

## 無殻渦鞭毛藻類のクレプトクロロプラストにおけるクリプト藻取り込み後の微細構造的变化 Morphological changes in kleptochloroplasts after ingestion in the unarmored dinoflagellates

大沼 亮<sup>1\*</sup>, 堀口健雄<sup>2</sup>Ryo Onuma<sup>1\*</sup>, HORIGUCHI, Takeo<sup>2</sup><sup>1</sup> 北海道大学理学院自然史科学専攻, <sup>2</sup> 北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門<sup>1</sup>Dept. Nat. His. Sci., Grad. Sch. Sci., Hokkaido Univ., <sup>2</sup>Dept. Nat. His. Sci., Fac. Sci., Hokkaido Univ.

渦鞭毛藻類は海水、淡水に広く生息する単細胞性原生生物で、現在記載されている約2000種のうち約半数が光合成性で、その葉緑体は紅藻に由来するものと考えられている。渦鞭毛藻類の残りの半数は、渦鞭毛藻類の多様化の過程で葉緑体を二次的に失った従属栄養性種である。渦鞭毛藻類の中には紅藻由来の葉緑体を珪藻、ハプト藻、緑藻の葉緑体と取り替えた種もあり、葉緑体の進化という観点から見ると、渦鞭毛藻類は複雑な進化史を辿った生物群である。このような永続的な葉緑体の他に、'クレプトクロロプラスト(盗葉緑体)'と呼ばれる特殊な葉緑体をもつ種もいる。クレプトクロロプラストとは、もともと葉緑体をもたない生物が他の光合成藻類から盗んだ葉緑体のことで、その葉緑体は細胞内で一時的に保持・使用されるが、宿主との共生関係が確立していないためにやがては失われてしまう。無殻渦鞭毛藻、*Amphidinium poecilochroum* (海産)、*Gymnodinium aeruginosum* (淡水産)は互いに近縁な種であり、クリプト藻に由来するクレプトクロロプラストをもつ。海産の*A. poecilochroum*は、クリプト藻の種を問わず取り込み、クレプトクロロプラストの分裂は確認されていない。一方で、淡水産の*G. aeruginosum*は*Chroomonas*属を特異的に取り込む。細胞内のクレプトクロロプラストは1つのみであるが、渦鞭毛藻の細胞分裂に合わせてクレプトクロロプラストも分裂させ、娘細胞に受け継ぐことができる。このようなことから、*G. aeruginosum*の示すクレプトクロロプラスト現象は*A. poecilochroum*より進化的であり、クレプトクロロプラスト性無殻渦鞭毛藻の系統内でクレプトクロロプラストから'真の葉緑体'へと進化しつつあると考えられる。それゆえ、本系統の渦鞭毛藻類は細胞内共生確立の研究をする上では格好の生物であると言える。しかしながら、これまでの研究では一般的な微細構造の研究はなされているものの、クリプト藻の取り込み後、そのクレプトクロロプラストが細胞内でどのように変化し、消失していくのかはわかっていない。そこで、本研究では、飢餓状態にして無色化した渦鞭毛藻にクリプト藻を与えて、クレプトクロロプラストの微細構造を光学顕微鏡、単細胞TEM法を用いた透過型電子顕微鏡によって経時的に観察し、海産種と淡水産種の差異を比較した。

取り込まれた直後のクリプト藻の細胞を比較してみると、両種ともクリプト藻の葉緑体、核、ミトコンドリア、エジェクソームがクリプト藻の細胞質と共に取り込まれており、クリプト藻の細胞質と渦鞭毛藻の細胞質の間には1枚の膜が観察された。*A. poecilochroum*は、クリプト藻の取り込み後、葉緑体は次第に拡大されるものの、取り込み1時間後までにクリプト藻のミトコンドリア、エジェクソームを細胞質ごと食胞に移し、3時間後にはクリプト藻の核も葉緑体から切り離され、消化されることが明らかとなった。一方、*G. aeruginosum*では細胞質は葉緑体の周縁に残存し、クリプト藻のミトコンドリア、核は細胞質に残されたままであった。葉緑体は取り込み後6時間から急激に拡大を始め、取り込み後3日後にはクレプトクロロプラストは多数のピレノイドを形成しながら細胞全体に広げられた。クリプト藻核は杯状に広げられたクレプトクロロプラストの内側に位置していた。5日後にはクリプト藻核の周囲でヌクレオモルフの分裂も確認された。本研究によって、*G. aeruginosum*の方が*A. poecilochroum*よりもクレプトクロロプラストを大きく拡大することができ、クリプト藻の核などのオルガネラをより長く温存できることが明らかとなった。細胞内共生における共生体の核の役割についてはまだ解明されていない問題が多数あるが、クリプト藻に由来するクレプトクロロプラストをもつ繊毛虫*Mesodinium rubrum*ではクリプト藻の核がクレプトクロロプラストの維持に重要であることが明らかとなっている。また、珪藻の葉緑体を獲得した渦鞭毛藻類は細胞内に珪藻の核も保持しており、細胞分裂時に珪藻の核も同調して分裂させることができる。このように、クレプトクロロプラストから真の葉緑体獲得への進化過程では、共生体の核を保持する方向に進化する傾向にあり、クリプト藻核を長く温存する*G. aeruginosum*のクレプトクロロプラストは*A. poecilochroum*よりも進んだ進化段階にあると考えられる。

キーワード: 渦鞭毛藻, クレプトクロロプラスト, 微細構造

Keywords: dinoflagellate, kleptochloroplast, ultrastructure