

研究成果報告書（第29回学術研究助成）

2024年 4月 23日

公益財団法人 藤原ナチュラルヒストリー振興財団

理事長 野村茂樹 殿

所属機関名 東京大学大気海洋研究所

職名 大学院生

氏名 中山新

1. 研究課題

イカ類による墨を用いた求愛行動の獲得過程解明

2. 共同研究者

佐藤成祥（東海大学 海洋学部）、河村知彦（東京大学大気海洋研究所）・岩田容子（東京大学大気海洋研究所）

3. 研究報告

I. 研究の目的

イカやタコなどの頭足類は外敵から逃亡する際、“墨”と呼ばれる特有の黒い液体を自身のダミーや煙幕として利用する。このように墨は捕食回避の役割を持つが、本グループはコウイカの仲間のエゾハリイカ *Sepia andreana* が、求愛行動に墨を用いることを発見した。捕食回避の用途で発達した墨が繁殖行動に転用されたと考えられるこの行動の適応的意義や進化の過程について議論するには、より詳細な行動観察や近縁種との比較が必要である。エゾハリイカが属する *Doratos epion* 属は、エゾハリイカを含めた多くの種の雄が腕や鰭が延長・肥大化する性的二型を示すことから、種特有の繁殖行動を行うことが予想される。そのため、*Doratos epion* 属の他の種も求愛に墨を用いる可能性がある。また、エゾハリイカの雄が雌と比較してより大きい墨袋を有していることから、繁殖行動を観察できない種でも、墨袋重量の種間比較を行うことで、求愛における墨の利用の有無を推定できる可能性がある。そこで、本研究では、エゾハリイカの求愛行動の詳細な行動記載に加え、近縁種の求愛行動観察、さらに墨袋の形態の雌雄差の種間比較により、求愛における墨の利用の獲得過程の解明を試みた。

II. 研究の方法

エゾハリイカの求愛における墨吐き行動の定量的記載

青森県の浅虫水族館のバックヤードに設置した実験水槽にて、エゾハリイカの行動観察を行なった。実験水槽には雌雄のペアもしくは雌雄複数個体ずつを入れ、オスがメスにアプローチし始めてからの行動要素を記録した。そのシーケンスをまとめ、墨吐き行動が見られる局面を定量的に解析した。

エゾハリイカの近縁種における墨吐き行動の検証

次に、求愛における墨吐き行動が近縁種間で共有されているか調べるため、エゾハリイカの近縁種であるミサキコウイカの繁殖行動観察を島根大学隠岐島臨海実験所にて行なった。行動観察は実験所内の実験水槽で、雌雄複数個体で行った。一連の求愛行動のシーケンスを記録し、求愛行動でエゾハリイカと同様に墨吐き行動が見られるか調査した。

墨袋の重量の雌雄比較

上記の2地点で得られたサンプルに加え、宮城県石巻市での乗船採集、さらに長崎県からのサンプル購入により、エゾハリイカを含む、7種のコウイカ類を入手した。これらの種のうち、十分な個体数が得られたエゾハリイカとハリイカについて、体サイズと墨袋重量の関係性を調べた。墨袋は中身を抜き、乾燥重量を測定した。

III. 研究結果

エゾハリイカの求愛における墨吐き行動の定量的記載

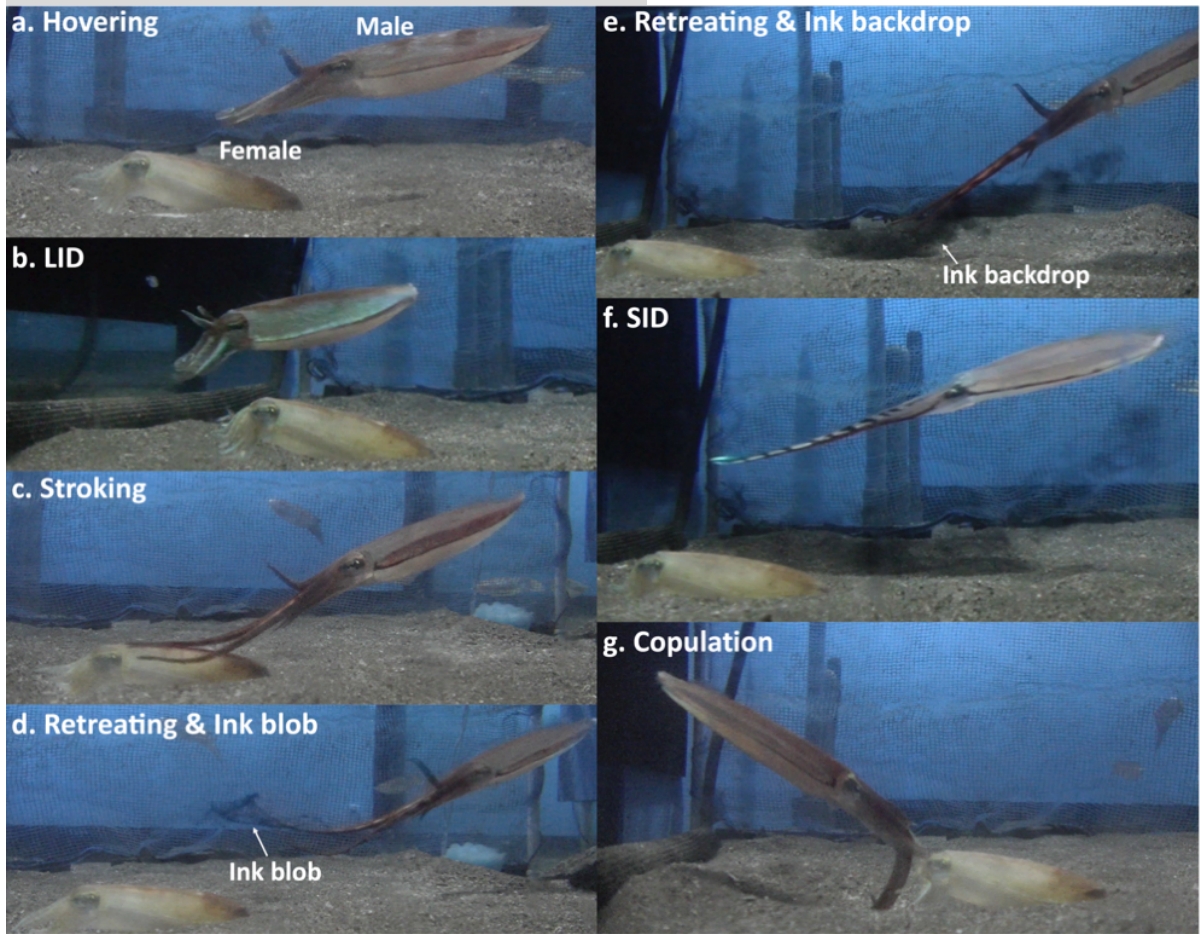


図1. エゾハリイカの求愛における行動要素

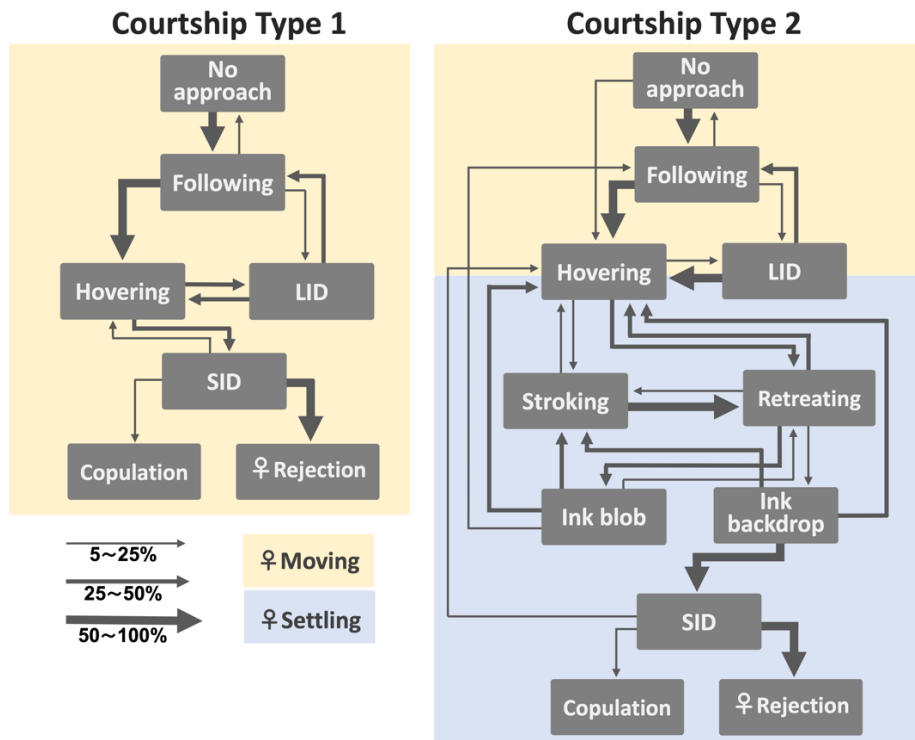


図2. エゾハリイカの2タイプの求愛行動における行動要素のダイアグラム

行動観察により、エゾハリイカの求愛行動の詳細が明らかになった。求愛には2つの様式、タイプ1 (n = 17) とタイプ2 (n = 19) があり、どちらもクライマックスに体色変化を伴う求愛ディスプレイが行われ、成功すれば交配が行われる。しかし、タイプ1とタイプ2では行動要素の数やかかる時間が大きく異なり、タイプ2は着底した、もしくはHoveringによって着底させられたメスに対して行われた。また、墨吐き行動はタイプ2でのみ行われた。イカ類は墨に混ぜる粘液の量を調節することで形状や粘度の異なる墨を使い分けることができるが、タイプ2では、墨の形態やタイミングが異なる2種類の墨吐き行動 (Ink blob, Ink backdrop) が観察された。求愛の成功率にタイプ間で有意差は認められなかった (Fisher's test, $p = 0.60$)。

エゾハリイカの近縁種における墨吐き行動の検証

ミサキコウイカの繁殖行動観察では、オスがメスに対して鰭と腕を顕示し、体色変化を伴う求愛ディスプレイを記載した (n = 8)。この求愛行動では墨の利用は認められなかった。

墨袋の重量の雌雄比較と、mtDNAによる分子系統樹作成

エゾハリイカの墨袋重量は雌雄で有意な差があり雄の方が有意に大きい墨袋を有していた (ANCOVA; $p < 0.01$)。一方、特別な性的二型形質を持たないハリイカでは墨袋重量には体サイズとの相関や雌雄差は認められなかった (ANCOVA; $p > 0.1$)。

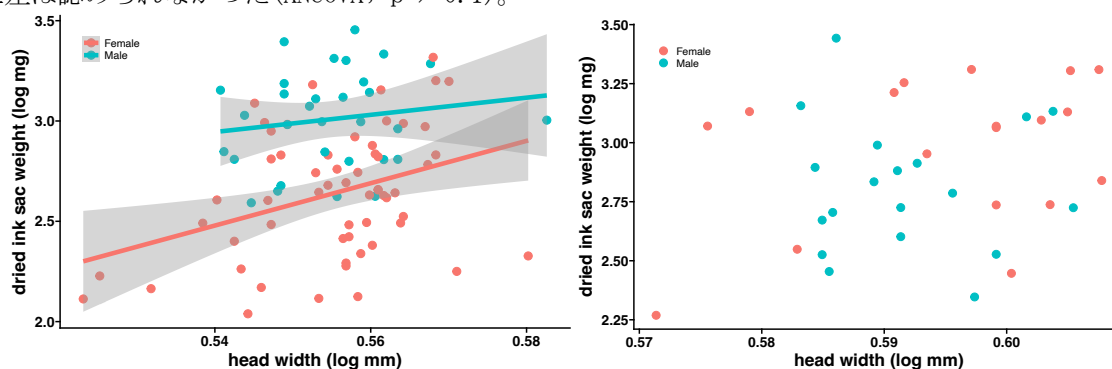


図3. 体サイズ (頭幅) と墨袋重量の関係性 (左: エゾハリイカ, 右: ハリイカ)

IV. 考察

エゾハリイカの求愛行動における2種類の墨吐き行動はそれぞれ異なる局面で明確に使い分けられていることから異なる適応的意義があると考えられた。特に、求愛の交接前のディスプレイの直前に用いられるInk backdropは、ディスプレイする雄が自身の背景に拡散性の墨を吐くことから、自身のディスプレイを視覚的に際立たせる効果が考えられる。また、近縁種であるミサキコウイカでは性的二型形質を用いた求愛行動が観察されたものの墨の利用は認められなかったことから、求愛における墨吐き行動は少なくとも*Doratosepion*属の求愛行動に共通する行動形質ではないことも明らかになった。さらに、特別な性的二型形質を持たないハリイカでは墨袋重量の雌雄差が認められなかったことから、墨袋重量の雌雄差は求愛墨吐き行動の存在と関係があり、今後多くの種を用いて同様のアロメトリーを検証することで、求愛墨吐き行動の有無を形態から検証可能であると考えられる。

V. 成果発表

査読論文

1. Nakayama, A., Momoi, S., Sato, N., Kawamura, T., and Iwata, Y. (2024). Ritualized ink use during visual courtship display by males of the sexually dimorphic cuttlefish *Sepia andreana*. *Ecol. Evol.* 14, e10852.

学会発表

2. Arata Nakayama, S. Momoi, N. Sato, T. Kawamura, Y. Iwata., (2022), Novel ink use in courtship behavior in *Andreana* cuttlefish *Sepia andreana*, International Society for Behavioral Ecology Congress, ISBE+, 口頭発表

VI. 今後の課題

複数種の繁殖行動の新たな記載を行い、求愛における墨の利用の詳細を明らかにすることができた一方で、サンプリング数などの問題から、当初目標としていた多くの種を用いた墨袋重量の雌雄間比較、mtDNAを用いた系統解析は完了できなかった。今後、引き続きサンプリングを行い、アロメトリーの検討に十分な個体数の入手し次第、墨袋の雌雄間比較を行う予定である。また、系統解析についてはmtDNA-COI領域のシーケンス分析は完了しており、今後は他の領域の分析を行ったのちに系統樹を作成する予定である。