岩石融解実験における酸素フュガシティの影響

Effect of fO_2 on high-pressure melting experiments

東宮 昭彦 [1]

Akihiko Tomiya [1]

[1] 地調・地殻熱部

[1] Geothermal Res. Dept., GSJ

<http://www.aist.go.jp/GSJ/~tomiya/tomiya.html>

有珠火山1663年噴出物のマグマ溜まりの深さを岩石融解実験で決定した東宮（1995）について、一部 fO_2 制御していなかった点を補う追加実験を行なうとともに、 fO_2 が実験結果に与える影響を評価した。NNO, MNO, unbufferedの3タイプの実験を行なった結果、斜方輝石等Feを含む鉱物のリキダスは fO_2 によって変化したが、有珠火山マグマ溜まりの深さの推定値自体は東宮（1995）と変わらなかった。また、熱力学的モデル計算結果（MELTS; Ghiorso et al., 1995）と実験結果とを比較したところ、モデルは含水鉱物晶出を正しく再現できないことがわかった。

<はじめに>

岩石融解実験によって試料岩石の相平衡図を描き、マグマ溜まりの温度・圧力、各鉱物の晶出順序、含水量などを議論することが行なわれてきた。筆者も有珠火山の1663年噴出物であるUs-b軽石（流紋岩質）について、実験岩石学的手法を用いてマグマ溜まりの深さの推定を行なってきた。この実験結果については東宮（1995）などで既に発表してきたが、実験の一部が fO_2 制御されていないという問題点もあった。そこで、1997~98年にかけて新たに fO_2 制御した追加実験（2kb：750, 800, 850，1kb：850, 900）を行なった。その結果についての報告を行なうと共に、熱力学的モデルを用いて相平衡図を数値的に描けるプログラム「MELTS」（Ghiorso et al., 1995）の計算結果との比較についても報告する。

<有珠火山についての（追加）実験結果>

Us-b軽石は、斑晶として斜長石+斜方輝石+鉄チタン酸化物を含み、斑晶の量 5%、斜長石組成An₄₂₋₄₄、噴出温度780， fO_2 NNOである（Tomiya & Takahashi, 1995）。この状態を岩石融解実験で再現できる圧力を求めることが主目的である。追加実験は、それまでと同様に東工大理学部の内熱式ガス圧装置SMC-2000を用い、 fO_2 制御に関してはNNO-buffered, MNO-buffered, unbufferedの3タイプの実験を行なった。

fO_2 -bufferとしては固体bufferを用いた。buffer剤としては、NNOはNi & NiOの粉末+水、MNOはMnO & Mn₃O₄の粉末+水を用いている。試料封入のカプセルとしては、NNOはトリプル（inner: AgPd, middle: Pt, outer: Au）、MNOはダブル（inner: AgPd, outer: Au）、unbufferedはシングル（AgPd）のものを用いた。カプセルの直径（外径）はinnerが2.3mm, middleが3mm, outerが5mmである。いずれもinner内部に試料粉末、outer内部にbuffer剤を封入している。3タイプのカプセルは同時に実験され、 fO_2 の違いによる効果のみを比較できるようにした。

実験の結果、斜長石のリキダスは fO_2 によって（NNOとMNOとの違いによって）ほとんど変わらないのに対し、斜方輝石等Feを含む鉱物のリキダスは fO_2 によって変化した。また、これに伴いより低温で晶出する石英のリキダスも変化した。これらはメルト中のFe²⁺とFe³⁺の活動度が fO_2 によって大きく異なるために起こると考えられる。なお、unbufferedのカプセルの結果はMNOにほぼ近い結果を与えた。従って、SMC-2000の圧力容器内部（圧媒はアルゴンガス）の fO_2 は、本実験の条件ではMNOに近い酸化的なものであったと考えられる。

有珠火山マグマ溜まりの深さの推定には、上記実験結果のうちNNO-bufferedの実験結果を適用した。始めの方で述べたUs-bの状態を全て満足するのは、PH₂O 2.5kb、深さにして10km程度のときであった。この結果は、既発表の結果（東宮, 1995）と変わらない。これは、東宮（1995）においてもcriticalな実験条件ではNNO-bufferを用いていたためである。なお、もし仮にMNO-bufferedによる実験結果を適用しようとするUs-b条件は再現できなかった。相平衡を議論する上で fO_2 制御は非常に重要であることがわかる。

<MELTSによる計算結果と融解実験結果との比較について>

Us-b軽石組成について、実際の融解実験結果とMELTSによる熱力学的モデル計算結果とを比較した。モデル計算結果は一部実験を再現できず、その定量性にはまだ問題があることがわかった。これは、MELTSが含水鉱物についてはモデル化が未完成であるためと考えられる。なお、無水鉱物のみ晶出する領域については、計算と実験の結果は比較的良い一致を見た。MELTSを改良するためにも、データ不足を補うための実験が今後も必要であろう。