



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和3年5月31日

岡山大学

「強すぎる光」に対する藻類の生存戦略を解明！ 強光を受けた際の有用藻類ユーグレナの光エネルギー利用機構を明らかに

◆発表のポイント

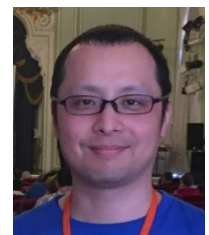
- ・太陽光は光合成生物にとって必須であるにもかかわらず、過剰な光は光合成生物を死滅させる恐れがあります。過剰光に対する光合成色素タンパク質の調節機構は陸上植物では知られていますが、ほとんどの微細藻類では不明です。
- ・有用藻類ユーグレナに過剰光を照射し、励起エネルギー伝達（主にクロロフィル間のエネルギーのやり取り）の変化を時間分解蛍光分光法^(注1)により捉えました。光化学系タンパク質への励起エネルギー供給を抑える一方、励起エネルギー消光（クロロフィル・クロロフィルおよびクロロフィル・カロテノイド相互作用によりエネルギーが消光する現象）を促すことが明らかになりました。
- ・このメカニズムが、過剰光に対する防御策として機能する可能性が示唆されます。

岡山大学異分野基礎科学研究所の長尾遼特任講師の共同研究グループは、ミドリムシと呼ばれる二次共生緑藻 *Euglena gracilis*（ユーグレナ）に強光照射し、光合成機能・色素発現および励起エネルギー伝達機構の変化を分析しました。この結果から、ユーグレナは強光により集光性色素タンパク質^(注2)から光化学系タンパク質への励起エネルギー供給を抑制する一方で、エネルギー消光を誘導することが明らかになりました。本研究成果は5月26日、科学雑誌「*Photosynthesis Research*」にオンラインで掲載されました。

本研究成果は、「強光を感じ取ったユーグレナは、太陽光エネルギーをどのように利用するのか？」という問いに対して知見を与えるものです。この励起エネルギー伝達の調節機構は、ユーグレナにとっての重要な光捕集生存戦略かもしれません。

◆研究者からひとこと

ユーグレナは健康食品として利用されている有用微細藻類ですが、その光合成メカニズムの多くが不明です。本研究により、ユーグレナの光適応に伴う励起エネルギー伝達機構が細胞レベルで明らかになりました。今後はタンパク質レベルでの分析を進めることにより、詳細な理解を目指します。



長尾特任講師



PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

光合成とは、太陽の光エネルギーを利用して水・二酸化炭素から炭水化物や酸素を合成する反応です。光化学系Ⅰ・光化学系Ⅱと呼ばれる膜タンパク質複合体が光合成反応の中心であり、光エネルギーを有用な化学エネルギーへと変換する役割を担います。光合成生物種は共通する光化学系タンパク質を有しています。一方、光化学系タンパク質に結合し、光エネルギーを供給する集光性色素タンパク質は、極めて多様性に富んでいます。その結果、光合成生物は見た目の色の違いが生じます。水域に存在する光合成微細藻類は、陸上植物と異なる進化を遂げており、それぞれの生存環境に応じて異なる集光性色素タンパク質を持ちます。太陽光エネルギーは水中の深度により残存する波長成分が異なるため、生育場所を確保するために独自の集光性色素タンパク質の進化を遂げる必要があったと考えられています。

光合成生物にとって太陽光エネルギーは欠かせないものですが、過剰な光エネルギーにより死滅の可能性があります。一日のうち、太陽光強度は絶えず変動します。陸上植物では日照状況により集光性色素タンパク質の組成や色素成分を調節することが知られています。この調節メカニズムは、過剰光に対する防御策であると考えられていますが、陸上植物以外のほとんどの光合成生物ではその詳細が不明です。単細胞真核藻類であるユーグレナは緑藻から進化した二次共生藻といわれており、健康食品として利用されている有用藻類です。光合成に関する特徴としては、カロテノイドという色素成分において、陸上植物と異なる種類のものを含みます。では、陸上植物と異なる色素系を持つユーグレナは、過剰光に対処するためにどのようなメカニズムを持っているのでしょうか？

<研究成果の内容>

長尾特任講師らの共同研究グループは、ユーグレナに過剰光を照射し、励起エネルギー伝達の変化を時間分解蛍光分光法にて捉えることに成功しました。ユーグレナに 300 μ E の白色光を照射したところ、光化学系Ⅱの酸素発生活性が検出されませんでした。このことは、300 μ E の光強度がユーグレナにとって過剰光であることを意味します。過剰光による摂動を与えた細胞（強光細胞）では、クロロフィル *b*、ジアジノキサントシン、ネオキサントシンといった色素分子の量が変化しました。定常蛍光分光測定の結果、強光細胞では集光性色素タンパク質から光化学系Ⅰ・Ⅱタンパク質へのエネルギー移動が抑制されていました。また、時間分解蛍光分光測定を行い、その平均蛍光寿命を求めたところ、強光細胞では通常培養光条件の細胞に比べて蛍光寿命が短くなりました（図）。

本研究により、過剰光を受けたユーグレナは色素分子を調節し、励起エネルギー消光を誘導することが示唆されました。これは余剰の光エネルギーを積極的に散逸させるための防御策であると考えられます。

<社会的な意義>

水域に広く存在し、光合成一次生産に大きく寄与する微細藻類の光環境適応機構を理解することは、光合成の全体像を捉えるうえでも重要です。これは、太陽光を利用したクリーンエネルギーの活用、つまりエネルギー問題や環境問題の解決につながる非常に重要な事柄です。また、ユーグレナは有用藻類であるため、本研究のような光合成機能の理解はバイオマス増産に対する基礎研究と

PRESS RELEASE

して位置づけられます。

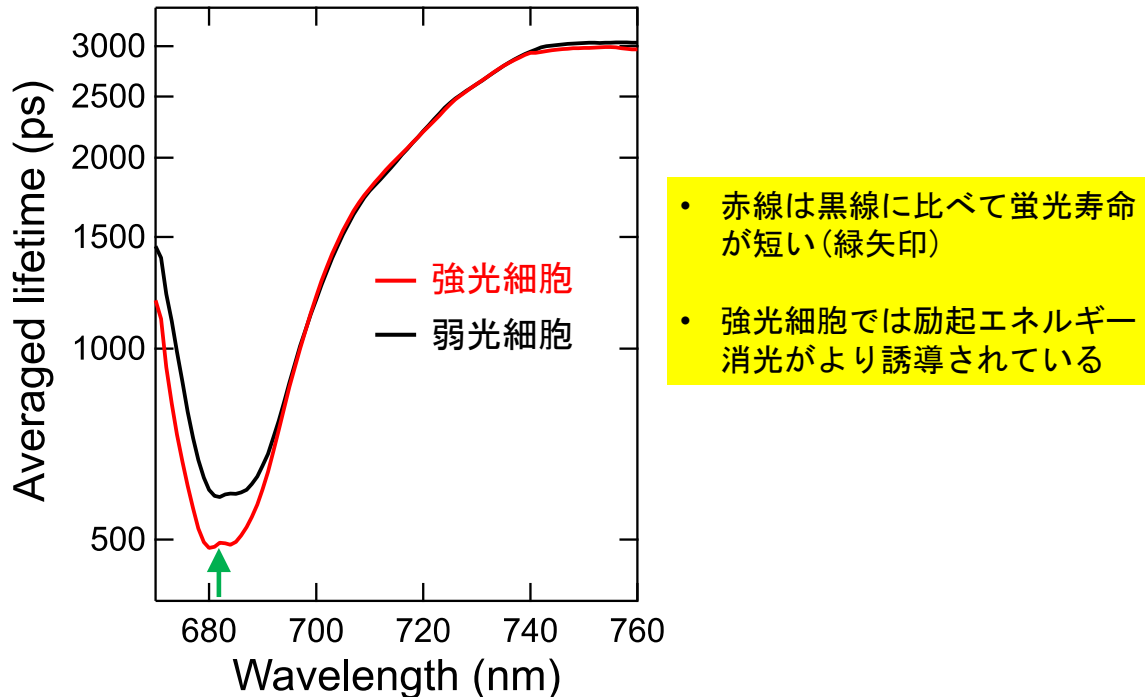


図. 強光照射されたユーグレナ細胞の平均蛍光寿命

赤線：強光細胞（300 μ E）、黒線：弱光細胞（30 μ E）。横軸は波長、縦軸は蛍光寿命の時間（ピコ秒）を表す。

論文情報

論文名：High-light modification of excitation-energy-relaxation processes in the green flagellate *Euglena gracilis*

「強光ストレスを受けたユーグレナの励起エネルギー伝達機構の調節」

掲載紙：Photosynthesis Research

著者：Ryo Nagao, Makio Yokono, Ka-Ho Kato, Yoshifumi Ueno, Jian-Ren Shen, Seiji Akimoto

DOI: 10.1007/s11120-021-00849-9

研究資金

本研究は、日本学術振興会「基盤研究」（課題番号：JP20K06528、JP20H02914）、日本学術振興会「新学術領域研究（研究領域提案型）」（課題番号：JP19H04726、JP17H06434、JP16H06553）の支援を受け実施しました。



PRESS RELEASE

■補足・用語説明

注1：時間分解蛍光分光法

パルスレーザーを色素に照射した後、色素から発せられる蛍光の変化をフェムト秒（ 10^{-15} 秒）からピコ秒（ 10^{-12} 秒）の時間分解能で追跡する方法です。光エネルギーを吸収した直後の色素分子の挙動だけではなく、分子が置かれた環境に関するさまざまな物理化学的情報を解析するための非常に有用な分光法です。この手法により、集光性色素タンパク質の色素分子の役割を明らかにします。

注2：集光性色素タンパク質

クロロフィルやカロテノイドなどの色素を結合した、太陽光エネルギーを集める役割を持つタンパク質です。光合成生物の種類に応じて異なる集光性色素タンパク質が存在します。

<お問い合わせ>

岡山大学 異分野基礎科学研究所

特任講師 長尾 遼（ながお りょう）

（電話番号）086-251-8630

（WEB）<https://ryoagan.wixsite.com/nagaoryo>

（Twitter）<https://twitter.com/NagryPhotosyn>



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。