

## 含水高温マグマが苦鉄質下部地殻に繰り返し貫入する場合の珪長質および苦鉄質マグマの生成

### Production of mafic and silicic magmas in lower mafic crust by repeated injections of hydrous hot magmas

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.

大陸地殻における火成活動は、大陸地殻の影響を強く受ける。大規模な珪長質マグマ活動は、厚い大陸地殻を持つ場の火成活動に限られ、それゆえに、珪長質マグマの生成には地殻溶融が重要な役割を果たしていると考えられる。さらに、阿蘇火山の大規模噴火サイクル噴出物の岩石学のおよび地球化学的研究より、珪長質マグマだけでなく苦鉄質マグマも地殻溶融により生成していることが示唆された。また近年、沈み込み帯において地殻溶融の熱源マグマとなるであろうマン トル由来の玄武岩マグマが水に富んでおり、地殻中で結晶化するとき、水に飽和し、地殻に対して水を供給する可能性も指摘されている。この場合、水は付け加わった地殻の溶融温度を低下させ、溶融マグマの生成に大きな影響を与える。本研究では、含水高温マグマの貫入によりおこる地殻溶融過程で、生成されるマグマの組成と量を定量的に理解することを目的とする。

含水高温マグマが地殻の同一位置に繰り返し貫入する場合において、含水高温マグマから、上方へ熱および水が移動することにより起こる地殻溶融過程を、単純な一次元の物理モデルにより検討した。熱移動の物理モデルとしては、Koyaguchi and Kaneko (2000)を用いる。地殻中に高温マグマが貫入した場合、高温マグマからその上部の地殻への熱移動により、地殻の部分溶融度は高温マグマ直上を最大とし、距離とともに減少することになる。高温マグマ貫入直後は、高温マグマは熱対流による大きな熱流を上面に対して与えるため、その直上の地殻は、臨界結晶分率（50%）以上の高い部分溶融度まで溶融し、マグマと結晶の混合物は全体として対流し、さらに上方の地殻を溶融して、地殻溶融が急速に進行する（100年の時間スケール）。時間とともに、熱源となった高温マグマは、冷却結晶化し、臨界結晶分率に達して、対流が停止する。直上の高部分溶融領域マグマも、その上部の地殻を溶融しつつ、自分自身は冷却結晶化していくため、やがて臨界結晶分率に達して、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に移行する（10万年の時間スケール）。高温マグマが貫入するたびに、定性的に同一の上記の溶融結晶過化過程が繰り返される。水の移動に関しては、無水鉱物みの結晶化を仮定して、その結果メルトに水が過飽和になった場合、過飽和分の水が自由水としてメルトから分離し、上方へと移動していき、水に不飽和なメルトに出会った段階ですぐにそのメルトに吸収されることを仮定した。

モデルの計算においては、貫入する高温マグマおよび貫入を受ける下部地殻は水を除いて同じ組成の玄武岩の組成とした。マグマと地殻の温度、水量、液相分率の関係は、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された。また、圧力0.8GPa、初期地殻温度500°C、一回の高温マグマ貫入の厚さを20m、高温マグマの貫入時温度はリキダス温度、メルトと結晶の分離は起こらず、その混合物全体が対流するかしないかの臨界結晶分率を0.5とした。この条件

のもと、高温マグマの貫入量率(2, 5, 10, and 20 m/ky)と含水量(2, 3, 4, 6, and 10 wt.%)の2つをパラメータとして変化させ、10万年間の計算を行い、高部分溶融領域のメルト（すなわち苦鉄質マグマ）と低部分溶融領域のメルト（珪長質マグマ）の量を求めた。計算の結果、高温マグマの貫入量率と含水量により、地殻溶融過程の性質に定性的に異なる4つの場合が存在することが明らかになった。

(1)貫入率が小さい場合（2m/ky）、熱不足のため、高部分溶融度領域がほとんどできず、熱伝導により低部分溶融度領域が拡大していく。生成メルトの絶対量は少ない。

(2)貫入率が大きく（2km/ky）、含水量が小さい場合（<4wt%）、時間とともに高部分溶融度領域が拡大していき、その上方の低部分溶融度領域は大きくならない。

(3)貫入率が大きく、含水量が中くらいの場合（6wt%）、高温マグマからの水が、高部分溶融度領域のみに吸収され、その含水量が増加する。その結果、低温度で高部分溶融度が維持される一方、低含水量の低部分溶融領域を溶かせなくなる。そのため、低部分溶融領域だけが熱伝導によりゆっくり拡大する。

(4)貫入率が大きく、含水量が大きい場合（10wt%）、高温マグマからの大量の水の供給のため、高部分溶融度領域および低部分溶融度領域ともに、含水量が増大し、どちらも溶けやすくなる。そのため、高温マグマの貫入に応じて、高部分溶融領域の拡大が継続的に起こる一方、低部分溶融領域は拡大しない。

火山毎の個性として認識されるマグマの噴出量およびマグマ組成の性質は、以上のような高温マグマの貫入量率と含水量の違いが引き起こす地殻溶融過程の多様性に関係しているかもしれない。

キーワード:地殻溶融,ハンレイ岩,苦鉄質地殻,水移動,含水玄武岩質マグマ

Keywords: crustal melting, gabbro, mafic crust, water transportation, hydrous basaltic magma