PR0104 NanoSIMS を用いた微化石有機物からの微量元素検出法の開発

○笹木晃平[1], 石田章純[2], 高畑直人[1], 佐野有司[3], 掛川武[2]
（[1]東京大学大気海洋研究所, [2]東北大学理学研究科地学専攻, [3]高知大学海洋コア総合研究センター）

本研究では，高空間分解能二次イオン質量分析計 (NanoSIMS)を用いて古原生代，19 億年前のガンフリント層の微化石個体から直接微量元素を検出する方法を開発した．「ガンフリント微化石」は微化石研究の「スタンダード」として研究・利用されてきた．先カンブリア時代の微生物生態系の解明を目的とした形態学的研究や有機元素（C, N, S）のマッピング，同位体分析などが行われてきたが未だに決定的な手法がない．生物必須微量元素の分析は微生物の代謝経路を特定するのに極めて有効だと考えられるが，技術的な制約から微化石有機物に対してはほとんど適用されてこなかった．まず本研究では従来的な堆積岩からのケロジェン抽出法を改良し，10μm 程度のガンフリント微化石の形状を維持したまま岩石から分離することに成功した．これらは透過顕微鏡および電子顕微鏡の観察により 3 次元的な形状を維持していることが確かめられた．これまで我々は Cs^+ 一次イオンを用いて金属などの微量元素を酸化物の負イオンの形での検出を目指していたが，感度が低いこと，疑似イオンとのピーク分離が困難になることが問題だった．そこで今回は O^- 一次イオンで大電流が得られる RF ソースを用いた．これにより単原子イオンの形で検出できるだけでなく，妨害イオンとのピーク分離も容易になった．その結果，^{12}C と同時に微量のリン(P), モリブデン(Mo), カリウム (K), 鉄 (Fe), マグネシウム (Mg)を微化石有機物から直接検出することに成功した．検出された元素が生物由来であった場合，その P は当時の微生物がリン脂質膜や ATP などの P を利用した生体構造や機能を進化させていたことを示唆する。さらに，ニトロゲナーゼの典型的な中心金属である Mo の検出は，この種の微化石がシアノバクテリアであるという形態・同位体比からの予測と一致し，この時期における Mo の利用可能性の増大と Mo 型ニトロゲナーゼの登場という仮説とも整合的である．K, Fe, Mg も多様な酵素や生体機能維持に用いられるカチオンであり，これはその残存物である可能性がある．このように，本研究の微化石個体レベルでの in situ 微量元素分析法は微生物個体の代謝経路の制約だけでなく，古海洋における金属元素の利用可能性の高まった時期の推定，太古代の biosignature の探索に寄与する手法になりうる．

Development of a NanoSIMS method for detecting trace elements in Paleoproterozoic microfossils.

*K. Sasaki[1], A. Ishida[2], N. Takahata[1], Y. Sano[3], T. Kakegawa[2] ([1]AORI., Univ. of Tokyo, [2]Department of Earth Science, Tohoku Univ., [3]MaCRI., Kochi Univ.)