

## マグマ溜まりの冷却中における地殻物質の混入 ～利尻火山 沓形・種富溶岩流～

## Crustal assimilation during differentiation of a crustal magma chamber beneath Rishiri Volcano

# 栗谷 豪[1], 中村 栄三[1]

# Takeshi Kuritani[1], Eizo Nakamura[2]

[1] 岡山大・固地研

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

<http://pmlgw.misasa.okayama-u.ac.jp/>

利尻火山の沓形・種富溶岩流はそれぞれ玄武岩質・安山岩質であり、同じマグマ溜まり内において基本的に結晶分化作用により組成進化した一連のマグマである。しかし一方で Sr, Nd, Pb の同位体比組成は全岩の SiO<sub>2</sub> 量とともに系統的な変化を示し、地殻物質が僅かながら継続的にマグマ溜まり内に混入していたことが明らかになった。微量元素組成の変化等による制約から、流体相を主とする物質が混入したと推定される。

地殻中に高温のマグマが貫入して形成されるマグマ溜まりはその周縁部より冷却され、一方で周囲の地殻の温度上昇を引き起こす。その際周囲の地殻は、場の温度が地殻物質の solidus を越えた領域において部分的に溶融する。そうした溶融液は結晶分化が進行しているマグマ溜まり中に混入することがあり、例えば AFC (assimilation and fractional crystallization process: e.g., DePaolo, 1981) などとして知られている。そこで具体的な地殻物質の混入プロセスやその時間・空間スケールを明らかにする目的で、利尻火山、沓形・種富溶岩流を対象として研究を行った。

沓形・種富溶岩流は利尻火山の西麓に分布するアルカリ玄武岩・トラカイト質安山岩であり、これらは同じ活動期に沓形・種富の順で噴出したと考えられている (e.g., 石塚, 1999)。斑晶組み合わせは前者においては ol+pl±aug、後者では主に pl+hb+mt である。全岩の SiO<sub>2</sub> 量はそれぞれ 51.3-53.2 wt.%, 58.4-65.1 wt.% である。沓形・種富溶岩流のマグマはともに、地下約 7 km に存在していたマグマ溜まり内において基本的に結晶分化作用 (boundary layer fractionation) で組成進化したことがわかっており (Kuritani, 1999; 2001)、同じ活動時期に噴出したこと、噴火口が近いことも併せて考慮すると、両者は同じマグマ溜まり内で組成進化した一連のマグマであると考えられる。

今回、新たに沓形・種富溶岩流の代表的な試料について、微量元素組成と Sr, Nd, Pb 同位体比組成の測定を行った。微量元素は岡山大学固体地球研究センター・PML の誘導結合プラズマ質量分析計を用いて Makishima & Nakamura (1997) 等の手法で測定し、Sr, Nd, Pb 同位体比組成は同研究室の表面電離型質量分析計を用いてそれぞれ Yoshikawa & Nakamura (1993), Shibata et al. (1989), Kuritani & Nakamura (submitted) の手法で測定した。

沓形・種富溶岩流の微量元素組成は、MORB 組成に対して規格化すると Cs, Rb, Pb, Li 等において著しい正の spike が、Nb や Ta において負の spike が見られる。Cs, Rb, Pb, Li や軽希土類元素は、沓形～種富を通して SiO<sub>2</sub> 量に比例して濃集するが、重希土類元素については沓形溶岩流内ではやや増加し、種富溶岩流では減少する。また同位体比については、<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr、<sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb、<sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb、<sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb は沓形～種富にわたり系統的に増加し、<sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd は減少していることが明らかになった。

以上の結果を踏まえ、沓形・種富溶岩流のマグマ溜まりプロセスについて考察する。まず、沓形～種富溶岩流の全体にわたって系統的に同位体比が変化していることから、マグマ溜まりの外部から異なった同位体比組成をもつ物質が継続的に混入していたことがわかる。また、主要元素組成や斑晶等には新たなマグマの間欠的な貫入がおきていた証拠が見られないことから (種富溶岩流の一部を除く)、周囲の地殻物質が混入して同位体比組成の変化をもたらした可能性が高いと考えられる。

主要元素の組成変化は、沓形・種富溶岩流とも結晶分化作用で説明されるが、その際に推定した分別結晶の種類とその分別量、また鉱物-メルト間の分配係数 (文献値) を用いて、結晶分化作用のみから予想される微量元素組成と実際の組成を比較した。その結果、Cs, Rb, Pb, Li といった元素については、結晶分化の効果で濃集する以上に実際の濃度が高く、周囲の地殻からの流入による寄与が大きいと考えられる。これらの元素は流体相への分配係数が大きいことで特徴づけられ、流体相がマグマの微量元素組成の変化に大きな役割を果たしたことが推定される。しかし一方で流体相へ分配されにくい Nd の同位体比も変化していることから、メルト相の関与も示唆される。

以上の考察から、マグマ溜まりは結晶分化作用により進化しつつも継続的に周囲の地殻から流体相を主とする物質が混入していたことになる。今後は地殻の温度場の進化に伴う部分溶融領域の変化の考察と、U-Th 非平衡を

用いた年代測定 (Yokoyama et al., in press) による沓形・種富溶岩流の活動の時間スケールから、地殻物質の具体的な混入メカニズムの推定を試みる。