脱窒活性の測定結果を示す。なお脱窒活性は通常バイアル内の硝酸の減少量で評価するが、他栄養性脱窒を測定した 2 槽目 UASB 汚泥のバイアル内では硫酸の生成がみられたため（汚泥内に蓄積した硫化物によって硫黄脱窒反応が生じたため）、硫黄脱窒反応で消費される窒素量を差し引いて評価した。また他栄養性脱窒による有機物利用速度は、脱窒量を COD 量に換算 (2.857gCOD/gN) して算出した。

図 1 の 1 槽目 UASB 汚泥の有機物除去活性をみると、植種汚泥の馴致によって水素資化性メタン生成活性は約 1.6 倍に増加、酢酸資化性メタン生成活性は約 6 倍に増加、水素資化性硫酸還元活性は約 2 倍に増加し

た。次いで、原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ 濃度を 33mg/l から 100mg/l に増加した馴致 380 日目では、水素資化性メタン生成活性は約 1/2 に減少したが、水素資化性硫酸還元活性はさらに約 2.4 倍増加した。1 槽目 UASB 槽内では、原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ 濃度の増加によって酢酸資化性メタン生成菌とともに水素資化性硫酸還元菌が優先的に増殖していると推察される。また、脱窒活性については汚泥馴致前と変化はなく、1 槽目 UASB 槽内には脱窒菌はほとんど生息していないことが確認できる。

図 2 の 2 槽目 UASB 汚泥の有機物除去活性をみると、馴致 84 日目では水素資化性硫酸還元活性と他栄養性脱窒活性が著しく向上し、メタン生成活性は減少した。脱窒活性をみると、馴致 84 日目は他栄養性脱窒活性と硫黄脱窒活性が増加し、馴致 380 日目では他栄養性脱窒活性が 6 割程度に減少したが、硫黄脱窒活性が約 2 倍に増加した。原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ 濃度の増加は、1 槽目 UASB 槽で硫酸還元量を増加させると同時に、2 槽目 UASB 槽内で硫黄脱窒菌の増殖を活発化させて、全体の脱窒量の増加に寄与しているのではないかと推察される。

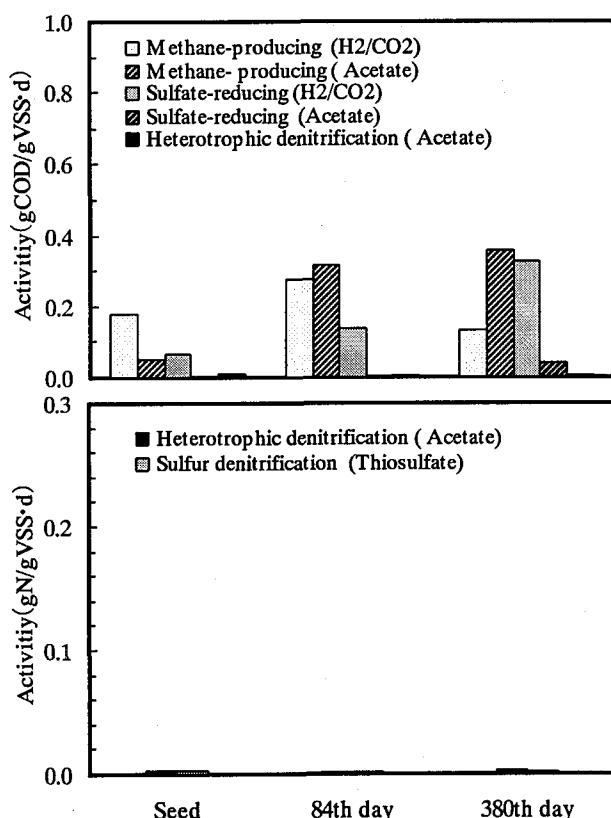


Fig.1 Activities of 1st UASB reactor sludge

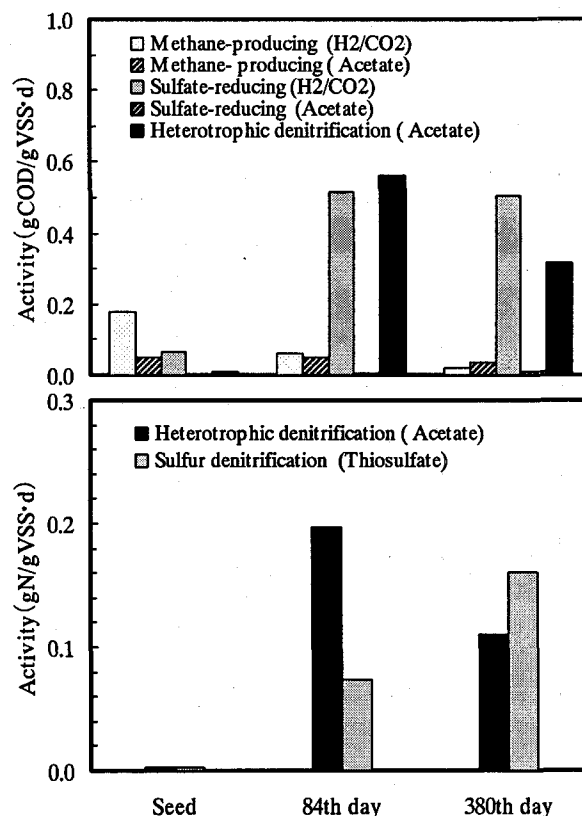


Fig.2 Activities of 2nd UASB reactor sludge

4. 結 言

2 槽式 UASB-接触酸化処理システムで馴致された槽内微生物の各種活性を測定した結果、1 槽目 UASB 槽では酢酸資化性メタン生成菌と水素資化性硫酸還元菌が、2 槽目 UASB 槽では他栄養性脱窒菌と硫黄脱窒菌が優先的に増殖していることを確認した。また、原水 $\text{SO}_4\text{-S}$ 濃度の増加は、1 槽目 UASB 槽で硫酸還元量を増加させると同時に、2 槽目 UASB 槽内で硫黄脱窒菌の増殖を活発化させていることが推察された。

謝 辞

本研究は、NEDO より産学技術研究事業費補助金、広島県産業科学技術研究所産学官共同研究費、科学研究費補助金（基盤研究 C）を受けて遂行した。記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 山崎慎一ら、UASB-接触酸化下水処理システムによる有機物と窒素の同時除去特性、土木学会論文集, No734/VII-27, p135-142, 2003