

底生有孔虫にみられる盗葉緑体の獲得機構とその機能 Putative functions of kleptoplast in *Planoglabratella opercularis* (foraminifera)

土屋 正史^{1*}, 宮脇 省次², 力石 嘉人¹, 小栗 一将¹, 多米 晃裕³, 植松 勝之³, 三宅 裕志², 丸山 正¹, 大河内 直彦¹
Masashi Tsuchiya^{1*}, Seiji Miyawaki², Yoshito Chikaraishi¹, Kazumasa Oguri¹, Akihiro Tame³, Katsuyuki Uematsu³, Hiroshi Miyake², Tadashi Maruyama¹, Naohiko Ohkouchi¹

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域, ² 北里大学大学院水産学研究所, ³ 株式会社マリン・ワーク・ジャパン

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Kitasato University, ³Marine Works Japan Ltd.

宿主-共生系は、生物の多様性を生み出す要因のひとつであり、多様な共生様式を持つ有孔虫進化のドライビングフォースとなる。有孔虫類には、多様な藻類を藻類のまま共生させる種がいる一方で、盗葉緑体と呼ばれる特殊な共生様式を持つ種が存在する。盗葉緑体とは、従属栄養生物が外来性の藻類の葉緑体だけを細胞内に保持する現象で、宿主は、横取りした葉緑体をあたかも自分のオルガネラであるかのように利用する。有孔虫にみられる共生藻類のさまざまな存在形態は、宿主の依存度や機能・役割に変化をもたらす。

有孔虫類の共生藻類には、おもに2つの役割があると考えられている。1つは、グルコースやアミノ酸といった光合成産物の産生であり、宿主の生存と成長を助ける。もう1つは、炭酸カルシウム殻の形成に関与すると言うものである。本研究では、細胞内に盗葉緑体を共生させる石灰質底生有孔虫 *Planoglabratella opercularis* について、盗葉緑体現象の理解(盗葉緑体の獲得と維持)・背景(盗葉緑体遺伝子の役割と進化)・機能(資源の利用形態)・役割(光合成と石灰化への寄与)から読み解き、共生による有孔虫の多様化メカニズムの解明を目的に研究を行っており、本発表では、特に、盗葉緑体現象の理解と機能について、アミノ酸窒素同位体比分析に基づく栄養段階推定、超微細構造観察、微小酸素電極の測定から、宿主による盗葉緑体への依存度と役割を推測した。

アミノ酸窒素同位体比に基づく栄養段階推定の結果、*P. opercularis* の栄養段階は、天然の個体で1.2となり、光合成によって得られたアミノ酸を、ほぼ100%利用していることが示唆された。一方、異なる季節に採取した天然の個体では、栄養段階が1.9となり、捕食者の値を示す。

培養実験および透過型電子顕微鏡による細胞内の超微細構造の観察では、周囲に盗葉緑体の起源生物である珪藻が存在しない場合、盗葉緑体は10日程度で消化することが明らかになったが、餌がある場合や暗環境では、盗葉緑体は10日を超えても消化されない。このように短期間しか保持できないにもかかわらず、細胞の表面付近に盗葉緑体を配置させ、酸素発生型の光合成を活発に行っていることが明らかになった。また、細胞内にはペルオキシソームが多数見られることから、盗葉緑体と宿主有孔虫細胞との密接な関係が示唆される。

これらのことから、本種の栄養依存形態が混合栄養性である可能性が高く、季節や天候、微小生息環境あるいは生息姿勢、周囲の餌の状況に応じて速やかに栄養依存形態を変化させていることが示唆される。発表では、貧酸素環境下で、光が十分に届かない環境に生息する *Virgulina fragilis* の特徴とあわせて紹介する。

キーワード: 盗葉緑体, 底生有孔虫, アミノ酸窒素同位体比, 微小酸素電極測定, 透過型電子顕微鏡

Keywords: Kleptoplast, benthic foraminifera, nitrogen isotope of amino acid, oxygen micro-sensor, transmission electron microscope