

論文審査の結果の要旨

氏名 井上 健太郎

本論文は5つの章からなり、第1章は序論、第2章は高度好塩古細菌の分離培養と定量、第3章は分離株の新属新種記載および塩分特性に関する生理性状、第4章は新属新種株のゲノム解析、第5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

地球上の生物の3ドメインのうち1つを占める古細菌は、従来、好熱性、好塩性のものなど、その特殊性に注目して研究が行われてきた。それらの生物はその環境に高度に適応する代わりに、その環境から外へは出ていくことができないと考えられてきた。しかし一方、こうした特殊性を持たない海洋環境にも広く古細菌が存在し、その細胞数は原核生物全体の約1/3に相当することが近年判明した。それらの海洋古細菌は未だ培養株が実験室レベルでの研究に使える段階になく、正式な学名がついていないが、系統的に見るとそのうちの一系統群 **Marine Group IV** は高度好塩古細菌に近縁である。極限—非極限にかかわらずすべての生物は進化で繋がっており、それらは全く独立に進化を遂げたとは考えられない。つまり、両者間に何らかの交流があった、あるいはそれは今でも続いていると考えるべきである。本論文では、「高度好塩古細菌は、高塩分環境から極限—非極限の隔たりを超え、海洋環境に生きて存在している」という仮説を立てた。この仮説を証明するため、本論文では、①高度好塩古細菌の分離培養、②系統関係と生理性状、③特定株のゲノム構造解析、と言ったアプローチで検証を試みた。

第2章 高度好塩古細菌の分離培養と定量

高度好塩古細菌は極限性古細菌の一例であり、ほとんどのものが増殖至適塩分として20%以上のNaClを必要とする。海水に含まれる塩濃度(約3%)では、細胞内の浸透圧が保持できずに破裂するため、海洋環境には存在しないとされてきた。本章では、複数の海域から初めて高度好塩古細菌を69株分離培養することに成功するとともに、分子生物学的手法を用いて外洋域でのその分布を定量的に明らかにした。

第3章 分離株の新属新種記載および塩分特性に関する生理性状

高度好塩古細菌は、現在まで1科32属に分類されていた。これらはどれも高塩分環境から得られたものであったが、前章で分離された株の中には、ここに属することのない株が含まれていた。この新規な株に学名をつけること、また生理性状を調べ記述することは生物学の基本であり、今後の研究を円滑に進める上で重要である。本章では、この一株について詳細な生理性状を調べ、学名 *Halomarina oriensis* として新属新種を提案した。また、残る68株もあわせて塩分特性を調べた結果、増殖至適塩分が10-20%と中度好塩性を示すものが複数株確認された。塩分特性を分類する呼称については、再定義の提案を含めて第5章で考察している。

第4章 新属新種株のゲノム解析

ゲノム解析の完了している高度好塩古細菌は現在16株が知られているが、それらは全て高塩

分環境から得られたものであり、海洋などに生息する生物とは塩分に対応する適応戦略が違う。前章で記載された *Halomarina orientalis* のゲノム解析を行った結果、該株は、本来高度好塩古細菌が持ち得ない適合溶質輸送系を持っていることが明らかになった。高塩分環境と海洋環境における生物両方の塩分適応戦略を使い分けることで、極限—非極限の隔たりを越える可能性が示された。

第5章 総合考察

本章では、海洋環境と高塩分環境の相互を繋ぐ微生物群に焦点を絞り、海洋古細菌と高度好塩古細菌の進化プロセスを考察している。高度好塩古細菌は、現在まで生態学的興味・進化的興味の対象から外れてきたと言える。本論文は、今後はこういった境界領域の研究を発展させていく必要があると指摘している。

なお、本論文3章は伊藤隆、大熊盛也、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。