

カマドウマは満月の夜に水に飛び込むのか

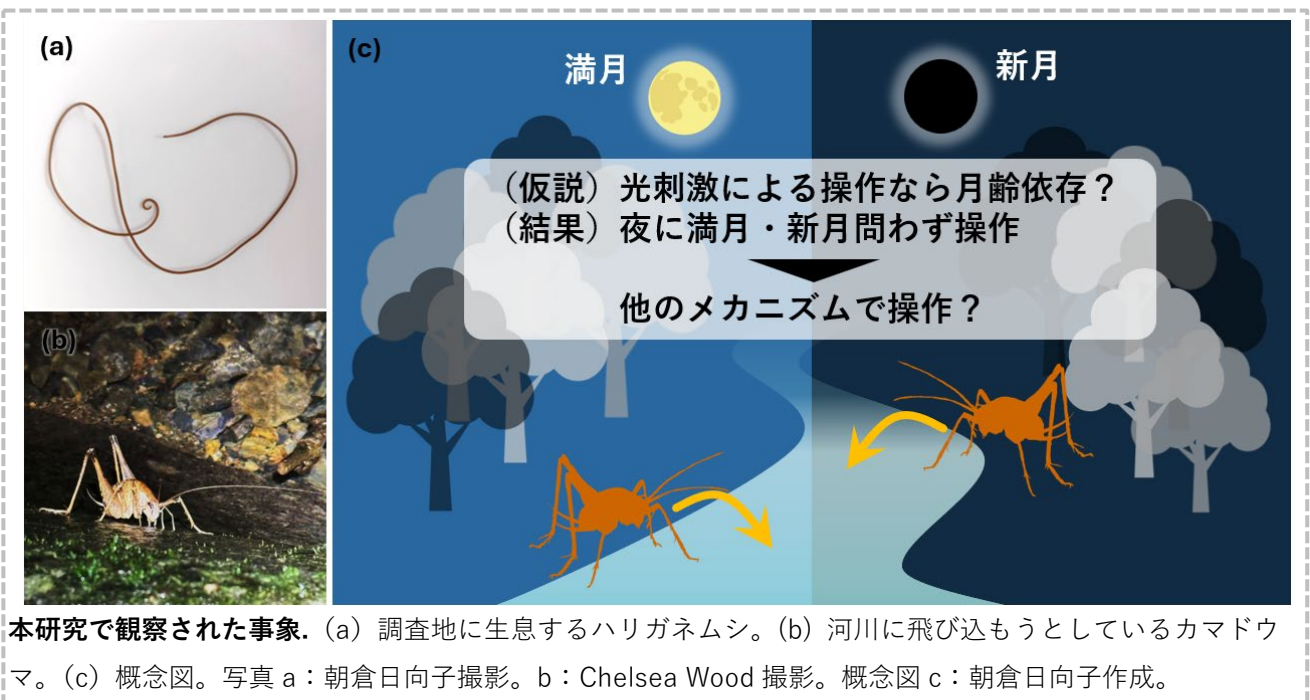
—寄生虫による夜の宿主操作の一端を解明—

概要

寄生生物の中には、自らの利益のために宿主の行動を巧みに操るものがあります。このような現象は、寄生生物にとって適応的な表現型が、他種である宿主に現れたものと解釈され、延長された表現型¹と呼ばれています。寄生虫ハリガネムシ（図 a; 成虫は体長数 cm~40 cm ほど）はその代表例で、宿主である陸生昆虫を水に飛び込ませ、陸生昆虫から脱出し、水中で繁殖します。これまでの研究から、昼間に活動するカマキリでは、水面から反射する光（水平偏光）が水への誘引に重要な役割を果たすことが分かっていました。水平偏光は水位が深い水面から多く反射するため、水平偏光を使うことで、水域の中で比較的深く枯れにくい場所を選択的に飛び込ませているのです。では、夜行性の昆虫が宿主の場合はどうでしょうか。もし同じように水平偏光を手がかりにするなら、宿主が水に飛び込むタイミングは、夜の明るさを大きく変える月の満ち欠けに左右されるかもしれません。

京都大学大学院理学研究科の朝倉日向子博士課程学生と、京大学生態学研究センターの佐藤拓哉教授らの研究グループは、夜行性のカマドウマ（図 b）がハリガネムシに操られて水に入るタイミングを野外で調べました。その結果、カマドウマが水に入るのは主に夜間でしたが、予想に反して、満月でも新月でもその頻度には違いはみられませんでした（図 c）。この結果は、ハリガネムシが夜行性の宿主を水へ導く際には、昼行性のカマキリとは異なり、水面からの反射光だけに頼らない別の仕組みを利用している可能性を示しています。

本成果は、2026 年 9 月 10 日に米国の国際学会誌「Ecology」にオンライン掲載されました。



本研究で観察された事象. (a) 調査地に生息するハリガネムシ。(b) 河川に飛び込もうとしているカマドウマ。(c) 概念図。写真 a：朝倉日向子撮影。b：Chelsea Wood 撮影。概念図 c：朝倉日向子作成。

1. 背景

多くの寄生生物が、生活史の中で自身の成長や繁殖のために宿主の行動を操作しています。この行動操作²に、走光性³の改変が関与することが様々な分類群で報告されてきました。これらの寄生生物の中には、夜行性の宿主を操作するものもあります。その場合、寄生生物は月の満ち欠けに合わせて宿主を操作しているのでしょうか？例えばハリガネムシは、陸生昆虫である宿主を操作して水に飛び込ませ、宿主から脱出し、水中で繁殖します。先行研究から、平野部では、ハリガネムシの一種（*Chordodes formosanus*）が、昼行性宿主であるカマキリを水面からの反射光に誘導して水に飛び込ませていることが分かっていました。一方で、森林では、*Gordius* 属および *Gordionus* 属が夜行性カマドウマ（*Diestrammena* 属）を操作して河川に飛び込ませます。そこで、カマキリにおける仕組みがハリガネムシの系統全体で進化的に保存されているならば、操作されたカマドウマの入水行動は、満月に多く、新月に少なくなるはずと考え、調査を実施しました。

2. 研究手法・成果

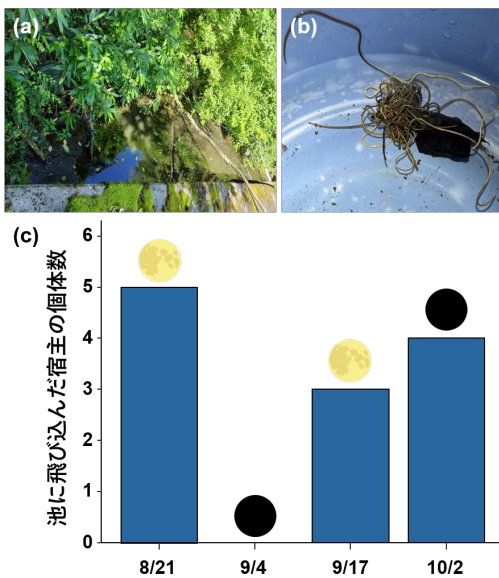


図1 (a) 調査を実施した池。(b) 池で採集されたハリガネムシ。(c) 満月の夜（8/21・9/17）と新月の夜（9/4・10/2）に人工池に飛び込むことを観察したカマドウマの個体数。

2024年8月から10月にかけて、長野県にある木曽川水系上流の味噌川ダム付近にある人工池（図1a）において、満月および新月の夜（概ね20時から21時の間）に水面に浮かんでいたカマドウマ（*Diestrammena* 属）を採集しました。この池からは、*Gordius* 属および *Gordionus* 属に属する複数種のハリガネムシが多数発見され、調査対象の池においてハリガネムシによる宿主操作が頻繁に発生していたことが示唆されました（図1b）。観察の結果、予想に反し、満月だけでなく新月の日にもカマドウマが池に飛び込むことが分かりました（図1c）。

さらに長野県にある木曽川水系上流の小河川（図2a）において、サケ科魚類のイワナ *Salvelinus leucomaenis japonicus* の胃内容物も同期間に調査しました（図2b）。サケ科魚類は、水に飛び込んだハリガネムシの陸域宿主を重要な餌資源として利用することが知られています。そのため、イワナは河川に飛び込んだ宿主を広範囲から採集する役割を実質的に果たすと考えました。得られ

たイワナの胃内容物から、捕食されたばかりで消化が進んでいないと考えられる頭部と胴体がつながった状態のカマドウマの個体数を計数したところ、日中よりも夜間に有意に多いことが分かり、カマドウマは夜間に操作されていることが示唆されました。一方で、池での観察同様、満月だけでなく新月の夜にもカマドウマはイワナに摂餌されており、その個体数に満月と新月で統計的に有意な差はないことが分かりました（図2c）。

以上の結果から、ハリガネムシはカマドウマを主に夜に操作するものの、満月・新月を問わず操作していることが示唆されました。

3. 波及効果、今後の予定

本成果から、夜行性の宿主を操作する場合、ハリガネムシは光刺激に強く依存しない、別の操作機構を用いている可能性が考えられます。もし光刺激を操作に利用していた場合、新月の日や天気の悪い日など操作できない日が生じることになります。つまり、限られた約2か月の操作期間に、森から川へうまく移動できない日が多発するリスクがあるのです。そのため、ハリガネムシは別の操作機構（例えば、先行研究で指摘されている活動量の上昇や重力走性⁴の改変）を使っているのかもしれません。

ハリガネムシは、昼行性と夜行性のように対照的なリズムを持つ宿主に、水に飛び込むという同じ行動を引き起こすため、それぞれの系統で異なる操作機構を進化させてきたのかもしれません。今後も様々な系統のハリガネムシで宿主操作機構を調べることで、様々な場所を利用し様々な時間に活動する宿主に対し、寄生生物がどのように操作機構を多様化させてきたのかを理解していきたいと考えています。

4. 研究プロジェクトについて

- 佐藤拓哉：JST FOREST Program「寄生生物による生物機能創発機構の解明と制御への基盤研究」JPMJFR211C
- 佐藤拓哉：日本学術振興会 科学研究費助成事業「学術変革領域研究（A）」24H02291
- 朝倉日向子：日本科学協会 笹川科学研究助成「寄生生物による行動操作の月齢依存性：ハリガネムシは満月の夜に宿主を入水させる？」2024-5045

<用語解説>

1 延長された表現型：

ある生物の遺伝情報が、その生物自身に適応的でありながら、他種の生物の表現型として発現する現象。寄生生物による宿主の行動操作も、その一例と考えられます。

2 行動操作（あるいは宿主操作）：

寄生生物が宿主の行動を操作させ、その結果として、寄生生物の移動や繁殖などに有利な状況を生み出す現象。

3 走光性：

光の方向や明るさに応じて、生物が一定の方向へ移動する性質。光へ近づく場合を正の走光性、光から遠ざかる場合を負の走光性といいます。

4 重力走性：

重力の方向に応じて、生物が一定の方向へ移動する性質。下方へ移動する場合を正の重力走性、上方へ移動する場合を負の重力走性といいます。

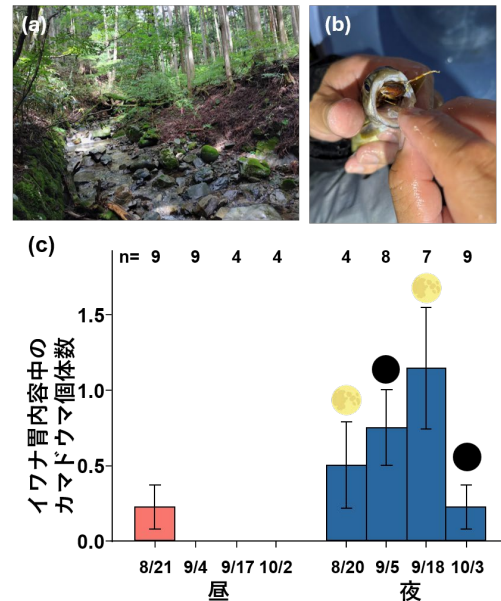


図2 (a) 調査河川。(b) イワナに食べられていたカマドウマ。(c) 満月（8/20-21・9/17-18）と新月（9/4-5・10/2-3）にイワナ胃内容中に観察されたカマドウマの個体数。

<研究者のコメント>

現在の研究室で大学院生として研究を始めるにあたり最初に思いついた仮説が、この月齢依存の操作仮説でした。結果として、仮説は否定されましたが、昼行性宿主を利用するハリガネムシと夜行性宿主を利用するハリガネムシで異なる適応的な操作機構を持つのかもしれないという新たな仮説が得られました。今後も仮説が正しくない可能性も恐れずに色んな発見をしていきたいです。(朝倉日向子 理学研究科博士後期課程2年)

お月さんの年齢を数えながら、明るい夜や真っ暗な夜のフィールドに向かう日々は、楽しく、好奇心に満ちたものでした。仕組みはまだまだわかりませんが、「陸の虫を水に飛び込ませる」という驚きの行動操作にも、実はいろいろなやり方があるのだと思うと、これからの研究がますます楽しみになります。(佐藤拓哉 生態学研究センター・教授)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Nocturnal host manipulation by nematomorphs is not synchronized with the lunar cycle
(ハリガネムシによる夜間の宿主操作は月周期と同期しない)

著 者：Hinako Asakura, Takuya Sato

掲 載 誌：Ecology DOI：https://doi.org/10.1002/ecy.70475