被食ー捕食相互作用が駆動する糸状多細胞性の獲得と消失

甲斐光[1], 立木佑弥[1]
1. 東京都立大学

多細胞性の進化は生命史上重要なイベントであり、その成立条件の理解は進化生物学の重要な課題である。細胞が一列に連なる糸状性は多細胞化の初期段階を代表する形態であり、藻類・細菌・菌類など多様な系統で独立に進化してきた。一方、近縁な単細胞性種も広く存在する。特にシアノバクテリアでは、単細胞性から糸状性への進化とその逆方向の進化が繰り返されてきた。さらに、糸状体長も株ごとに異なり、多様化してきたと考えられる。しかし、単細胞性・糸状性といった形態や糸状体長の多様性を創出する進化生態学的要因は体系的に理解されていない。

糸状化は体サイズの増大とみなせ、増殖速度低下と捕食回避のトレードオフにさらされる。また、捕食者には最適餌サイズが存在し、糸状体長の進化は捕食者の餌サイズ選好性に依存すると考えられる。そこで、捕食者の餌サイズ選好性に応じて糸状性や糸状体長がどのように進化するのかを検証した。

糸状性は、細胞分裂時に娘細胞同士が分離しなくなる変異により獲得されることから、単細胞性—糸状性間の進化を細胞間の接着性の進化と捉えた。娘細胞同士が接着したままになる確率を細胞間の接着性とし、糸状体長分布の時間変化を構造化個体群モデルで記述した。さらに捕食者の個体群動態も記述した。糸状体は長いほど細胞分裂が遅くなり、捕食者の最適餌サイズから逸脱するほど捕食されにくくなると仮定した。接着性の進化はadaptive dynamicsの枠組みで議論した。

その結果、接着性進化は増殖と捕食回避のバランスにより決定された。捕食係数が大きく、捕食者が短い糸状体を好む場合、接着性は正の値へ進化し糸状性が生じた。一方、捕食者が中程度の長さを好む場合には、初期値依存性が生じ、単細胞性もしくは高い接着性へ進化した。さらに、捕食係数が中程度のときには進化的分岐が生じた。分岐後解析とエージェントベースシミュレーションの結果、分岐後には糸状性と単細胞性の二型が出現した。これらの結果は、繰り返されてきた単細胞性−糸状性間の進化を説明する多様なシナリオを提供する。