

X線CT撮影による発泡マグマ模擬材料の破砕観察 X-ray CT observation of fragmentation of vesicular magma analogue

青木 ヤマト^{1*}; 亀田 正治¹; 津郷 光明¹; 山田 晶史¹; 市原 美恵²; 奥村 聡³; 上杉 健太郎⁴
AOKI, Yamato^{1*}; KAMEDA, Masaharu¹; TSUGO, Mitsuaki¹; YAMADA, Akihumi¹; ICHIHARA, Mie²;
OKUMURA, Satoshi³; UESUGI, Kentaro⁴

¹ 農工大・工・機シス, ² 東大・地震研, ³ 東北大・理・地学, ⁴ 高輝度光科学研究センター

¹Mech. Systems Eng., TUAT, ²ERI, Univ. of Tokyo, ³Earth Sci., Tohoku Univ., ⁴JASRI

火山の「爆発的噴火」は我々の生活に甚大な被害を及ぼす。マグマの脆性破砕によるマグマ内ガスの急激な放出が爆発的噴火を引き起こすと考えられている。そこで本研究では脆性破砕、特に、試料のバルク的な性質が流体的であるにもかかわらず固体的な挙動を示す「脆性的破砕 (brittle-like fragmentation)」(Kameda et al. JVGR 2013) に着目し、そのメカニズムを解明することを試みる。

最近、我々が行ってきた室内実験 (Shida et al. IAVCEI 2013) では、バルク粘度、ポイド率をそろえた試料でも、サイズを小さくするにつれ、脆性度 (Ichihara and Rubin JGR 2010) が比較的高い状態でないと破砕が起きないことが分かった。この実験で用いている試料は、サイズが小さくなるほど内部の気泡分布がより均一になる。このことより、脆性的破砕を引き起こす亀裂の進展は、試料内部における気泡分布の不均一な分布をきっかけに生じていると推察される。

破砕の様子を観察するにあたり、マグマを模擬する材料として、水あめを用いる。水あめの剛性率はマグマに近く、また加水及び脱水によって粘度を柔軟に調節することが可能であるため、マグマの模擬材料として適している。更に、水あめの中に過酸化水素水及び二酸化マンガンを混入し、酸素気泡を発生させることで発泡マグマを模擬している (発泡マグマ模擬材料: 以下、試料)。また破砕の発生には急減圧装置を用いる。急減圧装置は、試料を入れる圧力容器とふたの役目をするプラスチック (ルミラー) 膜から構成される。ルミラー膜にはニクロム線が貼り付けられている。圧力容器の中に試料を入れ、目標圧力まで容器内に窒素ガスを充填する。次に、ニクロム線を通電加熱し、その熱を利用しルミラー膜を破ることで急減圧を行う。試料は直径約 20 mm、高さ約 10 mm の半球状とし、粘度を 10 MPa・s~200 MPa・s の範囲で変化させた。減圧前の初期圧力は 2 MPa、減圧特性時間 (容器内圧力が初期圧力の 1/e になる時間) は約 5~7ms である。

試料の内部構造を観察するために、我々は高輝度光科学研究センター (SPring-8) のビームライン (BL20B2) にて、X線マイクロCT撮影 (0°~180°, 0.1° 毎に透過像を取得) を行い、試料の断層写真 (2048pixels × 1400pixels, 15.5 μm/pixel) を取得した。CT撮影を行うタイミングは加圧前 (大気圧下)、加圧後、及び急減圧後 (大気圧下) の3回とし、急減圧時に高速度ラジオグラフィ (100 fps) によって破砕の挙動を動的に捉えた。

以上の実験から、複数の気泡が密集している部分において破砕が生じることが分かった。これに対して、大きな気泡が孤立して存在している箇所では破砕は生じなかった。更に、バルク状態における試料の性質が流体的 (脆性度が1付近ではない) であっても、気泡密集部における連結気泡の半径比によっては破砕が生じ得ることが分かった。

キーワード: マグマ, 破砕, 急減圧, 脆性度, X線CT撮影, 気泡の不均一分布

Keywords: Magma, Fragmentation, Rapid decompression, Brittleness, X-ray CT, Non-uniform distribution of bubbles