

マグマ上昇, 脱ガスと地殻変動の関係についての一考察

A study on relation between magma ascent, degassing and crustal deformation

西村 太志 [1]

Takeshi Nishimura[1]

[1] 東北大・理・地球物理

[1] Geophysics, Science, Tohoku University

火山噴火の爆発性を支配する第一の要因は脱ガス過程であり、マグマに含まれる揮発性物質が十分脱ガスした場合には非爆発的噴火が発生し、地表近くまでマグマ中に揮発性物質が残存した場合には爆発的な噴火になることと考えられている。そのため、火道の上方や周辺地殻へと散逸するガス量を測定することは、火山爆発の機構を理解する上で必要なだけでなく、爆発的になるのか、溶岩ドーム活動のような非爆発的な活動になるのかといった噴火様式を予測するためにも重要である。そこで、本報告では、弾性体に囲まれたマグマの上昇過程と脱ガス過程を簡単なモデルを用い、このような火山爆発の準備過程と地殻変動の関係を議論する。

気泡を含むマグマが減圧を受けると、気泡が成長し、マグマの体積は増加する。しかし、体積増加に伴いマグマ全体は周辺岩体から応力を受けるため、気泡成長が抑制されるとともに、減圧したマグマの圧力は次第に回復する。アスペクト比の小さなダイクのように周辺岩体の有効剛性率の小さなダイクではこのような圧力の回復量は小さいが、有効剛性率が大きいとマグマの圧力は減圧を受ける前の圧力近くまで回復することができる (Shimomura et al., 2006 投稿中)。

この知見をもとに、まず、脱ガスが起これずにマグマが上昇する場合を考えてみる。マグマは地殻の内部を静岩圧に釣り合うように上昇していく、つまり、マグマは一定の割合で減圧を受けながら上昇する。このとき前述した圧力回復過程があるので、マグマの圧力は周辺岩体より高くなり、その結果、マグマの周辺の地殻は変形する。上昇とともにマグマと周辺岩体との圧力差は大きくなるので、より大きな変形量が生じると予測される。一方、脱ガスしながらマグマが上昇する場合には、気泡は成長してもその大部分が散逸するため、マグマの体積は上昇とともに変化しない。これらの2つの考察の結果は、マグマの体積の時空間変化を稠密な地殻変動観測網により精度よく測定することができれば、体積変化量が時間的に増大しているのか否かをもとに、脱ガスが進行しているかどうか、つまり、爆発的噴火が発生するかどうかを知ることができることを示唆している。

より現実的なマグマの上昇過程を考える上では、マグマの大きさを有限にし、ダイクの伸展や浮力等の駆動力を考慮することが必要であるが、ここではまず最も単純な系である点的なマグマが一定速度で上昇する場合について Shimomura et al. (2006, submitted) のモデルを用いて計算した。適当なマグマ物性値のもとでマグマの圧力変化を調べると、脱ガスなしの場合、上昇とともにマグマの圧力と静岩圧の差が大きくなることがわかった。特に、ダイクのアスペクト比が大きいときにはマグマ上昇が開始する深部からマグマの増圧 (体積増加) 現象が見られる。また、 10^{-4} という小さなアスペクト比を考えた場合でも、深さ 2 km 程度から増圧が起きる。脱ガスの機構についてはまだ不明な点が多いが、水分子の質量保存式から強制的にある一定の割合でガス成分を除去するという形で脱ガス過程をモデルに組み込むと、マグマの圧力は静岩圧と釣り合いながら上昇することがわかった。