

論文審査の結果の要旨

氏名 徐維那

本論文は6章からなり、第1章は序論、第2章は微粒子捕獲細菌の観察及びその空間的分布の観察、第3章は、磁性分離法による微粒子捕獲細菌の分離、第4章は微粒子捕獲細菌と代謝活性の関係、第5章は微粒子捕獲における物理及び化学的要因、第6章は総合考察について述べられている。それぞれの章の概要は以下の通りである。

第1章 序論

海洋には、大きさが 10 nm～1 μ m の微粒子(サブミクロン粒子)が細菌数の 10～100 倍の数存在し、細菌によるその代謝は海洋での物質循環を理解する上で重要である。しかし、海洋細菌とサブミクロン粒子との相互作用は明らかにされていない。本論文では、細菌と海洋物質間の相互作用が行われる細菌表面周辺 (Bactsphere)を新しい微生物生態系の概念として提案し、海洋中に多く存在する微粒子を効果的に利用するために海洋細菌がそれらを細胞表面に捕獲するという仮説を立てた。この仮説を証明するため、微粒子捕獲細菌の観察および分離を行い、また、微粒子捕獲のメカニズムを解明することを目的とした。

第2章 微粒子捕獲細菌の観察及びその天然海洋環境における空間的分布の観察

天然海水中の細胞表面に微粒子を保持している細菌を観察し、水平および鉛直分布を調べるため、原子間力顕微鏡を用いて細胞表面に微粒子を保持している細菌を観察・計数した。その結果、微粒子を細胞表面に持っている細菌が海洋で広く分布していることが分かった。特に、沿岸表層及び外洋中深層において多いことが明らかになった。

第3章 磁性分離法による微粒子捕獲細菌の分離

天然海水から微粒子捕獲細菌を分離するため、磁性分離法を確立した。天然海水に磁性粒子をモデル粒子として添加し、磁石を用いて磁性粒子を捕獲している細菌群を分離した。それらの群集組成を変性剤勾配ゲル電気泳動法(DGGE)で解析した結果、特定の細菌群集が再現性よく分離されることが分かった。また、微粒子捕獲細菌群集は天然海水全体の細菌群集または付着細菌群集と異なることが分かった。

第4章 微粒子捕獲細菌と代謝活性の関係

微粒子捕獲細菌の代謝活性を測定するため、磁性分離法により分離された微粒子捕獲細菌の 16S rRNA の定量を行い、浮遊細菌の 16S rRNA と比較した。その結果、微粒子捕獲細菌は浮遊細菌より相対的に高い代謝活性を持っていることが分かった。また、DNA 及び RNA レベルでの群集組成を DGGE で解析した。その結果、DNA および RNA レベルで見られる群集組成は異なり、微粒子捕獲細菌群集には様々な代謝活性を持つ細菌群により構成されていることが示唆された。

第5章 微粒子捕獲における要因の解明

微粒子捕獲のメカニズムを解明するため、各種要因(微粒子のサイズ、材質、細胞表面の構造(ペン毛)、2価イオンの存在)と細菌の微粒子捕獲の関係を調べた。異なる微粒子のサイズ及び材質により異なる細菌群集が分離された。また、ペン毛の変異株と野生株における微粒子捕獲能の比較により、ペン

毛が微粒子捕獲に影響を与えることが分かった。キレート剤である EDTA を用い、微粒子捕獲細菌数と群集組成を調べた結果、EDTA の添加により微粒子捕獲細菌数が減少し、群集組成も変化した。以上より、微粒子と細菌間にイオン結合が存在することが明らかになった。

第6章 総合考察

本研究では、海洋環境中での微粒子捕獲細菌の存在を明らかにすることができた。また、微粒子捕獲は、微粒子の大きさや材質、ペンを毛が影響し、微粒子と細菌の細胞表面ではイオン結合が存在することが明らかになった。本研究は、細菌と微粒子の相互作用を明らかにした最初の報告である。微生物生態学において、細菌の微粒子捕獲は海洋炭素循環における微生物の役割に対する新たな知見をもたらすと期待できる。

なお、本論文 2 章、3 章は池本栄子、吉田弘明、木暮一啓との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上の結果を総合し、博士（環境学）の学位を授与できると認める。