

バイオインフォマティクスを用いた サンゴ骨格マグネシウムの輸送経路に関する推定

Bioinformatic approach to explain how Mg from seawater may be incorporated into coral skeletons

地球の過去の環境を正確に復元することが求められる古気候学では、プロキシと呼ばれる元素分析が必要であり、どの元素を選定するかが非常に重要と考えられています。現在、プロキシの選定手法は一貫した理論を用いた選定というよりは、経験的なデータに基づいて選択しているのが現状です。例えば、サンゴ骨格中のストロンチウムは生物学的効果が少なく環境復元に適していると多くのデータが報告されており、マグネシウムに関しては生物学的効果が大きく、海水温などの環境復元には不向きであると報告されていました。私たちの研究では、このように元素によって、大きな差が出てしまうのは何故だろうという疑問にバイオインフォマティクスの手法を用いて取り組む研究を行いました。この新しいアプローチは生物学的効果の影響を強くすると考えられる元素を予測するだけでなく、なぜ影響が出ているのかという説明をすることを可能にすると考えられます。今回の研究はサンゴだけでなく、炭酸カルシウムを形成する、あらゆる生物を用いた環境復元の研究に貢献することが期待されます。

1 研究背景 Summary

地球の過去の環境を正確に復元することが求められる古気候学では、プロキシと呼ばれる元素分析が必要であり、サンゴ骨格を用いた元素分析では、ストロンチウムが特に有効であると考えられています。ストロンチウムとは対照的に、マグネシウムはサンゴの個体差が大きいと考えられ、海水温などの古環境復元に不向きな元素とされています。先行研究では、このような元素による差が出てしまう原因を一貫した理論で説明することが難しく、生物学的要因という一括りでの説明にとどまっていました。本研究では、この疑問にバイオインフォマティクスの手法を用いて取り組む研究を行いました。

To this date, it is challenging for paleoclimatologists to explain why some proxies have more biogenic effects than others. Selecting appropriate proxies has been heavily relying on empirical results rather than using consistent rationales. For example, Sr incorporated into coral skeletons is known to have weak biogenic effects while Mg shows strong effects. We developed a novel method to address this issue. With our bioinformatic approach, we provide logical explanations as to why the specific skeletal elements have strong biogenic effects.

2 研究内容 What's new

私たちは、マグネシウムを海水から能動的に輸送していると考えられるサンゴのマグネシウムトランスポーターが数百万年かけて進化している証拠を報告しました。更新世に出現したサンゴは、鮮新世に出現したサンゴに比べて、ヒトのような脊椎動物と高い類似性を示すマグネシウムトランスポーターを有することがわかりました。この結果は、サンゴがマグネシウムを海水から輸送するシステムは生物学的進化の対象であり、海水温などの無機的な環境要因の復元に不向きであるという説明をすることができます。

We showed the evidence that Mg transporters of coral skeletons have been evolving over the past few million years. Corals that appeared during Pleistocene have higher similarity to the Mg transporters of vertebrates including humans. This implies that Mg transport systems of corals have been subject to evolutionary changes thus there is a strong biological control.

バイオインフォマティクスを用いたサンゴ骨格マグネシウムの輸送経路に関する推定 Bioinformatic approach to explain how Mg from seawater may be incorporated into coral skeletons

3 社会的意義・今後の展望 Application

私たちは、このような元素の輸送に関する進化の証拠は、生物学的要因の強さを評価する基準となるということを提案します。このアプローチはプロキシの選定に貢献するだけでなく、何故、プロキシとして選定された元素が古環境復元において有効であるかという説明をすることが可能となり、プロキシの信頼性を高め、正確な環境復元に貢献することが可能となります。また、このアプローチはサンゴだけでなく炭酸カルシウムを形成する、あらゆる生物を用いた環境復元の研究に利用されることが期待されます。

We suggest that such evolutionary records can be evidence to demonstrate biological complexity. This approach will facilitate the identification of geochemical proxies with strong/weak biogenic effects and provide the logical explanation to select what elements can be effective in reconstructing past ocean environments accurately.

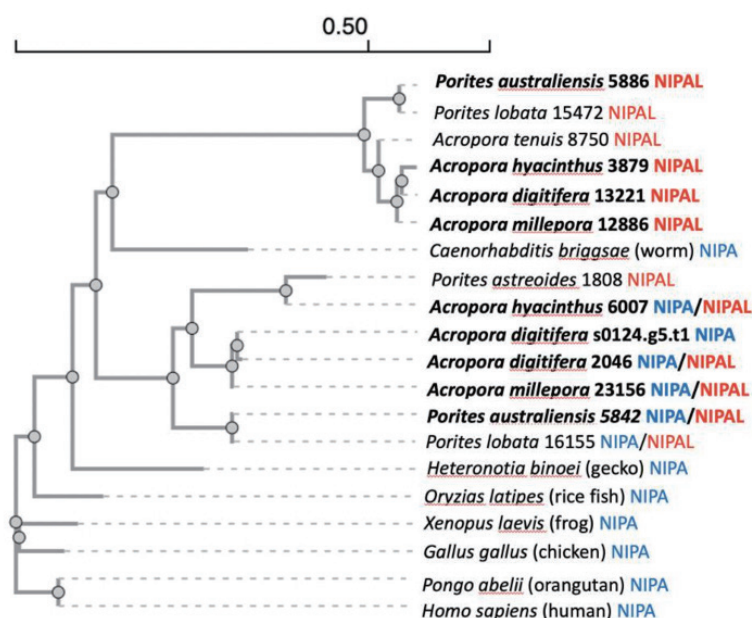


図1 マグネシウムトランスポータの系統樹。太字で書かれているサンゴ種は更新世に出現したサンゴで鮮新世のサンゴより、脊椎動物のマグネシウムトランスポータとの類似性が高い。

発表雑誌

Royal Society Open Science (2025 年 1 月 22 日)
Bioinformatic approach to explain how Mg from seawater may be incorporated into coral skeletons
Tomoko Bell*, Akira Iguchi, Yoshikazu Ohno, Kazuhiko Sakai, Yusuke Yokoyama
DOI : 10.1098/rsos.232011
<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.232011>



研究助成

Collaborative Research at the Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus

用語解説

- 注1 更新世 第四紀と呼ばれる地質時代に含まれ、人類が進化一拡散した時期と重なる。約 260 万年前から 1 万 1700 年前にあたり、チバニアンも更新世の一部である。
- 注2 鮮新世 およそ 533 万 2 千年前から 258 万 8 千年前を指し、新第三紀の後半の時代にあたる。哺乳類が分化、大型化、特殊化した。
(産業技術総合研究所 地質調査総合センター HP)

研究内容についての問い合わせ先

ベル 智子 (べる ともこ) Newman University Division of Science and Mathematics Assistant Professor bellt@newmanu.edu
横山 祐典 (よこやま ゆうすけ) 東京大学大気海洋研究所 海洋底科学部門 / 先端分析研究推進室 教授 / 室長 yokoyama@aori.u-tokyo.ac.jp