

論文審査結果の要旨

平成 27 年 2 月 10 日

氏名	片山 智代
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲第 126 号
学位記の授与日	平成 27 年 3 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 創価大学大学院学則第 31 条第 2 項該当 創価大学学位規則第 3 条の 3 第 1 項該当
論文題目	Photoprotective acclimation of xanthophyll pigments to high light in marine diatoms
論文審査機関	工学研究科委員会
論文審査委員	主査委員 水産学博士 田口 哲 委員 博士（学術） 黒沢 則夫 委員 博士（理学） 鈴木 光次

< 論文の内容の要旨 >

植物プランクトンの中でも沿岸域に優占する珪藻は、鉛直混合や海氷融解によって光環境が大きく変動し、非常に制限された光環境から過剰な光環境にさらされる。珪藻は、強光に対して過剰なエネルギーを熱として放散する光保護機構を有する。熱放散の大きさを示す非光化学消光 (NPQ) は、キサントフィル色素であるダイアトキサンチン (DT) と直線関係を示すことが報告されてきたため、熱放散は DT の合成量に依存すると考えられてきた。光照射によって作られる DT のうち、キサントフィルサイクル由来の DT の他に、新しく合成される DT (*de novo* DT) があり、近年の研究では、*de novo* DT は熱放散とは異なる光保護の働きを有する、という可能性が考えられ始めている。本論文は、海産珪藻のキサントフィルサイクル由来の DT と *de novo* DT を区別し、これらの DT の光保護能力を明らかにすることを目的とした。

本論文は 4 章から構成されている。第 1 章は総合序論として、自然界で起こっている光環境変動に対する珪藻の光適応に関する知見が述べられている。第 2 章では温帯の沿岸域に普遍的に存在する珪藻 3 種を実験対象として行った培養実験を扱っており、第 3 章では北海道サロマ湖において珪藻が優占するアイスアルジー群集を実験対象とした現場実験を扱っており、第 4 章では強光適応能力に依存した種の遷移の可能性についての総合考察が述べられている。

第 2 章では、室内実験において温帯性の珪藻種が日単位で強光にさらされた時の、NPQ や最大光合成効率 (Fv/Fm) の光順応の時間変化を明らかにした。弱光および暗所の環境から強光環境に変動した時、成長が飽和した数日後においても、数分から数時間単位の短期間においても、温帯性珪藻種はキサントフィルサイクルを活性化させて熱放散を行う応答を示した。温帯性珪藻種は、強光を 2 時間照射され続けるとキサントフィルサイクル由来の DT の他に、*de novo* DT を合成し、その合成速度は、細胞体積の大きい種ほど高い値を示すことを初めて明らかにした。

第 3 章では、強光照射に対してアイスアルジー群集はキサントフィルサイクル由来の DT を合成するが、*de novo* DT の合成は起こらないことを 4 回の実験を通して明らかにした。さらに、温帯性珪藻とアイスアルジーの光保護応答を比較した結果、海産珪藻の中でも温帯性珪藻とアイスアルジーの間では、強光による光損傷の受け方に以下のような違いがあることを明らかにした。温帯性珪藻は、キサントフィルサイクル由来の DT による熱放散を行うとともに、*de novo* DT を合成することで、光損傷を軽減させることが示された。一方、アイスアルジーでは、キサントフィルサイクル由来の DT の合成量が比較的少ないことに加え、*de novo* DT の光保護応答が存在し

ないため、強光による光損傷を強く受けることが示唆された。しかし、アイスアルジーは、光損傷を強く受けても暗所におかれると回復できることを実験的に明らかに示した。

第4章では総括として、海産珪藻はキサントフィルサイクル由来のDTを介した熱放散を行うとともに、*de novo* DTを合成することによって、過剰な光エネルギーによる光合成組織の損傷を抑える、という適応戦略を有する可能性を示した。さらに、アイスアルジーが春の時期に海氷から放出された時の動態について考察し、海氷縁辺海域でみられる春のブルームにアイスアルジーが寄与する可能性は低いことが推定された。

本論文の内容の一部は、下記の査読制度を有する権威ある学術雑誌にすでに掲載されており、本論文の研究成果が国際的にも評価されていることを示している。

Tomoyo Katayama, Ai Murata and Satoru Taguchi

Responses of pigment composition of the marine diatom *Thalassiosira weissflogii* to silicate availability during dark survival and recovery.

Plankton and Benthos Research (2011) 6: 1-11

Tomoyo Katayama and Satoru Taguchi

Photoprotective responses of an ice algal community in Saroma-Ko Lagoon, Hokkaido, Japan.

Polar Biology (2013) 36: 1431-1439

< 論文審査結果の要旨 >

海洋の基礎生産者として重要である珪藻が光環境の変動の大きな沿岸域に優占することができる要因の一つとして、強光に対する光保護機構を有することが考えられる。珪藻の主要な光保護機構には、キサントフィル色素であるDTの合成を介して、過剰な光エネルギーを熱として放散する応答が知られている。近年、DTには、キサントフィルサイクル由来のDTと*de novo* DTがあることが明らかになってきたが、既存の研究では、これらのDTを一括りに扱ったDT全体量での光保護応答の評価にとどまっている。これに対し、本論文は海産珪藻のキサントフィルサイクル由来のDTと*de novo* DTを区別し、それぞれのDTの光保護能力を初めて明らかにしたものである。本論文では、温帯性の珪藻種と珪藻種が優占するアイスアルジー群集に関して、強光下におけるキサントフィル色素による光保護能力の評価を行った結果、前者は後者より優れていたことを明らかにした。その要因として、温帯性の珪藻種は、キサントフィルサイクル由来のDTと*de novo* DTをより多く合成できる能力があったことを発見した。さらに、アイスアルジー群集が*de novo* DTの合成能力に欠ける要因について考察を行った。これらの研究成果は、今後の地球温暖化に伴う海氷融解におけるアイスアルジーおよび植物プランクトンの光適応戦略を理解する上で極めて重要な知見である。また、現在、世界中で問題となっている船舶のバラスト水による外来種の研究に対しても大いに貢献する。したがって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。