

## 高粘性流体中の減圧相変化過程に関する研究

## Study on phase change process of high viscous fluid

# 藤井 仁志 [1]; 阿部 豊 [2]  
# Hitoshi Fujii[1]; yutaka Abe[2]

[1] 筑波大学院; [2] 筑波大  
[1] Univ. of Tsukuba; [2] Tsukuba Univ

<http://www.kz.tsukuba.ac.jp/~abe/>

火山噴火現象を特徴づける重要な素過程の一つに、マグマ内に溶存する揮発性物質の析出過程がある。この析出過程、特に急減圧下における高粘性流体の発泡、気泡膨張などの相変化挙動を室内実験により調べた。火山噴火を室内実験により調べるためには、噴火現象を工学的に模擬する必要がある。本実験は高耐圧可視化衝撃波管実験装置を用いて火山噴火現象を再現し、減圧相変化挙動を可視観測するために、無色透明な高粘性流体シリコンオイルと揮発性物質アセトンの混合物をマグマ模擬物質として用いた。これらを用いて初期圧力、粘性の相変化挙動に及ぼす影響について調べた。

本実験で用いた高耐圧可視化衝撃波管実験装置は、主に高耐圧可視化テスト部、低圧タンク、ダイアフラム、そして加圧用のプランジャーポンプから構成される。本装置のテスト部は中空形状の透明テストブロック (100\*100\*150mm) を積み重ねた構造になっており、テスト部の中空部分の内径は 40mm、テスト部の全長は 1065mm、設計耐圧は 20MPa である。この部分で実験試料を急減圧し、その様子を可視観測する。テスト部の高圧部と低圧部を区切るダイアフラムはステンレス製の薄膜を用い、破膜方法は自然破膜である。ダイアフラム破膜圧力は薄膜の厚さを変えることで制御できる。テスト部高圧部はダイアフラムから下方であり、加圧方法はプランジャーポンプを用いて実験試料をテスト部に充填し、ダイアフラムの位置まで充填された時点から更に試料を注入することで破膜圧力まで圧縮加圧する。また、テスト部低圧部は低圧タンク (容積 2m<sup>3</sup>) を用いて減圧している。

本実験では、急減圧下のマグマ模擬物質の減圧相変化挙動を画像観測ならびに圧力計測している。画像観測にはハイスピードビデオカメラ、メタルハライドライトを用いている。本実験の画像の撮影速度は 10,000-50,000fps である。圧力計測にはテスト部側面に取り付けた圧力変換器 (圧力サンプリング 10-50kHz) で計測する。圧力計測は高さ方向に 7 点で同時に可能である。圧力計測点はダイアフラムとテスト部透明ブロックを組み替えることで変更することができ、高圧部の圧力計測点は 2 点から 6 点まで設定できる。また、マグマ模擬物質に用いた高粘性流体は異なる 3 種の粘性をもつシリコンオイル (信越化学 シリコンオイル KF96-1,000cs、KF96H-1 万 cs、KF96H-10 万 cs) を用い、粘性はそれぞれ 0.97、9.75、97.7Pa s である。マグマ内揮発性物質を模擬するアセトン (和光純薬工業 Acetone 99+%) の飽和蒸気圧は室温 290K で 20kPa であり、これをシリコンオイルに 6wt% 均質に混合したものを実験試料とする。

これらの実験試料を高圧状態 (1-12MPa) からダイアフラムの破膜を介して 0.01MPa に急減圧を行った。その結果、試料の圧力は高圧部圧力の違いに関わらず全て約 3.5ms の短い時間に減圧が完了した。この減圧はダイアフラムから下方へ伝播していく様子が圧力履歴よりみられ、減圧波伝播速度はシリコンオイルの音速とほぼ等しい約 1000m/s であった。その急減圧過程においてシリコンオイル内で発泡が起こり、続いて気泡成長が観られた。試料の粘性を増加すると気泡成長が妨げられる傾向があることを確認した。また、これらの発泡する気泡数は高圧部圧力を上昇させると増加した。

これらの発泡は一斉に起こっているのではなく、ある地点から発泡が起こった後、伝播している。この発泡伝播速度は約 1500m/s であることが確認されている。また、この発泡が起こる圧力は、揮発性物質アセトンの飽和蒸気圧よりも高い状態で起こっている。この点については更なる調査と慎重な評価が必要であり、今後の重要な課題である。