

干潟の有機泥を用いた微生物燃料電池による地盤環境改善の評価

山口大学大学院 学生会員 ○佐藤 弘規

山口大学大学院 正会員 Md.Azizul Moqsud

1. 目的

未処理排水が流入する海域や閉鎖性の強い湾、海域の干潟では有機泥が堆積している。有機泥の嫌気分解により干潟が貧酸素状態になり、還元状態になる。そうすると硫酸塩還元細菌によって硫化水素が発生し生物に悪影響な干潟環境となる。嫌気状態で有機泥が堆積する場の浄化方法として注目されている技術の一つに微生物燃料電池がある。微生物燃料電池は、微生物が有機泥を嫌気分解する代謝活動から電力を生成する。有機泥を用いた微生物燃料電池は、海底泥や干潟の浄化技術、および電力回収の技術として考えられているが、実現しておらず活用のための知見は少ない。本研究では、微生物燃料電池を用いて2種類の干潟の試料を用いて、堆積物中の硫化物の総量を減少させ、減少幅の違いの要因を、試料の初期状態から考察した。さらに、微生物燃料電池の電極材料に応じてどのように影響を及ぼすかを調べた。

2. 実験の概要

(1)図-1に微生物燃料電池の装置を示す。表-1に微生物燃料電池の電極の条件を示す。東京湾の山口湾の干潟、2種類を用いて微生物燃料電池を作製し、それぞれ電極を表-1の条件で固体電極としてCarbon fiber, Carbon felt, Bamboo charcoalを使って計6種類作製し、AVSを減少させた。AVSとは土に含まれる硫化物を示す尺度で、AVSが基準値の0.2 (mg/g dry-mud) 以上であれば、生物が生息できないと言われている。2つの固体電極を導線でつなぎ、そのあいだに100Ωの抵抗を付けた。土表面から5cmの位置に負極側となる固体電極を沈め、水表面にもう片方の陽極となる電極を置いた。条件は室内、25℃、人工海水で常に電極を満たした状態であった。試料の表面を0cmとし、底に向かって0cm, 3cm, 5cm, 15cm位置でAVSの測定を行った。測定期間は6週間である。尚、この実験では口を解放させた。

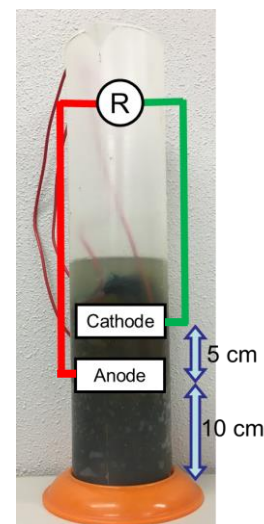


図-1 実験装置

(2)東京湾と山口湾の干潟の土の粒度分布, EC(mS/cm), LOI, pH, 初期AVSを実験により求めた。

(1), (2)の実験により何が微生物燃料電池に影響するか、電極材料に応じてどのように影響を及ぼすかを考察した。

3. 実験の結果

図3に、横軸に微生物燃料電池を設置してからの経過日数、縦軸にAVSの減少率を示す。東京湾から見ていくと、どの深さ、電極も、設置してから28日でAVS削減率が100%に到達している。しかし、7日の所では深さ0cm, 15cmで、どの電極もAVS削減率50%を超えていなかった。東京湾の試料では、どの深さ、日にちもCarbon feltが一番AVSの削減率が高かった。次に山口湾を見ていくと、削減率100%近くに到達したのはCarbon feltの深さ5cmで、設置からの経過にすぎず28日たったものだけであった。後は、ほとんどで削減率が50%に満たなかった。また、ほとんどの設置からの経過日数と深さで、Carbon feltが一番AVS削減率が高くなる結果となった。さらに、深さ15cmでは、Carbon felt以外、AVSが増加した。これはAVSの増加率が、AVSの削減率より、速かったためだと考えられる。

表-1 電極材料の組み合わせ

Cathode	Anode
Carbon fiber	Carbon fiber
Carbon felt	Carbon felt
Bamboo charcoal	Bamboo charcoal

キーワード 微生物燃料電池, 干潟, 酸揮発性硫化物

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 TEL 0836-85-9344

山口湾、東京湾の結果を比較すると両方とも、AVSの削減率が Carbon felt>Carbon fiber> Bamboo charcoal という結果になった。この結果から、有機泥を用いた微生物燃料電池には、Carbon feltが一番有用であり、その要因としてはCarbon feltの人工海水と触れ合う表面積が最も大きいので電子の行き来が活発だったと考えられる。さらに、Anode付近では両方とも顕著にAVSの減少が見られ、底部に行くほど削減率は悪くなることから、結果から判明した。Anodeから離れるほど電子を回収しにくいためだと考えられる。次に、図-3に粒度分布、表-2に山口湾と東京湾の初期のEC(mS/cm), LOI, pH, 初期AVSの値を示す。また、干潟の土で、削減率スピードが変わるが、初期AVSの値と粘土含有率に関係していると考えられる。粘土含有率が高いと、透水性が悪く電子が上手く行きわたらないことと、貧酸素状態になるためだと考えられる。

4. 結論

有機泥を用いた微生物燃料電池で硫化物を削減できること、電極はCarbon feltが一番いいことがわかった。また、Anode付近が一番削減率が良く、離れて行くほど削減が遅くなる、または悪くなることがわかった。山口湾と東京湾の結果の違いについては、AVSの初期値の違いと粘土含有率、透水性の違いが影響を与える要因の一つであるといえる。

参考文献

- 1) Japan Fisheries Resource Conservation Association, 2012, Quality standards for fishery water (Japanese).
- 2) Moqsud, M.A., Sato, K., Hasan, M., Nakata, Y., Omine, K., 2017, Seasonal variation of contaminated geo-environmental condition of Yamaguchi bay tidal flat, Japan, Regional Studies in Marine Science 10, pp. 27-31.
- 3) Nagatsu, Y., Touch, N., Nakashita, S., Hibino, T., 2013, Changes in sediment conditions and organic decomposition in sediment microbial fuel cells, Journal of the Japan Society of Civil Engineers B2, Vol. 69 (2013) No. 2, pp. 1106-1110.
- 4) Yamaguchi Prefecture, 2006, Yamaguchi Prefecture Seto Inland Sea clam resource recovery plan (Japanese).

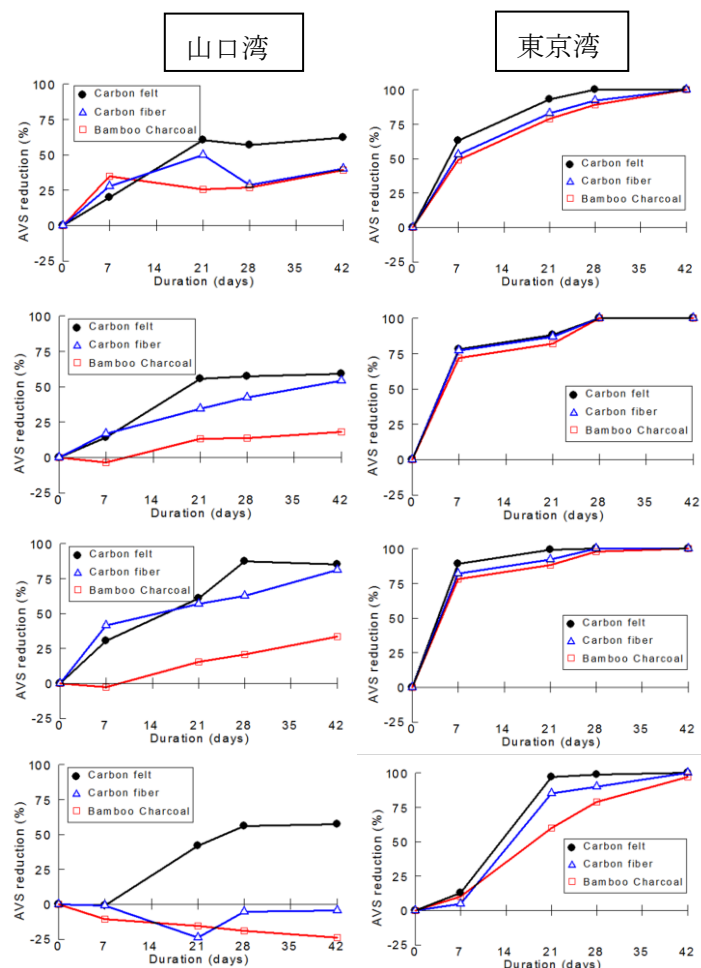


図-2 微生物燃料電池の結果(上から深さ 0cm、3cm、5cm、15cm)

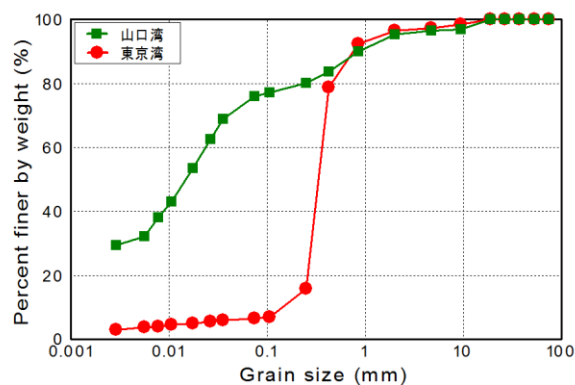


図-3 粒度分布

表- 2 EC(mS/cm), LOI, pH, 初期 AVS

	EC(mS/cm)	LOI	pH	初期AVS
山口湾	1.96	7.98	6.92	0.45
東京湾	1.86	5.3	7.1	0.01