

酢酸基質とグルコース基質を用いた微生物燃料電池のアノード槽内微生物叢の相違

日本大学大学院 学生会員 ○吉田 輝生

日本大学 正会員 吉田 征史

1. 背景および目的

下水処理施設の電気使用量の多くは、水処理過程における曝気エネルギーが占めており、下水処理には省エネルギー化が望まれている。近年、水処理と発電を組み合わせた微生物燃料電池(以下、MFC)が注目されており、本研究室では下水処理場への MFC 導入に向けた設置方法および稼働条件を検討し、効率よく発電ができる条件を模索している。これまで実験室において酢酸を主基質とした条件で運転し、発電能や水処理能を検証してきた¹⁾が、今回は酢酸以外の基質としてグルコースを用いた実験装置も運転し、MFC への流入基質の相違による発電能や有機物処理速度への相違を確認するとともに、アノード槽内の微生物叢の相違について検証した。

2. 実験方法

実験装置概要を図-1 に示す。MFC ユニットのアノード槽の有効容積は約 500mL で、アノード電極とカソード電極には厚さ 3mm のカーボンフェルトを用い、両電極で厚さ 183 μ m のナフィオン膜を挟むように、ステンレス製の集電板で固定した。MFC ユニットの、下水処理場の曝気槽に見立てた水槽の上に設置し、実験開始時にアノード槽に下水処理場の返送汚泥を MLSS1000mg/L 程度で植種した。また、この MFC ユニットのカソード面が、曝気槽に見立てた水槽の水面に向くように設置した。

MFC への投入基質は酢酸 (A) とグルコース (G) を用い、COD_{Cr} 濃度 800mg/L で濃度低下したら再度添加する回分式実験で行った。MFC ユニットの集電板と外部抵抗 1000 Ω をワニ口クリップで接続しデータロガーで電圧を 30 分おきに測定し、アノード槽の pH・ORP・COD_{Cr} 濃度も測定した。また、定期的にポテンショスタットを用いて内部抵抗・最大電力密度の測定も行った。

微生物叢解析は、次世代シーケンサーにて 16SrRNA 遺伝子の V4-V5 領域をターゲットとして、

キーワード：微生物燃料電池、酢酸、グルコース、電気産生菌、Geobacter

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 E-mail : yoshida.yukihito@nihon-u.ac.jp

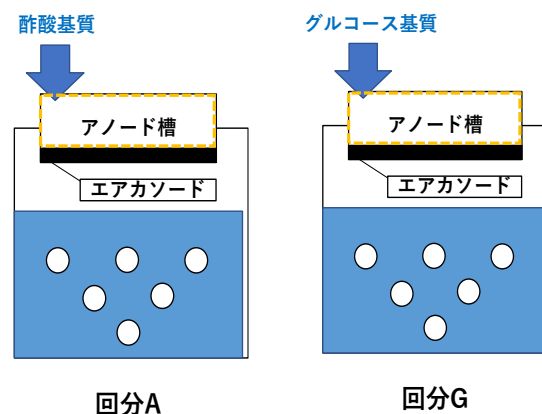


図-1 実験装置概要

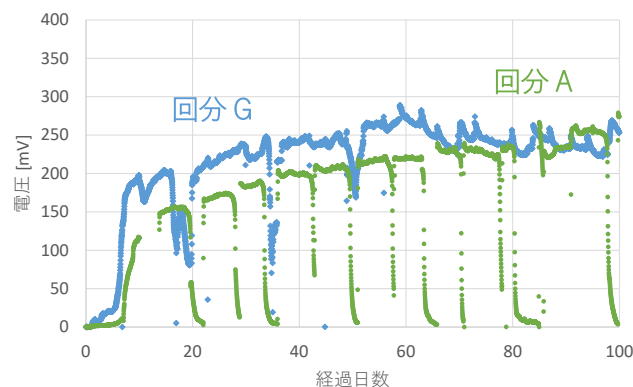


図-2 電圧の経日変化

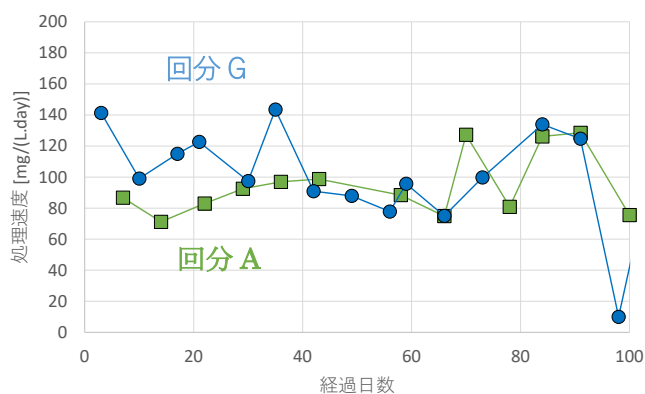


図-3 処理速度の経日変化

Miseq (Illumina) にてシーケンス解析を行うことで、アノード槽内の細菌と、アノード電極内部の細

菌の菌叢解析を行った。解析後の評価は、既存の研究から報告されている電気産生微生物の一覧²⁾を基に各サンプル内の電気産生微生物に着目した。

3. 実験結果

図-2 に電圧の経日変化を、図-3 に COD 処理速度の経日変化を示す。酢酸基質の MFC ユニット (回分 A) と比較して、グルコースを基質とした MFC ユニット (回分 G) の方が電圧が少し高くなる結果が得られ、概ね 250mV 程度であった。COD 処理速度も回分 G の方が高い結果となった。このため、これまで酢酸のみを基質とした実験が行ってきたが、より高分子なグルコース基質を用いても十分に発電が可能であり、水処理能としても回分 A と遜色ないことが確認できた。

図-4 に科レベルでの生物叢解析結果を、図-5 に属レベルの生物叢解析結果を示す。サンプルの内約は、回分 A のアノード槽内 (回分 A_外), 回分 A のアノード電極内部 (回分 A_内), 回分 G のアノード槽内 (回分 G_外), 回分 G のアノード電極内部 (回分 G_内), 酢酸基質を連続流入で長期的に運転した MFC ユニットアノード電極内部 (連続_A), 植種に用いた返送汚泥 (植種汚泥) である。

図-4 より、電気産生微生物としてよく知られている *Geobacter* 属を含む *Geobacteraceae* 科は酢酸基質のアノード電極内部 (回分 A_内および連続_A) で多く検出され、酢酸基質のアノード槽内 (回分 A_外) およびグルコース基質の MFC ユニット (回分 G_外および回分 G_内) ではほとんど検出されなかった。一方、グルコース基質のユニットでは、電気産生微生物を含む *Desulfuromonadaceae* 科がアノード電極内部 (回分 G_内) に多く、アノード槽内 (回分 G_外) では少なかった。属レベルでみた図-5 では、酢酸基質のアノード電極内部のサンプルでは *Geobacter* 属がやはり多く検出された一方、グルコース基質では *Desulfuromonadaceae* 科の中でも電気産生微生物として知られる属が確認できなかった。なお、グルコース基質のユニットにおいて上位を占めた属は、アノード槽内 (回分 G_外) では *Raoultella* 属 (23.3%), *Lentimicrobium* 属 (8.2%), *Blvii28* 属 (7.9%) であり、アノード電極内部 (回分 G_内) では *Trichloromonas* 属 (14.6%), *Lentimicrobium* 属 (11.9%), *Blvii28* 属 (9.9%), *Raoultella* 属 (2.7%) であった。

また、植種に用いた下水処理場の返送汚泥 (植種汚泥) には、電気産生微生物として知られる微生物種はほとんど検出されないほどに少なく、MFC 装置として運転をすることによってこれらの微生物が増殖したことが確認された。

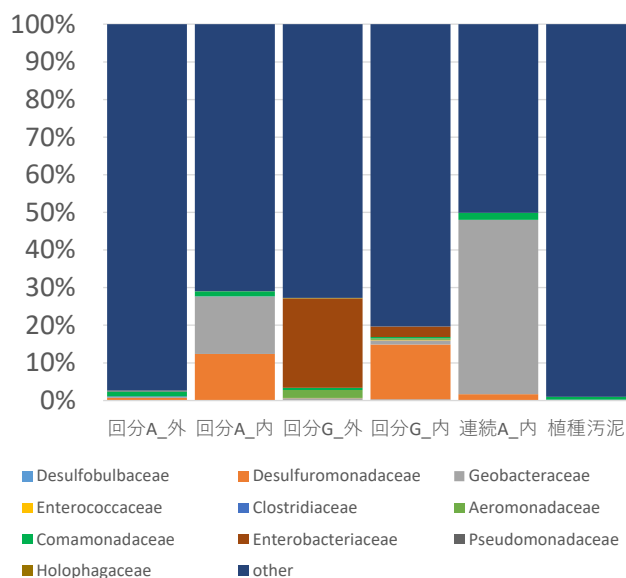


図-4 科レベルの微生物叢

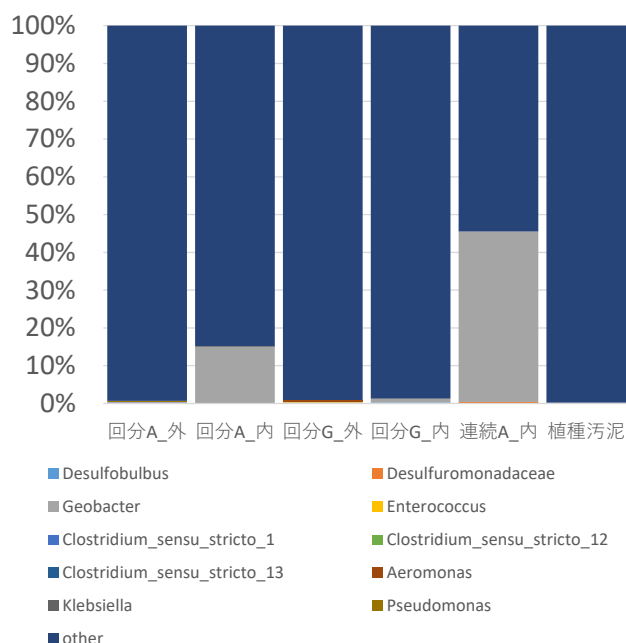


図-5 属レベルの微生物叢

4. 参考文献

- 1) 吉田輝生, 吉田征史, 第 54 回水環境学会年会講演集. 2020.
- 2) 石井俊一, 関口勇地, 日本微生物生態学会誌, 23 巻, 2 号, pp.58-70, 2008.