

電気をを用いた微生物の制御 —電位調整による微生物生育促進メカニズムとその応用—

背景

生物は、呼吸・発酵・光合成の過程で起こる電子の授受反応からエネルギーを獲得して生命を維持している。一般に電子授受を伴う化学反応は酸化還元電位*1の影響を受けるため、微生物毎に生育に適した酸化還元電位が存在すると考えられる。当所では培養環境の酸化還元電位を電氣的に調整する培養法を検討し、微生物の生育が促進されることを見出した。しかし、その生育促進メカニズムに関しては不明である。また、環境中になぜか存在せず培養が難しい微生物の選択的培養などに電気による生育促進効果を利用した応用は検討されていない。

目的

電位環境が微生物の活性に与える効果を解析することにより、生育促進メカニズムを解明し、本手法を多様な種類の環境微生物の培養に適用することで微生物培養法としての有用性を示す。

主な成果

1. 電位調整が単一微生物の活性に与える効果

微生物の生育促進メカニズムを解明するため、実験対象として硫酸還元菌*2を選択し、生育・代謝に必要なエネルギーを生産する呼吸反応に着目して実験を行った。硫酸還元菌に対して好適な電位を調整することにより、硫酸呼吸反応の速度が約1.5倍に向上し、かつ呼吸反応に関与する遺伝子の転写量が生育初期に2～7倍増加した。この結果から、微生物（硫酸還元菌）に対する好適な電位環境の創出が呼吸反応を活性化し、エネルギー生産を増加させ、生育を促進させるというメカニズムが明らかになった（図1）。

2. 電位調整による環境微生物の培養

多様な種類の環境微生物を含む代表的な試料として湖沼底泥を選択し、24種の異なる条件で電気培養を行った。電気培養の条件によって、培養される微生物の種類が異なり、典型的な事例では環境中に0.1%しか存在せず、従来の培養法では獲得が困難な微生物を選択的に培養することができた（図2）。

3. 汎用型電気培養槽の開発

当所独自の技術である本法を広範な分野に展開するために、本培養法を汎用型の電気培養システムとして商用化した。この装置により培養液の電位環境を調整しながら微生物を培養することが容易となり、電気培養法の普及が期待される（図3）。

今後の展開

電氣的に微生物の呼吸を活性化させ生育を促進させる本方法を用い、有用物質生産や排水処理など産業に適用可能な新規微生物を環境試料から見出すと共に、それらプロセスの効率化を図る。

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 平野 伸一

関連報告書 「電気培養による微生物の制御（その10、12、13）」
—電気培養技術の汎用化に向けた培養装置の開発（10）—V07011（2008年7月）
—電位調整が硫酸還元菌の生物活性に与える効果（12）—V08040（2009年7月）
—環境微生物の菌叢に与える電子メディエータと酸化還元電位の効果（13）—V08038（2009年7月）

*1：酸化還元電位：電子授受反応のおこりやすさを示す指標、環境中の酸化体と還元体の比で決定される値。
本報告では酸化還元電位を電氣的に調整

*2：硫酸還元菌：土壌などに遍在し、硫酸塩を利用し生育する微生物で、一般的な培養法では生育が非常に遅い細菌

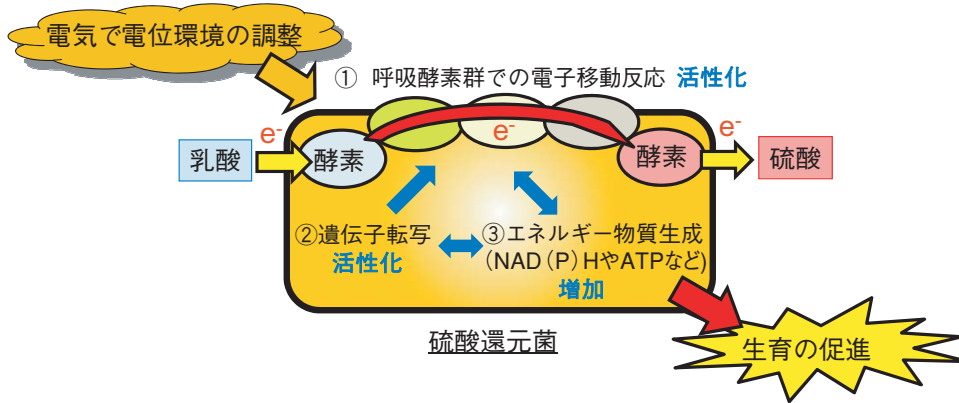


図1 電気により電位環境を調整することで微生物の生育を促進させるメカニズムの一例

電気を用いて培養液中の酸化還元電位を目的とする微生物の好適な値に調整することで、① 微生物の呼吸反応速度の向上、② 遺伝子転写の活性化、③ 生育・代謝に必要なエネルギー生産の増加が同時並行的に起こり、微生物（硫酸還元菌）の生育が促進される。

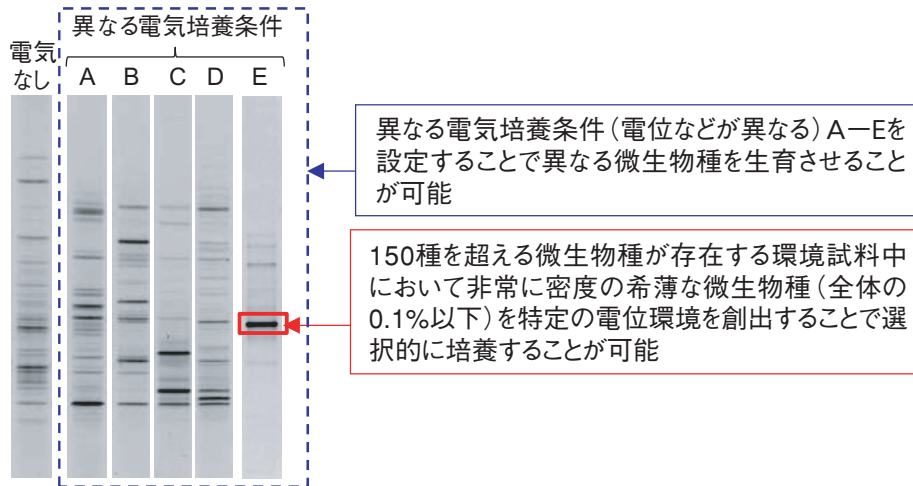


図2 電気培養の環境試料への適用の一例

培養された主要な微生物種がバンドとして検出されるDNA電気泳動解析の結果。バンド1本が1種類の微生物に対応。右端の例は特定種が選択的に培養されていることを示す。



図3 商品化した電気培養システム

電気培養を行う際に必要な電極、培養槽をキット化した電気培養システム一式