

VII-19 微小電極による UASB 汚泥内のグルコース、硫化物プロファイルの測定

(株) 轟組 正 ○長山真也 高知高専 正 山崎慎一
呉高専 正 山口隆司 長岡技術科学大学 正 原田秀樹

1. はじめに

近年、産業廃水等の生物学的処理では、接触酸化法や UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) 法等の微生物の自己固定化作用を利用した処理法が急速に実用化されてきており、固定化生物膜やグラニュール汚泥は処理の高効率化に重要な役割を果たしている。しかし実際の生物膜内で、どのような生態学的構造を有し、また機能しているのかについては未解明の部分が多く、今後処理の信頼性や安定化を高めるためには、これら生物膜内の生態環境を把握することが重要といえる。そこで本研究は、UASB グラニュール汚泥内の基質反応形態の調査を目的として、微小電極を使用し汚泥内部の pH、グルコース、硫化物プロファイルを測定した。

2. 実験方法

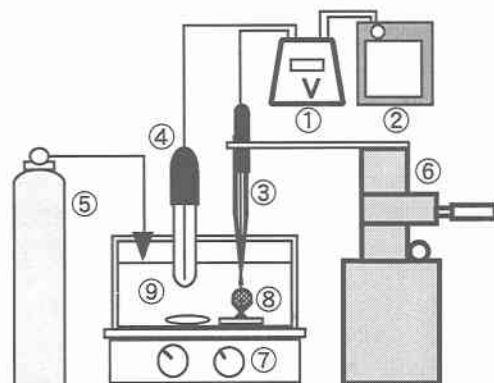
本研究では、pH、グルコース、硫化物の3種の微小電極を作成した¹⁾。図-1 にグラニュール汚泥内の pH および硫化物プロファイル測定装置を示す。グラニュール汚泥は、連続的に N_2 ガスを噴入し嫌気状態を確保した培地の入ったアクリル製セル ($5cm^W \times 4cm^L \times 3cm^H$ 、有効容量 60ml) 中に設置され、培地温度はホットプレートスターラーで $25^\circ C$ に維持した。培地は、 NH_4Cl 、 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$ 等の無機塩類に、グルコース ($0 \sim 500mg/l$)、 SO_4-S ($0 \sim 50mg/l$) を添加した。グラニュール汚泥内の pH および硫化物プロファイルは、マイクロメータに取り付けられた微小電極を $100 \mu m$ ピッチでグラニュール汚泥中心に向かって移動させ、各挿入位置での電位差を電位差計 (TOA HM-30S) によって測定した。グラニュール汚泥内のグルコースプロファイル測定については、電位差計の代わりに $0.6V$ に変圧したバッテリーと電流計 (TOA PM-18) を使用し、その他は pH、硫化物プロファイル測定装置と同様である。

写真-1 に本実験で使用したグラニュール汚泥を示す。グラニュール汚泥は、希釈牛乳で長期間馴致した UASB 反応槽 (反応槽温度 $35^\circ C$ 、基質 CODcr $3800mg/l$ 、 SO_4-S $8mg/l$ 、CODcr 容積負荷 $6kg/m^3 \cdot d$ 、CODcr 除去率 90%) から採取した粒径 $3mm$ 程度のものを使用した。

3. 実験結果および考察

3-1 微小電極の性能

pH およびグルコース微小電極の検量線は、各々 pH $4 \sim 9$ 、グルコース $0 \sim 500mg/l$ の範囲で高い相関を有する直線関係が得られた。図-2 に硫化物微小電極の検量線を示す。硫化物微小電極の検量線は、 pS^{2-} $7 \sim 17$ (pH 7 の時 $0.01mgS/l$)

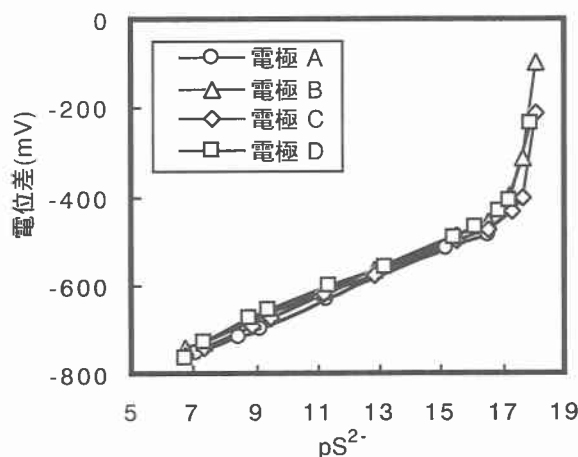


①電位差計 ②記録計 ③pH、硫化物微小電極
④参照電極 ⑤窒素ガス ⑥マイクロメータ ⑦ホットプレートスターラー ⑧グラニュール汚泥 ⑨培地

図-1 pH、硫化物プロファイルの測定装置



写真-1 UASB グラニュール汚泥



電極 A : $28.8mV/pS^{2-}$ ($r^2=0.999$)

電極 B : $29.1mV/pS^{2-}$ ($r^2=0.999$)

電極 C : $28.9mV/pS^{2-}$ ($r^2=0.999$)

電極 D : $29.6mV/pS^{2-}$ ($r^2=0.992$)

図-2 硫化物微小電極の検量線

の範囲で相関性の高い直線関係が得られた。

3-2 グラニュール汚泥内 pH、グルコース、硫化物
プロファイル

図-3 にグラニュール汚泥内の pH、グルコース、硫化物プロファイルを示す。pH およびグルコースプロファイルの培地は、基質としてグルコースのみを添加し、硫化物プロファイルはグルコース 100mg/l に SO₄-S を添加した。

グラニュール汚泥内の pH は、グルコース濃度 100mg/l の場合、グルコース分解で生成される炭酸の影響によって、汚泥内部で pH 6.5 程度を維持した。しかしグルコース濃度が 100mg/l より高くなると、汚泥表層部で生成される酢酸に対してメタン生成が律速状態になり、汚泥内部で酢酸が蓄積し、pH は 5.6 以下に低下した。

グラニュール汚泥内のグルコースは、100mg/l の場合、汚泥表層部から中心部に向けて次第に減少傾向を示し、汚泥表層部から内部 500 μ m 付近ではほぼ分解除去された。しかしグルコース濃度が 100mg/l を越えると、汚泥内部で生じた pH 低下によって、グルコース減少勾配が比較的緩やかになり、汚泥中心部でグルコースが残存した。

培地中の SO₄-S は、10mg/l、50mg/l とともにグラニュール汚泥表層部で硫化物に還元されはじめ、中心部に向かって次第にその濃度は高くなった。しかし汚泥内部 500 μ m より深部になると、硫化物濃度の上昇勾配が緩やかになり、硫酸塩還元量の減少が確認された。これは汚泥内部 500 μ m 付近でグルコースが消失し、硫酸塩還元反応に必要な酢酸あるいは水素の供与量が減少したためと推察される。

4. まとめ

1) 本研究で作成した pH、グルコース、硫化物微小電極は、各々 pH 4～9、グルコース濃度 0～500mg/l、硫化物 0.01mg/l (pH 7 の場合) 以上の範囲で定量が可能であることが確認された。

2) 作成した微小電極を用いて、牛乳人工基質で馴致した UASB グラニュール汚泥内の基質反応形態を調査した。その結果、培地グルコース 100 mg/l の場合、グルコースはグラニュール汚泥内部 500 μ m 付近ではほぼ分解除去されたが、100 mg/l を越えると汚泥内での pH 低下を生じ、汚泥内部でグルコースの残存が認められた。また培地にグルコース 100mg/l と SO₄-S を添加した場合、汚泥表層部から内部へ次第に硫化物濃度が増加する硫酸還元反応が確認された。しかし汚泥内部でグルコースが消失すると硫酸還元量が減少した。

5. 参考文献

1) 山崎慎一, 山口隆司, 原田秀樹 (1997) 嫌気性グラニュール汚泥内の pH、グルコース、硫化物プロファイルの測定, 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集, p400-401
2) 山崎慎一, 山口隆司, 原田秀樹 (1998) マイクロセンサーによる嫌気性グラニュール汚泥内の硫化物の動態調査, 第 32 回日本水環境学会年会講演集, p331

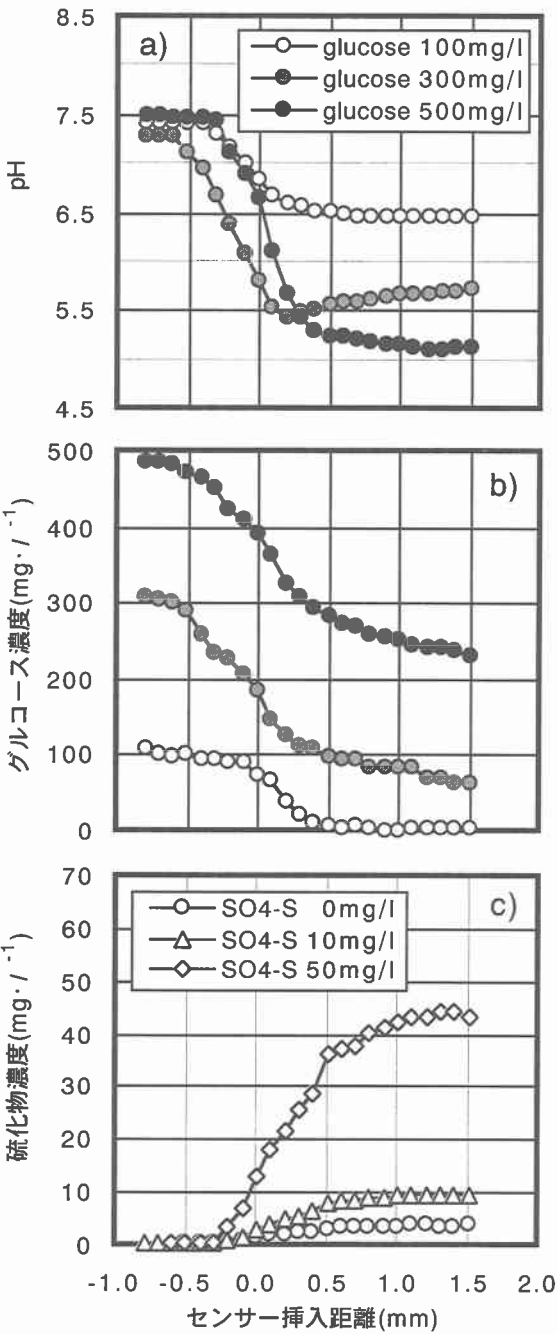


図-3 グラニュール汚泥内の pH、グルコース、硫化物プロファイル (a),b) : 培地グルコース 100,300,500mg · l⁻¹、c) : 培地グルコース 100mg · l⁻¹ + SO₄-S 0,10,50mg · l⁻¹)