

周期ゼミの進化物語



静岡大学 創造科学技術大学院 教授
吉村 仁

研究の背景

北米には、17年または13年に一度の周期で大発生する周期ゼミと呼ばれるゼミがいます(図1)。周期ゼミは、発生周期が素数年なので、素数ゼミとも呼ばれます。なぜ発生周期が素数しかないのか、その進化について、さまざまな仮説が提唱されてきましたが、論理的な説明はされてきませんでした。

研究の成果

私たちは、素数周期を持たない祖先が周期ゼミへと進化していく物語を提唱しました。この物語では、氷河期での進化の連鎖反応という仮説を元に、素数周期しか残らない理由を説明します。

周期ゼミの進化物語:

ステージ1:祖先ゼミ

周期ゼミの祖先は、日本のゼミのように温度に依存して成長し、7年前後で成虫になり、毎年発生していた。

ステージ2:氷河期における生活史の長期化

氷河期の到来による森林の消失で、個体群がほぼ絶滅した。わずかに残った森林がレフュージア(待避地)となり、そこでゼミは生き延びた。しかし、それらのゼミも寒さによって成長が遅れ、幼虫期間は13-17年へと長期化した。

ステージ3:レフュージアでの周期性の獲得

生息地の減少と幼虫期間の長期化により、成虫密度が激減し、雌雄の出会いが困難になってしまった。運よく出会えた雌雄『周期ゼミのアダムとイブ』から、子孫同士の出会い効率が高くなる様々な周期の周期性がうまれた。

ステージ4:素数周期の選択

間氷期(氷河期中の暖かい時期)になると、分布が広が

り、様々な周期のゼミが出会い交雑して絶滅していった。最小公倍数からわかるように、他の周期との出会いの最も少ない13・17年の素数周期だけが生き残った。

この周期ゼミの進化物語を数理理論と実証研究を用いて検証してきました。理論研究では、様々な周期からアーリー効果(個体数が少ないと増殖率が下がること)によって素数周期だけが残ることをシミュレーションから明らかにしました。素数の中でも13年と17年周期だけが生き残った理由としては、氷河期の環境とゼミの成長速度が大きく関与しているのではないかと考えています。実証研究では、13・17年周期が3つの系統で別々に得られた能力であることを分子系統解析により立証しました(図2)。このように、特異な性質を持つ周期ゼミを用いて、理論・実証研究を統合することで、生物進化のメカニズムを解明してきました。

今後の展望

周期ゼミの進化物語の検証を、理論的には周期性の進化シミュレーションから、実証的には周期遺伝子の特定から取り組んでいきます。さらに、この研究から、環境変動による絶滅を避ける戦略の重要性を明らかにしたいと考えています。

関連する科研費

平成18-19年度 基盤研究(C)「周期ゼミの進化プロセス」

平成22-26年度 基盤研究(A)「周期ゼミの進化史とそのメカニズム」

平成22-25年度 基盤研究(B)「短期的利益と長期的利益間の絶滅回避を巡る適応動態」



図1 周期ゼミの大発生(左)と交尾(右)の様子。

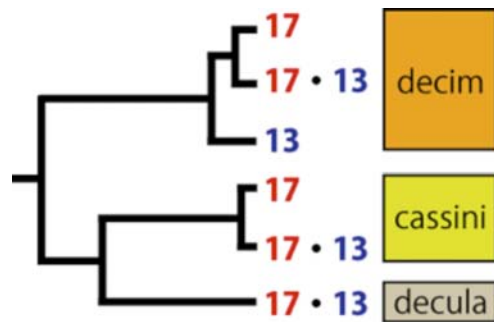


図2 周期ゼミの分子系統樹。3つの系統(decim, cassiniとdecula)で17年周期と13年周期を別々に獲得したことが分かる。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 大淵 希郷)