

平成 29 年 9 月 7 日

本件の取り扱いについては、下記の解禁時間以降でお願い申し上げます。

TV・ラジオ・WEB … 日本時間 平成 29 年 9 月 12 日(火)午前4時
 新聞 … 日本時間 平成 29 年 9 月 12 日(火)朝刊

藻類の酸性環境への適応戦略 -強酸性環境に生息する藻類のゲノム情報を解読-

■ 概要

藻類は世界中の様々な環境に生息しています。多くの生物は生きることが難しい pH 2 という胃酸並の酸性環境に生息する藻類も多く存在します。過酷な酸性環境にこれらの藻類はどのようにして適応したのでしょうか？

情報・システム機構国立遺伝学研究所の廣岡俊亮研究員、宮城島進也教授らと豊橋技術科学大学・広瀬佑助教、東京農業大学・兼崎友研究員、吉川博文教授、野尻湖水草復元研究会・樋口澄男氏、東京大学・野崎久義准教授らの共同グループは好酸性緑藻 *Chlamydomonas eustigma* のゲノムを解読し、好酸性緑藻のゲノムの特徴を見出すことにより、世界で初めて藻類の酸性環境への適応機構を明らかにしました。

本成果により、藻類の適応進化の理解が進むとともに、多くの生物の増殖を抑制する酸性環境で生育できる有用藻類の創出が期待されます。これによって、藻類の野外大量培養で問題となる他生物混入の解決が期待されます。

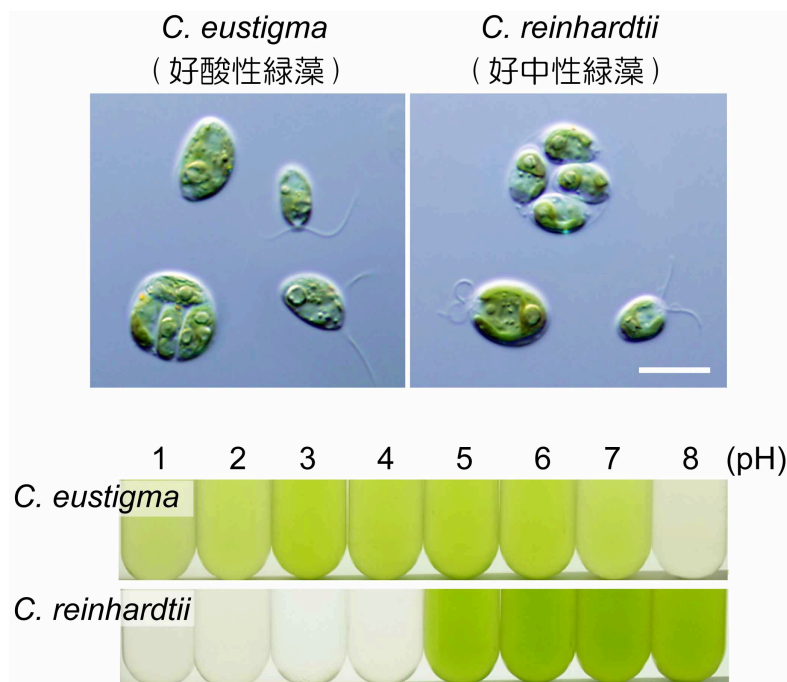


図 好酸性緑藻である *C. eustigma* は近縁の好中性緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* よりも酸性の環境で生育できる。画像中のスケールバーは 10 μ m。

■ 成果掲載誌

本研究成果は、米国科学誌「米国科学アカデミー紀要（PNAS）」のオンライン速報版（Early Edition）に2017年9月第3週に掲載されます。

論文タイトル：Acidophilic green algal genome provides insights into adaptation to an acidic environment（好酸性緑藻のゲノム解析による酸性環境への適応機構の解明）

著者：Shunsuke Hirooka, Yuu Hirose, Yu Kanasaki, Sumio Higuchi, Takayuki Fujiwara, Ryo Onuma, Atsuko Era, Ryudo Ohbayashi, Akihiro Uzuka, Hisayoshi Nozaki, Hirofumi Yoshikawa, Shin-ya Miyagishima（廣岡俊亮、広瀬侑、兼崎友、樋口澄男、藤原崇之、大沼亮、恵良厚子、大林龍胆、宇塚明洋、野崎久義、吉川博文、宮城島進也）

■ 研究の詳細

● 研究の背景

日本の草津温泉や酸ヶ湯温泉、硫黄鉱山の排水などのような酸性環境は世界中に散在しています。酸性環境の水は地中の金属の溶解を促すため、鉄、アルミニウム、ヒ素などの金属を高濃度に含んでいます。このような、多くの生物にとって生息不可能な過酷な環境においても、様々な生物が生育し、独自の生態系を築いています。この生態系を支えているのは光合成を行う好酸性の微細藻類⁽¹⁾群です。好酸性の微細藻類群の多くは、それぞれ中性環境に生息していた祖先種が酸性環境に適応することにより誕生したことが知られています。しかしながら、これらの種のゲノムは解読されておらず、遺伝子レベルのどのような変化が酸性環境への適応を可能としたのか明らかになっていませんでした。

● 本研究の成果

本研究では、微細藻類群の酸性環境への適応進化機構を明らかにするため、長野県の硫黄鉱山跡の酸性環境の水から採取した単細胞性緑藻 *Chlamydomonas eustigma* を材料として研究をおこないました。*C. eustigma* のゲノムを解読し、既にゲノムが解読されている近縁の好中性緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* との比較ゲノム解析⁽²⁾、比較トランスクリプトーム解析⁽³⁾をおこないました。その結果、*C. eustigma* の酸性環境への適応に寄与したと考えられる、以下のような特徴が見つかりました。(1) ストレス耐性に関わる熱ショックタンパク質と、 H^+ を細胞外にくみ出して細胞内を中性に保つための細胞膜 H^+ -ATPase が高発現している。(2) 発酵経路のうち、細胞内を酸性化する経路(乳酸、酢酸、ギ酸発酵)をすべて失っている。(3) エネルギー貯蔵や重金属耐性に関わる遺伝子群を他生物からの水平伝播⁽⁴⁾により獲得している。(4) 重金属耐性遺伝子群がゲノム上で多コピーに増えていて、高発現している。これらの特徴は、それぞれ独立に酸性環境に適応した好酸性緑藻、好酸性紅藻にも見つかったことから、酸性環境への適応における一般原理である可能性が示されました。

● 今後の期待

近年、藻類は生育の速さ、食料と競合しないなどの理由から、機能的食品や次世代バイオ燃料⁽⁵⁾の原料としての開発が進められたりしています。しかしながら、藻類の屋外大量培養においては他生物（特に藻類捕食者）の混入が問題となっています。好酸性藻類は他生物の混入リスクの少ない酸性条件での培養が可能なので野外大量培養が容易です。また好酸性藻類を利用した、酸性環境に溶出したレアメタルの回収、生物学的環境修復にむけた研究も進められています。今後、本研究成果を基に、耐酸性能を強化した有用藻類を創出することで、これらの開発を加速することが期待できます。

■ 用語解説

(1) 微細藻類

酸素発生型光合成を行う単細胞性の藻類。

(2) 比較ゲノム解析

異なる生物間の、ゲノム構造、遺伝子組成等を比較し、それぞれの生物の進化過程等を推定する手法。

(3) 比較トランスクリプトーム

異なる生物の間でのトランスクリプトーム（転写産物の総体）を比較し、どのような遺伝子が活発にはたらいているか、あるいは抑制されているかを調べる手法。

(4) 水平伝播

親から子への遺伝（垂直伝播）ではなく、個体間や他生物間において起こる遺伝子の移動。

(5) 次世代バイオ燃料

食料と競合しない非食用のバイオマスを原料とするバイオ燃料。

■ 研究体制と支援

本研究は、国立遺伝学研究所・共生細胞進化研究部門が中心となり、豊橋技術科学大学、東京農業大学・生物資源ゲノム解析センター、野尻湖水草復元研究会、東京大学大学院理学系研究科との共同研究でおこなわれました。

本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（CREST）「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」（研究総括：早稲田大学・松永是教授）における研究課題「高バイオマス生産に向けた高温・酸性耐性藻類の創出」（研究代表者：宮城島進也）、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（S1311017）、および文部科学省の科学研究費補助金（25251039）の支援を受けておこなわれました。

■ 問い合わせ先

<研究に関すること>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 共生細胞進化研究部門
教授 宮城島 進也(みやぎしま しんや)

<報道担当>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 リサーチ・アドミニストレーター室
清野 浩明(せいの ひろあき)