

「南極の海の細菌」の物語

左右田 健次*

地球において生物が生息する環境、つまり生物圏は地球のごく表面に限られています。これは生命活動が根元的には太陽のエネルギーに依存していることに基づいています。地球の陸地を均すと、水深3000メートルの海で覆われます。平均塩分3.47%の海水は深海では4℃より低い温度で存在し、海水の平均温度は3.5℃ですから、地球は深海という冷たい殻で覆われた惑星といえます。生物圏の80%は深海、南北両極、高山、凍土など5℃以下の低温環境にあります。そこには低温を好み、低温に耐え得る細菌が生育し、物質循環の主役を果たしています。細菌以外にも氷山の中で生育する藻類や植物プランクトンも知られています。0℃でも生育する細菌は低温菌と呼ばれています。低温菌とは逆に100℃以上でも生育できる超好熱菌が海底の熱水噴出孔などに生育し、高酸性、高塩基性、高圧、高塩濃度などの“通常ならざる”条件下で成育する細菌も存在するし、通常では利用し難い有機ハロゲン化合物、シアン化合物などを栄養源とする微生物もあります。これらは極限性微生物と総称されています。しかし、“通常ならざる”というのは、人間を中心とした考えで、このような環境で何億年か生存してきた細菌の立場からは、人間の方が“通常ならざる”条件下に生きているといえるでしょう。

私たちは南極の海水から単離した低温菌の一つを対象にして酵素科学の立場から研究を続けてきました。海洋生化学の一分野ですが、低温菌の酵素の研究は緒についたばかりです。この低温菌は多くの酵素を効率良く生産します。いずれの酵素も0℃でも触媒作用を示し、反面、大部分の酵素は人間の体温に近い35℃前後でその三次元構造が崩壊し酵素活性を消失します。いかにも南極海で生育する低温菌の酵素らしい性質です。しかし驚くことに、この低

温菌のアルコール脱水素酵素、アルデヒド脱水素酵素などは、75℃のような高い温度においても安定であり、高い触媒作用を示すのです。15℃の低温で最もよく生育する細菌の酵素が低温でよく作用し、35℃になると活性を失うのは理屈にあいます。人間の体温を37℃とすれば、この温度差は人間の体温では57℃に相当します。分子レベルでも、人間の酵素は一般に55℃前後で活性を消失しますから、15℃と75℃の差は60度で、仮に人の酵素でいえば、97℃でも安定ということになります。

酵素が低温で良く作用するということは、低温、つまり高いエネルギーを与えなくても、タンパク質としての三次元構造が柔軟に揺らいで効率良く触媒作用を起すことを意味します。一方、酵素の耐熱性は、その三次元構造が強固で、少々の熱エネルギーでは、揺らいだり、壊れたりしないことを意味します。ですから、酵素が低温で効率よく作用することと、高温で安定なこととは、本来、矛盾します。しかし、現に低温活性で、高温安定な酵素が南極海水の細菌に存在しているのです。低温域において、これらの酵素の構造は柔軟に変化し、効率的に触媒作用を示す一方、高い温度域でもそれ以上の構造変化は起こり難く、安定なのです。このように逆説的な現象が起こるメカニズムは判っていません。また、これらの酵素の分子進化の道筋も不明です。想像をたくましくすれば、何億年も前、温泉のような高温環境に適応して、耐熱性の酵素を生産して生きていた好熱菌が海の流れに乗って南極にたどりつき、低温条件に適応して低温で効率良く働く酵素を作ります一方、ほとんどの酵素が南極では不要な耐熱性を消失した中で、上記のアルコール脱水素酵素など、少数の酵素だけが化石のように昔の耐熱性を保持してきたのかも知れません。低温で働く酵素は不安定

* (財) 海洋化学研究所 所長

な化合物の合成や分析，食品工業や化粧品工業などへの応用でも注目されています。スコットやアムンゼンそして白瀬などによって探検された南極，その

海水の低温菌に基礎，応用の面から新しい光が投げかけられています。