

配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

2025年2月21日

大阪公立大学

クマノミが選んだエサの積極的な給餌は イソギンチャクの成長を支える

<ポイント>

- ◇クマノミとイソギンチャク（宿主）の共生関係を餌に着目して調査。
- ◇餌の大きさや種類により、クマノミは自分で食べるか宿主に与えるかを判断。
- ◇クマノミの給餌が宿主の成長を促進させ、共に利益を得ていることが示唆される。

<概要>

クマノミはイソギンチャクを住処としており、毒の棘を持つイソギンチャクの触手によって捕食者から守られています。一方、クマノミはイソギンチャクの触手を捕食する魚類を追い払うなどの利益を宿主に与えるという、相利共生の関係が知られています。

大阪公立大学大学院理学研究科の小林 優也大学院生（博士後期課程3年）、近藤 湧生特任助教、幸田 正典特任教授、安房田 智司教授の研究グループは、愛媛県の室手海岸においてクマノミに餌を与えた際、イソギンチャクの触手に餌を付ける行動を目撃したことから、両者の共生について調査を開始。クマノミに与えた餌が本当に宿主のイソギンチャクによって消費されるのか、餌の大きさや種類が宿主への給餌に関係があるのか、給餌により宿主の成長が促進されるのかを実験しました。その結果、小さな動物性の餌や柔らかい緑藻はクマノミが食べ、大きな動物性の餌は宿主に与えることが分かりました。また、給餌された餌は宿主によって消費され、クマノミに給餌された宿主は、給餌されなかった他のイソギンチャクよりも高い成長率を示しました。宿主の成長の促進は、住処が大きくなるなどのクマノミの利益にもつながります。本研究結果により、給餌は両者にとって、これまで考えられていた以上に重要であることが示唆されました。

本研究結果は、2025年2月26日に、国際学術誌「Scientific Reports」に公開される予定です。



©Osaka Metropolitan University / desk

<小林 優也大学院生からのコメント>

野外で繰り返し同じ個体に餌を提示したり、数ヶ月かけてイソギンチャクの成長を調べたりするのは大変でした。この行動は19世紀から知られていますが、十分な根拠がないにも関わらず、共生関係における重要性は低いとされてきました。この研究により、他の共生関係においても見直しを行う価値があることを提案できたと考えています。

<研究の背景>

マメ科植物と根粒菌、サンゴと褐虫藻など、お互いに栄養のやり取りをすることが利益になっている共生生物は数多く存在します。サンゴ礁域は生物多様性が高いにも関わらず、海は貧栄養な環境であり、栄養のやり取りを行う事例が報告されています。しかし、その多くは、体内に共生する生物と宿主の栄養のやり取りや、水中に溶解した栄養塩を介したものであり、体外共生者間が直接的な給餌で栄養をやり取りする例はほとんど知られていません。

本研究グループは、体外共生者間の栄養のやり取りを研究するため、海産動物の相利共生の例として有名なクマノミ亜科魚類とイソギンチャクの関係に注目しました。クマノミは、愛玩魚として広く知られているだけでなく、共生や性転換、順位制など特異な生態を持つため、生態研究が盛んに行われています。イソギンチャクを住処にしているクマノミは、毒の棘、すなわち刺胞を持つイソギンチャクの触手によって捕食者から守られ、一方、イソギンチャクの触手を捕食する魚類を追い払います。近年では、クマノミの排泄物がイソギンチャクに共生する褐虫藻やイソギンチャク自身の栄養となるなど、栄養のやり取りを行っていることも分かってきました。本研究グループは、海中で二枚貝を割ってクマノミに与えると、クマノミが口にくわえてイソギンチャクの触手に付けるのを何度も目撃しました(図1)。文献によると19世紀からこの行動は知られていましたが、人がクマノミに餌を与えた時に起こるため、自然界では起こらず、共生関係には重要でないと考えられてきました。



図1 クマノミがイソギンチャクに給餌する様子
(動画 <https://youtu.be/rraulOnTB1o>)

<研究の内容>

愛媛県の室手海岸では、水深3m~10mの岩場に、クマノミの繁殖ペアがイソギンチャク(宿主)と共生している姿が多く見られます。本研究では、2020年と2021年の夏から秋にかけて合計8ヶ月間、スキューバ潜水で五つの実験を行いました。

[1] 餌追跡実験

クマノミに提示した餌が宿主の餌になっているのかを調査。オキアミに紐を結び、そのオキアミをクマノミに提示しました。26個体のクマノミに餌を与えた結果、全てのクマノミがすぐにオキアミを宿主に付けました。他の魚に餌を横取りされたなどの9例を除いて、約1時間後には17例全てでイソギンチャクの口腔から紐が出ていました。

[2] 餌の大きさ実験

クマノミが宿主に与える餌の大きさがクマノミの口の大きさと関係しているのかを調査。七つの異なる大きさのオキアミを用意し、10個体のクマノミに異なる大きさのオキアミを繰り返し提示した結果、クマノミの口に入る大きさの餌は自分で消費しましたが、それより大きい餌は全て宿主に与えました。

[3] 餌の種類実験

クマノミは雑食性、イソギンチャクは動物食性であることが分かっています。クマノミが宿主に餌の種類を選択して与えているかを調べるため、7種類の餌を大(20mm)と小(3mm)にカットし、24個体のクマノミにランダムに繰り返し与えました。その結果、クマノミにイカや魚、エビ、二枚貝など動物性の餌を与えた場合、クマノミの口に入る小さい餌は自分で食

べましたが、大きい餌の場合は宿主に与えました(図2)。一方、海藻など植物性の餌の場合、雑食性のクマノミは小さく刻んだ柔らかい緑藻は食べましたが、大きい場合は宿主に持って行かずに捨てました。また、毒のあるカイメンや硬い褐藻はどの大きさでも捨てました。

[4] 満腹実験

上記[1]~[3]の実験より、小さい餌はクマノミ自身が食べることがわかりました。そこで、クマノミの空腹度合いがイソギンチャクへの給餌に関係するかを調べました。21個体のクマノミに3mmにカットした小さなオキアミを繰り返し与えると、17回目までは全てクマノミが食べましたが、それ以降は餌を与える回数が増えるにつれ(つまり、満腹になるにつれ)、自分で消費せずに、宿主に与える確率が大きく上昇しました。

[5] 成長実験

クマノミのイソギンチャクへの餌やり行動がイソギンチャクの成長を促進しているのかを調査。実験者がクマノミへ大きな餌を与える「クマノミ餌やり群(9例)」、実験者が直接宿主へ餌を与える「イソギンチャク餌やり群(11例)」、何も与えない「コントロール群(11例)」を作り、二つの餌やり群には50gの魚を3日おきに与え、3ヶ月後の宿主の成長を調べました。その結果、クマノミ餌やり群とイソギンチャク餌やり群は、コントロール群に比べて、3ヶ月後に有意に大きくなりました。

[1]餌追跡実験の結果から、クマノミがイソギンチャクに渡した餌は、実際にイソギンチャクの餌となっていることがわかりました。[2]餌の大きさ実験と、[3]餌の種類実験の結果(図2)からは、クマノミは自分が食べられる小さなエビやイカなど動物性の餌、そして小さな柔らかい緑藻は自分で消費し、自分が食べられない大きな動物性の餌のみイソギンチャクに給餌しました。つまり、クマノミは自分の食べられるもの、イソギンチャクの食べられるものを認識した上で、餌をどうするか決めていていると考えられます。また、[4]満腹実験から、空腹時は自分で餌を消費し、満腹になるほどイソギンチャクへの給餌が増えたことから、クマノミ自身の体の状態に応じて、利己的に行動するか、イソギンチャクに協力するかを変化させると示唆されます。[5]の成長実験から、クマノミの宿主への餌やりは、イソギンチャクの成長率を増加させることが判明しました。宿主が大きくなることは、住処が大きくなることを意味し、他のクマノミ種では宿主が大きいと産卵数が増えることも知られています。イソギンチャクから離れられないクマノミにとって、宿主への餌やりは極めて重要で、餌やりを行うことでクマノミ自身も利益を得ることができると考えられます。

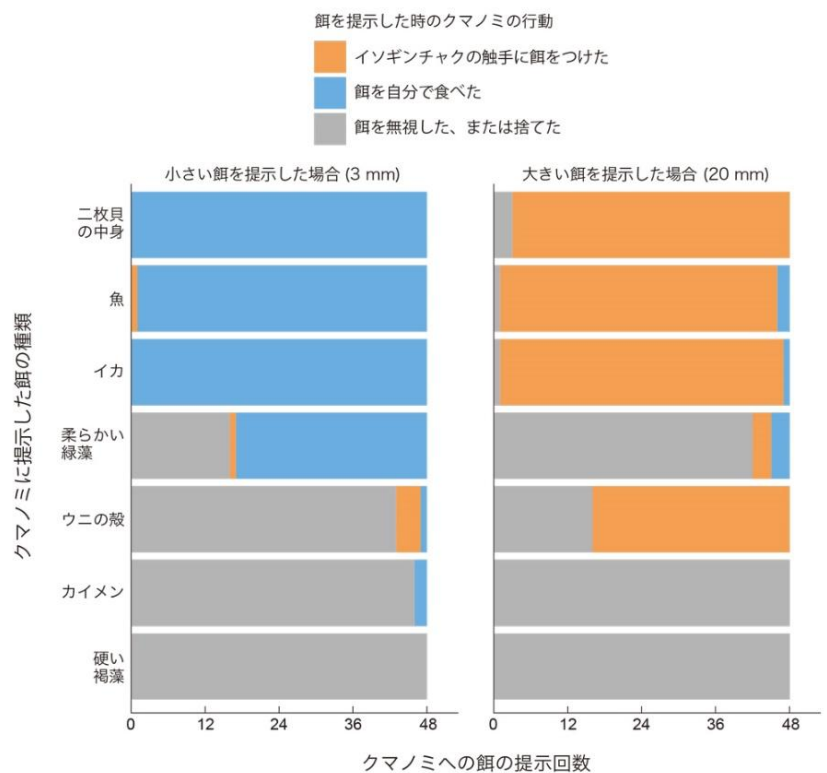


図2 クマノミに7種の餌を与えた結果。餌の大きさ、餌の種類(動物性の餌、植物性の餌、食べられる餌、食べられない餌)に応じて、クマノミは自分で食べるか、イソギンチャクに給餌するかを変化させた。

<期待される効果・今後の展開>

本研究から、クマノミがイソギンチャクに積極的に給餌していることが明らかになりました。今回は野外での人為的な操作実験が中心でしたが、本研究チームによる長期の潜水観察から、実際にクマノミがナマコの死骸を宿主に運んでいるのを何度も目撃しています。動物の死骸は、海が荒れた後に多いと考えられますが、海が穏やかになるまで人は潜れないため、私たちの知らないところでクマノミは宿主に食べ物を運んでいると考えられます。また、今回は宿主の成長率という長期的な影響に注目しましたが、給餌直後に宿主にどのような変化があるかなどの短期的な影響も調べていく必要があります。

また、本結果は比較認知科学の観点からも重要で、クマノミが積極的に餌を選んでイソギンチャクに給餌するという事実は、クマノミが状況に応じて判断していることを示しています。このような知性を考慮し、共生関係を築く動物の行動を解釈することで、複雑な共生関係の理解につながります。これは私たちが新たに実践している「認知進化生態学」的視点です。動物の行動を正しく理解することは、全ての生物研究の発展につながるだけでなく、絶滅の危機に瀕している動物の保護や保全に向けた適切な方法を提供できると考えます。

<資金情報>

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科研費 23KJ1838、22H02703、23H03868、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2139-RS22A027、笹川科学研究助成 2021-4082、大阪市立大学戦略的研究 2019、OCU-SRG2021_BR10 からの支援を受けて行われました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Scientific Reports

【論文名】 Active provisioning of food to host sea anemones by anemonefish

【著者】 Yuya Kobayashi, Yuki Kondo, Masanori Kohda, Satoshi Awata

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85767-9>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院理学研究科
教授 安房田 智司（あわた さとし）
TEL : 06-6605-2607
E-mail : sa-awata@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：谷
TEL : 06-6967-1834
E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp