

阿蘇火山の大規模噴火における珪長質および苦鉄質マグマの生成に関する地球化学的制約

Geochemical constraints on magma genesis of silicic and mafic magmas in large pyroclastic eruption cycles at Aso volcano

金子 克哉 [1]; 小屋口 剛博 [2]; 高橋 俊郎 [3]

Katsuya Kaneko[1]; Takehiro Koyaguchi[2]; Toshiro Takahashi[3]

[1] 京大・人環; [2] 東大・地震研; [3] IFREE, JAMSTEC

[1] Human and Environmental Studies, Kyoto Univ.; [2] ERI, Univ Tokyo; [3] IFREE, JAMSTEC

阿蘇火山の活動は、約 30 万年前以降の 4 回の大規模噴火サイクルとその間の多数の小規模噴火により特徴付けられる。本研究では、2-3 万年の間を以て大規模噴火 (Aso-2, 3, 4) を 3 回起こした約 15 万年前から 9 万年前の間の一連の活動に関して、噴出マグマの岩石学的性質の変化を明らかにし、マグマ供給系の進化過程を明らかにすることを目的とする。本報告では、地球化学的データをもとに、大規模噴火サイクルにおけるマグマの成因について考察を行う。

Aso-2,3,4 における珪長質および苦鉄質マグマの性質

阿蘇火山における大規模噴火は、大局的に上部に珪長質マグマ、下部に苦鉄質マグマが密度的に安定成層した層状マグマ溜りからの噴火である。以下に、本報告に関して重要な珪長質および苦鉄質マグマの地球化学的性質を示す。

(1) 全岩化学組成において、各大規模噴火 (現在 Aso-3,4 のデータのみ) における珪長質マグマの Ni 量は、苦鉄質マグマのそれと同程度かあるいは多い。

(2) 全岩および石基における Sr 同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) は、各大規模噴火において、苦鉄質マグマと珪長質マグマでほぼ同一である。

(3) 全岩および石基における Sr 同位体比は、3 つの大規模噴火マグマの間で、違いはわずかであるが明瞭に区別できる (Aso-2,3,4 で中心値がそれぞれ、0.70411, 0.70408, 0.70410)。

(4) 大部分の斜長石斑晶の Sr 同位体比は、全岩の Sr 同位体比と同一である。一方で、Aso-3 および 4 の苦鉄質マグマに少量含まれる An 組成が 80 以上の斜長石斑晶は、含まれるマグマの全岩 Sr 同位体比より低い値を示す (0.70400-0.70405)。

考察

大規模噴火間でマグマの Sr 同位体が異なるという事実 (3) は、各大規模噴火におけるマグマ生成が別々の過程で起こったことを示す。また、珪長質マグマと苦鉄質マグマの Sr 同位体比が、個々の大規模噴火において、同一の値を持って連動して変化すること (2)、およびそれらに含まれる斜長石斑晶 (苦鉄質マグマの高 An 量の斜長石斑晶は除く) の Sr 同位体比も含まれるマグマと同一の値を示すこと (4) は、偶然と思えず、各大規模噴火の珪長質および苦鉄質マグマは、同一の起源物質から生成していると考えられる。その一方で、適合元素である Ni のバルク分配係数は、3~6 程度と見積もられ、マグマの Ni 量に関する性質 (1) は、珪長質マグマが苦鉄質マグマからの結晶分化で生じえないことを示している。以上のように、阿蘇火山の大規模噴火におけるマグマ生成を考える場合、同一の起源物質から生じつつ分化関係を持たない珪長質マグマと苦鉄質マグマの成因を説明する必要がある。

本発表では、「同一の起源物質から生じつつ分化関係を持たない珪長質マグマと苦鉄質マグマの成因は何か」という問題に焦点を絞って、以下の仮説を提案する。先に述べた阿蘇火山の大規模噴火のマグマの地球化学的成因は、マグマの起源物質をハンレイ岩とし、苦鉄質マグマは、ハンレイ岩が高い溶融度で部分溶融してメルト分離し、その後結晶分化を起こしたマグマとして、珪長質マグマは、ハンレイ岩が低い溶融度で部分溶融してメルト分離した後、結晶分化による組成変化を起こしていないマグマであるとして、定性的に説明することが可能である。ハンレイ岩の高部分溶融でできたメルトの適合元素濃度は、その時点では、低部分溶融でできたメルトの適合元素濃度よりも高濃度であるが、その後、そのメルトに結晶分化作用が起こった場合、急速に適合元素濃度は減少する。そのため、起源物質が同一であっても、結晶分化作用を経た苦鉄質マグマは、結晶分化作用を経ない珪長質マグマよりも適合元素濃度が小さくなりうる。

上記のハンレイ岩の溶融によるマグマ生成は、マントルで生じた高温マグマが上昇して下部地殻を加熱して起こった可能性が高い。この場合、上に述べた苦鉄質マグマと珪長質マグマの部分溶融の程度の差は、苦鉄質マグマは熱源となるマントルマグマ近傍で生成し、珪長質マグマはマントルマグマから離れた場所で熱伝導により加熱されて生成したと考えられることにより、自然に解釈される。今後、阿蘇火山のマグマ供給系の理解のために、上記概念を定量的に検討し、マグマ移動と大規模マグマ溜まり形成の物理過程、Aso-2~4 のマグマの長期進化の性質 (珪長質マグマの量の増大、SiO₂ 量に対する K₂O 量の減少、温度の低下など) の必然性に関して、総合的かつ合理的なモデルを考察していく必要がある。