

独立成分分析(ICA)によるマントル内部の地球化学プロセス分離 -オマーンオフィオライトのマントルかんらん岩を例として-

三木 悠登^{*,**}・高澤栄一^{*}

Separation of Geochemical Processes in the Upper Mantle using Independent Component Analysis (ICA)

Yuto Miki^{*,**} Eiichi Takazawa^{*}

* 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata
University, Niigata, Japan, E-mail: yutomiki0@gmail.com

** 国立研究開発法人海洋研究開発機構海域地震火山部門火山地球内部研究センター
Research Institute for Marine Geodynamics, Japan Agency for Marine - Earth
Science and Technology, Yokosuka, Japan.

和文要旨

上部マントルの主要構成岩であるかんらん岩は、海嶺下での溶融・プレート形成、沈み込むスラブ流体・メルト反応に伴う島弧マグマの形成に関与し、プレートの熱・物質進化史を示す記録媒体である。特に、オマーンオフィオライトは、かんらん岩が大規模(60 × 30 km)に露出しており、海嶺下から沈み込みに至る一連のマントルプロセス(溶融、メルト反応など)を保持する。従来、オマーンかんらん岩組成の解釈には経験的な地球化学判別図(2-3 次元)が一般的であるため、多段階に重畳したプロセスの半定量的な理解に留まっていた。本研究では、かんらん岩組成を対象に独立成分分析を適用し、独立なマントルプロセスを分離した。さらにフォワードモデルを組み合わせることでプロセスの定量的評価を行い、上部マントルの化学的進化史を明らかにした(Miki *et al.*, 2025 *G³*)。本発表では、上記研究を一例として、マントル岩石学におけるデータ駆動科学の有効性と今後の展望を提示する。

English Abstract

Peridotite is the primary constituent of the upper mantle and plays a key role in the formation of oceanic lithosphere via melting beneath mid-ocean ridges and in the generation of arc magmas triggered by subducted slab fluid/melt-rock interactions. Consequently, it is essential for understanding the thermochemical evolution of oceanic plates. The Oman ophiolite, located in the northeastern Arabian Peninsula, hosts a large exposure of mantle peridotite (60 × 30 km) that preserves records of both spreading-ridge and subduction processes (e.g., melting and melt-rock reactions). Traditionally, the interpretation of these peridotites relied on empirical geochemical diagrams (2D or 3D). However, this approach limits our understanding of complex, superimposed mantle processes to a semi-quantitative level. In this study, we applied Independent Component Analysis (ICA) to quantitatively separate independent mantle processes. Furthermore, using forward modeling, we evaluated these processes and reconstructed the chemical evolution of the upper mantle (Miki *et al.*, 2025 *G³*). This presentation demonstrates the efficacy of a data-driven approach in mantle petrology and discuss future prospects.