

バセット型外熱式水熱合成ダイヤモンドアンビルセル：含水マグマの高温度高圧力条件下でのその場観察をめざして

Basset Type Externally Heated Hydrothermal Diamond Anvil Cell: a New Tool for In situ Observation of Hydrous Magmas

川本 竜彦 [1], ハンス ケプラー [2]

Tatsuhiko Kawamoto [1], Hans Keppler [2]

[1] 京大・理・地球熱学, [2] バイエルン地球研

[1] Inst. for Geothermal Sciences, Kyoto Univ., [2] BGI

バセット型外熱式水熱合成ダイヤモンドアンビルセルは含水マグマの高温度高圧力条件下でのその場観察をめざす上で有効な道具である

解きたい問題

地球上のマグマは多かれ少なかれ必ず水を含んでおり、高温度高圧力条件下での水の化学組成と含水マグマ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。マンツルの比較的浅いところで(約 1 GPa)生成される水を含んだマグマの化学組成は玄武岩ないし安山岩質である。一方、より深いところで(約 5 GPa 以深)生成されるマグマはコマチアイトないしキンパーライト質である(Inoue and Sawamoto, 1992, High Pressure Research)。これら実験結果は、水を含んだマグマの構造が圧力増加に伴って変化することを示している。地球深部の温度圧力条件下での水を含んだマグマの直接観察を行い、含水マグマ構造を解明する手だてとしたい。

新しい道具

外熱式水熱合成ダイヤモンドアンビルセルは日本の地球科学分野ではあまり広く使われてこなかった。なぜならば温度と圧力の到達範囲がレバー式セルにレーザー光を用いて加熱する方法に比べ格段に小さいからだろう。外熱式ダイヤモンドアンビルセルの到達温度に関しては1993年にアメリカ合衆国のコーネル大学のバセット博士が新しい型を開発し最高到達温度1200 をうたって以降(Basset et al., 1993, Rev. Sci. Instr.)、スウェーデンのウプサラ大学のサクセナ博士のグループではルーチンで1400 を達成する(Saxena et al., 1998, AGU Fall Meeting Abstr. 836, Dubrovinsky 1999 私信)など進歩が見られる。本ポスターで紹介するバセット型外熱式水熱合成ダイヤモンドアンビルセルは、水を圧力媒体とするための高い静水圧性と、ダイヤモンド全体を加熱するため小さな温度勾配を有することを特長とする。本装置は本家のコーネルを始め、パイロイト、ケンブリッジ、グルノーブル、プリストルなどでも地球科学分野に導入されている。特に、バイエルン地球研究所では、各種シリケート-水系の臨界温度・圧力の決定を行い成果を上げてきている(Shen and Keppler 1997 Nature, Bureu and Keppler, 1998 EPSL)。発表者の一人川本は別府市にある地球熱学研究施設でもこのセルを用いて実験を行う準備を整えている。本ポスターでは、この日本ではあまり馴染みのないセルの有効性と制約条件について紹介したい。

温度制御

ダイヤモンドはそれぞれタングステンカーバイト製の台座にセラミクスセメントで接着固定されている。この台座の周りに0.25mm径のモリブデン線を6ないし7回巻き、この線に直流電流を流すことによって温度を上げる。温度は二つのダイヤモンドにそれぞれ接触させたクロメル-アルメル型熱伝対を用いて測定する。それぞれのダイヤモンドの温度が一定になるように、直流電流値をコントロールする。温度の較正はNaNO₃(307)、CsCl(645)、NaCl(801)の融解点を用いて大気圧下で行う。認められる標準物質の融解点との温度差は数以下である。セルの内部にアルゴン-水素(1%あるいは2%)の不活性ガスを流すことでダイヤモンドとセルを構成する金属の酸化を防いでいる。ダイヤモンドは1050 を超えると急速にグラファイト化するので、1050 より高温度は短時間に実験を終えるが、ダイヤモンドを犠牲にする覚悟が必要である。1000 よりも低温では比較的容易に実験を行うことが可能である。

圧力制御

2.5 GPaまでの圧力は水の状態方程式を用いて計算することが出来る。レニウムガasketに開けた穴の形状・厚さは予備加熱・冷却を繰り返すことによって、その温度以下において一定化する。このようにガasketを安定化した後、本実験を行うことにより、ガasketの穴の体積は一定とすることができる。水の密度はガasketに封入した空気泡と水の均質化温度、あるいは、氷の融解点を測定することによって求める。この手法によって2.5 GPaまでの圧力範囲内であれば、任意の温度下での圧力を計算することが出来る。2.5 GPa以上の圧力範囲での高温度条件下における圧力測定に関しては金などを用いた格子定数測定などが必要となるだろう。