HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Chemotaxis and phototaxis of gametes in brown algae having two heterogeneous flagella [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	寺内, 菜々
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12674号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65307
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nana_Terauchi_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏　名　寺内　菜々

審査委員　主査　教　授　本村　泰三
副査　教　授　山羽　悦郎
副査　准教授　長里　千香子
副査　教　授　堀口　健雄（大学院理学研究院）

学 位 論 文 題 名

Chemotaxis and phototaxis of gametes in brown algae having two heterogeneous flagella.
（２本の異質鞭毛を有する褐藻配偶子の走化性と走光性）

海洋沿岸において重要な一次生産者である褐藻は、ストラメノパイル系統群（不等毛植物）に属しており、生活環の一部で雌雄配偶子や遊走子といった遊泳細胞を海中に放出する。これら遊泳細胞の刺激受容反応として最もよく知られているのは、雌性配偶子から放出された性フェロモンに対する雄性配偶子の反応（走化性）と光刺激に対する遊泳細胞の反応（走光性）である。これらの刺激に対する反応は、褐藻の遊泳細胞が有する異質な不等長2本鞭毛、すなわち進行方向前方に伸びる前鞭毛と後方に伸びる後鞭毛の運動によって生じる。本研究は、褐藻配偶子の走化性と走光性の反応において、2本の鞭毛の運動変化はそれぞれどのように生じるのかについて高速ビデオを用いた定量解析から明らかにした。さらに、走光性における配偶子の生理学的メカニズムについても考察を進めた。

本研究では、褐藻配偶子の鞭毛波形と遊泳軌跡について高速ビデオ装置を用いた観察から定量化を行い、（1）同型・異型配偶子接合（シオミドロとムチモ）では雄性配偶子の前鞭毛に推進力があるが、卵生殖（マコンブとヒバマタ）では後鞭毛にも推進力があること、（2）雄性配偶子が性フェロモンを感知すると、同型・異型配偶子接合では直線的な遊泳軌跡から小さな円を描く軌跡に変化すること、（3）性フェロモンを感知すると、同型・異型配偶子接合のみで雄性配偶子の前鞭毛の波形が大きく変化することを明らかにした。これらの違いは、同型・異型配偶子接合と卵生殖の間の有性生殖を確実に成功させるための適応戦略の違いによるものと推察された。また、すべての有性生殖様式で共通する現象として、（1）性フェロモンを感知すると前鞭毛の振動数が低下すること、（2）性フェロモンに対し、前後鞭毛の運動は独立して反応すること、（3）性フェロモンの濃度減少に反応し、後鞭毛は片側に大きく屈曲して遊泳方向を変化させることが明らかになった。特に（3）の反応は、系統的に大きく異なるウニやホヤなどの海産動物の精子でも報告されていることから、褐藻と海産動物の走化性において鞭毛運動制御機構は類似していると推察された。

褐藻配偶子が光刺激に対してどのような反応を示すのかは、未解明な点が多い。本研究ではムチモ雄性配偶子を用いて、正負の走光性に関わる因子を探索し、培地中のCa^{2+}濃度と雌

性配偶子から放出される性フェロモンが走光性の正負の転換に関与していることを明らかにした。ムチモの雄性配偶子は15℃長日条件では正の走光性を示すが、培地中のCa^{2+}濃度を減少させると（10^{-4} M以下）、走光性は正から負に変化するようになった。また、一度Ca^{2+}濃度を減少させ負の走光性を示すようになった配偶子でも、Ca^{2+}濃度をもとの濃度に戻すと正の走光性を示すことから、正から負への変換はCa^{2+}濃度によって制御される可逆的な変化であることが予想された。Ca^{2+}チャネルの阻害剤である$LaCl_3$を用いると走光性は正から負へ変化した。走光性において光受容後の配偶子の遊泳方向転換では、正負ともに後鞭毛を片側に大きく屈曲した。その屈曲方向は同じであったが、屈曲するタイミングが異なっていた。以上の結果から、ムチモ雄性配偶子の走光性には、La^{3+}によって阻害されるCa^{2+}チャンネルを通した細胞外から細胞内へのCa^{2+}流入が必要であることが明らかになった。また、細胞内に流入するCa^{2+}濃度の違いは、後鞭毛の屈曲のタイミングと関係しており、これが正負の走光性を決定することが予想された。後鞭毛の運動という観点で見ると、光と性フェロモンに対する雄性配偶子の反応は類似していた。このことから、褐藻配偶子は異なる外的環境シグナルに対して、それぞれの受容体に関しては不明であるが、類似した反応経路を利用している可能性が示唆された。

性フェロモン存在下で一方向から光をあてると、一部のムチモ雄性配偶子は正から負の走光性を示した。ただし、全ての雄性配偶子が正から負の走光性に変化しないことから、個々の雄性配偶子で性フェロモンの感受性は異なっている可能性が考えられた。この反応は、性フェロモンが揮発することで消失、あるいは不活性化することにより、負から正の走光性に戻ることも明らかになった。この結果から、褐藻の雄性配偶子は光、または性フェロモンに対して、一部共通したシグナル伝達経路を利用していることが示唆された。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。