

## 爆発的火山噴火におけるマグマ破砕過程の模擬実験

## Model experiment on magma fragmentation in explosive volcanic eruption.

# 山本 裕朗 [1]; 高山 和喜 [2]

# Hiroaki Yamamoto[1]; Kazuyoshi Takayama[2]

[1] 東北大・流体研・学際衝撃波; [2] 東北大 流体研 衝撃波センター

[1] ISWRL, IFS, Tohoku Univ.; [2] Shock Wave Research Center, IFS, Tohoku Univ.

マグマの破砕過程を模擬する実験システムを構築し、マグマの物理的性質と類似した水飴の破砕現象を観察した。実験は大きく分けて試験媒体の調整・物性測定・衝撃波管実験の三つに分かれる。

衝撃波管実験では、以下に述べるような仕組みの実験装置を設計、製作し、破砕実験を行った。実験装置は高圧の観測部、低圧室、間の補助高圧室からなり、各部の間は、プラスチックの膜で仕切られている。観測部の上端と底部に近い側面には、圧電素子を取り付けられている。観測部、補助高圧室、および低圧室を繋ぐパイプは内径 50mm の SUS304 円筒管からなる。

実験装置の操作手順を以下に述べる。高圧容器を 2.5 MPa に加圧すると同時に、観測部を高圧容器より 1 MPa 低圧に保つ。その間、補助高圧室をプラスチック膜が破れない程度に加圧する。所定の圧力に達したら、高圧容器のノズルを開放し、29 vol.% までの空気泡が混入した水飴を高圧の観測部に噴射する。高圧室と観測部の圧力差が 0.5 MPa 以下になると高圧容器のノズルを閉鎖し、観測部のリークバルブを開放して、圧力差を 1 MPa に保つ。観測部が水飴で充填されるまで、これを繰り返し行う。観測部が水飴で充填されると、水飴内部の歪みが解消されるまで数 10 分放置する。あるいは、水飴を室温 (23 ~ 25 ) まで冷ます場合は 6 ~ 10 時間待つ。その後補助高圧室をさらに加圧すると、低圧室との間の膜が耐え切れず、自然に破れる。第二膜も、上面が低圧室の圧力にさらされると、自然に破れる。この機構により、観測部内に急減圧を発生させることができる。

圧力測定は Kistler 社製水晶圧力変換器 Type603B とアンプ Type 5011 を用いた。取り付け口 A (上流側), B (下流側) の間隔は 240 mm である。圧力信号はデジタルオシロスコープに出力される。

高圧容器を用い、水飴に空気泡を混入させた結果、水分濃度によるポイド率の差は認められないが、噴射回数が多くなるにつれてポイド率が低下する傾向が、水分濃度が 20 wt.% と 12 wt.% の場合に見られた。また、水分濃度 30 wt.% の水飴は噴射時の圧力が低いほど、ポイド率が低下する傾向が見られた。

レオメータによる水飴の周波数依存測定は水飴の水分濃度 a) 30 wt.%, b) 20 wt.%, c) 15 wt.%, d) 12 wt.% の 4 種類を対象に行った。各種の水飴を同一角速度の下で比較すると、水分濃度が低いものほど同一周波数における貯蔵弾性率  $G'$  (弾性成分) および損失弾性率  $G''$  (粘性成分) の値が大きく、デルタの値が小さい。水分濃度 30 wt.% の水飴は  $G''$  の値が  $G'$  を上回っているが、水分濃度 20 wt.% のものは周波数が 0.1 rad/sec 以上で  $G''$  の値が  $G'$  より小さくなる。水分濃度 12 wt.% と 15 wt.% では  $G'$  が  $G''$  より大きいほぼ等しい。

以上のことから次のことが推察できる。水分濃度 30 wt.% の水飴は少なくとも周波数 1000 rad/sec 以下の応力に対して粘性的性質を示すが、水分濃度 12 wt.%, 15 wt.%, 20 wt.% では弾性的性質を示す。また、周波数 0.1 rad/sec 以下の振動に対して、水分濃度 20 wt.% は粘性的性質を示す。

観測部に窒素気体、水分濃度 30 wt.% および 15 wt.% の水飴を充填し、急減圧した。このときの圧力履歴を比較すると、窒素の場合、急減圧とともに A および B の圧力変化はほぼ同じ挙動を示し、補助高圧室と低圧室との間のプラスチック膜が破膜すると、窒素気体は直ちに低圧室に流れ込む様子が見て取れる。

水飴では A および B の圧力履歴は明瞭に異なる。すなわち、B の圧力が急減し始めると、A の圧力が比較的緩やかに、一定の割合で減少し始めるが、B の圧力は段階的に急減を繰り返している。また、水分濃度 30 wt.% の水飴では A と B の圧力が等しくなる瞬間があるが、水分濃度 15 wt.% の水飴では B の圧力は常に A よりも低い。膨張波の平均伝播速度は水分濃度 15 wt.% の水飴は 410 m/s であり、水分濃度 30 wt.% の水飴の 913 m/s よりも低い。

水分濃度 15 wt.% 以上の水飴の場合、低圧室には破片状の水飴が流入するのが観察された。その形状は水分濃度 15 wt.%、温度 70 の水飴の場合、繊維状の破砕物が生成されるが、水分濃度 10 wt.%、温度 24 の水飴の場合は粒子状の破片が観察された。粒子状の破片は様々な形状があり、平板状、多面体、微小な気泡を含むものなど、火山ガラス片と類似した形状を示す。