

ミドリムシの家族を紹介します ～「藻ンスター」たちの多様性と進化～

松尾 恵梨子 *

何百をも超える種類がこの世界に分布している。その生息域は水陸を問わず、野にも街にもあなたのそばにもひそんでいる。驚くような能力をもっていて、なにより進化がたいへん興味深い。ポケモンの話ではない。現実存在するモンスターこと、微生物の話である。

微生物にもいろいろある。私が研究対象とするのは藻類と呼ばれる生物だ。水圏を中心に生息し、光合成をする系統の総称である。直感的にはミドリムシなどを思い浮かべてもらおうとよい。単細胞生物はとかく下等な生物とみなされがちである。しかし姿かたち生態の多様さ、それを生み出した複雑な進化の道のりを知れば、かれらがとても大胆な変化を乗り越えてきた「藻ンスター」なのだということがわかる。

その一例として、ここでは有名なミドリムシとその近縁な生物を紹介したい(図1)。近年、ユーグレナの名でも浸透しつつあるミドリムシ(*Euglena gracilis*)。緑色の葉緑体を持ち、捕食をしなくても光合成によって生きていけるが、活発に泳ぎ回りもする。そうした特徴から、動物か、植物か?なんて問われることもある。かいつまんで言うと、葉緑体で光合成をすることからミドリムシは植物とみなされている(陸上植物の系統とは全く異なるが)。しかしその葉緑体の起源を遡ると、ミドリムシの祖先が捕食した藻類(緑藻)に由来するらしい。すなわちミドリムシは「植物になった」生物なのである。

そんなミドリムシと遺伝子の系統が近いとされている生物... いわばミドリムシの「家族」には他にも個性的なメンバーだらけだ。まず、ミドリムシの兄弟・姉妹分にあたるアスタシア(*Astasia longa*)¹⁾は「植物をやめた」生物だ。葉緑体を失い、細胞表面から栄養を吸収することで生きている。一方、ミ

ドリムシの叔父・叔母といえる系統的位置にあるラパザ(*Rapaza viridis*)²⁾という生物は、光合成をおこなうが微生物も捕食する「もの食うミドリムシ」である。葉緑体とはいったい何のためにあるのか? 植物になる/やめるって、具体的にどういうシステムが変化して実現したのか...? メジャーな陸上植物を研究するのみでは解明が難しい進化の謎、そのヒントがここにある(かもしれない)。

さて、今度は「ダークサイドに堕ちた」一家のメンバーを紹介する。光合成や捕食による自活の道を棄て、人畜の寄生虫として生きていくことを選んだ生物たちである。たいへんな方向転換だ。もはや藻類とは呼び難いかれらは、伝統的に原虫と称されている。危険なメンバーの筆頭はトリパノソーマ原虫(*Trypanosoma*)³⁾、ラパザよりもはるかに遠いがミドリムシの親戚だ。中南米におけるシャーガス病や、ヒトを死にいたらしめるアフリカ睡眠病の原因となる原虫である。さらに遠い親戚には、性感染症で知られる膣トリコモナス原虫(*Trichomonas vaginalis*)⁴⁾、胃腸炎を引き起こすジアルジア原虫(*Giardia intestinalis*)⁵⁾がいる。膣内や腸内に寄生するかれらは病原体としての重要性もさることながら、低酸素環境への適応という面でもたいへん興味深い進化を遂げた生物だ。生物にとって重要な細胞小器官・ミトコンドリアの機能が非常に縮退しているのである。一般的に、ミトコンドリアは酸素を利用してATP(アデノシン三リン酸、生物のエネルギー源)を効率的に作り出している。ところがこの機能は膣トリコモナス原虫やジアルジア原虫では失われているのだ。かれらは低酸素下でもATP産生が可能な経路を複数もっている。さらなるミトコンドリア縮退進化をきわめたのが、チンチラの腸から発見されたモノセルコモノイデス(*Monocercomonoides*)

* 筑波大学 生命環境科学研究科博士課程 日本学術振興会特別研究員 DC1
abbey.ohayo@gmail.com

⁶⁾である。これは今のところ、ミトコンドリアを完全に失ったと考えられている唯一の生物だ。このように、光合成をして牧歌的に生きている種がいるかと思えば、葉緑体をあっさりなくした種もいる。ミトコンドリアが縮退、もしくは失くしてもしぶとく生きていたり、寄生してみたり...「なんでもあり」なミドリムシ一家のライフスタイルを、私はとてもおもしろく感じている。藻類も寄生虫も、進化の上では地続きの存在なのだ。

「藻ンスター」の奔放な生態、そして進化と多様性がつくりだすおもしろさを他の人と共有したい。私はそんな思いを抱いており、これまでミドリムシ以外にも「藻ンスター」のイラストをいくつか描いてみた(図2)。幸運にも、この夏(2016年7月23日・24日)東京の九段下にて開催された、科学を題材にした創作・展示・研究発表系イベント「博物ふえすていばる!3」において、その夢は叶った。マイクロの世界の生物に焦点を当てたブース「ニッチェラ

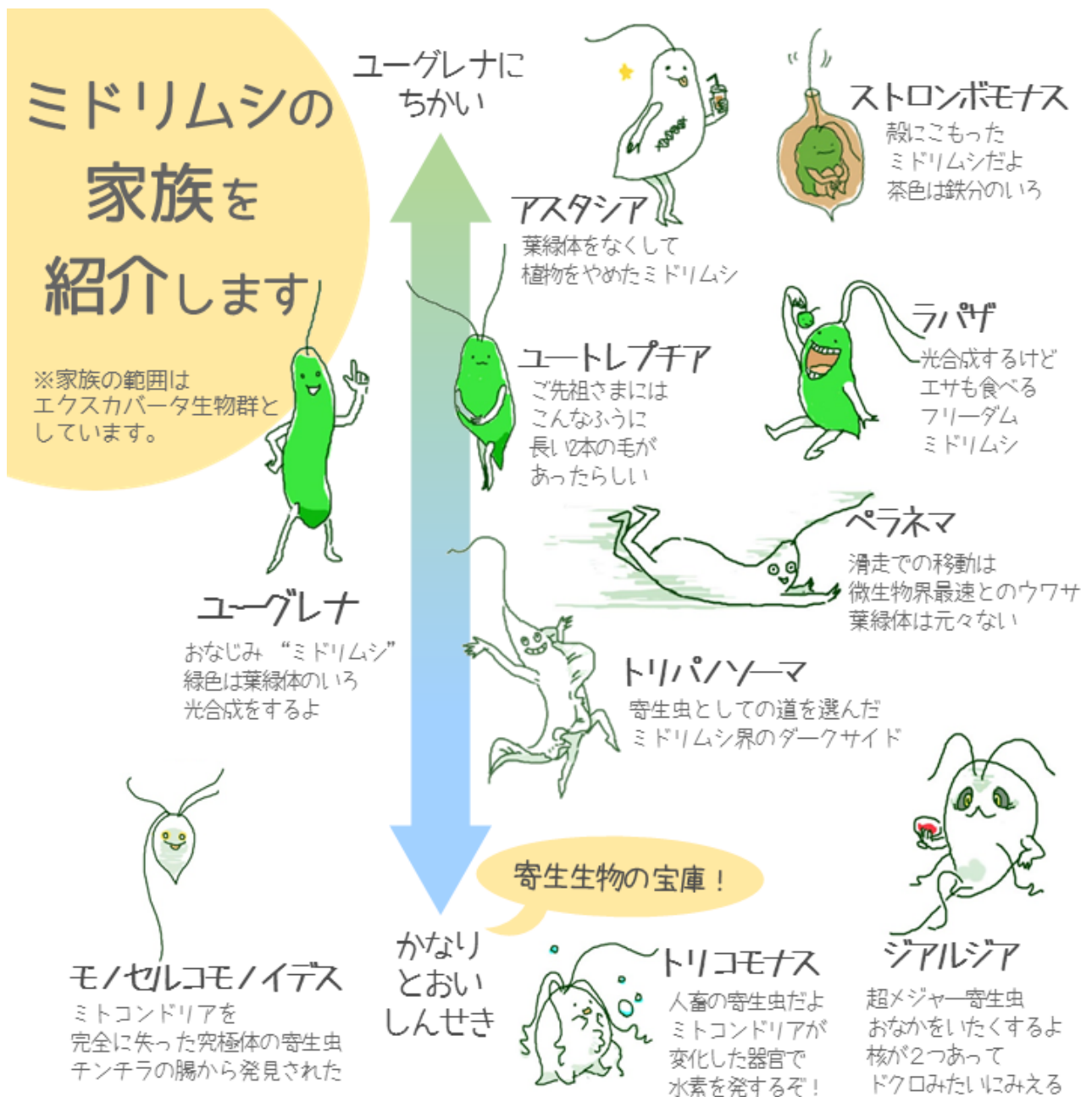


図1. ミドリムシを含むエクスカバータ生物群には多様な生活形態の生物が存在する。光合成性、捕食性、吸収栄養性、混合栄養性（ここでは光合成と捕食による）、そして宿主に依存して生きる寄生性である。寄生性生物であるトリコモナスやジアルジアには低酸素環境に適応してミトコンドリアが変化した細胞小器官が存在するのだが、その変化の過程は解明されていない。



図2. これまでにイラスト化した藻ンスターたち。()内は生物のグループ名。上段左から:クラミドモナス(緑藻)、トキソプラズマ(アピコンプレクサ) 下段左から:ポーリネラ(ケルコゾア)、チノリモ(紅藻)、カレニア(渦鞭毛藻)

イフ」を主宰する早川氏・熊澤氏のご厚意により、このミドリムシー家のパネルを置かせていただいたのである。「こういう絵があると、微生物もとつき易そうだね」パネルをご覧になった高校の理科教員の方から頂いた言葉がとても嬉しかった。生物を家族ごと理解する。その楽しさは、「藻ンスター」のゆるやかなイラストを描くときも、研究をするときも、私にとって共通の原動力となっている。

引用文献

1) Gockel and Hachtel, *Protist* (2000), Volume 151, Issue 4, p347-351.

2) Yamaguchi et al, *BMC Evolutionary Biology* (2012), Volume 12, Article No. 29

3) Stevens, *Parasite* (2008), Volume 15, p226-232

4) Schneider et al, *International Journal for Parasitology* (2011), Volume 41, Article No. 0, p1421-1434

5) Tovar et al, *Nature* (2003), Volume 426, p172-176

6) Karnkowska et al, *Current Biology* (2016), Volume 26, Issue 10, p1274-1284