

マグマとH₂Oフルイドの完全固溶のその場観察

In situ observation of complete miscibility between magmas and H₂O fluids

川本 竜彦[1], 松影 香子[2], 一色 麻衣子[3], 西村 光史[4]

Tatsuhiko Kawamoto[1], Kyoko Matsukage[2], Maiko Isshiki[3], Koshi Nishimura[4]

[1] 京大・理・地球熱学・別府温泉, [2] 茨城大理・地球, [3] SPring-8/JASRI, [4] 京大・理・地球熱学

[1] Inst. for Geothermal Sciences, Kyoto Univ., [2] Department of Environmental Science, Ibaraki Univ., [3] SPring-8/JASRI

<http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/InetHome/kawamoto/>

1 はじめに

高温高压条件での水を含んだマグマ（ケイ酸塩溶融体）の化学構造を知ることは地球惑星の物質進化における最も基本的な問題である。地球内部でマグマが発生する場合、多かれ少なかれマグマ中にはH₂Oが含まれる。H₂Oはソリダス温度を低下させるだけではなく、シリケイトを多く溶かし込む。最近、アルバイトメルトなどのシリケイトメルトとH₂Oの混和現象が報告されている(Shen and Keppler 1995 Nature, Bureau and Keppler 1999 Earth Planet Sci Lett)。このような混和現象が地球内部でも起こっているとすると、ソリダス温度の定義を変更する必要がある。すなわち、H₂O中に急激にシリケイト成分が溶け込む温度が重要になってくるだろう。私達は外熱式ダイヤモンドアンビルセルを利用して、天然の安山岩と流紋岩とH₂Oとの間での完全混和現象を発見したので報告する。

2 実験の道具

バセット型外熱式ダイヤモンドアンビルセルは、ダイヤモンド全体を加熱するため、結果として試料全体を均一に加熱することができる(Bassett et al., 1993, Rev Sci Instrum)。1050よりも低温では容易に実験を行うことが可能である。ガスカートには高温で変形の少ないと考えられるレニウムを使用している。実験圧力は、実験室ではH₂Oの状態方程式を用いて推定しており、約2GPa以下である。現在、私達はスプリング8の放射光X線を用いても同様の実験を行っており、金の状態方程式を用いて圧力を決定している。具体的な実験デザインは以下のように行っている：BL04B2ビームラインにおいて、0.5GPaから5GPa、500から1050の圧力温度範囲において、バセット型外熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いてその場観察を可視光で行うと同時に、X線回折実験を行った。各温度、圧力条件に保ち、直径40ミクロンないし100ミクロンに絞ったX線を3分間試料に照射し、イメージングプレートに記録し、金の格子状数を求めた。温度はクロメルアルメル熱電対を用いてモニターし制御した。熱電対はNaNO₃, CsCl, とNaClの大気圧での融解温度を用いて校正した。試料内の温度勾配は数以内であると考えている。

3 結果

富士火山の1707年の噴出物であるカルクアルカリ岩質安山岩（試料名Ho-II：61.9 wt.% SiO₂, 1% TiO₂, 17.1% Al₂O₃, 6.3% FeO*, 2.4% MgO, 5.7% CaO, 3.8% Na₂O, 1.8% K₂O）に2wt.%の水を加えたガラスをピストンシリンダーで作成した。このガラス片を水とともにDACに封入し加熱した。約1GPa、950で、ほぼ完全な一相の流体がえられ、圧力の低下に伴って全体がパール状に「もやもや」し二相に分離した。臨界現象は圧力増加とともに低温で起こると考えられる(Shen and Keppler 1995 Nature, Bureau and Keppler 1999 Earth Planet Sci Lett)。つまり、1GPa（およそ30km）よりも深く950よりも高温のところでは、H₂Oを含んだ安山岩質メルトとシリケイトを溶かし込んだH₂Oフルイドの区別はなくなる。また、流紋岩(69% SiO₂)は、より低い温度でH₂O完全混和する。このことは、これまで単純系でシリカ量と臨界温度が逆比例すると提案されてきたやや強引な仮説(Bureau and Keppler 1999 Earth Planet Sci Lett)とは異なる結果である。

講演ではビデオテープによりマグマとH₂Oフルイドの間の超臨界現象が如何に動的であるかをお見せして、マグマやフルイドのその場観察法の面白さの一端を示したい。