

SVC048-09

会場:301B

時間:5月22日 11:45-12:00

## 高温マグマが大陸地殻へ貫入する場合に起こる地殻溶融マグマ生成の1次元物理モデル One dimensional model on crustal melting by injections of hot magmas into continental crust

金子 克哉<sup>1\*</sup>

Katsuya Kaneko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京大・人環

<sup>1</sup>HES, Kyoto Univ.

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。本発表では、熱源となる高温マグマが地殻中に繰り返し貫入し、地殻溶融によるマグマ生成が起こる場合について、様々なパラメータ（高温マグマ貫入率、地殻組成など）を変化させ、一次元の熱移動物理モデルによる計算を行った結果について報告する。

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、上記の溶融結晶過化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。

モデルにおいては、マグマの溶融関係に大きな影響を与える水が、貫入する高温マグマに含まれる場合についても考察した。含水高温マグマが地殻を溶かす場合、自身の冷却結晶化によって水に飽和し、水を地殻に供給する。水の移動に関しては、過飽和分の水が自由水として分離上昇し、水に不飽和な領域で吸収されるとした。

計算に先立ち、高温マグマおよび地殻の温度、組成、液相分率の関係を、先研究の実験およびMELTSプログラムの結果によりモデル化した。計算では、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℃、一回の貫入厚を50mとそれぞれ設定し、初期地殻について、温度を地表0℃で温度勾配20℃/km（深さにより初期温度が異なる）、含水量を2wt%とした。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）、固液混合体の対流の臨界メルト分率（0.5-1.0）、高温マグマ貫入率（2-20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>ky）と含水量（2-12 wt.%）、地殻組成（玄武岩質～デイサイト質）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。

計算結果の重要な点を以下にのべる。

（1）対流が起こることにより、地殻溶融は効率的に進行する。対流が起こらない場合に比べ、地殻溶融量は20倍以上である。

（2）対流が起こる場合、臨界メルト分率以上の部分溶融度まで溶融し、対流を経験した領域は、対流停止後も臨界メルト分率付近の部分溶融度のまま、相対的苦鉄質メルトを含んで長時間存在する。その上部には、臨界メルト分率以下の低部分溶融度の相対的珪長質メルトを含む領域ができる。

（3）高温マグマの貫入率は、地殻溶融量およびメルト組成にとって重要なパラメータである。貫入率が増加すると、地殻溶融メルト量は増加する。地殻溶融メルト組成に関して、貫入開始後数万年の間は、溶融メルト全量に対して相対的珪長質メルトの割合が高く、時間とともに相対的苦鉄質メルトの割合が増加し、5万年以降は、このメルトがほぼ90%以上となる。この時間経過によるメルト組成変化は、高温マグマ貫入率が高いほど速やかに起こる。

（4）貫入する高温マグマの含水量は、極端に水が多い場合を除き、溶融量や溶融の性質に大きな影響を与えない。

仮に本モデルの状況において地殻溶融によるマグマ生成が起こったと考えた場合、高温マグマ貫入開始後、数万年において珪長質および苦鉄質マグマが生成しているという状況は、2-3万年の間隔において起こる阿蘇火山の大規模噴火サイクル活動をよく説明する。一方、モデルで数年以上経過し、臨界メルト分率付近の部分溶融領域が系の大部分を占

めているという状況は、多斑晶の苦鉄質マグマが卓越している状態と解釈でき、東北日本の火山活動のような多斑晶の安山岩質マグマの活動を説明できるかもしれない。

キーワード: 地殻溶融, 大陸地殻, 物理モデル, 熱移動

Keywords: crustal melting, continental crust, physical model, heat transfer