

微量元素の主成分分析を用いた東北日本仙岩地域の火成岩の分化経路の解析 Analysis of fractionation process of the volcanic rocks based on principal component analysis with trace element

上木 賢太^{1*}, 岩森 光²

Kenta Ueki^{1*}, Hikaru Iwamori²

¹ 東京工業大学火山流体研究センター, ² 東京工業大学地球惑星科学専攻

¹Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, ²Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

特に地殻が発達した島弧で火山岩の成因を議論する為には、分化プロセスを制約することが重要となる。全岩組成トレンドや鉱物組成などを解析することによって、結晶分化やマグマ混合の議論が広く行われてきた。主要元素は温度圧力条件による相平衡によって支配される為には非線形の要素を持つが、微量元素はメルト鉱物間の分配係数の温度圧力や含水量への依存性が小さい為、マグマ混合の議論や特定の相のトレーサーとしてよく用いられていて (e.g., Depaolo, 1981)、元素単体や、2元素の比に着目した解析が広く行われて来た。しかし、岩石の化学組成は異なる相の分化や混染など多数の要因によって変化し得るため、複数の元素の関係性を取り扱う多変量解析が重要である。本研究では、主要元素、岩石学などでよく制約されている秋田駒ヶ岳と八幡平火山の噴出物を用いて、主成分分析を用いて微量元素組成の解析を行った。火山群内に近接して分布しているにもかかわらず、主要元素トレンドや組成幅、鉱物組成や構造において対照的な特徴を示すこれらの第四紀火山で、微量元素のバリエーションを支配する要因や主要元素との関係を議論した。

秋田駒ヶ岳では微量元素組成から3つの主成分が分解された。すべての成分は主要元素の含有量と良い相関を示す。関与する元素から微量元素の主成分の支配要因を解析した結果、3つの成分はかんらん石、輝石、斜長石の異なる量比での分別結晶化による異なる3つの分化トレンドを表していることが分かった。この結果は主要元素と鉱物組成を用いた結晶分化モデルと整合的である。岩石学的観察でも大きな非平衡の証拠を示さないため、秋田駒ヶ岳の全岩組成のバリエーションは閉鎖系での結晶化と結晶の分離と移動で説明できる。

八幡平火山でも同様の解析を行った。八幡平火山の主要元素は安産岩からデイサイトの領域にかけてリニアなトレンドを示す。主要元素組成は斜方輝石、単斜輝石と斜長石の cotectic に位置する。一方、鉱物コア組成のバイモーダル分布や累帯構造、非平衡な鉱物組成などからマグマ混合の可能性が示唆されている。八幡平火山でも3つの異なる微量元素主成分によって微量元素のトレンドが説明できることが分かった。成分1は、鉱物に分配される元素と液相濃集元素を結びリニアトレンドを示し、主要元素と良い相関を示す。このトレンドは地殻の部分融解または結晶分化で説明できる。成分3はクロムやニッケルに富んだ成分の関与を示し、Ohba et al. (2007) で指摘されたようなマントル由来のメルトの存在を示唆する。成分2として、主要元素とは相関を持たない微量元素成分が存在することが示され、主要元素には現れない組成バリエーションが存在することが分かった。

本研究の結果、微量元素の多変量解析を行うことで、主要元素、鉱物組成や観察を用いた分化トレンドの解析と同様の情報量を抽出して分解することができることが分かった。一方、主要元素とカップリングせず微量元素に影響を及ぼす独立したプロセスの存在が示唆された。

キーワード: 火山岩, 結晶分化, マグマ混合, 第四紀火山, 分化プロセス

Keywords: Volcanic rock, Crystal fractionation, Magma mixing, Quaternary volcano, Fractionation process