

利尻火山下におけるマグマ生成過程 - 1 : マントルの累進的融解過程を記録したアルカリ玄武岩溶岩流

Magma generation processes beneath Rishiri Volcano-1: Compositional variation of lavas controlled by progressive mantle melting

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。そこでまず第一部である本発表では、対象とする溶岩流の組成トレンドの成因を考察し、それが主にマントルの累進的融解過程を反映したものであることを示す。そして第二部の発表(栗谷ほか、2008年連合大会)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。

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。これらの溶岩流は利尻火山の最終活動期に噴出したものであり(例えば、小林, 1987; 石塚, 1999) その中でも特に始源的特徴をもつことで知られている(石塚・中川, 1999)。斑晶は基本的にカンラン石のみである。両者の被覆関係から、沼浦溶岩流が先に噴出したと考えられている。噴出年代は不詳であるが、早くとも約2万年より以降(Kuritani et al., 2007)、遅くとも約8千年より以前(Miura, 1995)に活動したと考えられる。

沼浦溶岩流・アララギ山溶岩流は、それぞれが明確な全岩組成トレンドを有する。SiO₂量はともに48.5-50wt.%の範囲内におさまり、MgO量は7.5-8.7wt.%と、比較的高い値を持つ。両者はTiO₂量で明瞭に区分され、沼浦溶岩流(1.3-1.4wt.%)の方がアララギ山溶岩流(1-1.2wt.%)に比べて高い値を有する。またアララギ山溶岩流に比べ、沼浦溶岩流は低いMgO量・CaO量、高いNa₂O量をもつ。さらに、沼浦溶岩流は⁸⁷Sr/⁸⁶Sr・²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pbが低く、¹⁴³Nd/¹⁴⁴Ndが高いという特徴をもっており、これらの同位体比の変化は全岩のTiO₂量の変化と線形的な関係にある。

以上の結果を含む溶岩流の岩石学的・地球化学的特徴を基に、沼浦・アララギ山溶岩流の組成トレンドの形成過程を考察する。両溶岩流は、全岩主成分組成の変化に対応して放射性同位体比が変化する。このため、まず考えられるのは、地殻内マグマ溜まりにおけるAFC過程である。しかし沼浦溶岩流では、全岩のSiO₂量やNa₂O量の増加とともに例えばBaなどの液相濃集元素が減少するが、このような特徴は結晶分別が関与した過程では説明ができない。また、利尻火山で採取されている下部~上部地殻由来の物質の⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比は溶岩流の同位体比よりも高いため、⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比がSiO₂量の増加とともに減少するというトレンドを説明することができない。一方、アララギ山溶岩流においても、例えばSiO₂量の増加とともにTiO₂量が急に減少するという特徴は、いかなる種類の結晶を分別しても形成が不可能であり、また溶融地殻物質の混入やマグマ混合でも説明が困難である。以上のことから、両溶岩流の全岩化学組成の多様性は、地殻内のマグマ溜りプロセスでは形成することが難しいため、主にマントルでの融解過程で形成された可能性が高いと考えられる。両溶岩流に相当するマグマは、そのままではマントルと平衡共存することは困難であるが、カンラン石の組成に基づいて平衡条件を検討した結果、最大でも高々2wt.%のカンラン石成分を付加すれば、マントルと共存することができる。

沼浦・アララギ山溶岩流は、組成ギャップが存在するものの、一連の組成トレンドを示す。利尻火山のマグマのソースマントルはガーネットカンラン石と考えられるが、そのようなマントルが部分融解した場合、溶融度が約20%以下であれば溶融度の増加とともにMgO量・CaO量などが増加し、TiO₂量・Na₂O量などが減少する(Kushiro, 1996)。このような関係は両溶岩流の組成変化の特徴と一致することから、両溶岩流が一連の累進的マントル融解過程で生成されたというモデルと調和的である(部分融解度: 沼浦マグマ < アララギ山マグマ)。また、マグマの部分溶融度の増加(= TiO₂量の減少)とともに⁸⁷Sr/⁸⁶Srなどが増加するという特徴は、高い⁸⁷Sr/⁸⁶Srをもつスラブ由来流体がマントルの融解を累進的に引き起こすというフラックス融解で説明することが可能である。