

低有機物濃度排水を嫌気処理するグラニューール内部の浄化機構の評価

岐阜工業高等専門学校 河野 恵 (学) 角野晴彦 (正)

高知工業高等専門学校 山崎慎一 (正)

長岡技術科学大学 青井 健、大橋晶良 (正)

東北大学 原田秀樹 (正) 国立環境研究所 珠坪一晃 (正)

1. はじめに

嫌気性処理は、運転コストや発生汚泥量が少なく、処理過程で発生するメタンを資源として回収できるという利点がある。現在の嫌気性処理は、グラニューールと呼ばれる微生物集塊体を用いた処理技術によって、中・高有機物濃度の産業排水に広く普及している。しかし、これまで 1000 mgCOD/L を下回るような低有機物濃度排水を嫌気処理すると、グラニューールの形成・維持の方法が不明であり、技術の確立には壁があった。現在、我々の研究グループによる知見収集により、低有機物濃度排水の嫌気性処理において、グラニューールの形成・維持の方法が示され始めた段階にある¹⁾。本研究ではグルコース微小電極を用いて、低有機物濃度と中有機物濃度の排水を嫌気処理する 2 種類のグラニューール内部における基質の挙動を測定し、浄化機構の特徴を評価した。

2. 実験方法

2.1 グルコース微小電極の作成

グルコース電極は酵素センサーの代表的なものである。これは、酵素が特定の化学物質を触媒するとき電極で生じる電流を測定することにより、その化学物質の濃度を測定できる電極である。

図 - 1 に示すように、グルコース微小電極は酵素電極とケーシング管の二重構造になっている。半分に折った 10 μ L のガラスピペットに白金線を挿入・融合させ、先端に酵素を付着させて酵素電極を完成する。半分に折った 200 μ L のガラスピペットで、引張力を 2 段階に分けてケーシング管を作成する。ケーシング管に酵素電極を挿入しグルコース微小電極を完成する。作成方法の詳細は山崎²⁾の方法に準じる。

2.2 測定装置と方法

グラニューール内部のグルコース濃度測定装置を図 - 2 に示す。グラニューールは、20 ~ 24 に維持したフローセル内の培地中に静置させた。フローセル内の液相部はスターラーで攪拌し、気相部は窒素ガスを送気させながら測定を行った。

培地は、グルコース 300 mg/L の他に無機塩類を添加し、pH は 7.0 ~ 7.5 に調整した。

グラニューール内のグルコース濃度は、マイクロメーターに取り付けた微小電極でグラニューール表面より 1.0 mm 程度離れた位置から、グラニューールの中心に向かって 0.1 mm ピッチで測定した。測定の前後に検量線を取り、微小電極の性能を確認した。

測定に供したグラニューールは次の 2 つの嫌気性リアクターから採取した。(a) 低温・低有機物濃度 (20、600 ~ 800 mgCOD/L) の人工排水を容積負荷 12.0 ~ 12.8 kgCOD/m³/day で処理していた¹⁾。以降、低濃度グラニューールと呼ぶ。(b) 実食品排水を処理していた。以降、中濃度グラニューールと呼ぶ。

採取したグラニューールは冷蔵保存し、測定前にはグラニューールを培地に入れ、35 の恒温器内で 1 ~ 2 晩、30r/min

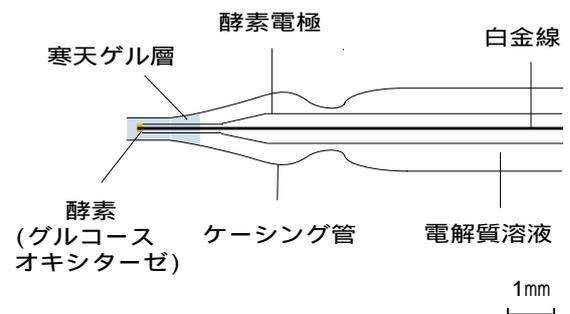
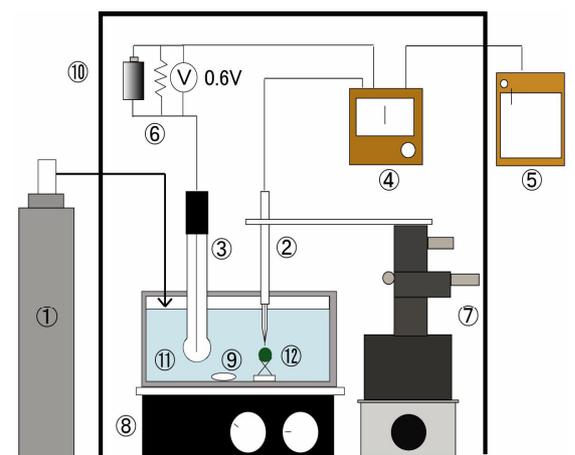


図 - 1 グルコース微小電極の概要



①窒素ガス ②グルコース微小電極 ③参照電極 ④電流計
⑤レコーダー ⑥バッテリー ⑦マイクロメーター
⑧ホットプレートスターラー ⑨スターラー ⑩シールドルーム
⑪培地 ⑫グラニューール

図 - 2 グラニューール内部のグルコース濃度測定装置

で振とうした。グラニューールは粒径が 2 mm 以上の物を選んで測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 グルコース微小電極の性能

グルコース微小電極の検量線を図 - 3 に示す。電流値 - グルコース濃度の傾きは電極によって多少相違した。これはケーシング管の寒天ゲル層の充填厚さや、酵素の電極先端への付着量が電極によって若干異なるため生じたものと考えられる。各検量線の相関係数は $R^2=0.996$ 以上であり、高い相関性がみられたので、本研究で作成したグルコース微小電極はグルコース 0 ~ 400 mg/L の範囲で定量可能と判断できる。

3.2 グラニューール内部のグルコースの挙動

図 - 4 (a) に低濃度グラニューール、(b) に中濃度グラニューール内部のグルコースの挙動を示す。同図 (b) には、山崎²⁾によって報告された中濃度排水 (3800 mgCOD/L) を嫌気処理していたグラニューール内部のグルコースの挙動も示す。

低濃度グラニューールにおいて、グルコースは表面より 0.5 mm 程度離れた位置 (挿入距離 -0.5 mm) から中心部に向かって減少を始め、挿入距離 0.4 mm 程度まで続き、それ以後では目立った変化はなかった。表面よりグルコースの減少が見られるのは、液境膜によるものと考えられる。低濃度グラニューールは 4 つ測定したが、グルコースの減少範囲に個体差は少なく、減少量も 1 つを除いて近い値を示した。

一方、中濃度グラニューールにおいて、グルコースの減少があった範囲は、表面より 0.8 mm 程度離れた位置 (挿入距離 -0.8 mm) から挿入距離 0.8 mm 程度までであった。3 個 (うち 1 個は異なる基質) の中濃度グラニューールは、グルコースの減少範囲と減少量は同程度であった。

低濃度グラニューールはグルコースの減少範囲が中濃度グラニューールより狭い。これは、低濃度グラニューールが中濃度グラニューールより低い基質濃度の排水を処理することから、表層のグルコース分解細菌が存在する厚さが薄くなったと考えられる。また、低濃度グラニューールは、中濃度グラニューールより挿入距離 (厚さ) あたりのグルコース減少量 (減少勾配) が大きい。これは、低濃度グラニューールが、低基質濃度に対応した汚泥特性を持つことが示唆された。

4. まとめ

低有機物濃度排水を嫌気処理するグラニューールは、中有機物濃度排水の嫌気性処理するそれと比較し、グルコースの減少する厚さが薄く、厚さあたりのグルコース減少量が大きかった。これより、グラニューールが基質濃度に応じた汚泥特性を持つことが示唆された。

参考文献

- 1) 珠坪一晃, 大橋晶良, 角野晴彦: 嫌気性生物膜の高度利用による排水処理技術, NEDO 平成 18 年度研究助成事業成果報告会 予稿集 第二冊分, pp.282 ~ 284, 2006
- 2) 山崎慎一: 嫌気性微生物処理における基質分解特性と膜分離技術の適用に関する研究 長岡技術科学大学博士論文, 1998

謝辞: 本研究の一部は、(財)越山科学技術振興財団及び(財)遠藤齊治朗記念科学技術振興財団の助成を受けて実施しました。ここに記して関係各位に感謝の意を表します。

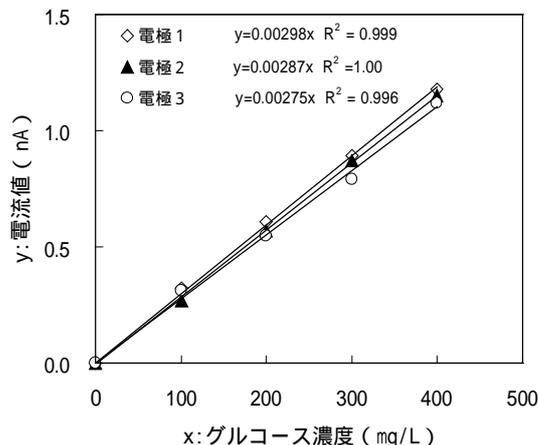
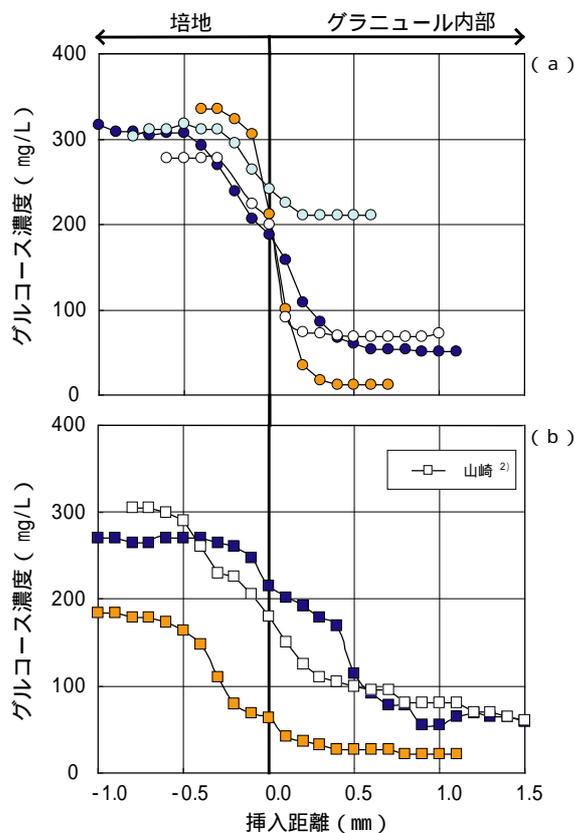


図 - 3 グルコース微小電極の検量線



(a) 低濃度グラニューール
(b) 中濃度グラニューール

図 - 4 グラニューール内部のグルコースの挙動