



東北大学

2014 年 7 月 18 日

報道機関 各位

東北大学 学際科学フロンティア研究所

## 見た目の多様さが繁栄のカギ

トンボの色彩の個体差はハラスメントのリスクの分散を通じて集団を繁栄させる

### 【要点】

- イトトンボの雌の色彩の多様性が集団の増殖力や安定性を高めることを発見
- 雄からのセクシャルハラスメント<sup>(注1)</sup>の軽減により集団の増殖力が高まることを実証
- 外見やその多様性の進化が、生物の繁栄や絶滅に影響する可能性を示唆

### 【概要】

野外の生き物には、集団内に多様性や個性、個体差が数多く存在しています。このような多様さの機能や意義については、古くから議論がなされてきましたが、明確な答えは得られていませんでした。日本で最もふつうに見られるイトトンボの一種であるアオモンイトトンボ（学名：*Ischnura senegalensis*）には、雌の色彩に一見して明らかな多様性（個体差）が存在し、雌らしい色をした「メス型の雌」と雄に似た色彩をもつ「オス型の雌」が集団内に共存しています（図1）。このような雌の多様さは、執拗に交尾を試みる雄からのセクシャルハラスメント（図2）を回避するための雌の戦略として進化し、負の頻度依存淘汰<sup>(注2)</sup>により維持されていると考えられてきました。

東北大学 学際科学フロンティア研究所・同大学院生命科学  
研究科の高橋佑磨（たかはしゆうま）助教と生命科学研究科の  
河田雅圭（かわたまさかど）教授は、東邦大学の香川幸太郎氏  
（大学院生）と Lund University の Erik I. Svensson 教授と共同で、  
アオモンイトトンボの雌における種内の色彩の多様性が集団  
の繁栄の程度（増殖率や密度、安定性、絶滅リスクなど）に  
与える影響について、野外実験と数理モデルの両側面から検  
証しました。その結果、雌の中に複数の色彩型がバランスよく  
混在する（多様度が高い）ほど、雄が効率的に雌を探索できず、  
雌一個体あたりのセクシャルハラスメントのリスクが

低下することを見出しました（図3）。また、ハラスメントの軽減が集団の増殖率や安定性を高め、最終的には集団の絶滅リスクを減少させることが示されました。人為的に雌の多様度を操作する実験を行なったところ、多様度を高めた集団ほど増殖力が高まることが裏付けられました。今回の成果は、「集団内の多様性」が集団の繁栄に貢献していることを証明するとともに、生物の形態や色彩の進化がその生物の繁栄や絶滅に直接的に影響することを示すものであります。集団内に個性の多様性を許容・保有しつづけることには、直面する様々なリスクを分散し、集団の頑健性を高める機能が存在するのかもしれません。「多様さが生物を繁栄させる」という視点は、今後、現在の生物多様性の成立過程の理解、さらには外来種対策や生物の保全対策に生かされると期待されています。

本研究の成果は、英国科学誌 *Nature Communications* 電子版（7 月 18 日号）に掲載される予定です。

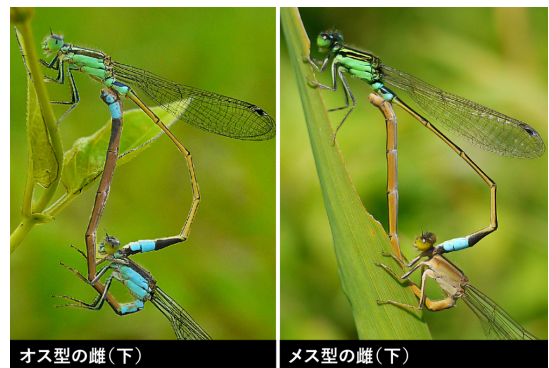


図1 | アオモンイトトンボの雌の色彩2型

雄はすべて緑色で、雌には青と茶色のタイプが存在。



図2 | 雌(下)に交尾を試みてハラスメントをする雄(上)

トンボ類の雌は一度の交尾で十分な数の子孫を残すことができるため、一生のうちに何度も交尾をしようとすることは稀です。一方、雄は交尾の回数に比例して子孫の数が増加するため、隙あれば出会った雌に交尾を試みます。そのため、雄が執拗に交尾を試みる行動（セクシャルハラスメントと呼ばれます）がしばしば観察されます。このような行動が雌の産卵行動やエサ取りを妨害することで、次世代に残す子孫の数が減少してしまうことが知られています。

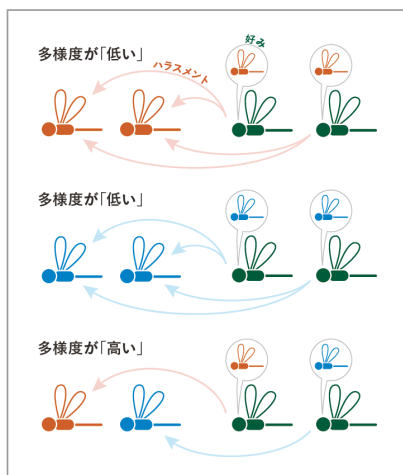


図3 | 雄の“好み”と本研究の仮説

雄は雌の色彩を記憶し、それを手がかりに雌を探しています。ただし、複数の色を記憶することができないため、それぞれの雄は自身の経験（特に交尾経験）に基づいて、特定の色彩の個体を異性として認識ようになります。したがって、全ての雌が同じ色をしていれば、全ての雌が雌であると認識されますが、雌に複数の色の個体が混ざっていれば、雄の“好み”も個体間でバラけることになります。本研究では、色彩の多様度が高い状態ほど、雌と認識されにくい雌（モテない雌）が増えるので、集団全体でのセクシャルハラスメントのリスクを軽減でき、結果として集団が繁栄する（増殖率や密度、安定性が高くなる）という仮説を立てました。

#### 【野外で得られた実測値】

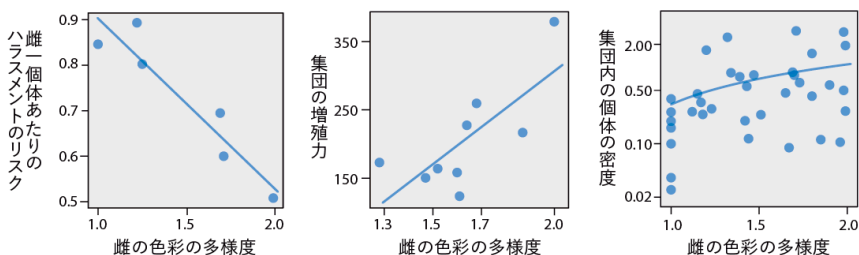


図4 | 野外実験と理論的裏付け

野外調査で得られたデータから、雌の色彩の多様度の高い集団（二つの色彩型の雌がバランスよく存在するとき）ほど、雌一個体あたりのハラスメントのリスクが減少し、集団の増殖率や密度、安定性（グラフ省略）が増加することが示されました。このことは、数理モデルを用いた分析から裏付けられました。

#### 【数理モデルによる予測】

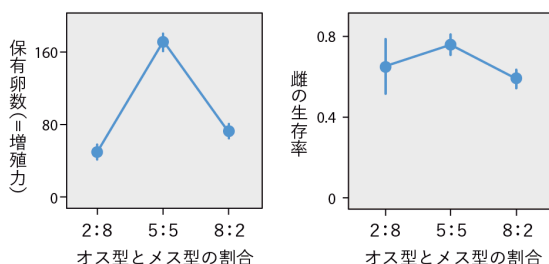
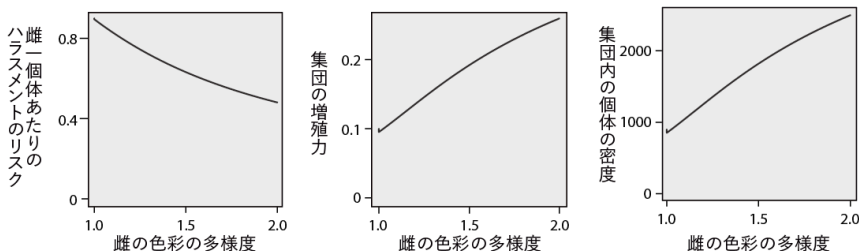


図5 | 多様度を人工的に操作した実験

野外のケージ内に、オス型とメス型を様々な割合で導入した場合、多様度が最も高くなる状況（5：5）で雌の繁殖力や生存率が最大になりました。

### （注1）セクシャルハラスメント

雌の生存や繁殖に悪影響を与える雄の性的な行動のこと。昆虫類の雌は一度の交尾で十分な数の子孫を残すことができるため、一生のうちに何度も交尾をしようとすることは稀です。一方、雄は交尾の回数に比例して子孫の数が増加するため、隙あれば出会った雌に交尾を試みます。すなわち、雄が雌に対して執拗に交尾を試みるのです。このような雄の行動は、雌の産卵行動やエサ取りを妨害することが知られており、動物行動学や生態学の分野では、“セクシャルハラスメント”と呼ばれます。セクシャルハラスメントは、生物の形態や行動の雌雄差の進化を考える上で、非常に重要な要因であることが知られ、近年注目されています。

### （注2）負の頻度依存淘汰

多数派が少数派よりも不利になる（損をする）という淘汰のこと。アオモンイトトンボの場合、多数派の色彩タイプの雌が多く雄からモテやすいので、多数派の雌はセクシャルハラスメントを受けやすくなり、生存や繁殖上の不利益を被ります。このような淘汰が働くと、あるタイプが増えすぎるとそのタイプは損をするので、淘汰され、割合を減らしていきます。ただし、少数派になるほどまで減ってしまえば、また勢力を拡大し、割合を高めていきます（少数派が排除されたり絶滅したりすることがなくなる）。すなわち、負の頻度依存淘汰のもとでは、複数のタイプが共存し続け、高い多様性が保たれることになります。

### 【論文の詳細】

著者：Yuma Takahashi, Kotaro Kagawa,  
Erik I. Svensson and Masakado Kawata  
表題：Evolution of increased phenotypic diversity  
enhances population performance by  
reducing sexual harassment in damselflies  
雑誌：*Nature Communications*  
巻頁：5: 4468  
発行：2014 年 7 月 18 日

#### お問い合わせ先

東北大学 学際科学フロンティア研究所  
東北大学大学院 生命科学研究科

#### 担当

高橋佑磨・河田雅圭

#### 連絡先

電話 022-795-6689（高橋）、022-795-6688（河田）  
電子メール takahashi.yum@gmail.com

#### ホームページ

<http://yumatakahashi.web.fc2.com/>（個人）  
<http://meme.biology.tohoku.ac.jp/klabo-wiki/>（研究室）