

発泡流紋岩圧縮実験

Compression experiments of foamed rhyolite

工藤 元樹[1]; 中村 美千彦[2]

Motoki Kudou[1]; Michihiko Nakamura[2]

[1] 東北大・理・地球物質科学; [2] 東北大・理・地球物質科学

[1] Faculty of Sci, Tohoku Univ; [2] Inst. Mineral. Petrol. Econ. Geol., Tohoku Univ.

火山噴火のダイナミクスを理解する上で、脱ガスメカニズムは中心的な問題の一つである。気泡の体積分率が十分に大きくなる比較的浅所において、接触した気泡同士を隔てるメルトフィルムが破れ、浸透流的な脱ガスが起こると同時に foam 全体が圧密して非爆発的な溶岩の流出に至るモデル“foam collapse”が提案されている (Eichelberger et al., 1984)。しかし、その具体的なメカニズム、例えば、collapse する際の foam の物性、メルトフィルムの破壊様式、応力 歪間の相関関係などは未だ十分に理解されていない。また一方で、爆発的な噴火の必要条件である破碎 (fragmentation) は同時に、foam の浸透率を増加させ脱ガスを促進する効果があることが指摘されており (e.g. Gonnermann & Manga, 2003)、メルトフィルムの破碎プロセスは噴火過程の分岐を支配していると考えられる。

そこで本研究では、気泡を含んだメルトに対する圧縮の影響を理解するために、管状シリコニット炉を用いた一気圧下での一軸性圧縮実験を行った。出発試料には、長野県和田峠産の黒曜石 (含水量約 0.7wt%) を用いた。発泡実験の基本的なデザインは、Heat and Quench Technique (例えば Liu and Zhang, 2000) に基づき、一辺約 1cm の立方体に整形した黒曜石を直径 16mm のアルミナ円筒に入れ、一定温度 (900 ~ 1000) のマッフル炉で 5分 ~ 10 分加熱し、その後、急冷する。次に自作の一軸圧縮容器の中に発泡した試料を入れ、シリコニット炉の中で再度 5分 ~ 10 分加熱しメルト化した後、焼結したパイロフィライトの蓋から荷重をかけて圧縮する。荷重は発泡試料の中心にあけた直径 2mm の穴を通じてニクロム線で吊るした錘によって負荷する。圧縮容器は、ニクロム棒で縦置シリコニット炉の上端から吊り下げる。

シリコニット炉で五分間加熱し、約 0.07MPa で圧縮した実験では、試料全体の短縮が観察でき、またその時間変化を追うことができた。圧縮による試料の変位に関しては、まず圧縮開始から 5 分間で急速に約 3 ~ 4mm 程度縮み、その後 10 分間で緩やかに約 2 ~ 3mm 縮んだ。これは気泡の持つ性質が変位とともに変化していることを示している可能性があるが、荷重をかけはじめ前の五分間の加熱・発泡によって試料上部の形状が圧縮面に対して湾曲していることが影響した可能性もあり、今後の検討を要する。さらに高発泡度であった圧縮前と発泡度が下がった圧縮後とで、試料の色が、白色から灰色に変化している様子も観察することができた。このような、軽石の発泡度と色の対応関係は天然の軽石に観察されるものと調和的である。回収試料の気泡の変形組織に注目すると、圧縮面付近の気泡は、圧縮面に平行な方向に変形しており、メルトフィルムがその方向に引き伸ばされている。一方、より試料下部の気泡は、ほとんど圧縮の効果を受けておらず、マッフル炉で最初に発泡させたときの状態を保持している (アルミナ円筒に沿った方向にやや伸張) ことがわかった。

これらの実験とは異なり、あらかじめマッフル炉でより長時間 (10 分間) 加熱し、メルトからの脱水が十分に進んでいると思われる試料に対して同じ荷重を負荷した実験では、foam の脆性破壊が起こり、火山灰状の物質が形成された。このことは、メルトの塑性破壊は、発泡による気泡の内部応力 (引張) によるだけではなく、上昇中の岩脈上部などで圧縮を受けることによって、火山灰が形成される可能性があることを示している。

本実験において、気泡の変形度が圧縮面付近に集中していたことは、Foam が巨視的には粘弾性的な性質をもつことを示唆する。しかしながら、今回の圧縮実験は、天然の系と同様の open system であり、含水メルトは時間経過に伴って拡散により脱水していく。このメルトの脱水の程度によって、気泡とメルトの粘弾性的性質が時間とともに変化する可能性があり、脱ガスメカニズム (メルトフィルムの破碎・浸透率の増加・脱ガス) に重要な影響を及ぼすことが示唆される。