



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Studies on diversity and chloroplast reduction in Paragymnodinium (Dinophyceae) [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	横内, 洗; Yokouchi, Koh
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14795号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85941
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Koh_Yokouchi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 横内 洸

審査担当者 主査 教授 堀口 健雄
副査 教授 小亀 一弘
副査 准教授 柁原 宏
副査 助教 WAKEMAN, Kevin C.

学位論文題名

Studies on diversity and chloroplast reduction in *Paragymnodinium* (Dinophyceae)
(パラギムノディニウム属(渦鞭毛藻綱)における多様性と葉緑体の縮小進化の研究)

博士学位論文審査等の結果について(報告)

渦鞭毛藻類では葉緑体機能の消失が複数回生じたとされており、結果として異なる系統に複数の従属栄養性種が認められる。しかし、渦鞭毛藻類における葉緑体の縮小進化の過程については研究例が少ない。本研究では、単一の属内(*Paragymnodinium* 属)で栄養摂取様式が異なる種の種間比較により、葉緑体の縮小進化の初期段階のプロセスを解明することを目的とした。

全4章のうち、第1章では、葉緑体進化の概要、渦鞭毛藻類の特徴、葉緑体縮小に関連する研究の背景をまとめている。

本研究では、*Paragymnodinium* 属の渦鞭毛藻類を用いた。本属は *P. shiwhaense* をタイプ種として設立されたもので、葉緑体を持ちながら捕食も行う混合栄養性である点、複雑な射出装置であるネマトシストを持つ点が特徴である。第2章では、光学顕微鏡、走査型・透過型電子顕微鏡による形態観察、および分子系統解析に基づいて、本研究で用いた4種に関して分類学的検討をおこなった。結果、これら4種はタイプ種の *P. shiwhaense* を含め、細胞外形、微細構造、栄養摂取様式などで互いに明確に区別された。また、18S および 28S リボソーム DNA 配列を連結した分子系統解析により、4種の渦鞭毛藻類は *P. shiwhaense* と単系統を形成し、狭義の *Gymnodinium* クレードに含まれた。形態的特徴と系統関係から、これらの渦鞭毛藻類はすべて *Paragymnodinium* 属の未記載種であると結論づけられ、それぞれ、*P. stigmaticum*, *P. verecundum*, *P. asymmetricum*, および *P. inerme* と命名された。このうち、前2者が光合成と捕食をおこなう混合栄養性、後2者は捕食をおこなわない独立栄養性であった。

第3章では、*P. asymmetricum*, *P. inerme*, *P. stigmaticum* の成長速度、色素組成、吸収スペクトル、可変クロロフィル蛍光に基づく光化学系 II 活性、および炭素固定速度を解析した。捕食を行わない独立栄養性種である *P. asymmetricum* と *P. inerme* は、高い光化学系 II 活性と炭素固定速度を示した。また、この2種の色素組成は、他の典型的なペリディニン型渦鞭毛藻類と類似していた。一方、捕食性種の *P. stigmaticum* は従属栄養的な成長を示し、餌となるクリプト藻 *Rhodomonas* sp. の添加が成長に必要であった。また、光化学系 II 活性と炭素固定

速度は、独立栄養性の2種に比べて著しく低かった。*P. stigmaticum*の色素組成は他の2種と同様であったが、ペリディニン、クロロフィル c_2 、 β -カロテンの含有比は独立栄養性の2種と大きく異なっていた。吸収スペクトル解析の結果、*P. stigmaticum*ではクロロフィル a のQy帯のピークが長波長側にシフトしており、クロロフィル-タンパク質複合体の変質が推測された。このような*Paragymnodinium*属内の違いは、光合成機能が失われる過程で生じている現象を示していると考えられた。

第4章では、*P. asymmetricum*、*P. inerme*、*P. stigmaticum*、さらに近縁な属の光合成性種*Gymnodinium catenatum*のトランスクリプトーム解析を行い、ヘム、クロロフィル、イソペンテニルニリン酸およびカロテノイドの合成経路、カルビン回路、光合成に関与する遺伝子の発現の差異を比較した。光合成性種*P. asymmetricum*、*P. inerme*、*G. catenatum*は、互いに近い遺伝子発現パターンを示した。一方、*P. stigmaticum*は、光合成機能を担う構成要素のうち、光化学系IIとその光捕集複合体の発現のみが著しく欠如していた。さらに、*P. stigmaticum*では*rbcL*遺伝子の転写が見られないことが判明した。また、*P. stigmaticum*ではクロロフィルやカロテノイド合成経路の一部の遺伝子発現が欠如していたが、ヘムやイソペンテニルニリン酸合成経路は他種と同程度の発現が見られた。これらの結果は、*P. stigmaticum*の光合成活性と炭素固定能力が不活性化している事実と整合性が取れており、光合成能力消失の初期段階における遺伝子発現の変化過程の一例を示していると考えられた。

これを要するに、著者は、*Paragymnodinium*属渦鞭毛藻類のさらなる種多様性の解明に貢献したとともに、それらを研究材料とした比較研究により、葉緑体縮小の初期段階で生じる諸現象の詳細を明らかにした。これらの発見は、渦鞭毛藻類のみならず、広義の植物群の様々な系統に見られる葉緑体縮小進化の全貌解明に向けた注目すべき知見をもたらしたと言える。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。