

粘性流体中で発生した気泡の数密度進化について

Time-evolution of the number density of bubbling in viscous liquid

山田 耕 [1]; 榎森 啓元 [2]; 中澤 清 [3]

Kou Yamada[1]; Hiroyuki Emori[2]; Kiyoshi Nakazawa[3]

[1] 早稲田・政研; [2] 東工大・理・地惑; [3] 東工大・理・地球惑星

[1] MAJESTY; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Tech.; [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech

<http://www.geo.titech.ac.jp/lab/nakazawa/kyamada/kyamada.html>

噴火によって火道中を上昇するマグマでは、火口に近づくにつれてマグマ圧力が減少する。マグマには、たいがい大量の揮発性ガス(水や二酸化炭素など)が含まれており、マグマ上昇に伴う減圧によって揮発性ガスが過飽和状態となり発泡が起きる。マグマ中の発泡過程は、主に2つのステージ - 気泡核形成過程と気泡合体過程 - から成る。本研究の目的は、マグマのような粘性流体中の気泡核形成過程に着目し、この過程での核形成とそれに続く熟成過程段階における析出気泡の数密度やサイズ分布の時間変化ならびにそれらの物性量(表面張力、拡散係数、粘性率など)依存性を解明することである。

メルトのような液体中で気泡が発生すると、流体全体の密度が低下する。マグマの場合、この密度変化を通して火道内のマグマ流れに影響を与え、成層圏まで噴煙を上げる爆発噴火から溶岩ドームを形成するような非爆発的な噴火までの多様な噴火形態を引き起こす。したがって、マグマ中で起こる発泡現象がどのようなメカニズムで駆動されているのかを調べることは噴火現象全体を解明する上でも重要である。

本研究では、マグマのような粘性流体中での均質核生成過程について調べるために、我々は過去の核生成モデル(Toramaru 1995, J.Geophys.Res.,100,B2, 1913-1931)の下で核生成過程を記述する方程式を改良し、気泡数密度や気泡サイズ分布の時間進化を数値的に調べた。我々の得た主な結果は、次のようになる。

(1) 気泡核形成過程は、流体の粘性率によってその振る舞いを大きく変化させる。低粘性流体の場合、析出する気泡の数密度は粘性率に依存しない。一方で、粘性がある値(この粘性率を臨界粘性率と呼ぶ)よりも高くなると気泡数密度は拡散係数に依らなくなり、粘性率の増加と共に急激な増加を示す。この依存性は、定性的に従来の研究結果と一致している。

(2) 臨界粘性率程度の値を持つ粘性流体中の発泡では、オストワルド熟成によって一旦形成した気泡が再溶解して気泡数密度が時間とともに減少する。一方、臨界粘性率に比べて高粘性流体や低粘性流体では、顕著な気泡数密度の減少は認められなかった。

(3) 低粘性流体と高粘性流体では、気泡形成時(気泡析出率が最大値になった時で定義)から分散の小さい単一的な気泡サイズ分布を示す。一方で、臨界粘性率程度の流体では、析出した気泡のサイズ分布は気泡形成直後において分散の大きい分布を示す。しかし、時間が経つにつれてサイズ分布は、分散の小さい単一分布へと移行する。

上述の結果(2)と(3)は、サイズ分布を考慮した本研究によって初めて明らかにされた。また、この結果は発泡過程の後期過程、つまり気泡同士の合体成長を解明する際の初期条件を明示したことにもなっている。