

報道機関各位

2013年5月24日



自然科学研究機構 基礎生物学研究所

「過剰な光エネルギーを消去する実体、光合成タンパク質超複合体を発見」

基礎生物学研究所 環境光生物学研究部門の得津隆太郎助教と皆川純教授は、緑藻が光合成の許容量を上回る過剰な光エネルギーを安全に消去するために、特殊なタンパク質 (LHCSR) を結合した巨大な光合成タンパク質超複合体を形成することを発見しました。本研究は、植物の細胞内で光エネルギーを消去する実体を初めて捕らえたものであり、これまで不明な部分が多く残されていた光エネルギー消去の仕組みの完全理解が期待されます。この研究成果は、米国科学一般誌 PNAS (米国科学アカデミー紀要) の電子速報版に米国東部時間5月27日に掲載されます。

<研究の背景>

自然環境は、自ら活発に動くことが出来ない植物にとって、時として非常に過酷な条件になり得ます。特に、植物が光合成を行うにあたって必要不可欠な光は、自然環境の中でも大きく、そして急激に変化します。このような光の変化の中でも、植物や光合成藻類たちは素早く、そして確実に適応して生き延びています。これまでの研究から、光合成反応の現場である葉緑体の中では、光の変化に応じて、様々な生物反応がダイナミックに展開されていることが分かってきました。その中でも強い光、特に光合成の許容量を超えるような過剰な光から光合成器官を守るために、植物は qE クエンチングと呼ばれる『余分な光エネルギーを消去する』反応を駆動することが分かっています。しかし、この qE クエンチングが『どこで』『どのように』行われているのか、これまで明確にした報告はありませんでした。

<成果の概要>

研究グループは、単細胞緑藻であるクラミドモナスを用いて、余分な光エネルギーを消去している実体の解明を試みました。最近の研究から、強過ぎる光を安全に消去する qE クエンチング反応には、LHCSR と呼ばれるタンパク質が深く関与することが分かってきました。本研究では、緑藻へ強い光を当て続け (図 1)、qE クエンチングを駆動している細胞から、光エネルギーを消去する実体を捕えることに成功しました (図 2)。それは、光合成反応の基幹部である PSII-LHCII と呼ばれるタンパク質複合体に LHCSR タンパク質が結合した PSII-LHCII-LHCSR 超複合体であり、精製した超複合体を用いた試験管内での活性測定においても、実際の細胞内での反応と同様に pH の変化により、光エネルギーを消去することを発見しました。

<より詳しい成果解説>

光は、植物や藻類が行う光合成反応に必須の物質です。一方で、光合成反応に使う以上の光（強い光）は、光合成の基幹部（PSII タンパク質複合体）を破壊し、細胞へ深刻なダメージを与える危険性があります。そこで、このような強い光の一部は、qE クエンチング反応により安全に熱エネルギーに変換され、消去されます。緑藻クラミドモナスでは、LHCSR と呼ばれるタンパク質が、qE クエンチングに関与すると考えられていますが、これまで細胞内のどこで qE クエンチングが起きているのかは分かっていませんでした。今回の研究により、強光照射中の緑藻では、葉緑体中のチラコイド膜上に存在する PSII-LHCII タンパク質複合体に LHCSR タンパク質が結合した巨大な PSII-LHCII-LHCSR 超複合体が形成されることが分かりました。さらに、qE クエンチングを引き起こすきっかけである『チラコイド膜内の酸性化』を模して、PSII-LHCII-LHCSR タンパク質超複合体を酸性溶液に入れたところ、照射した光エネルギーが消去されることが判明しました。以上の解析結果から、強光で培養した緑藻から取り出した PSII-LHCII-LHCSR タンパク質超複合体こそが、これまで長らく実体が分からなかった qE クエンチング反応の場であることが明らかになりました。この成果は、初めて qE クエンチングを行うタンパク質超複合体を精製し、その特徴を明らかにしたものです。

<本研究の意義と今後の展開>

今回の研究により、初めて qE クエンチングを行うタンパク質超複合体を捕えることに成功しました。今後はこの技術を用い、緑藻だけではなく、地球上に繁栄している陸上の高等植物や水中の様々な光合成藻類が、どのような qE クエンチング装置を備えているのかを明らかにし、強光防御装置の進化を解き明かすことが可能になるでしょう。また、qE クエンチング超複合体の詳細な解析を進めることで、光エネルギーの消去、つまりエネルギー損失の過程を明らかにし、より効率的に光エネルギーを利用可能な光合成生物の創成につながるものと期待されます。

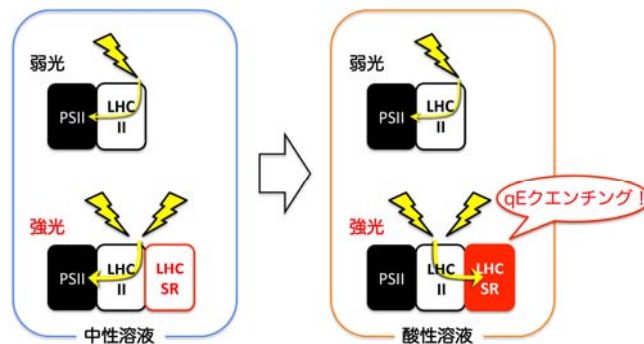


図 2. 細胞から取り出した超複合体による qE クエンチングの仕組み

【論文情報】

米国科学アカデミー紀要

An energy-dissipative supercomplex of photosystem II associated with
LHCSR3 in *Chlamydomonas reinhardtii*

著者 : Ryutaro Tokutsu and Jun Minagawa

【報道解禁日時】

2013年5月28日（火）午前4時

【研究グループ】

本研究は、基礎生物学研究所 環境光生物学研究部門の得津隆太郎助教と皆川純教授により実施されました。

【研究サポート】

本研究は 科学研究費助成事業（研究活動スタート支援）、内閣府最先端・次世代研究開発支援プログラム、文部科学省植物 CO₂ 資源化研究拠点ネットワーク、NEDO 戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業のサポートを受けて実施されました。

【本件に関するお問い合わせ先】

基礎生物学研究所 環境光生物学研究部門

教授：皆川 純（ミナガワ ジュン）

〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38

TEL: 0564-55-7515

E-mail: minagawa@nibb.ac.jp

ホームページ <http://www.nibb.ac.jp/photo/>

助教：得津 隆太郎（トクツ リュウタロウ）

〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38

TEL: 0564-55-7517

E-mail: tokutsu@nibb.ac.jp

【報道担当】

基礎生物学研究所 広報室

TEL: 0564-55-7628

FAX: 0564-55-7597

E-mail: press@nibb.ac.jp