

利尻火山下におけるマグマ生成過程 - 2 : スラブ由来超臨界流体の流入によるマン トルのフラックス融解

Magma generation processes beneath Rishiri Volcano-2: Generation of rear-arc magmas induced by influx of supercritical liquids

栗谷 豪 [1]; 横山 哲也 [2]; 中村 栄三 [3]

Takeshi Kuritani[1]; Tetsuya Yokoyama[2]; Eizo Nakamura[3]

[1] 東北大理・地学; [2] 岡大・固地研; [3] 岡山大・固地研

[1] Tohoku Univ.; [2] ISEI, Okayama Univ; [3] ISEI(Misasa), Okayama Univ.

島弧マグマの生成過程については、岩石学・地球化学・地球物理学といった様々なアプローチによって盛んに研究がなされているが、例えば減圧融解とフラックス融解との相対的重要性、マグマの生成を引き起こすスラブ由来流体の性質、熱・物質輸送過程の時間スケールなどを含む、数多くの問題において、未だ不明な点が多い。島弧マグマの生成過程は、沈み込み帯を特徴づける多くの要素に支配されるため、一般的理解を行うためには、forward な手法に基づく研究の発展とともに、天然観察に基づく精密な物質科学的情報の蓄積が不可欠である。そこで本研究では、利尻火山のアルカリ玄武岩質溶岩流を対象として詳細な地球化学的検討を行い、マグマ生成過程についての情報を引き出すことを目的とする。

本研究では、利尻火山の沼浦溶岩流・アララギ山溶岩流を対象とする。第一部の発表(栗谷ほか、2008年連合大会)では、両溶岩流が連続した組成トレンドを有し、 TiO_2 量で明確に区分されること(沼浦溶岩流が高 TiO_2 量)、 TiO_2 量の減少とともに $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ・ $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ が系統的に増加し、 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ が減少すること、またそれらを含む溶岩流の組成トレンドの特徴は地殻内過程では説明が困難であるという検討に基づき、両溶岩流は、スラブ由来流体の流入に起因する累進的マンタル融解作用で生成されたマグマの産物(部分融解度: 沼浦マグマ < アララギ山マグマ)である可能性を示した。そこで本発表では、主に地球化学的な情報を用い、融解過程の詳細について検討する。

始源的島弧マグマは、MORB ソースマンタル(DMM)、沈み込んだ海洋地殻(AOC)と、その上層の海洋堆積物(SED)の各成分から構成されると考えられている。実際に、両溶岩流の鉛同位体比は、これらの3成分の推定値を頂点とする組成領域内に位置する。また両溶岩流の鉛同位体比は、DMM成分から遠ざかるように、AOCとSED成分との間に位置する組成に向けてトレンドを形成する。このことからマグマは、AOC成分とSED成分が混合したのち、その混合物がDMM成分とさらに混合したことによって生成されたことが示唆される。つまり、AOC成分とSED成分から成るスラブ由来物質がDMM成分からなるマンタルの融解を引き起こした、というプロセスと調和的である。

両溶岩流のマグマの発生においては、部分融解度の増加とともに、生成するマグマの Sr・Nd・Pb・Th 同位体比が変化していることから、スラブ由来物質にはこれらの元素が相当量含まれていることが示唆される。これらの元素のうち、SrとPbはaqueousな流体によって主に運ばれると考えられるが(Brenan et al., 1995など)、その一方でNdとThはaqueousな流体にはほとんど溶け込まないことが知られている(Ayers et al., 1997など)。このことから、利尻のマグマの生成を引き起こしたスラブ由来流体は、aqueousな性質を持ちつつ、NdやThを溶かしこむことができるケイ酸塩メルト成分を相当量含んでいたことになる。つまり、スラブ由来流体は水とメルトの中間的特徴を有する超臨界状態であったことが示唆される。このことは、超臨界流体がSr・PbとともにNd・Thを溶かしこむことが可能であること(Kessel et al., 2005)、またスラブまでの距離が300km程度である利尻火山下では、スラブからマグマ生成の深度まで、スラブ由来流体が超臨界の状態で存在すると考えられていること(Bureau & Keppler, 1999, Kawamoto, 2006)と調和的である。

島弧のマグマは一般に、Uに過剰なU-Th非平衡の特徴を有する(特に前弧域火山)。これは、沈み込むスラブ由来の流体が多くの場合はaqueousな性質であり、そのような流体にはThに比べてUが多く分配されるためである。その一方で、沼浦溶岩流・アララギ山溶岩流は、Thに過剰なU-Th非平衡を示す。このような特徴をもつ島弧マグマの成因としてはこれまで、ガーネットの存在下におけるマンタル融解(Clark et al., 1998)、ダイナミック融解(Turner et al., 2003)、eclogite質海洋地殻の融解(Sigmarsson et al., 1998)、ガーネットを含む下部地殻下における地殻同化作用(Bourdon et al., 2000)などが提唱されているが、これらの過程では利尻のマグマの地球化学的特徴を説明することが困難である。利尻の溶岩流におけるU-Th非平衡の特徴は、Thを溶かしこむことのできるスラブ由来超臨界流体がマグマの生成に関与したことが原因であると考えられる。