

競争と攪乱がいざなう植物の背丈の多様性

本学畜産学部畜産科学課程植物生産科学ユニット4年（当時）の宍倉憂哉及び人間科学研究部門太田洋輝准教授は、攪乱下で日光の獲得競争をしながら垂直方向に成長する植物生態系の数理モデルを提案し、植物の背丈の多様性が特別に大きくなるような攪乱と競争の条件を明らかにしました。

本論文は、令和6年9月6日国際科学雑誌 Physical Review E に掲載されました。

【研究の概要】

森や林などの生態系の性質や機能を考える際に、生態系を構成する生物の多様性は重要な観点の一つです。さらに、多様性を定量化する際にも様々な観点があります。例えば、生態系を構成する種の数、また個体の背丈などの多様性を考えることができます。前者の多様性は種多様性、後者の多様性は垂直多様性と呼ばれることがあります。

また生態系では、様々な外部要因によって生態系を構成する個体が欠損したり、その成長が阻害されたりします。そのような外部要因は総称して攪乱と呼ばれ、生態系を理解する際に重要な観点の一つです。

1978年にコネル(Connell)は、中規模の攪乱下で種の多様性は最も高くなるという、いわゆる中規模攪乱仮説を提唱しました[Connell, Science 1978]。この仮説が提唱された後、観測や数理モデルによるアプローチによって、その成立条件についての知見が蓄積されてきました。

この仮説の文脈では、種多様性と比べ、垂直多様性と攪乱の関係性についての理解はあまり進んでいませんでした。これに関連する数少ない研究としてドイツの森での観測があり、そこでは“中規模の攪乱で垂直多様性が特別に大きく(極大に)なる”ことを示唆していました[Senf et al., Landsc. Ecol. 2020]。この延長線上に、この観測で示唆された“性質”が観測地以外のより一般の生態系で成立するか、など未解明な課題が残されていました。

本研究では、広いクラスの植物生態系が持つ性質である、各個体が攪乱下で日光の獲得競争をしながら垂直方向に成長する数理モデルを提案しました(図1は概念図)。この数理モデルを解析することによって、競争が十分に強い条件で、垂直多様性が中規模の攪乱で極大になりうることを示すことができました。

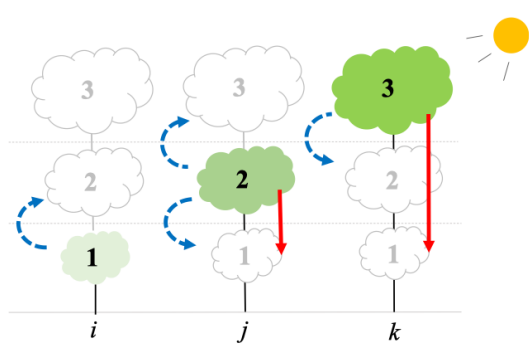


図 1: 生態系を構成する植物個体の成長過程と攪乱過程の概念図。i, j, k はそれぞれ異なる個体の名前で、各個体の高さは3つの値をとる相対高さで表される。青矢印が成長過程、赤矢印が攪乱過程を表す。それぞれの過程の詳細は発表論文を参照。

【本研究成果が社会に与える影響（本研究成果の意義）】

本研究で得られた知見は、生態系で観測される未解明な現象を理解・予測するための数理的手法の発展に貢献することが期待されます。また、さらにそのような数理的手法が蓄積され続けた先には、生態系を効率的に制御するまたは保護する技術開発につながることも期待されます。

【特記事項】

本研究は、主に宍倉憂哉が帯広畜産大学畜産学部在籍時の令和5年度卒業研究(主指導教員:太田洋輝)において取り組んだ成果です。なお、本研究成果はアメリカ物理学会が発行する、物理学専門誌としては世界で最も権威ある学術誌の一つである「Physical Review E」(令和6年9月6日)に掲載されています。

(発表論文)

Yuya Shishikura and Hiroki Ohta, Emergence of vertical diversity under disturbance, Phys. Rev. E 110, 034114 (2024), リンク:<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.110.034114>
 プレプリント版(オープンアクセス): <https://arxiv.org/abs/2312.14668>