

好熱菌と進化

東葉大生命科学部 大島 泰郎

〔はじめに〕 温泉など局所的な高温環境には多種の好熱菌が棲息している。好熱菌は例外なく耐熱性のタンパク質、核酸、生体膜、ファージを生産する。これらの耐熱性高分子などは工学的な応用の立場からも、構造機能相関を研究する立場からも興味深い。特に、近年になって海底の熱水噴出孔などから90度以上の温度で生育可能な「超好熱菌」が分離された。超好熱菌の生産する酵素の中には120度の熱処理に耐える例さえ知られている。

〔進化系統樹〕 分子系統樹によると、生物界は真正細菌、古細菌、それに真核生物の3界に分類される。原始生物はまず真正細菌と古細菌に分岐し、のち真核生物は古細菌と共通の祖先から分岐してきたと考えられている。超好熱菌の多くは古細菌に属する。生物系統上、古細菌でも真正細菌でも、原始的な位置（始原細胞に近い位置）は超好熱菌が占める。このことは始原細胞も超好熱菌であったことを意味し、好熱菌研究は生物進化史の上でも重要である。ここでは、高度好熱菌、超好熱菌の生化学的、分子生物学的な特徴を述べ、これが基礎生物学研究、進化学研究、応用開発研究の上で持つ意味を考察しながら、好熱菌のゲノム解析にもとづく進化分子工学の重要性を指摘したい。

〔古細菌の生化学〕 超好熱菌はATPの代わりにピロリン酸を用いたり、ゲノムサイズが小さいなど、その生化学や分子生物学に原始的な性格を残している。その一方で、細胞骨格やイントロンの存在、RNA合成酵素のサブユニット構造など真核生物と共通の生化学的性質も多く見られ、上記の真核生物の古細菌起源説を支持している。さらに、SrRNAの配列をはじめ一部の性質は古細菌に固有である。たとえば、膜脂質はグリセロール部分の光学活性がd型であり、炭化水素鎖はエステル結合でなくエーテル結合でグリセロール部分に付加している。一部の古細菌は二分子のジエーテル脂質が縮合してテトラエーテルとなり、単分子膜を形成している。

〔好熱菌の進化工学〕 好熱菌から由来する耐熱性酵素であっても、真正細菌に属する高度好熱菌からの酵素と古細菌に属する好熱菌の酵素とでは一次配列上の相同性が低く、分子系統を反映している。しかし、両者は同じように耐熱性である。これらのタンパク質の構造、機能、耐熱性の解析を行うことは、タンパク質の構造形成や作用機構の原理を明らかにする新しい手掛かりを与える。耐熱機構を解明する一手段として、好熱菌の遺伝子操作系を開発することによって、好熱菌を宿主とする進化工学実験系を作ることが出来る。この結果についても報告したい。

Biochemical Evolution of Thermophiles

Tairo Oshima (Department of Molecular Biology, Tokyo University of Pharmacy and Life Science)

Hyperthermophiles, Molecular Phylogeny, Evolutionary Molecular Engineering, Genome Projects of Thermophiles