

# 性淘汰が維持する生物多様性

## —身勝手な競争が集団サイズを安定化させる—

### 概要

京都大学フィールド科学教育研究センター 小林和也 講師は、性淘汰のうち特に「性的嫌がらせ」が生物多様性を維持している可能性を理論的に示し、シミュレーションによってこの理論が上手く機能することを示しました。

自然界に多種多様な生物がなぜ共存できるのか、なぜ一番強い種類だけにならないのかという問いは生態学における重要な未解決問題の一つです。本研究では「性的嫌がらせ」（生まれてくる子供の数が減ってしまうかわりに競争相手よりも自分の子供の割合を高める性質）に着目しました。「性的嫌がらせ」は、交尾を巡って競争する場合には有利ですが、競争相手が不在で確実に交尾が出来る場合には子供の数が減ってしまうため不利になります。つまり、個体数が多く交尾を巡る競争が激しい場合には、「性的嫌がらせ」が起きて子供の数を減らしてしましますが、個体数が少なく競争が起これない場合には、「性的嫌がらせ」が起きないため、子供の数が増えます。結果として、個体数が多い種では「性的嫌がらせ」が激しくなって個体数の増えすぎを防ぎ、逆に個体数が少ない種では「性的嫌がらせ」が起これにくいいため個体数が増えやすくなります。本研究では、このメカニズムを数学的に解析し、多様な種が共存できることを示しました。また実際に自然界で観察される種ごとの個体数分布を再現することに成功しました。

本成果は、2018年11月14日に英国の国際学術誌「Journal of Ecology」にオンライン掲載されました。



本研究により柱頭で生じる「性的嫌がらせ」によって植物の多様性が維持されている可能性が示されました。

\* 本研究における「性的嫌がらせ」とは自然界の繁殖行動上の現象を示す生態学の用語であり、社会問題としての「性的嫌がらせ」（セクシュアル・ハラスメント、セクハラ）とは一切関係ありません。

## 1. 背景

生存競争の厳しい自然界において、なぜ多種多様な生物が共存できるのか、なぜ一番強い種類だけにならないのかという問いは生態学における重要な未解決問題の一つです。特に似たような資源を利用している多数の種が安定して共存できる条件は理論的には極めて限定的であると予測されています。しかし、例えば身近な森でも、多様な木々が光や土中の栄養を巡って競争しながら長期的に共存しています。もし木の種類によって光や栄養を獲得できる量が違うとしたら、強い種類が沢山の種子を付けて数を増やす一方で、弱い種類はどんどん数を減らして最終的には絶滅してしまうでしょう。これまで多様な生物が共存できるメカニズムについて多くの仮説が提案されてきましたが、いまだに決着がついていません。

## 2. 研究手法・成果

本研究では、自然界において見られる「性的嫌がらせ」(sexual harassment)に着目しました。生態学における「性的嫌がらせ」とは、生まれてくる子供の数が減ってしまうかわりに競争相手よりも自分の子供の割合を高める性質のことで、トンボのオスがメスに対して執拗に求愛をしたり、植物の花の柱頭で花粉が他の花粉によって受精が起こるのを妨害する物質を出したりする性質のことを言います。「性的嫌がらせ」は交尾を巡って競争する場合には有利ですが、競争相手が不在で確実に交尾が出来る場合には子供の数が減ってしまうため不利になります。つまり、個体数が多く交尾を巡る競争が激しい場合には、「性的嫌がらせ」が起きて子供の数を減らしてしましますが、個体数が少なく競争が起こらない場合には、「性的嫌がらせ」が起きないため、子供の数が増えます。結果として、個体数が多い種では「性的嫌がらせ」が激しくなって個体数の増えすぎを防ぎ、逆に個体数が少ない種では「性的嫌がらせ」が起こりにくいため個体数が増えやすくなります。

この状況を数式で表現し、その生物の個体数に対して最適な「性的嫌がらせ」の程度(どのくらいまで子供の数を減らしても競争に強くすべきか)を解析したところ、確かに個体数が増えると「性的嫌がらせ」が激しくなって子供の数が減り、個体数が少なくなると「性的嫌がらせ」が弱まって子供の数が増えることが分かりました。このメカニズムを組み込んだシミュレーションを行ったところ、十分に広い空間があれば数百種類の生物が10,000世代にわたって共存できることが示されました。

これらの結果は、種内の交尾を巡る競争がその生物の個体数に影響するだけでなく、生物多様性のような地域の生態系全体の性質にも影響しうることを示した点において重要な意義を持ちます。

## 3. 波及効果、今後の予定

本研究では極めて簡略化した状況を解析しているため、実際の生物に当てはめる際にはより詳細なモデルが必要となります。しかし、個体数が多く、一見繁栄しているように見える種ほど、種内で交尾を巡って激しい競争を行ってしまい、結果として子供の数が減ってしまっているという現象が自然界において普遍的に見られるのではないかと予想しています。今後は理論モデルの予測を実際の生物で検証していく予定です。

## 4. 研究プロジェクトについて

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・若手研究(A)「性を維持する分子基盤の解明」(代表者:小林和也・京都大学、課題番号:17H05048)の助成を受けて行われました。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Sexual selection sustains biodiversity via producing negative density-dependent population growth. (性淘汰が個体群成長に負の密度依存性をもたらすことで生物多様性を維持する)

著者：小林和也

掲載誌：Journal of Ecology

<イメージ図>

$$W = \frac{h^*}{h^* + (n-1)h} nF [1 - h^* - (n-1)h] + F [1 - h^* - (n-1)h]$$

実際に論文中で解析に用いた数式。数式中で、 $W$ は「性的嫌がらせ」の強さ  $h^*$ を持つ個体が得られる子供の数、 $n$ は交尾を巡って争っている個体の数、 $h$ は競争相手の持つ「性的嫌がらせ」の強さ、 $F$ は「性的嫌がらせ」が無かった時に生まれてくる子供の数を示します。