

生物学の一大フロンティア：原生生物、特にエクスカヴァータについて

中山 剛（筑波大・生命環境）

キーワード：原生生物・プロティスト・進化・多様性

原生生物とは

原生生物(protists)とは、真核生物の中から後生動物(多細胞動物)、陸上植物、真菌類を除いたものの総称であり、その系統的多様性は真核生物のそれとほぼ同義であると言っても良いほど大きなものである。原生生物の中には上記の多細胞生物群それぞれに近縁なグループも存在するし、どの多細胞生物群とも近縁ではない独自のグループも多数存在する。近年の分子系統学的研究の発展によって、このような原生生物の系統的多様性、つまり真核生物全体の系統関係が明らかとなりつつある。現在のところ、真核生物の中には8つの大きなまとまり(スーパーグループ)が存在すると考えられている(オピストコンタ、アメーボゾア、エクスカヴァータ、植物、リザリア、ストラメノパイル、アルベオラータ、ハクロピア)(図1)。このようなまとまりは藻類や鞭毛虫、アメーバといった従来の分類学的区分とは全く対応しないし、また光独立栄養性、捕食栄養性、寄生性といった生活様式とも対応していない。つまりそれぞれのスーパーグループの中で、多様な形、生活様式への進化が起こったものと考えられる。しかし原生生物の進化的多様性の解明ははまだ端緒にすぎたばかりであり、未知の原生生物が身近な場所から容易に見つかるのが現状である。

これら多種多様な原生生物は、生態的にも極めて重要な地位を占めていることが明らかとなってきた。特に水界においては、生産や物質・エネルギーの流れの大部分が原生生物とバクテリアからなる微小生物群集によって担われているらしい。しかし、原生生物はそのサイズ故に基礎的な生物学的情報に乏しく、実際に自然界でどのような原生生物がどのように生きているのかということすら未知の部分が多い。例えば海洋の水からDNAを抽出し、その原生生物相を探索してみると、正体が分からない塩基配列が多数得られてくる。進化的・生態的重要性にもかかわらずこのような基礎的情報が欠

如していることは、原生生物研究の大きな足かせとなっているが、一方でこのような現状は、原生生物研究が生物学における一大フロンティアであることを示している。

エクスカヴァータ

上記の様に、近年になって認識されるようになった真核生物のスーパーグループの1つに、エクスカヴァータ(Excavata)がある。もともとは細胞腹部に大きな細胞口をもつなどの形態的特徴から認識されるようになったグループであり、ディプロモナス類、ヤコバ類、ヘテロロポーサ類、*Trimastix*、*Malawimonas*などを含んでいた。その後、分子系統学的情報などからユーグレノゾア類、パラバサリア類(副基体類)、オキシモナス類など明瞭な細胞口をもたない生物群もエクスカヴァータに含まれるようになった。さらに新たなエクスカヴァータのグループも近年多数見つかってきている。

エクスカヴァータの中にはトリコモナスやオキシモナスのような寄生性・共生性の鞭毛虫が多く含まれ、これに関連する研究が盛んに行われている。また未だ明らかになっていない部分も多いが、エクスカヴァータ類の中には底泥など嫌気的環境で自由生活するものも多いらしい。さらにユーグレノゾアに属する鞭毛虫は、バクテリアまたは真核生物捕食者として、水界で最も普遍的なグループの1つであり、またその中のユーグレナ類は二次的に葉緑体を獲得して淡水域における重要な植物プランクトンとなっている。

エクスカヴァータは真核生物全体の進化を考える際にも興味深い存在である。エクスカヴァータに属する *Reclinomonas* のミトコンドリアゲノムは真核生物の中で最も原始的な特徴を残しており、また微細構造の比較からはエクスカヴァータの細胞構造が最も原始的な真核生物の姿である可能性が大きいことを示している。このようにエクスカヴァータは原生生物研究のおもしろさを示す典型的な一群である。

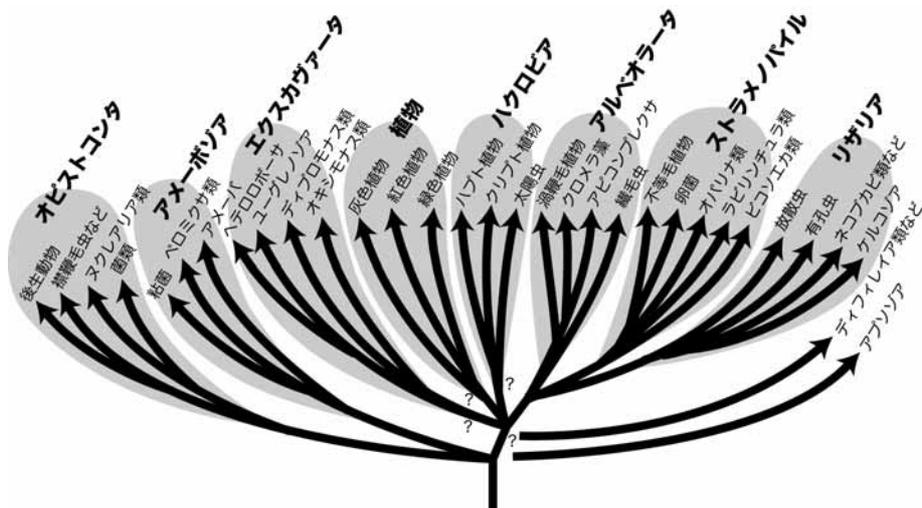


図1. 真核生物の系統