

PRESS RELEASE (2023-08-20)



海洋生物学科

〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野 1866

E-mail: inoue.naoko@nihon-u.ac.jp

URL: <http://www.msr-nihon-university.org/>

シャコガイはリンのない膜脂質を褐虫藻から借りて利用する

～栄養の乏しいサンゴ礁で大型のシャコガイが反映する術を探る～

研究成果のポイント

- ・ヒメジャコガイの組織に褐虫藻特有の膜脂質 DGCC が分布することを発見
- ・シャコガイは褐虫藻から DGCC を受け取り自らの膜脂質に変換・利用する
- ・リンや窒素が少ないサンゴ礁でシャコガイが繁栄するメカニズム解明に期待
- ・本研究内容は、**iScience** の表紙に採用された。

[https://www.cell.com/issue/S2589-0042\(23\)X0008-X#closeFullCover](https://www.cell.com/issue/S2589-0042(23)X0008-X#closeFullCover)

【背景】

熱帯海域の海は過酷な日光にさらされ、窒素やリンなどの栄養塩の供給が乏しいことから、海の砂漠とも形容されますが、サンゴ礁海域はオアシスのごとく多種多様な生物を育んでいます。「なぜサンゴ礁では生物がここまで繁栄できるのか」、という疑問はダーウインが最初に提唱したといわれ、ダーウインのパラドクス（矛盾）とも呼ばれています。これまでに世界中の研究者がこの謎に挑み、種々の仮説を生み出してきました。今回、私たちは世界中のサンゴ礁によく見られる大型の動物であるシャコガイに着目し、化学的な手法でこの謎に挑みました。その結果、シャコガイは共生する光合成生物である褐虫藻の作り出すリンを持たない脂質を代謝し、取り込み、利用する能力を持つことを発見しました。この能力がリンの少ない海域でも大型のシャコガイが反映できる鍵なのかもしれません。

【研究手法】

沖縄県に生息するヒメジャコガイを解剖し、褐虫藻が生息する外套膜、筋肉、腎臓、生殖腺、鰓などを取り出し、そこに含まれる脂質を、液体クロマトグラフィー質量分析を用いて一斉に分析しました。また、これらの脂質の組織内の分布を、イメージング質量分析を用いて調べました。さらにシャコガイに含まれていた特殊な脂質の前駆物質の構造を、核磁気共鳴スペクトルを解析することで決定しました。

【研究成果】

シャコガイの組織の網羅的な脂質解析により、566種の脂質を同定しましたが、そのうち167種は細胞膜を構成するリン脂質でした。しかしそれに加えてリンを持たない膜脂質である **diacylglycerylcarboxy-hydroxymethylcholine** (DGCC) が69種含まれていることがわかりました。DGCCはシャコガイの外套膜に生息している褐虫藻が作り出す脂質であることが知られています。しかし褐虫藻をほとんど含まない生殖腺などにもDGCCが高濃度に含まれることを見出しました。また褐虫藻とシャコガイの両方からDGCCの分解物もしくは前駆体であるGCCを見出し、その構造を決定しました。次に褐虫藻を全く含まない精子と卵子および受精卵について同様の分析を行ったところ、リン脂質と同等のDGCCが含まれ発生が進むにつれ、代謝されていくことを見出しました。さらにイメージング質量分析により、外套膜や生殖腺に豊富に含まれるDGCCが消化器官である中腸線や腎臓には少なく、そこにはGCCが高濃度で存在している様子を可視化しました。この結果は褐虫藻により作られたDGCCはまず中腸線で消化され、GCCに変換されたのちに、脂肪酸の再構築を経て、生殖腺等に再分配されることを物語っています。この脂質を受け継いだシャコガイの幼生は再度褐虫藻と共生するまではDGCCを使いながら発生を進めてゆきます。これによりサンゴ礁海域では貴重なリンを節約しながら生きる術をシャコガイが進化の過程で身につけてきた可能性を提唱しました。

【今後への期待】

DGCCは海洋生物生産に大きな役割を持っている微細藻類の渦鞭毛藻とハプト藻のみから知られている特異な膜脂質です。これらの微細藻類ではリンの欠乏した環境で生育する際にリン脂質の代わりになると考えられています。今回の発見は、微細藻特有の生存戦略をシャコガイが何らかの形で獲得したことを示唆しています。今後は他の貝類やサンゴにおいて同様の代謝が存在するのか、シャコガイにおいてのDGCCの生理的意義、シャコガイにおけるDGCC代謝の生化学的過程など解明すべきことがたくさんありますが、これらを紐解いてゆくことで、進化の過程でサンゴ礁の生物がどのように「ダーウインのパラドクス」に対峙してきたのか解き明かす鍵となることが期待されます。

論文情報

論文名	Smart utilization of betaine lipids in the giant clam <i>Tridacna crocea</i>
著者名	酒井隆一 ¹ 、山下洋 ² 、井上菜穂子 ³ 、相本直哉 ¹ 、北井優人 ¹ 、丸山正 ⁴
1.	北海道大学大学院水産科学研究院
2.	水産研究・教育機構 八重山庁舎
3.	日本大学 海洋生物学科
4.	北里大学海洋生物学部
5.	北里大学理学部
雑誌名	iScience

DOI doi: 10.1016/j.isci.2023.107250. eCollection 2023 Jul 21.
iScience. 2023 Jun 28;26(7):107250.

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究院 教授 酒井隆一（さかいりゅういち）

T E L 0138-40-5552 F A X 0138-40-5552 メ ー ル
ryu.sakai@fish.hokudai.ac.jp

日本大学生物資源科学部海洋生物学科 生物機能化学研究室

准教授 井上 菜穂子（いのうえなおこ）

TEL/FAX 0466(84) 3681 E-mail: inoue.naoko@nihon-u.ac.jp

参考图

