

霞ヶ浦の底泥で発電は可能か

茗溪学園中学校高等学校 科学部生物班

高校2年 山口幸大 小澤一毅 山田亘騎 平塚葵 三木麻衣

研究背景と目的

細菌を使い、有機物の酸化分解により発生する電子を電極で捕集するのが微生物燃料電池である。発電細菌は、*Shewanella oneidensis* が知られている。本研究では、霞ヶ浦の底泥を用いた微生物発電が可能かを明らかにする。

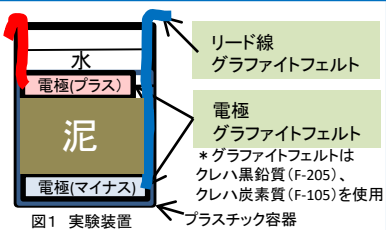


図1 実験装置

採泥地点



【実験1】電池としての評価

(1) 実験方法

霞ヶ浦で採泥した泥と園芸培土を用いて、電池としての性能を調べた。電流の測定は図1の装置に抵抗を直列つなぎでつなぎ、電流を計測した。一回の測定ごとに抵抗を付け替え、電流を測定した。抵抗の種類：0.2, 0.47, 0.68, 1.2, 3.4, 5, 10, 20, 47, 51, 68, 100, 220kΩ (15種類) 電池性能の評価は分極曲線と出力曲線を作成し、起電力、内部抵抗、最大出力を調べた。

(2) 結果

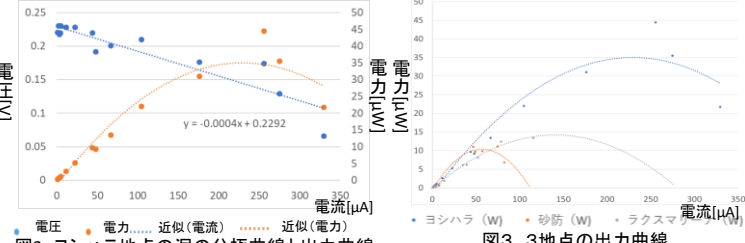


図2 ヨシハラ地点の泥の分極曲線と出力曲線

表1 各地点のまとめ

	園芸培土[対照]	ラクスマリナー	砂防	ヨシハラ
起電力 (V)	0	0.15	0.12	0.23
内部抵抗 (Ω)	測定不可	812	1135	369
最大出力 (μW)	0	8	3.6	35

表2 泥のC、H、N量

	C%	H%	N%
ヨシハラで採取した泥	4.475	1.2	0.382
園芸培土	7.63	2.804	0.46

(3) 考察

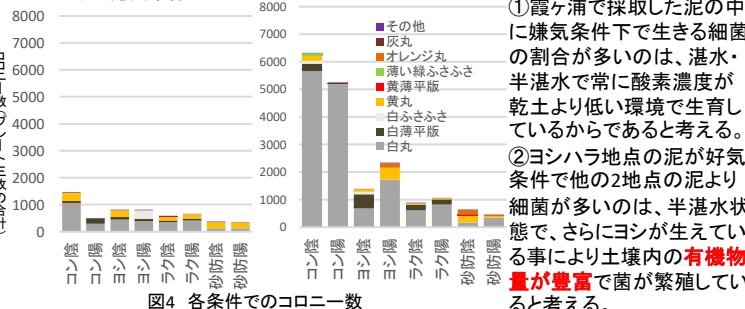
霞ヶ浦の泥は3地点すべてで発電している。起電力、内部抵抗、最大出力からヨシハラで採取された泥が最も電池としての使用に可能性があると考えられる。

【実験2】泥中に存在する細菌の実態

(1) 実験方法

負極、正極付近の泥5gを無菌水10mLに入れて攪拌し、それぞれの懸濁液をLB培地に100μLずつまき、好気条件下と嫌気条件下の2条件で培養した(25°C・3回復)。24時間後コロニーの形態・色・数を計測した。

(2) 結果

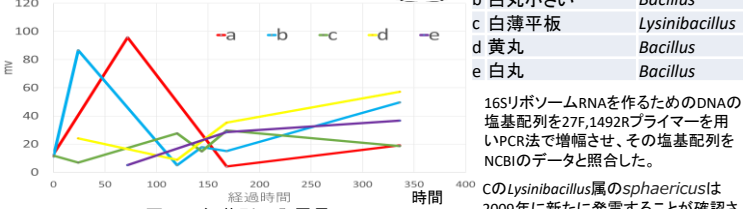


【実験3】細菌の違いによる発電量の比較

(1) 実験方法

単離・培養(20°C)した細菌をLB培地に接種し、電流を測定した。

(2) 結果



(3) 考察

突出して発電量が多い菌はなかったが、5種すべての菌が発電をしたと考える。

【実験4】電極を変えたときの電池としての評価

(1) 実験方法

伝導性の高い黒鉛質(F-205)と細菌との親和性が高い炭素質(F-105)の電極を使用し、実験1と同じ方法で電池の性能を比較した。表5 電極ごとの電池としての評価

(2) 結果

	DW 黒鉛質	DW 炭素質
起電力[V]	0.252	0.2002
内部抵抗[Ω]	400	1400
最大出力[μW]	34	7.4

(3) 考察

炭素質より、黒鉛質の電極のほうが有用であると考えられる。黒鉛質の電極のほうが構造上、電子が流れやすいためであると考えられる。

【実験5】電解質を添加したときの電池としての評価

(1) 実験方法

内部抵抗を下げるために電解質であるNaClと乳酸を添加し、泥が各濃度(NaCl:0.6%, 1.2%, 乳酸:15mM, 30mM)水溶液に浸かるように調整し、電気伝導度を測定した。10kΩの抵抗をつないで運転し、NaClを添加した電池は6日後、乳酸を添加した電池は16日後に分極曲線と出力曲線を作成した。

(2) 結果



(3) 考察

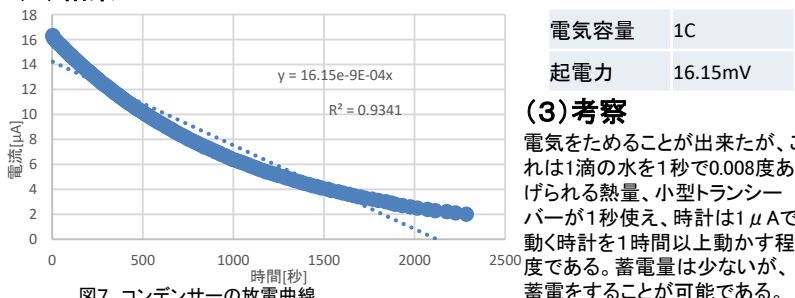
内部抵抗は下がったが、起電力は低下した。電解質を加えたことにより、pHの低下や浸透圧の上昇が起きて、細菌の活性が低下した可能性がある。

【実験6】コンデンサーでの蓄電

(1) 実験方法

コンデンサー[1F]で、24時間1MΩの抵抗をつないで蓄電したのち、1時間1kΩの抵抗をつないで放電した。

(2) 結果



(3) 考察

電気をためることが出来たが、これは1滴水の水を1秒で0.008度あげられる熱量、小型トランシーバーが1秒使え、時計は1μAで動く時計を1時間以上動かす程度である。蓄電量は少ないが、蓄電をすることが可能である。

今後の展望

今後は、この電池がどのくらいの期間使えるのかの計測、また電気を蓄電する方法や、電流を増やすために電池を直列につないだりして発電量を増やす方法を模索していきたいと思う。

* 謝辞 東京薬科大学の渡邊一哉先生には、実験のご指導をいただきました。霞ヶ浦の底泥の採取に当たり、霞ヶ浦環境科学センターの沼澤篤先生のご指導をいただきました。霞ヶ浦市民協会の皆様より採泥器をお借りし、ラクスマリナーの秋元昭臣様にご指導とご協力をいただきました。感謝申し上げます。【参考文献】高妻篤史ほか「微生物燃料電池での電流生産を可能にする*Shewanella oneidensis*の細胞外電子伝達機構」『環境バイオテクノロジー』Vol.9, No.2, 105-108, 2009.