

体サイズ進化によるオスの繁殖戦術の変化

1. 発表者：

奥崎 穰（東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻 講師）

2. 発表のポイント

- ◆環境適応によって大型化したヒメオサムシ集団のオスは大きい生殖腺を持つが、射精量を変化させずに交尾時間を短縮していた。
- ◆大型化によって配偶子生産力が増加したオスは、多くの子孫を残すために交尾頻度を高める繁殖戦術をとるようになったと予想される。
- ◆生態環境の多様性は体サイズ進化を介して繁殖戦術の変化をもたらし、性的な特徴の多様化にも貢献する可能性が示された。

3. 発表概要

動物の体サイズは繁殖生態と密接に関係している。甲虫ヒメオサムシは九州において体サイズに地理的変異を示し、温暖で幼虫期の餌であるミミズが大きい環境で大型化する。東京大学大学院総合文化研究科の奥崎穰講師は、ヒメオサムシのオスが大きい個体ほど大きい生殖腺（精巣など）を持つ一方で、精包重量（射精量）はその体サイズ変異の影響を大きく受けないこと、そして大きいオスほど交尾時間が短いことを発見した。大型化により精包生産量が増加した集団のオスは交尾頻度を高めることで子供の数を増やし、体サイズの小さい集団のオスは長時間の交尾によりメスの再交尾を防ぐことで父性を確保していると予想される。こうした繁殖戦術の変化はオス-オス間、オス-メス間の相互作用の在り方と強さを変えるだろう。本研究により、生態環境の多様性が体サイズ進化を通して、性的な特徴の多様化をもたらす潜在性を秘めていることが示された。

4. 発表内容

動物のオスは子孫を残すためにさまざまな繁殖戦術をとり、その戦術は体サイズと密接に関係する。例えば、配偶者を得るためのオス間闘争やメスへの求愛においては、一般に大きいオスが有利になる。そうした配偶前の行動をとらない分類群であっても、大きいオスは大きい生殖腺（精巣など）を持ち、射精量や交尾頻度を増やすことができるため、精子競争（交尾後の受精の機会を巡る競争）において有利になりやすい。一方、オスはメスと他のオスの接触を妨げることでメスの再交尾を抑制することができれば、その体サイズに関係なく、父性を獲得できる。もし、ある種の体サイズに進化が起こったとすれば、その繁殖戦術に何らかの変化が生じていても不思議ではない。

しかし、繁殖戦術を構成する交尾行動はオスの体サイズ以外の要因、例えばメスの体サイズ、交尾器サイズ、雌雄の形態的一致、集団からも影響を受ける。このとき、これらの要因が体サイズと関係性（相関関係など）を持つことに注意しなければならない。体サイズで説明できる交尾行動は、これらの要因でも説明できてしまうのである。体サイズ進化によるオスの繁殖戦術の変化を実証するためには、交尾行動に影響する要因の中からより予測性の高いものを特定し、それらにオスの体サイズが含まれることを確認する必要がある。

また体サイズは繁殖以外の生態要素（成長、資源利用、種間相互作用など）にも関わっており、生物的・非生物的環境から生じるさまざまな淘汰圧に晒される。例えば、幼体期の生育環

境のように繁殖に関係しない環境要因の地理的変異から成体の体サイズ変異が生じる場合もある。そうした環境勾配上にある集団において体サイズと交尾行動の関係を調べることで、その種の繁殖戦略が生態環境と対応して、どのように進化してきたのかを推察することが可能となる。

西日本に広く分布する甲虫ヒメオサムシは、九州において著しい体サイズ変異を示し、温暖で幼虫期のエサ（ミミズ）が大きい環境で大型化する。ヒメオサムシのオスは繁殖期にメスを巡って他のオスと争ったり、メ스에求愛を行うことはない。オスはメスに気づくと、近づいてその背中にしがみつき、オス交尾器をメス交尾器に挿入する（図1）。続いて、オス交尾器の先端にある射精口から精子を含んだ精包が現れ、メス交尾器の奥に張り付けられる。メスは交尾後すぐに別のオスと交尾を行うこともあるため、オス間には精子競争が存在する。



図1. ヒメオサムシの交尾姿勢。

本研究は、体サイズ進化がオスの繁殖戦略にどのような変化をもたらすのかを明らかにするために、体サイズの異なるヒメオサムシ4集団の個体を用いて雌雄ペアを作り、オスの交尾行動（精包重量や交尾時間など）を計測した。続いて、赤池情報量基準（AICc）にもとづくモデル平均化を行い、体長をはじめとする個体の特徴の中から交尾行動に対して予測性の高い要因を抽出した。

精包重量はオスの生殖腺重量、オス集団、メス集団を含むモデルで予測された。大きい生殖腺を持つオスは大きい精包を作り、オスあるいはメスが体サイズの大きい集団の個体のときに精包は大きかった。精子競争において、大きい精包は父性の増加に貢献するだろう。一方、オスの体長は生殖腺重量と正の相関を示すにも関わらず、精包重量の予測モデルには含まれなかった。このことは、体サイズ変異が精包サイズにそれほど影響しないことを意味する。

精包が形成されたときの交尾時間は平均 112.9 分（最短 25 分、最長 302 分）であった。この交尾時間は生殖腺重量、オス集団、オス体長、精包重量から構成されるモデルで予想された。交尾時間はオスの生殖腺重量と精包重量が大きいときに長くなった。これは大きい精包を作るのに時間がかかるためと考えられる。一方、オスの体サイズが大きいとき、あるいはオスが体サイズの大きい集団の個体のときに交尾時間は短くなった（図2）。そして、オスの体長が交尾時間に与える影響は生殖腺重量の影響よりも大きかった。つまり、体サイズが大型化した集団では交尾時間が短くなることが明らかとなった。

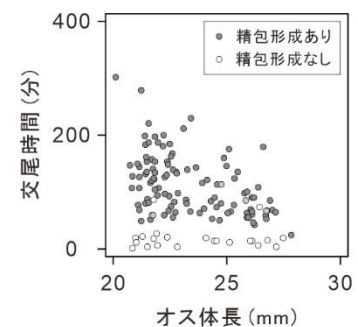


図2. オスの体長と交尾時間の関係。

まとめると、大型化したオスは大きい生殖腺を持つにもかかわらず、精包サイズをそれほど変化させずに交尾時間を短くしていた。大きいオスは精包生産力が高いため、交尾時間を短縮して交尾頻度を高めることで子供の数を増加させる攻撃型戦略をとり、一方の小さいオスは交尾時間を長くしてメスの再交尾を防ぐことで確実に子供を残す防御型戦略をとっていると考えられる。

言い換えると、体サイズの大きい集団ではメスの交尾頻度、すなわち精子競争が増加していると予想される（図3）。そうだとすれば、交尾1回あたりのオスの最適投資量（父性獲得を

最大にする精包サイズと交尾時間)は、体サイズが分化した集団間で異なっているだろう。精包重量と交尾時間を予測するモデルにオス集団とメス集団が含まれていたことは、この予測を支持している。本研究により、生態環境由来の自然淘汰が精子競争を変化させるプロセスの1つが提唱された。

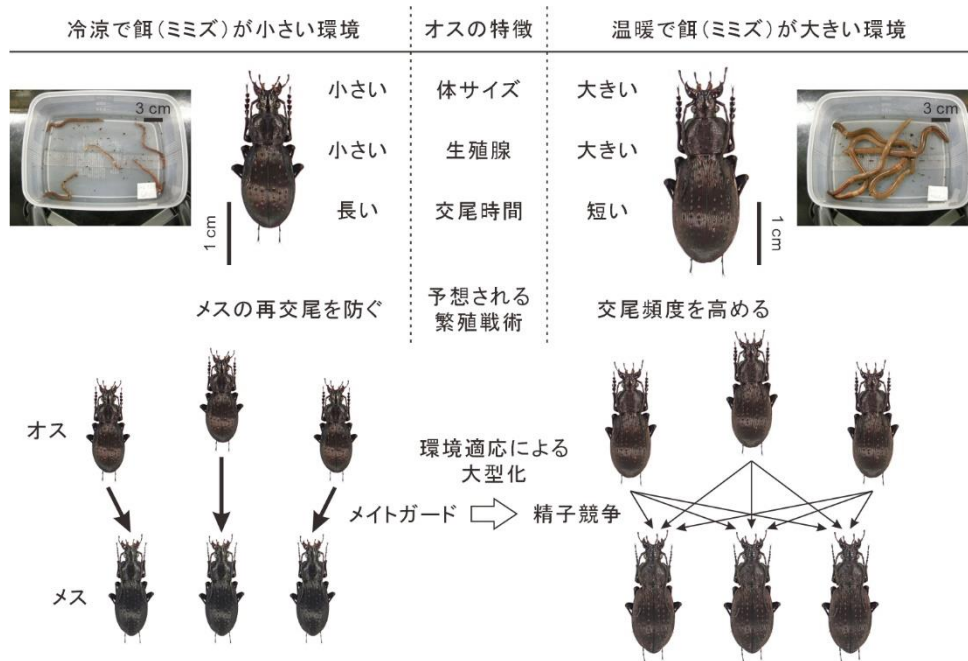


図3. 交尾行動から予測されるヒメオサムシの体サイズ進化と繁殖戦術の関係。

5. 発表雑誌

雑誌名: *Evolution*

論文タイトル: “Effects of body size divergence on male mating tactics in the ground beetle *Carabus japonicus*”

著者: Yutaka Okuzaki*

DOI 番号: 10.1111/evo.14302

アブストラクト URL: <http://doi.org/10.1111/evo.14302>

6. 問い合わせ先

東京大学大学院総合文化研究科

講師 奥崎 穰 (おくざき ゆたか)