

## 噴火予知に用いる火山活動のシミュレータ : 開発の基本方針

A simulator of volcanic activity usable in eruption prediction: fundamental principles for its development

# 井田 喜明[1]

# Yoshiaki Ida[1]

[1] 姫路工大・理

[1] School of Sci., himeji Inst. of Technology

観測にかかる火山の異常から、噴火の可能性をどう判定するかは、噴火予知を実行する際に最も重要な課題となる。判断すべき内容は主に次の点である。1) 異常な活動が本当に噴火に結びつくのか、未遂に終わるのか。2) 想定される噴火の規模はどのくらいなのか。3) 想定される噴火はどの程度爆発的なのか。

日本の最近の事例を見ても、上記の3点は色々な形で問題になってきた。1) と関連した例として、有珠山や三宅島は噴火したのに、岩手山は噴火しなかった。いずれの場合も地震や地殻変動などに顕著な異常が観測されたが、噴火の可能性については、噴火史からの類推以上には判断ができなかった。2) と関連して、雲仙・普賢岳の1990-95年の噴火は、17世紀と18世紀の噴火に比べて、ずっと規模が大きかった。しかし、そのことは実際に多量のマグマの噴出を見るまで分からなかった。3) については、有珠山の2000年の噴火は、1943-45年の噴火と比べて爆発性が高く、1977年の噴火と比べて爆発性が低かった。2000年の噴火については、更に大きな爆発に発展する可能性が噴火開始後も否定できず、その恐れが避難指示を解除する上で足かせとなった。

このような問題に対処する方法として、着目点を以下のように明確にして、火山活動のシミュレータを動かす、予知の判断材料を得ることを提案したい。まず、噴火はマグマの重力不安定によって生ずると仮定する。マグマがまとまって間欠的に噴出するのは、重力不安定のためだと理解するのである。この考えに立てば、重力不安定が十分に成長すれば噴火に至るが、不十分ならば、異常な活動が見られても、噴火は未遂に終わる。なお、水蒸気爆発など、地下水が中心的な役割を担う噴火は、考慮の対象から除外する。

ここで、重力不安定の成長は、マグマに溶解するガス成分の発泡と関係づけて定式化する。発泡で生じた気泡は、マグマを顕著に膨張させ、上昇運動の駆動力を生み出す。上昇の結果減圧が進めば、ガス成分の発泡は更に促進されるので、上昇と発泡は相互に強め合って連鎖的に進行する。このようにして、マグマが重力不安定を増大させながら加速的に上昇すれば、最終的には噴火に至る。ところが、上昇と発泡の連鎖が邪魔され、途中で鈍ったり断ち切られたりすると、重力不安定は地下で解消され、噴火は未遂に終わる。

更に詳しく見ると、上昇と発泡の連鎖は2つのタイプに分けられる。第1のタイプは、マグマの浅部への移動で、地殻から受ける圧力が減少する効果による。重力不安定が噴火に結びつくかどうかは、主にこのタイプの成長で決まる。第2のタイプは、マグマの上昇によって上部に通路が開かれ、マグマ全体が減圧される効果による。この効果はマグマの先端を押し上げるばかりでなく、重力不安定の及ぶ範囲を深部に広げ、噴火に関与するマグマの量を増加させる。そこで、噴火の規模はこの連鎖の進行に強く影響される。なお、噴火の爆発性は、重力不安定の度合い(すなわちマグマ中で気泡がしめる体積の割合)が、マグマを破碎するところまで進むかどうかで決められる。

マグマからガス成分が逃げたり、マグマが周囲から熱を奪われると、上昇や発泡は妨げられ、重力不安定の成長は抑えられる。脱ガスが起これば、膨張の原因と上昇の駆動力は失われる。脱ガスを起こすには、気泡がマグマの外まで移動してもよいし、ガス成分が分子レベルで拡散してもよい。一方、マグマが冷却されると、粘性率が顕著に増大して、上昇速度は減少する。冷却が進んでマグマが固化すれば、上昇は停止する。従って、重力不安定が成長するかどうかは、上昇と発泡の連鎖が、脱ガスや冷却に勝てるかどうかにかかっている。それを色々な条件のもとで判定するのが、シミュレータの役割である。

シミュレータを開発しようとする、上記の構想を表現する素過程を具体的に定式化する必要が出てくる。マグマの上昇を開始させるためには、過剰な圧力や種となる重力不安定を出発点で加えなければならない。脱ガスや冷却の機構、マグマ破碎の条件などにも、何らかの定量的な表現が必要になる。これらの問題の多くは、火山学的に未解決な部分を含んでいるが、それに余りこだわると、シミュレータは構築できない。適当な作業仮説を置いて、シミュレータをとりあえず動かし、計算結果を見て、作業仮説の妥当性を判断するのが現実的である。