

マグマの上昇から噴火へのメカニズム

地質情報研究部門 マグマ活動研究グループ
高田 亮

火山の将来予測をするとき、マグマの上昇から噴火へいたるメカニズムは、様々な観測・調査データをもとに、論理を重ねていくために欠くことができないものです(図1)。将来予測の数値計算を支えるプログラムに相当する重要な部分でもあります。このメカニズムで鍵となるのは、クラック(割れ目)によるマグマの移動とマグマ上昇中の発泡現象です。どちらも動的な物理で、理論解析が難しかったものです。台風は衛星からモニターできますが、マグマは直接観察できません。マグマを見るために、レントゲンや内視鏡に相当する地球物理探査や掘削という技術がありますが、現時点では、観測精度、深さ・温度条件、予算に関する限界があります。そこで、実験室でマグマ供給系を再現してメカニズムを解析するという、発想を転換したマジックがあります。

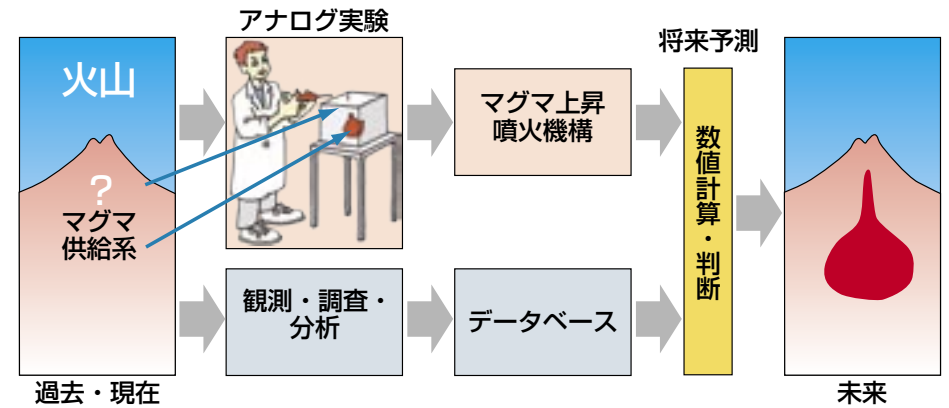


図1 アナログ実験の目的と位置づけ

マグマ上昇中の発泡

実験室で地球内部と同じ高温高压状態を実現し、そこに天然物質を融解した“マグマ”を封入して、マグマ供給系を再現する発想です。爆発を支配するマグマの上昇中に見られる発泡過程は、軽石の泡のサイズや量に表れます。この過程を観

察するために、マグマの上昇過程も再現できる減圧速度制御ガス圧装置を開発しました¹⁾(図2左)。この装置に、実際に噴出した岩石を約1000気圧・900℃で融解したマグマを封入して減圧発泡させ、実験でできた人工軽石の組織を測定した結果、マグマの上昇速度の違いが発泡過程に大きな影響をもたらすことが明らかになってきました²⁾(図2右)。

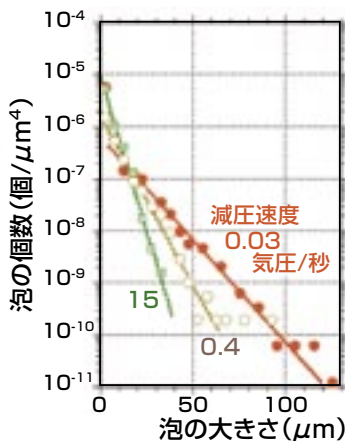


図2 減圧実験の実験装置(左)¹⁾と実験産物の気泡のサイズ分布(右)²⁾

クラックによるマグマの移動

実験室でアナログ物質を使い、規模を縮小して疑似マグマ供給系を再現する発想です。脆性破壊する弾性体である透明なゼラチンを地球にみたと、そこにマグマにみたと油を注入してクラックを作り、その挙動を観察します。このシステムでは、目的にあわせて、ゼラチンの物性と応力や、油の物性と注入率を制御できます。理論解析では2次元が限界でしたが、この実験では、液体で満たされた3次元クラックの基本的な形状や様々な

関連情報

- ¹⁾ 東宮昭彦・宮城磯治: 日本火山学会講演予稿集 2001, No.2, 177 (2001)
- ²⁾ A. Tomiya: Eos. Trans. AGU, 84(46), Fall Meet. Suppl., Abstract V51L-01 (2003)
- ³⁾ A. Takada: J. Volcanol. Geotherm. Res.93,93-110 (1999)
- ⁴⁾ A. Takada: Cities on Volcanoes, Abstracts,127 (2003)
- ⁵⁾ 高田亮: 地質ニュース, 591, 24-27 (2003)

応力下でのクラックの挙動が明らかとなり、クラックどうしの相互作用などのアイデアも生まれました³⁾(図3)。最近では、応力下での割れ目噴火のアナログも再現しました⁴⁾。クラックによるマグマ供給系モデルも生まれ、雲仙岳、有珠山、三宅島の噴火でも、マグマはクラックによって移動すると思えるのが常識となってきました。この考え方は、複成火山と単成火山の違いを説明するのにも応用されています。この実験は、広く一般向けの普及活動や理科教育にも利用されています⁵⁾。

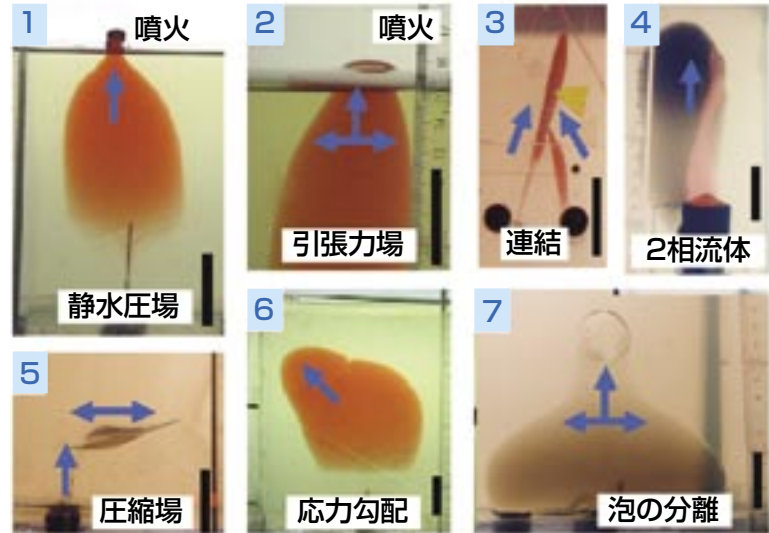


図3 クラックのアナログ実験の例
3と5はクラック側面 他はクラック正面 矢印は液体の流れ 黒のスケールは3cm

火道を貫いた雲仙科学掘削

地質情報研究部門 副部門長
宇都 浩三

雲仙火山科学掘削は、平成11年度に開始された文部科学省科学技術振興調整費のプロジェクトで、産総研をはじめ、東大地震研究所など国内外の多数の研究機関が参加しています(計画の概要はAIST Today 2002年10号参照)。このプロジェクトの最大の事業である「火道掘削」が、ついに平成16年7月に平成噴火の火道を貫き、無事に工事を終了しました。

雲仙火山では、平成3～7年の噴火の際に、溶岩ドーム崩落による火砕流が頻発し、44名の人命を含む大きな被害が発生しました。この噴火の調査から地震・隆起・山体変形など、多くの観測データが得られ、マグマの上昇・噴火過程の詳細なモデルを得ました。

プロジェクトでは、マグマの上昇過程を実証し、噴火のメカニズムを理解する目的で、平成噴火のマグマの通り道である火道に到達するボーリング(火道掘削)を計画し、雲仙火山北側斜面の標高850m地点から平成15年2月に掘削を開始しました。途中、幾度かの中断がありましたが、計画を修正しながら、水平方向に約1.3km、垂直方向に約900m、掘削距離で2000m掘り進んだところで、平成火道に到達することができました。

普賢岳直下の海拔0m付近には、新旧の火道が約500m幅の中に密集する「火道域」があり、平成火道もその中にありました。火道温度は、掘削前の予想に反して約200℃と低温でしたが、これは熱水活動により早く冷却したためと推定されます。これからの詳細な研究により、マグマの上昇過程の詳細が明らかにできるものと期待されます。



写真 普賢岳北斜面の火道掘削サイト
約2000m²の敷地に高さ50mの檣を設置し、国有林内には掘削用の林道を敷設した(写真提供:中田節也氏)。