

2024年11月18日

本件の報道については、下記の解禁時間以降でお願い申し上げます。

報道解禁時間 … 日本時間 2024年11月20日(水)午前9時5分

共存か、絶滅か？ カギを握るのは「タイミング」 ～生態系の新しい理解に向けた理論研究～

■ 概要

私たちの身の回りには実に様々な生き物が共存しています。例えば、森の中には似たような餌を食べる鳥が複数種生息しています。ここで、もし新しい種が環境に加わるとすると、なぜある時は平和に共存し、またある時は、一方が絶滅してしまうのでしょうか？

国立遺伝学研究所 新分野創造センター 理論生態進化研究室の山道真人准教授と東京大学修士課程大学院生 森田慶一(当時、現・総合研究大学院大学博士課程 大学院生)は、生物種の「共存」と「絶滅」を決定づける重要な要因を解明しました。その鍵を握るのは、生物が新しい環境に到達する「タイミング」だということが明らかになりました。

従来の研究では、生き物の集団には、形質置換⁽¹⁾による共存と、進化的先住効果⁽²⁾による絶滅という2つのプロセスが起こることが知られていました。本研究では、2種が競争する数理モデルを用いて、2つのプロセスを統合する理論的枠組みを構築しました。その結果、2つの種が比較的近い時期に入ってきた場合、形質置換が起こって、後から移入してきた種が定着し共存しますが、2つの種の入ってくる時期に大きな差がある場合、進化的先住効果によって、後から移入してきた種が定着せず絶滅することがわかりました。

今後、本研究の理論的枠組みを拡張していくことで、より複雑な野外の生物群集の理解を深め、外来種対策や絶滅危惧種の保全、自然資源管理などへ貢献することが期待されます。

本研究は、2024年11月20日にProceedings of the Royal Society B: Biological Sciencesに掲載されます。

(a) 形質置換が起こる場合

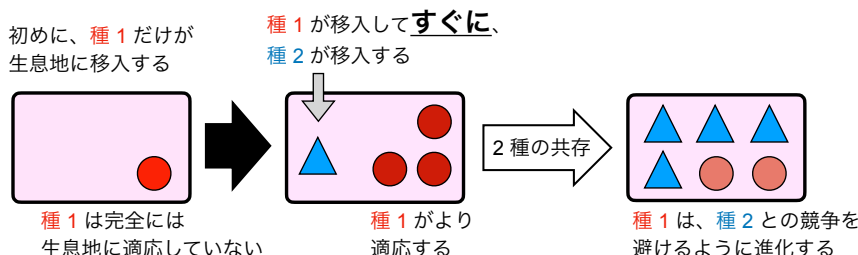
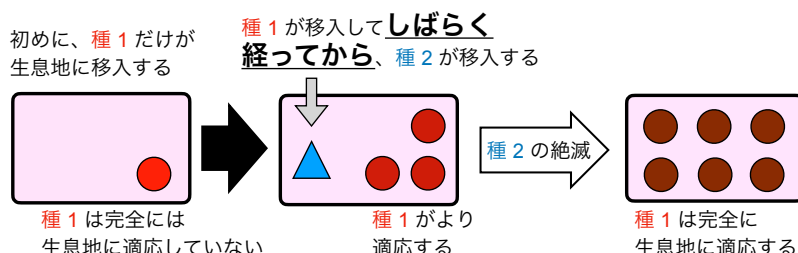


図:(a) 形質置換が起こると、資源(ニッチ)分割により2種間の競争が弱まり、共存が起こります。(b) 進化的先住効果が起こる場合、先に移入した種1(赤い丸)が局所適応してニッチを独占することで、後から移入した種(青い三角)が定着せずに絶滅します。ここでは、色が濃いほど、生息地に局所適応していることを示しています。

(b) 進化的先住効果が起こる場合



■ 成果掲載誌

本研究成果は、国際科学雑誌「Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences」に2024年11月20日（日本時間）に掲載されます。

論文タイトル:

Character displacement or priority effects: immigration timing can affect community assembly with rapid evolution

著者:

Keiichi Morita（森田慶一）, Masato Yamamichi（山道真人）

DOI: 10.1098/rspb.2024.2145

■ 研究の詳細

● 研究の背景

生息地に新しい種が移入することで、多様な種からなる生物群集が形成されていく過程は、群集集合と呼ばれ、生態学の中心的なテーマとして長年にわたって研究されてきました。近年になって、生物が環境の変化に対応して迅速に進化することがしばしば起きており、これが群集集合にも影響することが明らかになってきました。特に、資源をめぐる競争する種の間では、形質置換と進化的先住効果という2つのプロセスが起こることが知られています。形質置換では異なる資源（ニッチ）を利用するように進化することで、共存をもたらします。一方、進化的先住効果では、先に移入してきた種が生息地の環境に適応進化（局所適応）することで資源（ニッチ）を独占し、後から移入してきた種を絶滅させます。これまで、2つのプロセスは別々の文脈で議論されてきました。しかし、2つのプロセスが同時に作用することも起こりうる上、まったく異なる結果をもたらすため、これらを統合的に扱う理論的枠組みが必要とされていました。

● 本研究の成果

本研究では、2種の競争を表現した数理モデルを用いて、先に移入した種が局所適応しつつある際に、後から移入してくる種の移入するタイミングが、進化と共存・絶滅にどのような影響をもたらすかを調べました。結果として、2種の移入タイミングの差が重要であることがわかりました（図）。移入タイミングの差が小さい場合（2つの種が比較的近い時期に入ってきた場合）、先に移入した種の局所適応が不十分であるために資源（ニッチ）を分割する形質置換が起こることで、後から移入してきた種が定着し、2種が共存します（図(a)）。その一方で、移入タイミングの差が大きい場合（2つの種の入ってくる時期に大きな差がある場合）、先に移入した種が局所適応することで資源（ニッチ）を独占し、後に移入した種が定着せず、競争による絶滅が起きます（進化的先住効果：図(b)）。このように、移入タイミングが進化の方向性を変え、共存・絶滅に影響し、生物群集の構造を変えするという、新たな群集集合のメカニズムを理論的に明らかにしました。

● 今後の期待

本研究は、より複雑な野外の生物群集の群集集合や共存メカニズムを理解するための基礎的な理論的枠組みになることが期待されます。現実の生物群集では、3種以上の生物が相互作用し、全ての種が互いに影響

し合いながら進化する(共進化が起きる)可能性があります。これらを表現するように数理モデルを拡張していくことで、より複雑な生物群集の動態を理解し、外来種対策や絶滅危惧種の保全、自然資源管理などに貢献できるようにになると期待されます。

■ 用語解説

(1) 形質置換

近縁2種が別々の場所に生息する場合には、似た形質を持ち同じ資源を利用する一方で、同じ場所に生息する場合には、形質の分化が生じ異なる資源を利用することを、形質置換と言います。形質置換が起こることで資源(ニッチ)を分割し、種が安定共存することが可能になります。

(2) 進化的先住効果

先に生息地に移入した種が資源(ニッチ)を独占することで、後から移入してきた種が資源を獲得できずに絶滅することを、先住効果と言います。一方、進化的先住効果では、先に移入した種が生息地の環境に局所適応してニッチを独占することで、後から移入してきた種の絶滅が起こります。

■ 研究体制と支援

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号:19K16223、20KK0169、21H02560、22H02688、22H04983)、科学技術振興機構CREST(課題番号:JPMJCR23N5)、稲盛研究助成、オーストラリア研究評議会Discovery Project(課題番号:DP220102040)、理化学研究所数理創造プログラム(iTHEMS)の研究助成を受けて実施されました。

■ 問い合わせ先

<研究に関すること>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 新分野創造センター 理論生態進化研究室
准教授 山道 真人(やまみち まさと)

<報道担当>

- 情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 広報室

配付先

文部科学記者会、科学記者会、三島記者クラブ