

Invitation to
Fluid Mechanics & Engineering
Colloquium
#03/SY2019

Contact address:

Prof. Y. Murai
Div. of Energy & Environmental Systems
Ext. 6372
E-mail : murai@eng.hokudai.ac.jp

Date : 22 Aug. 2019

日時と場所 令和元年 8 月 29 日 (木) 16:00~17:00

A1-17 物理工学系大会議室 (工学部 A 棟 1 階)

講師 並木 敦子 博士 広島大学 大学院総合科学研究科

講演題目 気泡と結晶を含むマグマのレオロジーと破碎

講演内容 : 本公演では、3相系のレオロジーと破碎という流体力学的な知見が火山噴火の理解にどのように必要なかを紹介する。

火山の噴火とは地下で熔融した岩石のマグマもしくはマグマに加熱された物質が地表に噴出する現象である。一般にマグマの液体部分(メルト)の密度は周囲の地殻よりも高くメルトが地表に到達する事は難しい。しかし、マグマ中には水を主成分とする揮発性成分が溶け込んでいる。マグマの上昇に伴う減圧によって揮発性成分が析出し、マグマ中に気泡を形成する。気泡はマグマの実効的密度を下げ、マグマの上昇を可能にすると同時に非圧縮性流体のメルトに圧縮性を与える。マグマ中の気泡は急減圧に伴い膨張し、爆発的噴火をおこす推進力となるが、周囲のメルトの粘性率は $1-10^{10}$ Pa \cdot sと高く、このままではマグマ全体が高速度で膨張する事は難しい。液体のマグマが固体的に粉々に破碎する事で、連続相は高粘性流体であるメルトから粘性を無視できる気体に変わり、爆発的噴火が可能となる。よって、マグマの破碎条件を決める事は火山学上の最も重要な課題の1つである。概ねMaxwell流体として振る舞うメルトの破碎条件として、これまで緩和時間 τ を用いた $0.01/\tau$ が用いられてきた(e.g., Dingwell 1996)。しかし、この条件では比較的粘性率の低いマグマの破碎現象を説明できない(Namiki & Manga 2008)。ここで、概ねソリダス以上、リキダス以下の温度にあるマグマ中にはもともと結晶が存在することが多いが、気泡の形成に伴い揮発性成分を失ったメルトは融点上昇を経験し結晶体積分率も上昇する。マグマ中の結晶は実効的なマグマの粘性率を上げるが、気泡は変形の有無により実効的な粘性率を上げる事も下げる事もある。気泡と固体の粒子を含む粘性流体の動的粘弾性測定によれば、固体粒子の体積分率が高い領域では、流体が固体的に振る舞い破碎可能となる周波数領域が広がる。一方、気泡の効果は限定的である(Namiki&Tanaka 2017)。爆発的に噴火した低粘性マグマにおいて実際に高い結晶体積分率が報告されており、マグマ中の結晶がマグマのレオロジーを変化させ、噴火様式に影響している事が推測される。

このように、流体力学分野において発達してきた手法と知見を取り入れることで、火山ダイナミクスの理解が今後一層深まると期待される。

Reference

Dingwell, D. B. (1996) Volcanic Dilemma—Flow or Blow? *Science*, 23, 1054-1055.

Namiki, A., and M. Manga (2008), Transition between fragmentation and permeable outgassing of low viscosity magmas, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 169, 48-60.

Namiki, A., and Y. Tanaka (2017), Oscillatory rheology measurements of particle- and bubble-bearing fluids: Solid-like behavior of a crystal-rich basaltic magma, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 8804-8813.

この講演は日本機械学会北海道支部の主催です。
世話人 村井祐一・田坂裕司・朴炫珍（流れ制御研究室）