

## ばね加圧装置を用いた流紋岩質ガラスの破断面ヒーリング機構の実験的解明 An experimental study on the mechanism of fracture healing in a rhyolitic glass using a spring pressure device

吉村 俊平<sup>1\*</sup>

YOSHIMURA, Shumpei<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学・理・自然史科学専攻

<sup>1</sup>Department of Natural History Sciences, Hokkaido University

### < 研究背景 >

珪長質マグマが流動する時、剪断応力が最大となる母岩近傍ではメルトの脆性破壊が起こり、マグマ内部に破断面ネットワークが形成される。このネットワークはマグマの開放系脱ガスを促進し、噴火ダイナミクスや火山岩組織の発達を支配するほか (Gonnermann&Manga, 2003nature; Fink, 1983GSA Spec.Pap.)、火山性地震を発生させるとも考えられている (e.g., Tuffen et al., 2003geology)。一方、破断面は次第に焼結し、ヒーリングするため、ガス通路としての機能を次第に失ってゆく。同時に、破壊面が回復することでマグマは強度を取り戻し、新たに破壊できる状態に戻る。したがって、マグマの脱ガス効率や継続時間、火山性地震の周期性を理解するには、ヒーリングのメカニズムを定量的に解明しなければならない。

この考えに基づき、Yoshimura and Nakamura (2010 JGR) では、ほぼ一定の圧力で流紋岩質メルトのヒーリング実験を行い、ヒーリング時間の温度依存性を調べるとともに、その素過程を議論した。しかし、深度(圧力)とともにヒーリング時間がどのように変化するかは明らかにされていない。そこで本研究では制御された圧力下で流紋岩質ガラスの破断面ヒーリング実験を行い、その時間を測定した。

### < 実験方法 >

本研究では、火道最上部～溶岩内部の圧力(5～100bar)を精密に制御できるばね加圧装置を開発し、実験に使用した。試料を一軸圧縮する構造で、電気炉外に置かれたばねの弾性力が金属ピストンを介して試料に加わるようになっている。マグネシア容器に流紋岩質黒曜石の円柱(初期含水量 0.65wt%)を2本導入し、5～100気圧の様々な圧力をかけながら920℃で3～6時間加熱した。円柱底面は低速度カッターによる切断面であるため、一見平らだが、10<sup>-6</sup>m程度の凹凸が細かく形成されている。この底面同士の接触部分がマグマ破断面を模擬している。実験中、試料は開放系環境にあるため、実験圧力にかかわらず、メルト表面から脱水する。一方、接触部分では、ヒーリングしたあとは表面が失われ、脱水が停止し、含水量分布は均質化してゆく。この性質を利用して、含水量プロファイルと水の拡散脱水モデルと比較することで脱水停止時刻を決定し、これをヒーリング時間とした。

### < 実験結果 >

すべての試料で接合面は焼結し、2つの円柱は一体化していた。ヒーリング時間には、2種類の圧力依存性が観察された。すなわち、30bar以上の高圧領域では、加圧応力の増加とともにヒーリング時間は単調減少し、30から100barまで増圧させると50分から4分まで低下した。一方、それより低圧では8barでも42分であり、明瞭な圧力依存性は確認されなかった。

### < 考察 >

圧力依存性に2種類のモードがある理由は、ガラスの粘性流動の駆動力が30bar程度で切り替わるためだと考えられる。ガラスのヒーリングには(1)粘性流動によって破断面の凹凸が平滑化し、原子間距離のレベルまで近づいたあと、(2)界面に化学結合が作られるという、段階的な過程が必要である(2)は構造緩和時間程度の短時間のうちに完了するのに対し(1)は長時間を要し、ヒーリング時間の大部分を占める過程である。この粘性流動は、表面張力および加圧応力によって駆動されている。もし、加圧応力>表面張力の圧力であれば、加圧応力が支配的となり、ヒーリング時間は加圧応力に依存して低下すると考えられるが、逆のときは、表面張力が支配的となり、ヒーリング時間は圧力に関係なく、一定と予想される。本実験の模擬破断面の凹凸のスケールは～10<sup>-6</sup>m、表面張力は～10<sup>-1</sup>N/mであるから (Bagdassarov et al., 2007AmMin)、表面張力による圧力は数10barと計算される (Cassidy&Gjostein, 1970JAmCeramSoc)。すなわち数10barで駆動力の切り替わりが起こることになり、本実験では、それがちょうど30bar付近であったと考えられる。

### < 天然マグマの破断面ヒーリング >

実際のマグマ破断面の凹凸のスケールを本実験と同じ10<sup>-6</sup>mと仮定すると、2つの駆動力の切り替わりは30気圧程度(13m)付近で起こることになる。それよりも浅い溶岩流内部などでは、深さに関係なくヒーリング時間はほぼ一定で、かつ長時間脱ガスが継続すると考えられるが、それ以深では深度に応じて短くなる。火道内を上昇するマグマが効

# Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SVC54-06

会場:301B

時間:5月20日 12:00-12:15

率良く脱ガスするには、多数の破断面が発生・ヒーリングを繰り返す必要があるかもしれない。また、火山性地震の発生周期は、マグマ上昇とともに長くなることが予想される。

キーワード: 破断面ヒーリング, マグマ, 流紋岩質ガラス

Keywords: fracture healing, magma, rhyolitic glass