

2021年2月8日

# News Release

報道各位



報道規制

2021年2月10日

英国時間 0:01

## 生物リズムの多様性が生態系のバランスの鍵

### <発表のポイント>

- 自然生態系にみられる多様な生物の新しい共存の仕組みを提案
- 地球の自転と公転、月の公転によって生じる日・月・年にみられる環境変化に適応した生物の活動リズムの多様性が共存の鍵
- 生物リズムの多様性は異なる生物どうしの関係を弱め、餌資源の枯渇や絶滅を起こしにくくすることを計算により解明
- 生物活動にみられる複数のリズムが組み合わさること（ポリリズム）が多様な生物の共存につながることを世界で初めて発見

### <概要>

自然界では、多種多様な生物たちが他の生物を食べるなど、互いに関係しあいながら共存していますが、その共存のしくみはよくわかっていません。島根大学自然科学研究科の舞木昭彦 准教授は、地球上に生息する限り逃れられない地球と太陽、月との関係から生じる日・月・年周期に注目しました。これら環境の周期的変化に適応するために進化したと考えられている多様な生物リズムこそが、様々な生物の共存を維持している可能性を理論的に示しました。複数の生物リズムが組み合わさることで生じる独特なリズム（ポリリズム）と生物の共存の関係を明らかにし、時間生物学と生態学という異分野を結びつける新規的な成果を得ました。

本研究成果は2月10日グリッジ標準時 0:01(日本時間 9:01)の英国王立協会の国際雑誌 *Biology Letters* 誌（電子版）に掲載されます。本研究はJSPS 科研費 20K06826「生物リズムの多様性と生物多様性をつなぐ新群集理論」の助成によるものです。

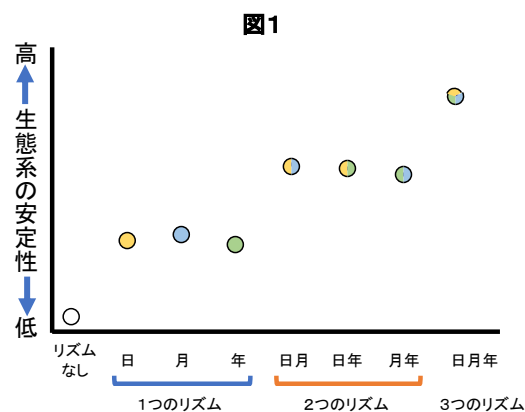
## <研究の詳細>

自然生態系の生物たちは他の生物を食べるなどして互いに関係しながら共存しています。しかし、どのように共存が維持されているのかはいまだによくわからない点が多く、生態学の大きな謎のひとつとして残されています。

本研究では、多様な生物の共存のしくみとして、地球上の生物に見られる生物リズムの多様性に注目しました。地球の自転と公転によって1日と1年における環境変化が地球に生じます。1日は太陽が昇ることで始まり、太陽が沈むことでおわり、1年は春にはじまり、夏・秋と続き、冬におわります。また、地球の周りを月が公転することによっても、1ヶ月ごとの変化がみられます。満月から半月、新月へと変化する中で、夜光の変化や潮の満ち引きの大きな海洋変動が繰り返し生じます。このような日・月・年の周期的な環境変化に適応するために、生物はその活動のリズムを進化させてきたと考えられています。活発に動き回る時間帯は限られており、それ以外は睡眠をとるなり休憩が必要です。同様に、活発に餌を食べたり繁殖したりする季節は限られており、厳しい冬はじっとしていたり冬眠したりします。満月に産卵する海洋生物は有名ですが、月周期によって行動が影響される生物は他にも多くみられます。このように複数の周期をもった異なる生活リズムは、他の生物たちとの共存にどのような影響をもたらすのでしょうか。

活動リズムは、他の生物との関係をリズムカルに変えます。たとえば、餌を積極的に食べるときと、まったく食べないときが繰り返されるので、捕食者自身の個体数の増加を促進する状況と、餌生物の個体数の減少を緩和する状況が交互に繰り返されることとなります。このような変動は餌生物たちの過度な減少を防ぐため、生物の共存にすくなくからず貢献

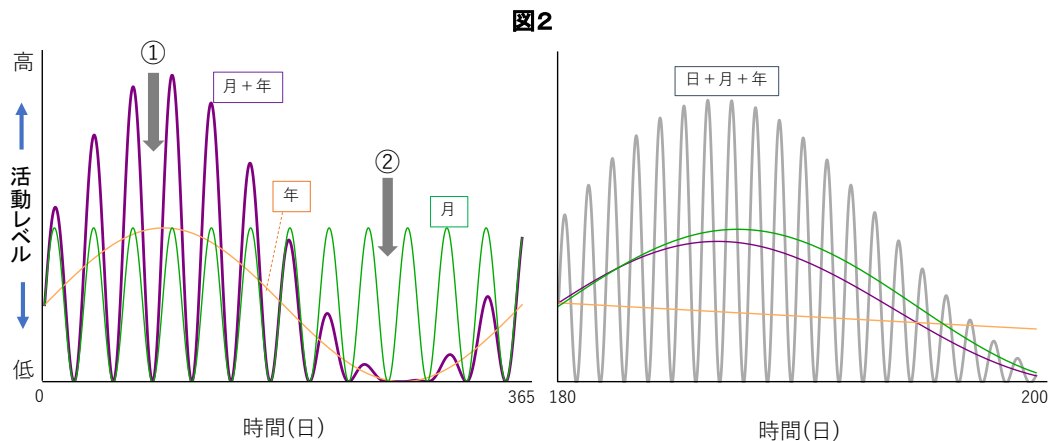
すると考えられてきました。しかし、現実の生態系では、前述した通り活動リズムは単一ではなく複数の異なる活動リズムが同時進行しており、この生物リズムの多様性と生物の共存との関係についてはまったく分かっていませんでした。そこで、数理モデル<sup>※1</sup>を利用して、生物たちが、活動（餌利用）と非活動（休息）が周期的に繰り返す場合と、そうでない場合、さらに複数の活動リズムを持つ場合とそうでない場合とを比較することで、この問題を明らかにすることにしました。すると、リズムがない場合に比べ、リズムが少なくとも一つ（1日周期、1月周期、あるいは1年周期）あるときは、たしかに、生態系はより安定となり複数の生物種が共存しやすいことがわかりました（図1）。しかし、その共存促進効果はそれほど大きくないことが、複数のリズムをもつ場合を調べることによってわかりました。



つまり、異なるリズムをもつことで共存はより促進されるのです（図1）。では、なぜリズムの多様性はより共存にプラスにはたらくのでしょうか。

活動リズムは、餌生物の個体数の減少を緩和する状況をつくるので、餌の過度な減少を防ぐ働きがあるということはすでに述べました。しかし、リズムがあるということは、逆に餌をたくさん食べて減らす状況も同程度につくることを意味します。リズムはその周期によらず餌を回復させる効果と真逆の減少させる効果をもつ諸刃の剣ともいえるでしょう。ところが、このリズムの対称性は、複数のリズムが混ざることによって大きく歪められることとなります。例えば、月と年リズムが組み合わさると（月年リズム）、年リズムによる活発な時期にも定期的に休息の時期が訪れます（図2-左①）し、同様に月リズムだけでは生じない長い休息の時期も生じます（図2-左②）。これに日リズムが加わると、さらに、休息の時期が頻繁に訪れることとなります（図2-右）。複数のリズムは活動レベルを上昇させる働きもありますが、たとえ長い活動の季節でも繰り返し休むことと、休息の季節ではそもそも活動が抑制されることから、（活動レベルの平均は変えずに）活動レベルを低い方に偏らせるのです。このような複数のリズムによる創発的特徴は、音楽における“ポリリズム”（異なる拍子が同時に進行するさいに独特なリズムが生まれること）と似た現象と考えられます。生物の活動におけるポリリズムは、休息を増やす働きがあり、そのことが捕食による餌の減少に対する強いブレーキとして機能しているのです。本研究の成果は、時間生物学<sup>注2</sup>が探求して

きた生物リズムの多様性と生態学<sup>注3</sup>が探求して来た生物多様性をつなぐ新しい自然観を提供します。



## <用語解説>

### (注1) 数理モデル

直接的な実験や観察が困難なときには、しばしばモデルが利用されます。研究対象とする現象や系の注目する特徴を抽出し、そのような特徴を備えた数式を使って研究を進めることができます。このような数学を利用した模型のことを数理モデルと呼びます。本研究では、たくさんの生物種が食べたり、食べられたりすることで個体数を変動させる様子をとらえた数理モデルを利用しています。

### (注2) 時間生物学

生物に備わった生物時計もしくは体内時計を研究する学問。太陽や月により生じる昼夜、季節、潮汐などへの生物の適応的なリズムが研究対象。

### (注3) 生態学

生物どうしや、生物と物理環境のあいだの関係を理解する学問。生物の個体数や生息分布に関心があり、どのように多様な生物が共存しているのかを理解することは、生態学の大きな課題の一つである。

## <発表論文>

英文タイトル: Diversity of biological rhythm and food web stability  
(邦題)生物リズムの多様性と食物網の安定性

掲載ジャーナル: *Biology Letters*

著者: Akihiko Mougi

URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2020.0673>

## <研究資金>

本研究は、独立行政法人日本学術振興会(JSPS)「科学研究費」(基盤 C: 20K06826,研究代表:舞木昭彦)の支援を受け実施しました。

## <研究に関する問い合わせ先>

舞木 昭彦 (モウギ アキヒコ)

島根大学生物資源科学部/自然科学研究科・准教授

〒690-8504 松江市西川津町 1060

Tel: 085-232-6430 / Email: amougi@gmail.com