

キノン化合物を電子キャリアに用いた微生物の電気培養

背景

地下環境に生息する多種多様な微生物の活動は、物質の酸化・還元などの状態変化を促進する作用があることから、地下処分施設などの長期的安全性を評価するうえで重要な要素である。その一方で、環境中に存在する微生物の大部分は、培養法が確立していないのが現状である。近年、土壤中に微量に含まれる酸化還元性の有機物であるキノン化合物*1が、微生物との間で電子エネルギーの授受をおこなっていることが指摘されるようになった（図1）。当所で開発した電気培養技術は、自然環境中で電子キャリアとしてはたらくキノン化合物の挙動を再現できるため、地下環境形成に関わるキノン還元微生物などを効果的に獲得できると考えられる。

目的

当所で開発した電気培養法を用いて、地下環境の安全性を評価する上で有用なキノン還元微生物を獲得する。

主な成果

1. 土壌試料からのキノン還元微生物群の獲得

水溶性のキノン化合物であるアントラキノン誘導体を含む培養液中に土壌を加え、水素ガスを充填して嫌気状態にしたところ、2週間後にキノンの還元に伴う複数種の微生物の増殖が確認された。

2. キノン還元微生物群の電気培養

電気培養技術を利用して、上記の条件で得られたキノン還元微生物群の高密度培養を実施した。微生物群を、図2に示す電気培養装置の培養槽に注入し、水素ガスを充填して嫌気環境とした後、電気培養を実施した結果、5日間で、電気をかけない場合の約7倍に相当する、 4×10^8 cells/mL の高密度菌体を得ることができた（図3）。従来、電気培養による微生物の高密度培養は、鉄やクロムなどの金属イオンを用いたもののみ確認されてきた。今回キノンという有機化合物を用いても微生物の高密度培養が可能であることを示すことができたことから、電気培養の汎用性が確認できたと考える。

3. キノン還元微生物の単離

電気培養で高密度に集積されたキノン還元微生物群を、寒天プレート上にコロニーを形成させた結果、2種類のキノン還元活性を有する微生物株、G-1株とEMJ-1株が単離された（表1）。G-1株は絶対嫌気性微生物*2が多く含まれる *Desulfitobacter* 属、EMJ-1株は通性嫌気性微生物*3が含まれる *Enterobacter* 属に近縁であると推定され、キノン化合物を利用した電気培養法が、代謝様式の異なる複数種の微生物に対して適用可能であることが示された。

今後の展開

電気培養技術を活用し、地下環境形成に関わる微生物の獲得を進め、地下環境の安全性を評価する上での微生物の影響を明らかにする。

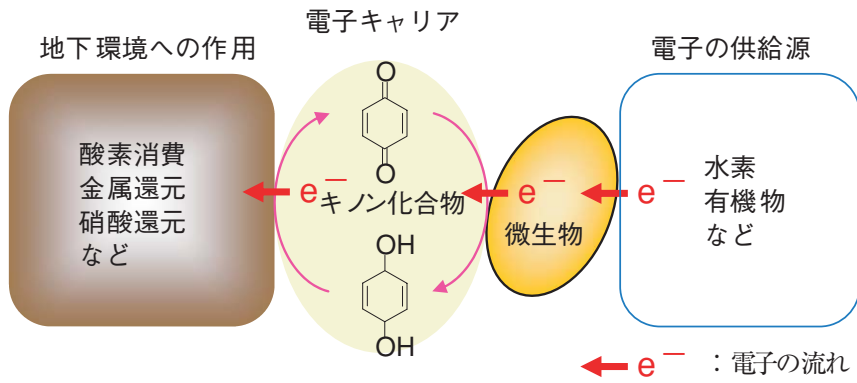
主担当者 環境科学研究所 バイオテクノロジー領域 主任研究員 松本 伯夫

関連報告書 「電気による微生物の制御（その9）—キノン化合物を用いた微生物の電気培養—」 電力中央研究所報告：V05031（2006年6月）

*1：キノン化合物：植物や微生物の腐敗、代謝によって土壤中に蓄積する酸化還元物質の一つ（図1参照）。

*2：絶対嫌気性微生物：酸素の存在下では生存できない微生物。

*3：通性嫌気性微生物：酸素があれば酸素呼吸を行い、存在しなければ嫌氣的な代謝を行う微生物。



地下環境中の微生物は、水素や有機物などから電子を受け取り、電子キャリアであるキノン化合物を介して地下環境の状態変化を促進する。

図1 キノン化合物を介した地下環境への微生物作用

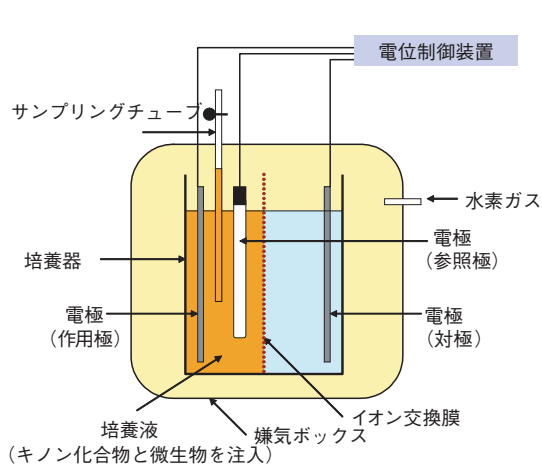


図2 電気培養装置の模式図

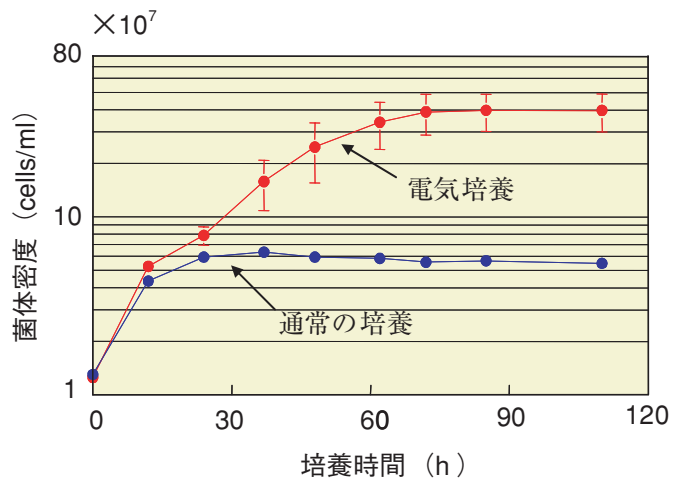


図3 キノン還元微生物群の電気培養結果
電気培養の結果、通常培養の約7倍の増殖が確認できた。

表1 単離されたキノン還元微生物の特性評価

キノン還元活性を持つ、生育環境、代謝様式の異なる2種類の微生物が獲得できた。

株名	EMJ-1 株	G-1 株
遺伝子解析による同定結果	<i>Enteorobacter</i> 属	<i>Desulfitobacter</i> 属
所属する微生物グループの一般的生育環境	通性嫌気性	絶対嫌気性
電子供与体	有機物	水素
電子受容体	有機物	キノン化合物
原子間力顕微鏡画像 (矢印部が微生物)	