

## 因果関係を解析する情報解析手法から 深海の古生態系の生物多様性における水温の重要性を指摘

### ポイント

- ✓ 堆積物コアから得られた微小化石を元にした長期的な古生態系データと因果関係を解析する解析手法から、古生態系における水温の重要性を明らかにしました。
- ✓ 深海の古生態系における生物多様性は気候変動に影響を受けていたことを明らかにしました。
- ✓ 本手法を、今後様々な堆積コアからの古環境の解析に応用できる可能性があります。

### 概要

兵庫県立大学大学院情報科学研究科の土居秀幸准教授、香港大学の安原盛明准教授、京都大学の潮雅之特定准教授は、堆積物コアから微小化石を元にして復元された長期的な古生態系データと、時系列データから因果関係を解析する手法を用いて、古生態系における気候変動の重要性を明らかにしました。

深海（図1）は全海洋の90%以上を占めており、深海における生物多様性の決定機構を理解することは、海洋システムの機能の将来的な変化を予測する上で非常に重要です。近年、深海の種の豊富さを左右する要因として、（1）海洋表層の一次生産に由来する海底の粒子状有機炭素（海の生産性の指標）、

（2）気候変動により変化する水温、という2つの有力な仮説が議論されてきました。しかし、深海の生物多様性の決定には多数の要因が複雑に絡み合っており、かつ操作実験が事実上不可能であることから、要因間の因果関係の特定は困難でした。本研究では、世界中から得られた4つの堆積物コアから得られた長期的な古生態系データと、時系列データから因果関係を検出する解析手法を用いて、海の生産性と水温が、種の豊富さに因果を及ぼしているかを検証しました。生物多様性データは、深海堆積物コアに含まれていた底生有孔虫（図2）の微小化石を元に復元された種多様性を用いました。各堆積物コアの時系列データについて、まちまちであったデータの時間間隔や欠損値の補正を行い、補正データに対して時系列による統計的因果推論の手法を適用しました。その結果、いくつかの堆積物コアは水温の種の豊富さへの影響が検出されましたが、生産性が種の豊富さに及ぼす影響は検出されませんでした。この結果から、気候変動が、これまでの深海の生物多様性の変動に大きな影響を及ぼして

いたと考えられました。深海における水温と種の豊富さの関係は、将来の気候変動が、表層の生産性の変化ではなく、深海の水温の変化を通じて深海の生態系に影響を与える可能性を示唆しています。しかし、本研究ではまだ堆積物コアの数・各コアから得られた時系列データ点の数がともに少なく、今回の結果の一般性を確認するためには今後さらに多くのデータで検証する必要があります。

また、本研究では、非線形時系列解析に基づいた統計的因果推論を堆積物コアから得られた時系列データの解析に初めて応用しました。よって、本研究の枠組みは、生物多様性など生態学のデータに限らず、堆積コアから得られる過去の気候変動や環境の変化など様々な要素間での因果関係の解析に用いることができます。

### 今後の期待

本研究では、統計的因果推論を堆積物コアの解析に初めて応用しました。よって、本手法は、生物多様性など生態学のデータに限らず、堆積コアから得られる気候変動や環境の変化など様々な要素での因果関係の解析に用いることができるため、今後の気候変動研究などへの応用、そしてそれによる環境変化の予測などへの活用が期待されます。

本成果は、英国王立学会出版の **Biology Letters** 誌（電子版）に7月22日付け（日本時間）で掲載されました。本研究は、環境再生保全機構 環境研究総合推進費 JPMEERF20204004 "環境 DNA に基づく希少種・外来種の分布動態評価技術の開発と実践" (荒木 仁志代表) により実施されたものです。



図1 深海の写真 写真提供：NA 124, Oct. 29, 2020; NOAA OER and Ocean Exploration Trust; A. Thurber camera loan. Courtesy of Lisa Levin.

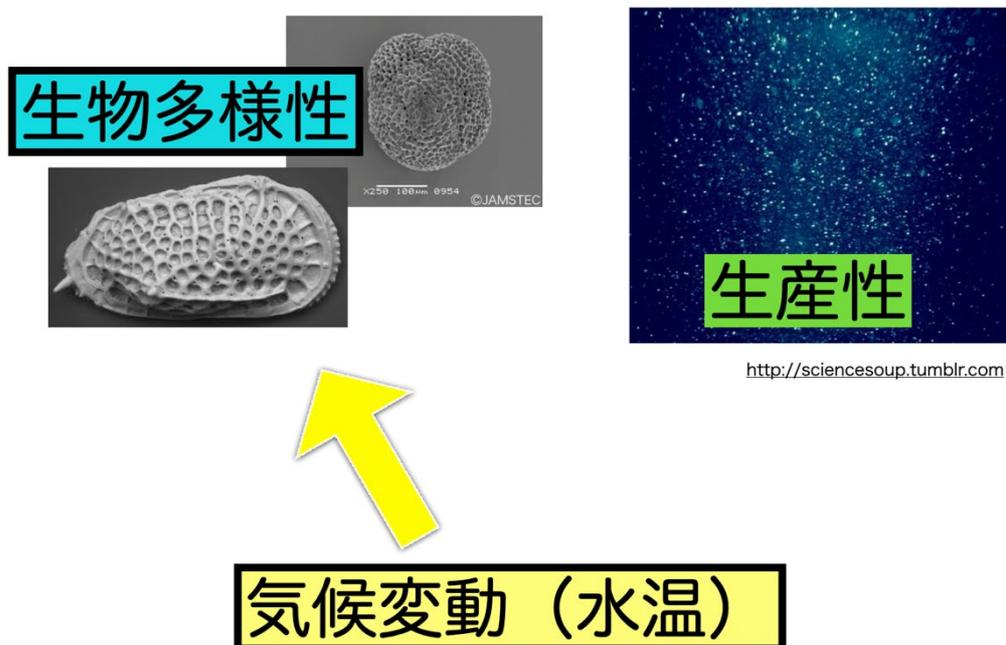


図2 深海の生物多様性と気候変動、生産性の関係

論文タイトル：Causal analysis of the temperature impact on deep-sea biodiversity

著者：土居秀幸<sup>1\*</sup>, 安原盛明<sup>2</sup>, 潮雅之<sup>3,4</sup>

所属：1. 兵庫県立大学大学院情報科学研究科

2. 香港大学

3. 京都大学白眉センター

4. 京都大学生態学研究センター

お問い合わせ先：

兵庫県立大学大学院情報科学研究科 准教授 土居秀幸

電話：078-303-1986 E-mail：doih[at]gsis.u-hyogo.ac.jp

※上記の[at]は@に置き換えてください。