

## マイクロセンサーによる嫌気性グラニューール汚泥内硫化物の評価

呉高専 正 ○山口隆司, 学 西川静江, 正 市坪 誠  
高知高専 正 山崎慎一, 長岡技科大 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、UASB 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いる。その中で生物固定化汚泥は、処理の高効率化に重要な役割を果たしている。しかしながら、実際の生物膜内で、どのような生態学的構造を有し、また機能しているかについては未解明の部分が多い。処理の信頼性や安定化を高めていくためには、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。図-1に硫化物微小電極の構造図を示す。電極先端で生じる反応（ $2\text{Ag} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{e}^-$ ）によって溶液中の  $\text{S}^{2-}$  濃度を定量することができ、硫化物濃度 TS は、pH と  $\text{S}^{2-}$  濃度の平衡式から算定できる。

図-2にグラニューール汚泥内の pH および硫化物プロファイル測定装置を示す。グラニューール汚泥は、連続的に  $\text{N}_2$  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  $25^\circ\text{C}$  に維持した。培地は、無機塩類に、グルコース、硫酸塩を添加した。グラニューール汚泥内の pH および硫化物プロファイルは、グラニューール汚泥各挿入位置での電位差を測定して求めた。グラニュー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  $0.6\text{V}$  に変圧したバッテリーと電流計を使用し、その他は図-2と同様である。

写真-1に実験で使用したグラニューール汚泥を示す。グラニューール汚泥は、希釈牛乳処理 UASB 反応槽（温度  $35^\circ\text{C}$ 、基質 CODcr  $3800\text{mg/l}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$   $8\text{mg/l}$ 、CODcr 容積負荷  $6\text{kg/m}^3\cdot\text{d}$ 、CODcr 除去率  $90\%$ ）から採取した粒径  $3\text{mm}$  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 4～9、グルコース  $0\sim 500\text{mg/l}$  の範囲で高い相関を有する直線関係が得られた。図-3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、淡水、海水の影

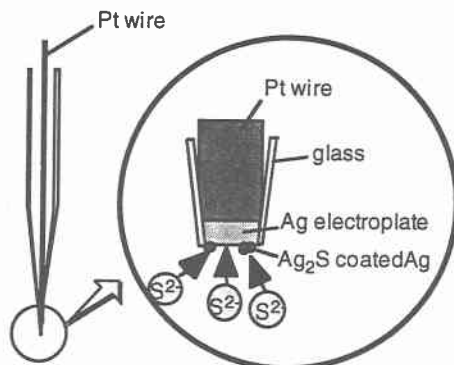
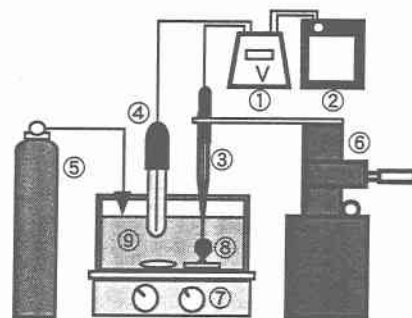


図-1 硫化物センサーの概要図



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グラニューール汚泥 ⑨培地

図-2 pH・硫化物プロファイルの測定装置

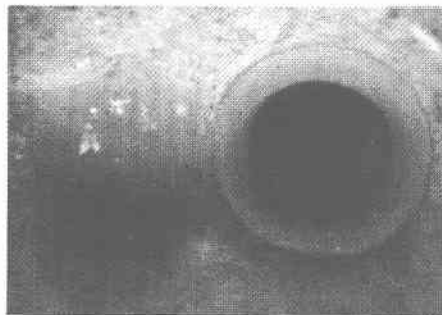


写真-1 UASB グラニューール汚泥

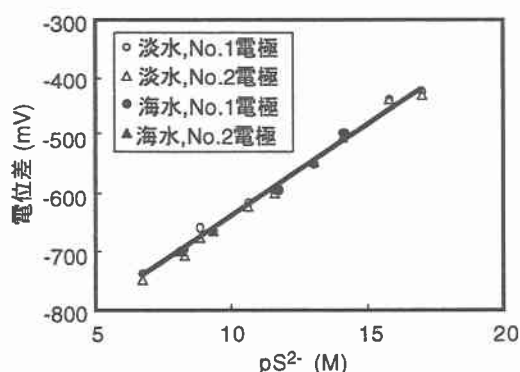


図-3 硫化物微小電極の検量線  
(淡水、海水中での検量線確認)

響を受けず、 $pS^{2-}$  7~17 (pH 7の時0.01mgS/l) 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-4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に硫酸塩を添加した。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、汚泥内部で酸が蓄積し、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  $\mu$ m付近でほぼ分解除去された。しかしグルコース濃度が100mg/lを越えると汚泥中心部でグルコースが残存した。

培地中の硫酸塩は、10、50mg/l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  $\mu$ 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。

## 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、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  $\mu$ m付近で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と硫酸塩を添加した場合、硫化物濃度は汚泥表層部から内部に向けて増加した。

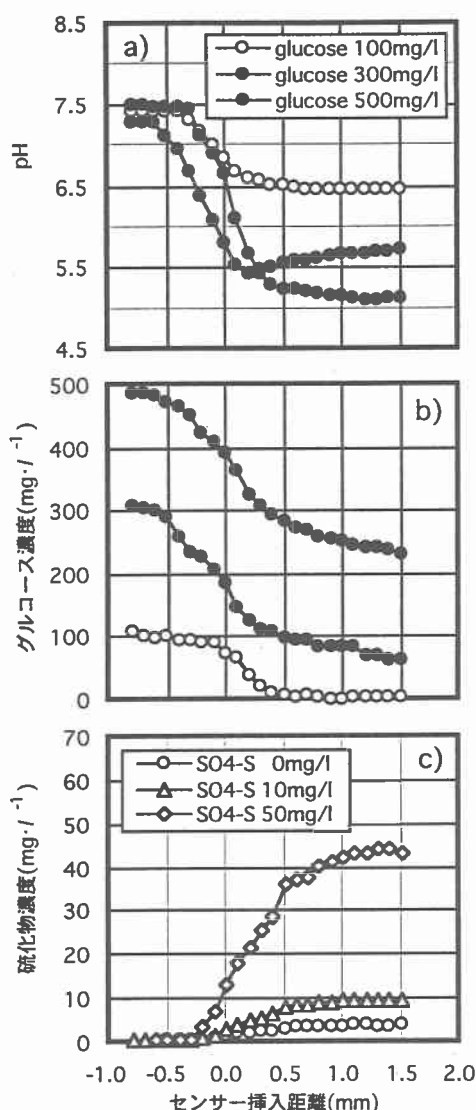


図-4 グラニュール汚泥内のpH、グルコース、硫化物プロファイル  
(a), (b); 培地: グルコース 100, 300, 500mg $\cdot$ l $^{-1}$   
(c); 培地: グルコース 100mg $\cdot$ l $^{-1}$   
+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S 0,10,50mg $\cdot$ l $^{-1}$