

Permeable cell を用いた流紋岩質ガラスの加熱発泡実験

Vesiculation experiments of rhyolitic glasses in permeable cells

吉村 俊平[1]; 中村 美千彦[1]

Shumpei Yoshimura[1]; Michihiko Nakamura[1]

[1] 東北大・理・地球物質科学

[1] Inst. Mineral. Petrol. Econ. Geol., Tohoku Univ.

[はじめに]

流紋岩質の火山活動において、非爆発的噴火では火道内での開放系脱ガスが重要な役割を果たしていると考えられている。そのモデルとして、気泡の連結と浸透流脱ガスを組み合わせた Permeable foam model (Eichelberger et al., 1986) が提案され、代表的な作業仮説となっている。しかし気泡連結の様相や時間スケール、脱ガスと foam の圧密の関係など具体的なプロセスは殆ど解っていない。これらを解明するため、本研究では permeable cell を用いて開放系における発泡・脱ガスを実験的に再現することを試みた。発泡実験の基本的なデザインとしては含水ガラスを急過熱して水に過飽和状態のメルトを作る heat & quench 法を用いた。この方法では、個々の気泡の成長に関しては減圧発泡とほぼ同様のプロセスを再現できることが知られている (Liu & Zhang, 2000)。また、体積がほぼ一定で僅かな隙間によって外界と通じた状態を実現するため、含水ガラスのコアをナットに入れ、両側からボルトで締めて挟む構造の“ボルト・ナットセル”を新たに考案した。試料室はボルトが締まっているためほぼ一定の体積に保たれるが、ボルトとナットのねじ山の僅かな隙間により系外と通じている。

[実験方法]

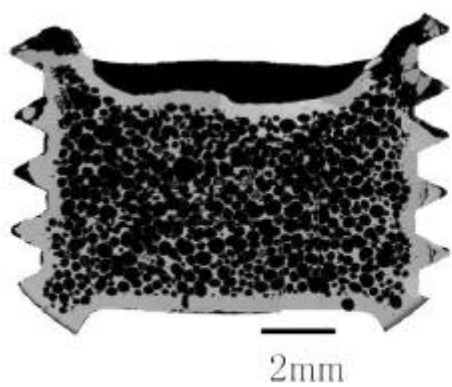
長野県和田峠産の黒曜石 (初期含水量約 1.0wt%) を円柱状に整形し、内径 10mm または 12mm のボルト・ナットセルにセットした。このとき、黒曜石の径がナットの内径と出来るだけ同じになるようにした。その後セルごとマッフル炉に入れ、1000 で 30 分から 4 日間加熱した。加熱終了後、セルを室温で冷却し、切断・断面を研磨し反射電子像を観察した。また、実験産物のガラスの一部を FT-IR で分析し、含水量を測定した。

[実験結果]

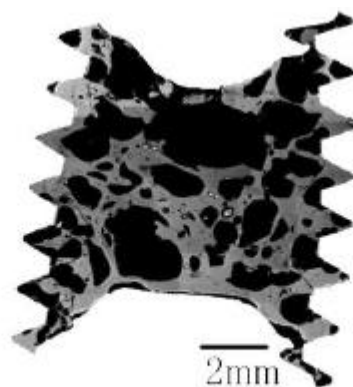
実験産物のガラスの含水量と気泡体積から急冷時の系内に残った含水量を計算し、初期含水量と比較することで水収支を計算したところ、セルの外に逃げた水の量は、ガラスコア表面からの拡散だけから予想される量の少なくとも 1.5 倍以上であった。従って、何らかの移流による脱ガスが起きたはずである。また、加熱時間と共に気泡数密度は 10^5 cm^{-3} から 10^2 cm^{-3} まで減少し、平均半径は 30 μm から 400 μm へ増大し、最大気泡半径は 72 時間でおよそ 3mm になった (図(c))。このことは気泡の連結が起きたことを示す。数密度の時間変化率をもって連結速度と定義すると、最大で試料 1cm³ あたり毎秒 9 個の気泡が連結により消滅するという結果を得た。発泡時間を変化させた実験では、一部の実験産物では浸透流脱ガスが起きたことを示す組織 (連結した気泡がねじ山の隙間に繋がっているなど: 図(b)) が観察されたが、多くの実験ではセルとの境界部分に気泡の殆ど無い緻密な周縁層が形成され、ほぼ完全に内部の foam を覆っていた (図(a))。周縁層が存在すると、内側の foam では気泡が連結して permeable な状態にあっても、試料からは拡散によってしか脱ガスが起こらないことになる。また周縁層はセル内壁の形状に対して非常に平行性が良く、時間と共に厚みが増加する傾向があった。更に、気泡の形状は殆どの実験では球形であり、気泡がねじ山まで繋がった状態が観察できる実験産物に関してのみ不定形 (連結後の形状緩和が不十分な状態) を示した。

[考察]

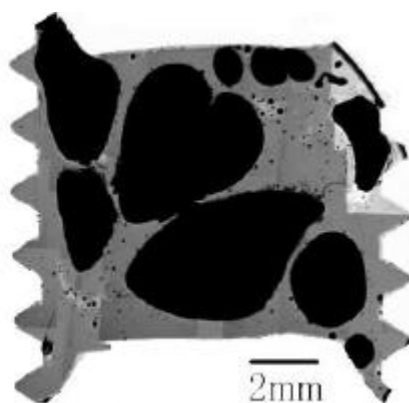
緻密な周縁層が常に形成されていたとすると、試料は常に閉鎖系に近い状態となるため、浸透流脱ガスが起きたという水収支の計算結果を説明できない。従って、セル内部では緻密な周縁層が permeable foam を覆い脱ガスが起きていない状態と、気泡が系外まで連結し浸透流脱ガスが起きる状態とがあり、それらがなんらかのメカニズムで交互に繰り返した可能性がある。これまでの実験で多くの場合に周縁層が観察されたことを考えると、前者の中に間欠的に後者の状態が現れるのかもしれない。



(a) Heating duration = 24h



(b) 48h



(c) 72h