

微量元素の主成分分析を用いた島弧マグマの分化プロセスの解析 Differentiation process of arc magmas revealed by principal component analysis on trace element composition

上木 賢太^{1*}
UEKI, Kenta^{1*}

¹ 東京工業大学火山流体研究センター

¹ Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

マントルと地殻の岩石の溶融の結果として生成されるマグマの化学組成は、地下の物理化学構造や溶融プロセスを反映している。上昇する過程で冷却、減圧を被り噴出するマグマの組成は、マントル、地殻、地表と、組成も温度圧力も異なる3つの場のプロセスの積分値である。マグマの化学組成は、固体地球に存在度が高く鉱物やマグマの構造を作る主体となる主要元素10元素と、地球上の存在度が小さく鉱物やマグマに微量にしか分配されない微量元素に大別できる。主要元素の挙動は場の温度、圧力と組成に支配され非線形である一方、温度や圧力の指標となる。微量元素は非線形性が弱いためリニアな加算性を仮定することができる。また、主要元素と比較して化学反応時の自由度が高いこと、特定の相への溶解度が桁で変化することから、一度何らかのプロセスで得られた特徴は上書きされづらく、特定の相のトレーサーとして用いることが可能である。以上の特徴から、微量元素は溶融・混合や分別のプロセス履歴に敏感である。以上のような微量元素の性質を考えれば、一連の活動の噴出物や隣接する火山噴出物に着目し多変量解析を用いて解析することで、火山岩の化学組成の多様性そのものもたらずプロセスやその数を抽出することが可能であると考えられる。一般的に火山噴出物の微量元素化学組成は組成-組成プロットにおいて一連のリニアな分布を示すため、主成分分析を用いることが妥当である。本研究は、主要元素や岩石学的に特徴の異なる火山で、微量元素組成に主成分分析を適用した。その結果、書く火山の微量元素の組成幅は3成分で説明できること、そして、微量元素主成分と主要元素との関係に着目することで、マグマ生成・分化プロセスを抽出することができることを示した。さらに大スケールの現象を描像するため、東北日本仙岩地域で、25km-25kmの範囲にまたがる17火山で採取された、262試料の14微量元素について同様の解析を行った。複数の火山の噴出物組成に同様の解析を行うことで、火山岩の化学組成幅は普遍的にマグマ混合、冷却と減圧による結晶分化で生成されることを示した。特に安山岩以上のSiO₂含有量の岩石は、普遍的にマグマ混合で生成されることがわかった。

キーワード: 火山岩, 島弧マグマ, 結晶分化, マグマ混合, 微量元素

Keywords: volcanic rock, arc magma, crystal fractionation, magma mixing, trace element