

Melting と温度異常が中国地方火成活動に及ぼす影響

Numerical simulation of basaltic volcanism in the central Chugoku district, Southwest Japan

溝口 祐輔[1], # 並木 則行[1]

Yusuke Mizoguchi[1], # Noriyuki Namiki[2]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

中国地方に分布する新生代玄武岩類の火山岩の化学組成は、海溝側である山陽地域のアルカリ岩から背弧側である山陰地域のサブアルカリ岩へと変化し、噴火量が増加する (Iwamori, 1989)。このことは、典型的な島弧の岩石学的な特徴とは異なる。Iwamori (1991) は、マンテルカンラン岩と共存する可能性のある火山岩を選び出して高圧融解実験を行った。その結果、同地方での玄武岩の生成条件は、山陽から山陰にかけて温度・圧力ともに減少し、かつ、およそ 1300 の断熱融解曲線の上に並ぶことが分かった。また、同実験より中国地方での玄武岩を生成するためには、マグマ中に 1.0~2.0 wt% の揮発成分を必要とすることも分かった。この値は、MORB の濃度である 0.1 wt% と比較して大変高濃度である。一方、山陽地域の玄武岩の液相濃集元素濃度は、マンテルプリュームがもたらすと考えられている海洋玄武岩に類似している (Iwamori, 1992)。さらに、中国地方の火成活動が観測される地域の下では、深発地震を欠き深部からのマンテルの上昇を阻止するプレートがないと考えられている (Shiono, 1982)。これらの実験、及び観測事実は、中国地方の火成活動が特に高温でなく揮発成分に富むマンテル物質の上昇により引き起こされたことを示唆する。 (Iwamori, 1992)

実際に、1% の熔融による浮力は 50 の温度異常がある場合の浮力と等しいことは簡単な計算から見積もることが出来る。また、揮発成分、特に水が付加されることによるマンテル物質の融点降下への影響はよく知られている (Kushiro et al., 1968)。そこで、本研究の目的は、揮発成分の付加による部分熔融とマグマの運動が、山陰地域の大規模な熔融 (17~21 wt%) を引き起こすのにどれほど重要な役割を果たすのかを数値解析的手法を用いて示すことである。まず、マグマの運動と熔融による浮力を、いわゆるマンテル対流モデル中に取り入れる必要がある。McKenzie (1984) は、熔融により生じたマグマ (melt) と融け残りのマンテル物質 (matrix) の両方の運動を記述する方程式を提唱している。また、Scott (1992) は、海嶺での温度異常と部分熔融による浮力の両方を考慮したモデルを作り、海洋地殻の形成に部分熔融が重要な役割を果たすことを示している。これらの過去の研究をもとに本研究では、温度異常と熔融による浮力、揮発成分付加による融点降下を考慮した melt と matrix の二相流 2 次元差分モデルの数値計算プログラムを開発した。尚揮発性成分の付加による融点降下についてこのプログラムでは、熔融量が 5.0% 以下の場合にのみ、系全体 (melt + matrix) の揮発成分濃度により融点が求まると仮定している。

数値計算では、マンテルの粘性率、揮発成分の付加量、周辺マンテルポテンシャル温度、plume のポテンシャル温度を変化させた場合に、大規模な熔融 (20% 程度) を引き起こすための条件を求めている。まず、マンテルの粘性率が 1.5×10^{20} Pa s の場合、plume のポテンシャル温度が 1340、揮発成分の付加が 0.5% の場合に大規模な熔融が起きる。揮発成分の付加が全くない場合には、plume と周辺マンテルとの温度差によらず大規模熔融が起きない。一方マンテルの粘性率が 0.5×10^{20} Pa s の場合は、揮発成分の付加量が 0% の場合でも plume のポテンシャル温度が 1340 であれば、plume と周辺マンテルとの温度差が 40 K 以上で、大規模熔融を引き起こす。これらの数値計算の結果より、粘性率が高い場合には揮発成分の付加が大規模熔融に重要な役割を果たすことが分る。これは、高粘性が対流を抑制する場合には、揮発成分の付加による小規模な熔融が、plume 上昇の引き金となることを示している。また、粘性の低い場合は、揮発成分の付加がなくても、周辺マンテルとの微小な温度差による浮力だけで plume が大規模熔融を引き起こす深さまで上昇しうる。実際、西南日本孤である九州の地殻直下のマンテル粘性率は、 $0.8 \sim 2.0 \times 10^{20}$ Pa s と見積もられている (Nakada et al., 1998)。従って、中国地方の火成活動が揮発成分の付加をトリガーとして引き起こされた可能性は高い。