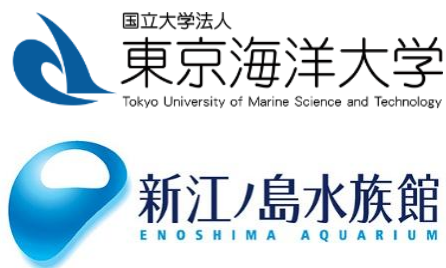


令和 8 年 8 月 3 日

Press Release



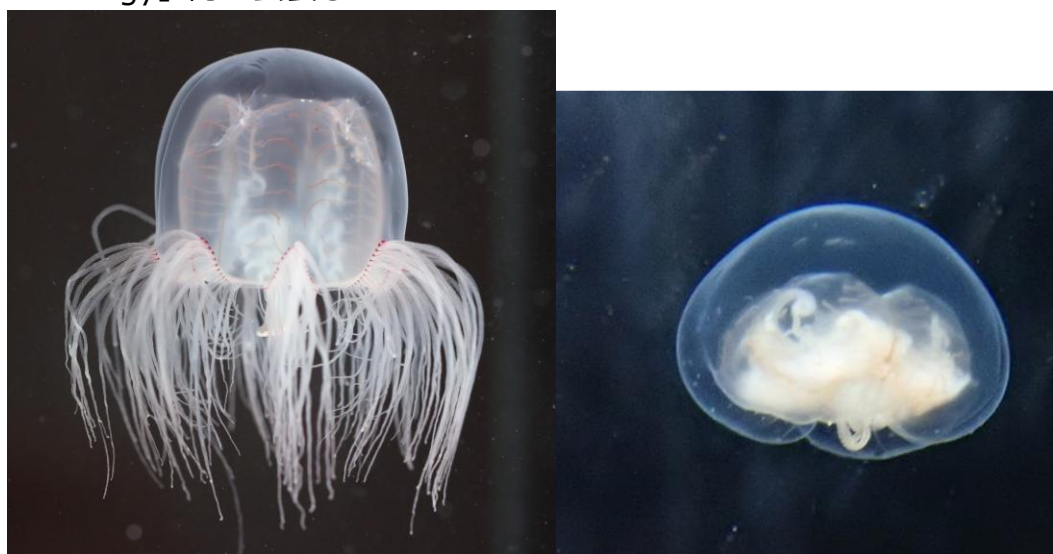
カミクラゲは防御行動と皮膚からのキュウリ様臭物質放出 で捕食者と付着性バクテリアから身を守る： クラゲの新たな防御戦略を世界に先駆けて解明

クラゲには今まで考えられてきたよりも多くの敵がいることを示唆

ポイント

- ✓ カミクラゲがアカクラゲに捕縛された時に、体を丸めて触手を傘の中に隠す行動（involution behavior）をとって身を守ることを明らかにした。
- ✓ クラゲの傘の表皮に防御能が備わっており、表皮に外傷を受けたときに、キュウリの匂いと同じ物質を含む、不飽和脂肪酸が酸化分解された炭素数 8 から 9 のアルコールとアルデヒドを放出することを明らかにした。
- ✓ 表皮から放出される物質群がアカクラゲの摂食行動を抑制することを明らかにした。これはカミクラゲが化学物質で身を守る化学防御を行うことを示唆している。
- ✓ クラゲ類を食べる海洋生物は極めて少ないと思われてきたが、クラゲ類が捕食者に対する防御機構を持つことが発見されたことにより、クラゲ類が他の多くの海洋生物にとって重要な食物（獲物）であることが強く示唆された。

国立大学法人東京海洋大学（学長：井関 俊夫、以下「東京海洋大学」）の学術研究院海洋環境科学部門の神尾道也教授、新江ノ島水族館は、カミクラゲ（*Spirocodon saltatrix*）がアカクラゲ（*Chrysaora pacifica*）に捕獲された際に防御行動を取り触手を隠し、さらに傘の外皮から防御物質を放出して捕食から逃れることを明らかにした結果を「Journal of Chemical Ecology」誌に公表した。



カミクラゲ *Spirocodon saltatrix*

左：通常の個体（鈴木瞭冴 撮影） 右：内巻き行動を取る個体（霜鳥湖音 撮影）

<研究背景>

クラゲ類は他の生物に捕食された後すぐに消化されてしまい、胃内容物として見つかりにくく、また、栄養価が低い、透明で捕食者から見つかりにくいなどの理由から、他の生物の餌になることは稀だと考えられてきた。そのため、クラゲが捕食者としてどのように身を守っているのか、特に多くの生物に見られる化学物質を用いた「化学防御機構を持つのか」についてはほとんど研究されてこなかった。しかしながら、DNA 解析および同位体分析を用いた食物網の研究の発展によりクラゲは様々な生物の一般的な食物であることが明らかにされ、捕食圧下でのクラゲの生き残り戦略への関心が高まっている。本研究ではクラゲ類の対捕食者防御、特に化学物質で身を守る化学防御機構の有無を研究するために、東京湾に生息する 3 種類のクラゲ、すなわち、餌としてヒドロクラゲ類のカミクラゲ (*Spirocodon saltatrix*) と鉢クラゲ類のミズクラゲ (*Aurelia coerulea*)、そして捕食者として鉢クラゲ類のアカクラゲ (*Chrysaora pacifica*) を選択し、摂食実験、防御に関わる可能性のある器官の特定、カミクラゲから放出される化合物の分析、そしてそれらの化合物の防御物質としての評価を行った。また、細菌の付着（バイオフィーム形成）を抑える効果についても検証した。

<結果と成果>

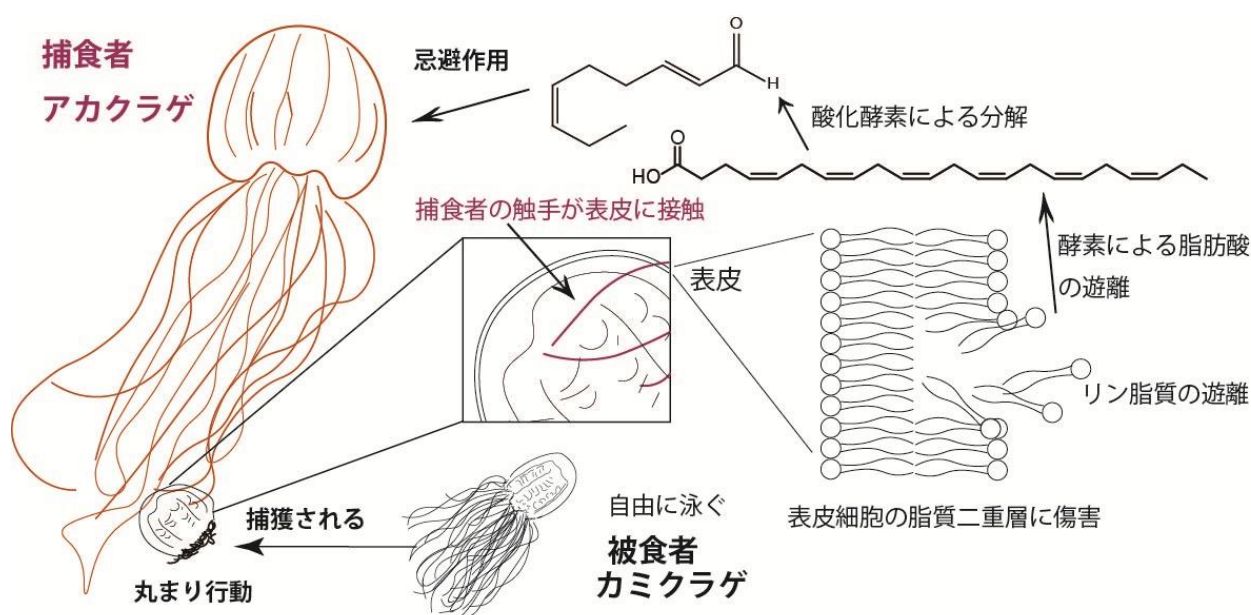
本研究は、日々の飼育・観察を行う水族館と、天然有機化合物の生態学的役割を研究する大学との共同研究により発案・実施されたものであり、次の（１）から（６）の結果が得られた。（１）摂食実験において、カミクラゲはアカクラゲに捕らえられた際、触手を強く収縮させて傘の内側に引き込む「内巻行動 (involution behavior)」を示し、それによって逃避したのに対し、ミズクラゲは逃避することなく捕食された。



アカクラゲの触手に捕まるカミクラゲ(霜島湖音 撮影)

（２）表皮除去実験により、カミクラゲの傘の表皮が防御機能を有していることが示唆された。（３）ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS) により、カミクラゲは表皮が損傷した際に C8 から C9 のアルコールおよびアルデヒドを放出することが示された。（４）餌に化合物を添加する実験により、これらの化合物が捕食生物アカクラゲの摂食を抑制するこ

とが実証された。(5) これらの化合物は、東京湾内の堆積物から分離された細菌 *Ectopseudomonas* sp.によるバイオフィルム形成を抑制したため、生物付着防止（防汚）の役割を持つことが示唆された。(6) 行動実験及びバイオフィルム形成阻害試験での有効濃度は、皮膚に損傷を受けたクラゲから放出された濃度よりも高かったが、損傷した表皮におけるこれら化合物のマイクロスケールでの局所的な濃度は、生物活性有効閾値に達するほど十分に高いという仮説を立てた。このように、本研究はカミクラゲが捕食を回避するために内巻行動と自らの表皮を利用していることを明らかにし、C8 から C9 のアルコールとアルデヒドが捕食回避と付着防止に役立っていることを示唆した。私たちの知る限り、これは刺胞動物のクラゲにおける傘表皮における生体防御を実験的に検証した初めての報告であり、不飽和脂肪酸の酸化誘導体を用いた化学的防御を示唆する証拠を提示するものである。本研究結果は「Journal of Chemical Ecology」誌にて公表した。



＜意義と今後の展開＞

今回の研究により、カミクラゲが捕食圧下で進化する過程で内巻き行動と表皮から化学防御物質を放出する防御機構を身に付けてきたことが示唆された。このことは、クラゲ類が今まで考えられてきたよりも多くの生物から食物として認識され、捕食の危機に晒されていることを意味しており、海洋生態系において他の生物の食物としての役割を持っている可能性を示している。今後は皮膚における化学防御機構がヒドロクラゲをはじめとするクラゲ類に広く存在するのかを明らかにしていく。

<論文タイトル>

Behavioral and Exumbrellar Integumental Defenses in Jellyfish: The Hydromedusan *Spirocodon saltatrix* Releases Oxidized Derivatives of Unsaturated Fatty Acids Potentially to Avoid Predation and Bacterial Biofouling.

著者 : Nana Miura, Ryogo Suzuki, Koto Shimotori, Kazufumi Osako, Yudai Akimoto, Takeshi Terahara, Gaku Yamamoto, Aya Adachi, Haruto Ishii, Kazuya Fukuhara, Hiroshi Nagai & Michiya Kamio

雑誌巻号 (年) : *Journal of Chemical Ecology* 52, 64 (2026).

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-026-01740-4>

関連文献

カミクラゲのもつキュウリ様匂い物質の同定 日本水産学会誌 85, 73-75 (2019)

DOI: <https://doi.org/10.2331/suisan.18-00039>

カミクラゲが持つキュウリのにおい, におい・かおり環境学会誌 52, 282-286 (2021)

DOI: <https://doi.org/10.2171/jao.52.282>

<研究助成>

本研究は公益財団法人水産無脊椎動物研究所育成研究助成(IKU2021-03 鈴木瞭牙に対して), 公益財団法人日本科学協会笹川科学研究助成(2024- 4027 三浦那々に対して)の助成を受けて行われました。

機関の情報

国立大学法人東京海洋大学(東京都港区港南4丁目5番7号、学長 井関 俊夫)

2003年に東京商船大学と東京水産大学が統合し設立された国内唯一の海洋系大学。海洋に特化した大学であるという特色を活かし、「海を知り、海を守り、海を利用する」をモットーに、海洋分野におけるグローバルな学術研究の強力な推進とその高度化に取り組んでいます。本研究では研究の発案、採集、実験全般、論文の執筆を行いました。

<https://www.kaiyodai.ac.jp/>

新江ノ島水族館(神奈川県藤沢市片瀬海岸2-19-1 館長 崎山 直夫)

1954年、前身の江の島水族館開業時よりクラゲの展示飼育に着手。1973年よりクラゲ類の常設展示を開始。旧館で培った飼育技術を引き継ぎ、2004年4月、新江ノ島水族館としてグランドオープン。現在は「癒やし」と「学び」の2つの展示エリアで、常時約50種のクラゲを展示公開しています。2021年、2022年、2025年には、江の島の海から新種のクラゲを発見しました。本研究では、3種類のクラゲの飼育・行動観察、実験水槽の管理、採集を行いました。

<https://www.enosui.com/>

お問い合わせ

＜研究に関すること＞

東京海洋大学 学術研究院海洋環境科学部門 教授 神尾道也（カミオミチヤ）

Tel : 03-5463-0461／E-mail : mkamio[at]kaiyodai.ac.jp

＜取材に関すること＞

東京海洋大学 総務部 総務課 広報室

Tel : 03-5463-1609／E-mail : so-koho[at]o.kaiyodai.ac.jp

新江ノ島水族館 広報チーム

TEL 0466-29-9963