

詳しく見れば、ヒトなどが属する脊椎動物とエビなどの節足動物とは割合早い時期に分岐し、ヒトはむしろ節足動物であるエビよりはウニなどの棘皮（きょくひ）動物に近いことになる。

分子系統樹は枝の長さで生物間の距離を表現

遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の比較をもとに系統関係を推定することが近年行われている。こうして、作成される系統樹を「遺伝子の系統樹」あるいは「分子系統樹」と呼ぶ。分子系統樹は、形質の差を基にして描かれた系統樹と整合していることが多いが、必ずしも完全には一致しない。両系統樹が異なる理由は、生物学研究の大きなテーマである。分子系統樹では、共通の祖先から分岐して、それぞれの生物までの枝の長さによって、遺伝子の違いの度合いが表現される。この枝の長さは、遺伝子の類似度をコンピューター処理したマルチプルアラインメントの結果から得られた遺伝子やタンパク質の類似性を表す指標で表現することが可能で、枝が短いものほどお互いの相同性が高いことを意味している。

4.1.4 水環境で話題になる生物の分類学上の位置

5界説は生物の教科書の主流だが原生生物界に大きな矛盾

図-4.2を見ながら、生物の大括りの区分について述べておく。多くの我が国の高等学校の生物の教科書では、5界説の分類を採用しており、5界説では、まず、細胞の構造が大きく異なる原核生物と真核生物に生物全体を分け、原核生物界を定義している。その後の遺伝子研究により、この原核生物界は真正細菌のグループと古細菌のグループに大きく2分されることが明らかになっていく。真核生物のうち高度な生物は、植物界、菌界、動物界に分けられ、それぞれ、生態学的位置付けが生産者、分解者、消費者となる。つまり、生産者は光合成をすることによって、空気中の二酸化炭素から有機物を生産するもので、消費者は、有機物を摂食するものであり、分解者は遺骸などを分解するものと位置付けられる。一方、真核生物のうちで体のつくりが単純で、植物界、菌界、動物界のいずれにも含めることができないもの（藻類、ミドリムシ類、サカゲツボカビ類、ネコブカビ類、胞子虫類、肉質鞭毛虫類、有毛虫類など）は、5

界説では原生生物界としてまとめられている。この雑多な一群である原生生物界に5界説の矛盾が凝縮されている。

生物的廃水処理で活躍する生物の多くは原核生物

図-4.2を参照しながら、水環境で話題になる生物を確認しておく。淡水でアオコの原因になり、毒物や臭気を生じる *Microcystis* や *Anabaena* は藍藻（シアノバクテリア）であり、原核生物である。一方、それ以外の藻類、たとえば、海水で赤潮を生じる珪藻、ラフィド藻、渦鞭毛藻などは、単細胞性の真核生物である。廃水処理で活躍している細菌は、グラム陰性菌では、プロテオバクテリアやバクテロイデス、グラム陽性菌では、放線菌（アクチノバクテリア）、乳酸菌などを含むファーミキューテスなどにまたがるとされている。このうち、プロテオバクテリアは 16S rRNA で定義された門であり、様々な機能を持った細菌が含まれる。腸内細菌である大腸菌 (*Escherichia coli*) や独立栄養の硝化菌 (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*) もプロテオバクテリア門にはいる。一方、嫌気性の生物処理法で活躍するメタン生成菌は、古細菌に分類される。古細菌には、メタン生成菌の他、好熱菌や好塩菌など極端な環境に適応した細菌が多い。

原虫、酵母、微小動物などは真核生物

水道水を介した感染で問題となっている *Giardia*, *Cryptosporidium* は、単細胞性真核生物で、マラリアなどとともに原虫と呼ばれている。酒類などの製造に用いられる酵母は、菌界に含まれ、排水処理への利用も稀にある。また、菌界の生物の中では、朽ちた木を分解する白色腐朽菌がダイオキシンなどの分解のための研究でよく用いられている。活性汚泥に含まれる微小動物としては、纖毛虫類、袋形動物輪虫類、環形動物貧毛類などがあるが、うち、纖毛虫は単細胞性であり、他は動物に含まれる。急性毒性評価を緑藻 (*Pseudokirchneriella subcapitata*)、甲殻類のミジンコ (*Daphnia magna*)、コイやメダカといった魚類の3種に対して行なうことが、しばしば提案されているが、これら3種は、分類系統上でも異なる位置にあり、生態系の生産者、1次消費者、高次の消費者に対応している。