

地殻溶融時の温度とメルト分率の関係が地殻溶融マグマ生成過程に与える影響 Effects of relationship between temperature and melt fraction of crustal rock on magma generation by crustal melting

金子 克哉^{1*}

KANEKO, Katsuya^{1*}

¹ 京都大学大学院人間・環境学研究科

¹ Human and Environmental Studies, Kyoto University

大陸地殻場の火成活動において、地下深部からの高温マグマの貫入による地殻溶融は、マグマ生成のための重要な過程である。日本のような大陸地殻をもつ島弧の火成活動においては、多くのマグマが地殻溶融過程により生成している可能性がある。本研究は、地下深部からの高温マグマが地殻に繰り返し貫入した場合、地殻溶融により生成するマグマの組成、量、時間スケールに関する束縛条件を、物理的考察に基づき明らかにすることを目的とする。これまで、地殻物質溶融における温度とメルト分率の関係（以下ではこれを、温度を変数としたメルト分率関数ということで $F(T)$ と表す）を単純化し、それらがほぼ線形である場合に関して、一次元の熱移動物理モデル計算により、高温マグマの貫入率、地殻含水量の変化による苦鉄質および珪長質マグマの生成量およびそれに要する時間の変化などを明らかにした。一方で、この時仮定した地殻物質の $F(T)$ は、一般的には必ずしも成り立たず、ソリダスで溶融し始める時に温度が上がることなく大きくメルト分率が増える場合（例えば水に飽和したカコウ岩）や、低部分溶融度では温度が上がってもあまり部分溶融度が上がらない場合（例えば水に富んだ苦鉄質マグマ）がある。このような場合、地殻溶融により生成するマグマの組成、量が影響を受けるであろう。本発表では、このことを明らかにするため、 $F(T)$ を様々に変化させた場合の地殻溶融過程の受ける影響について報告する。

地殻溶融過程の一次元物理モデルとして、Koyaguchi and Kaneko (2000)を用いた。地殻中に高温マグマが貫入した場合、高温マグマを熱源として地殻溶融が起こる。熱の移動は、高温マグマの熱対流により上方向に大きく、上方の地殻は、臨界メルト分率（固液混合相全体として対流が開始するメルト分率）以上の高い部分溶融度まで溶融し、メルトと結晶の混合物は全体として対流し、さらに上方地殻を溶融して、地殻溶融が急速に進行する（ ~ 100 年）。時間とともに、熱源となった高温マグマは、冷却結晶化し、臨界メルト分率に達して、対流が停止する。貫入高温マグマの上の地殻溶融マグマも、その上部の地殻を溶融しつつ、自身が冷却結晶化していくため、やがて臨界メルト分率に達して、対流が停止する。この状態になると、系全体は、熱移動が熱伝導により支配され、時間的変化がゆっくり進むステージ（ >1 万年）に移行する。高温マグマが貫入するたびに、上記の溶融結晶過渡過程が繰り返される。本発表におけるモデルでは、高温マグマは、繰り返し地殻の同一場所に貫入するとした。また、溶融による固液分離は起こらないことを仮定した。

モデル計算の条件に付いて述べる。溶融する地殻組成はハンレイ岩とし、前述したような様々な $F(T)$ を仮定した。地殻は、初期温度を地表0で温度勾配 $20^\circ\text{C}/\text{km}$ （深さにより初期温度が異なる）、含水量を2wt%とした。貫入する高温マグマについて、水を除く組成を玄武岩質マグマ、貫入温度を 1250°C 、含水量2wt%、一回の貫入厚を50mとそれぞれ設定した。固液混合体の対流の臨界メルト分率は0.6を仮定した。また、変化させるパラメータとして、高温マグマの貫入位置の圧力（0.25GPa-1.0GPa）、高温マグマ貫入率（2-20 m³/m²ky）をとった。30万年間の計算を行い、メルト量とその部分溶融度を求めた。

モデル計算結果、低部分溶融度において温度上昇に対するメルト分率の上昇が小さい $F(T)$ ほど、一定量の高温マグマの貫入に対して、溶融により生成するメルト総量は少なくなること、またその一方で、低部分溶融度のメルトの生成量が大きくなるのが明らかになった。高および低部分溶融度のメルトをそれぞれ苦鉄質および珪長質マグマと解釈した場合、低部分溶融度において温度上昇に対するメルト分率の上昇が小さい $F(T)$ であることは、大量の珪長質マグマを生成するのに有利であるといえる。

キーワード: 地殻溶融, 珪長質マグマ, メルト分率, ハンレイ岩, 物理モデル

Keywords: crustal melting, silicic magma, melt fraction, gabbro, physical model