

SCG060-05

会場:302

時間:5月25日 09:30-09:45

マルチアンビル型高温高压発生装置を用いた蛍光 X 線分析によるマグマと水流体の間の元素分配に与える圧力と塩濃度の影響 Effects of pressure and salinity on partitioning between magma and aqueous fluids at HTHP

川本 竜彦^{1*}, 三部 賢治², 黒岩 健一¹, 小木曾 哲³
Tatsuhiko Kawamoto^{1*}, Kenji Mibe², Ken'iti Kuroiwa¹, Tetsu Kogiso³

¹ 京都大学理学研究科地球熱学, ² 東京大学地震研究所, ³ 京都大学人間・環境学研究科
¹Inst. Geothermal Sci., Kyoto Univ., ²ERI, Univ. Tokyo, ³Human & Environment Studies, Kyoto Univ.

背景

マグマと水流体は沈み込み帯に存在する主要な流体で、両者の微量成分元素の分配を知ることは、沈み込み帯での元素移動を理解する上で鍵になる。そのため、1970年代以降、両者の間の元素分配を決定するための急冷回収実験が行われてきた。水流体に溶け込んでいた溶質を急冷回収することが難しいため、急冷回収実験で報告されているデータは、お互い異なっている場合がほとんどで、原因として実験・分析方法が異なるためと考えられている。近年、放射光 X 線マイクロビームを用いた蛍光 X 線局所分析が可能になり、高温高压条件でのマグマと水流体の微量成分のその場分析が可能になってきた。これまで、フランスとドイツの研究者達を中心になって、ダイヤモンドアンビルセルを用いて成果を出し始めている。私たちは、外熱式ダイヤモンドアンビルセルよりも容易により高い温度・より高い圧力条件を出せるマルチアンビル型高温高压発生装置を用いて、共存するマグマと水流体の間での元素分配の実験を行っている。

手法

大型放射光実験設備 SPring-8 の BL04B1 に設置されている川井型マルチアンビル高温高压発生装置 SPEED1500 を使用した。入射 X 線に対し 6 度の角度で SSD 検出器を置いて蛍光 X 線を測定した。元素は入射 X 線の強度特性と検出器とのマッチングにより最適化されているエネルギー領域にある、Cs、Ba、希土類元素などを狙った。ケイ酸塩試料に元素化合物（多くは酸化物で、まれに水酸化物とケイ酸塩鉱物）を混合し、100 ないし 250 ミクロン x 100 ないし 250 ミクロン x 1.3 ないし 0.6mm (X 線の透過方向) の空間に対して分析を行った。高温高压条件では水を 50 ないし 70 重量%、二酸化炭素を 1 ないし 3% 含む。スペクトルの採取時間は 50 分で、メルトと流体部分を交互に測定する。

結果

実験は高 Mg 安山岩と水または塩水を用いて、1 万気圧、1.5 万気圧、2 万気圧、2.2 万気圧で行った。X 線は連続 X 線と微量成分元素の特性 X 線からなるが、その連続 X 線の強度はマグマの方が水流体よりも常に高い。しかし、圧力が 1 万気圧から 2.2 万気圧に変化する間に、その差は徐々に小さくなって行く。このことは、圧力があがるにつれて、水流体に溶け込むマグマ成分が増加していることを示している。また、塩水を用いた実験の方が、連続 X 線の強度比が 1 万気圧と 1.5 万気圧では小さく、2 万気圧、2.2 万気圧では、純水・塩水を用いた両実験に差はなくなる。低圧条件では、純水よりも塩水に、マグマ成分がより多く溶け込んでいることを示していると考えられる。

純水を用いた実験では、1 万気圧ではドーブした微量成分は、ほぼすべてマグマに分配される。1.5 万気圧で Cs が水流体に分配され始める。2 万気圧、2.2 万気圧では、Cs に加え少量の Ba が流体にすこしだけ分配される。2.2 万気圧では La が水流体にすこしだけ分配される。一方、塩水を用いた実験では、1 万気圧で、すでに Cs と Ba が水流体に分配される。2 万気圧、2.2 万気圧で La がこれに少量加わる。

結論

マグマと塩水流体が分離する時、アルカリ元素 (Cs) と 2 価の元素 (Ba) の一部と 3 価の元素 (La) のごく一部は塩水流体に分配され、2 価の元素の多くと 3 価の元素のほとんどはマグマに分配される。Keppler (1996, Nature) は急冷回収実験データをもとに、「スラブ流体が塩水でなければ、沈み込み帯マグマを特徴づける微量成分元素をスラブからマントルウェッジに運んで来られない」と提案した。急冷回収実験で流体組成の推定は困難と想像するのは容易である。しかし、その場観察実験を行なった結果、大まかには Keppler の実験と近い結果を得た。このことは、定性的には彼の結論を変更する必要はないことを示している。すなわち、スラブ流体は塩水であると考えた方がよい。今後、塩濃度やそのほかのケイ酸塩濃度について、より理解が進むと考える。

本実験によって、圧力と塩濃度が与えるこれらの微量成分元素のマグマと水流体の間の元素分配を理解することができつつある。これらの実験結果が沈み込み帯での元素移動やマグマの生成に与える意味を考えたい。

キーワード: 水, マグマ, 高温高圧, 元素分配, 放射光 X 線, 沈み込み帯

Keywords: water, magma, high-pressure and high-temperature, elemental partition, synchrotron X-ray, subduction zone