

宇宙から降る塵の歴史を解読 ～三畳紀の地層から宇宙塵の降下量変動を初めて復元～

ポイント

- ① 三畳紀(※1)の地球(約2億4600万年前から2億1200万年前)に降り積もった宇宙塵(※2)の降下量変動を初めて復元
- ② 数百万年スケールの長期変動と、マニクアガン天体衝突に対応する短期的増加を識別
- ③ 宇宙塵の流入が、地球環境に与える影響を解明する新たな手がかりを提示

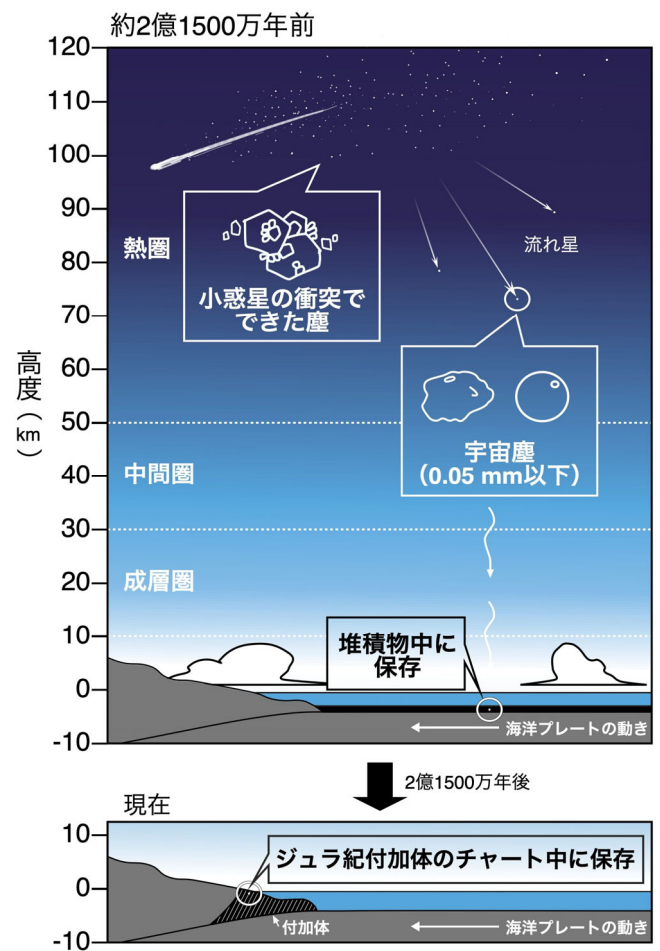
概要

宇宙から地球へは、微小な塵(宇宙塵)が絶えず降り注いでいます。この宇宙塵は、太陽風に由来するヘリウムの同位体(特に質量数3の ^3He)を多く含むことから、地球への降下量の変化を、地層中のヘリウム同位体(※3)分析から復元することができます。しかし、こうした研究は主に過去1億年程度に限られており、それ以前の宇宙塵の降下量についてはほとんど分かっていませんでした。

九州大学大学院理学研究院の尾上哲治教授、東京大学大気海洋研究所の高畑直人助教らの研究グループは、日本のジュラ紀付加体(※4)に含まれる三畳紀のチャートを用いて、約2億4600万年前から2億1200万年前にかけての宇宙塵の降下量変動を初めて明らかにしました。その結果、数百万年スケールの長期的な変動と、約2億1600万年前から2億1500万年前に起こった短期的な増加が確認されました。この短期的な増加は、小惑星の破碎によって生じた可能性があり、カナダのマニクアガン天体衝突との関連も示唆されます。

本研究は、太陽系から地球への物質供給の関係を理解する上で重要な成果であり、これまで見落とされてきた宇宙物質流入による地球環境の長期変動を考える新たな手がかりを提供します。

本研究成果は、日本学士院紀要(Proceedings of the Japan Academy, Ser. B)に2026年5月11日(月)に掲載されました。



参考図 1. 約2億1500万年前の地球へ降下した宇宙塵が、ジュラ紀付加体中にみつかるとの模式図。かつての深海堆積物に降り積もった宇宙塵は、現在は付加体中の層状チャート(※5)中に保存されている。

研究者からひとこと：

宇宙から降る微細な塵(宇宙塵)は、太陽系で起こった大規模なイベントを記録しています。日本の層状チャートという地層から、その記録を高精度で復元できたことは大きな成果です。今後は、さらに広い時代にこの手法を適用していき、太陽系の歴史を明らかにする研究を進めていきたいと考えています。(尾上哲治)

【研究の背景と経緯】

惑星間空間には、大きさ 1 mm 以下の宇宙塵から 1 km を超えるような小惑星まで、さまざまな質量を持つ物質が存在し、それらの宇宙物質は地質時代を通じて定常的に地球へ流入してきました。なかでも、大きさ 0.05 mm 以下の微小な宇宙塵は、太陽風に由来するヘリウムの同位体（特に ^3He ）を多く含むことが知られています。この特徴を利用して、堆積物中に保存された ^3He を測定することで、過去の地球へ流入した宇宙塵の量を復元することができます。

これまでの研究では、主に過去 1 億年間の深海底堆積物を中心にして、宇宙塵の降下量変動が明らかにされてきましたが、それ以前の時代については、深海堆積物がプレートの沈み込みにより消失しているため、ほとんど記録が残っていませんでした。

【研究の内容と成果】

本研究では、岐阜県坂祝町および大分県津久見市のジュラ紀付加体に保存された三畳紀の層状チャートに着目しました。これらの層状チャートは、深海底で非常にゆっくりと堆積した堆積物であり、過去の地球へ降下した宇宙塵を含むことが知られています。

研究では、層状チャート中のヘリウム同位体を分析し、宇宙塵に由来する ^3He の降下量を復元しました。その結果、中期三畳紀ラディニアンおよび後期三畳紀カーニアンと呼ばれる年代において、定常状態の約 2~3 倍に達する長期的な増加が確認されました。これらは数百万年にわたって持続しており、太陽系内における塵の空間密度の変化を反映している可能性があります。

さらに、約 2 億 1600 万前から 2 億 1500 万年前には、宇宙塵に由来する ^3He の降下量の急激な増加が確認されました。この特徴は、微細な宇宙塵の突発的な供給を示しています。またその時期は、カナダ・ケベック州に巨大クレーター（直径約 100 km）を形成した「マニクアガン天体衝突イベント」と一致します。このことから、小惑星の破碎に伴って大量の宇宙塵が生成されるとともに、その破片の一部が地球へ衝突し、マニクアガン・クレーターを形成した可能性が示唆されます。

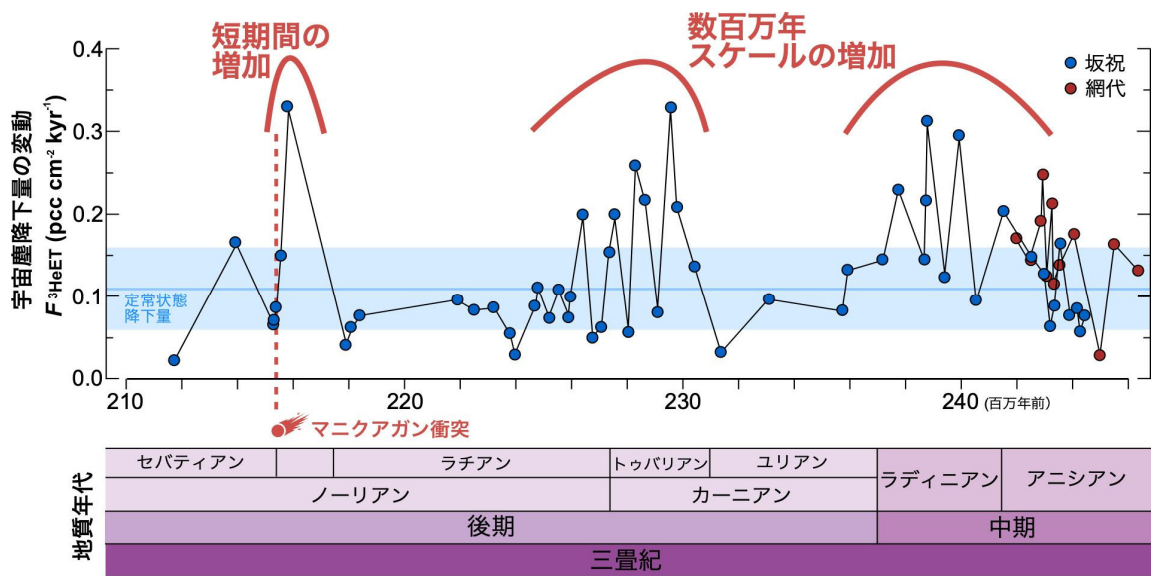
【今後の展開】

本研究により、三畳紀における宇宙塵の降下量変動が初めて明らかになりました。今後は、他地域の地層や異なる時代にも同様の手法を適用することで、太陽系から地球への物質供給の歴史をより詳細に解明することができるようになります。また、宇宙塵の供給は地球環境や生物進化にも影響を与える可能性があり、地球史と太陽系における惑星間環境の関係を理解する上でも重要な研究分野となることが期待されます。

【参考図】



参考図 2. ヘリウム同位体分析を行った三畳紀層状チャートの露頭写真（岐阜県坂祝町取組）。



参考図 3. 層状チャートのヘリウム同位体分析から復元した三畳紀の宇宙塵の降下量変動。



参考図 4. カナダケベック州、マニクアガンクレーターの衛星写真（出典：NASA）。クレーターの内部は人工のダム湖になっている。クレーターの直径は 100 km で、今から約 2 億 1540 万年前の天体衝突により形成された。

【用語解説】

(※1) 三畳紀

約 2 億 5190 万年前から 2 億 130 万年前の時代（紀）のこと。この時代の特徴として、恐竜や哺乳類の出現があげられる。

(※2) 宇宙塵

宇宙空間に存在する大きさ 1 mm 以下の固体微粒子を宇宙塵とよぶ。地球には現在、年間 16,000 トンもの宇宙塵が流入してきていると見積もられており、それらは過去の地球においても定常的に降下していたと考えられる。惑星間空間における宇宙塵の発生源については、短周期彗星の放出や小惑星帯での小惑星同士の衝突による放出が考えられている。

(※3) ヘリウム同位体

ヘリウムには質量の異なる 2 つの同位体 (^3He と ^4He) があり、それぞれ起源が異なる。 ^3He は主に太陽風由来して宇宙塵に取り込まれるため、宇宙からの物質の流入を調べる手がかりとして利用される。

(※4) ジュラ紀付加体

付加体とは、海洋プレートの沈み込みに伴い、海底の堆積物や岩石がはぎ取られて大陸側に付け加わってできた地質体のこと。日本列島にはジュラ紀（約 2 億 130 万年前から 1 億 4500 万年前）に形成された付加体が広く分布している。

(※5) 層状チャート

二酸化珪素を主成分とする硬く緻密な珪質堆積岩で、厚さ数 cm の薄い層が規則的に積み重なった構造を特徴とする。主に放散虫とよばれる珪酸質の骨格を持つ海洋性動物プランクトンの死骸が、陸域から遠く離れた深海底にゆっくりと降り積もることで形成される。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費（JP19H00711、JP20H00203）、東京大学大気海洋研究所陸上共同研究（課題番号 JURCAOSKAV25-48）の助成を受けて実施されました。

【論文情報】

掲載誌：Proceedings of the Japan Academy, Ser. B

タイトル：Extraterrestrial ^3He flux variability during the Triassic recorded in pelagic bedded cherts of Japan

著者名：Tetsuji Onoue, Kohei Setoyama, Honami Sato, Takuma Shiohara, Naoto Takahata

D O I : 10.2183/pjab.102.012

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

教授 尾上哲治（おのうえ てつじ）

電話：092-802-4246

Mail: onoue.tetsuji.464@m.kyushu-u.ac.jp

東京大学大気海洋研究所海洋化学部門

助教 高畑直人（たかはた なおと）

電話：04-7136-6100

Mail: ntaka@aori.u-tokyo.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

東京大学大気海洋研究所 附属共同利用・共同研究推進センター 広報戦略室

Mail : kouhou@aori.u-tokyo.ac.jp