

脱水流体の石英への包有の再現実験

Synthetic aqueous inclusions of dehydrated fluids from hydrated minerals

大井 修吾^{1*}, 小木曾 哲¹, 三宅 亮²

Shugo Ohi^{1*}, Tetsu Kogiso¹, Akira Miyake²

¹ 京都大学 人環, ² 京都大学 理

¹Kyoto university HES, ²Kyoto university Science

はじめに

沈み込み帯でのマグマの生成や地震の発生に、沈み込むプレート(スラブ)に由来するH₂O主体の流体が重要な関与をしている。近年、深部流体の形成深度と流体の化学組成には相関があるという見解が示され、化学組成から沈み込み帯における流体が解釈できる可能性が示唆された。そのため、流体包有物の化学組成に着目した分析が行われるようになったが、包有された流体の起源などに関する具体的な証拠は、不足している状態である。そこで、実際に脱水流体を観察・分析することで流体の挙動を把握する必要がある。

天然試料中において、流体は鉱物に包有された状態(流体包有物)として観察される。含水鉱物の脱水流体から流体包有物を合成し、その化学組成を定量的に評価することができれば、天然における流体の挙動を把握することができるはずである。そこで本研究では、天然における流体の挙動を再現する実験の第一歩として、流体包有物合成実験により含水鉱物から脱水された流体を鉱物中に包有することを目的として行う。

先行研究

Sterner and Bodnar (1984) は、内熱式ガス圧装置を用いて石英のクラックヒーリング実験を行い、石英中に化学組成をコントロールしたH₂O中心の流体を包有することに成功している。それ以降、流体包有物合成実験が盛んに行われるようになったが、含水鉱物から脱水した流体に着目した流体包有物合成実験はまだない。

一方、脱水流体に着目した研究例として、Kogiso et al. (1997) が挙げられる。Kogiso et al. (1997) は含水サンプルに穴の空いたPt箔で包み、脱水実験中に穴から水が抜けさせ、実験前後の固体物質の化学組成の変化から流体に含まれる微量元素の化学組成を推定した。

上記の先行研究を参考に、本研究では、石英のクラックヒーリングにより、脱水流体の流体包有物を作成した。

実験手法

出発物質の石英には、ブラジル産の石英単結晶を用いた。石英単結晶をおよそ1mm × 1mm × 2mmの大きさに切り、クラックや包有物の含まれていない試料を選択した。その後、350℃に加熱した状態から、純水中に入れて急冷することにより、石英中にクラックを入れた。クラックの入った石英を、真空中の150℃で一晩乾燥させて、出発物質とした。

この石英を、まずは(実験1)純水とともに白金カプセルに封入して、Sterner and Bodnar (1984)の実験を再現できるのかを検証した。その後、(実験2)含水鉱物としてMg(OH)₂とともに封入して実験を行った。また、石英とMg(OH)₂が直接反応する場合も考え、(実験3)針で穴をあけた白金箔(厚さ0.0025mm)に石英を包んだ後にMg(OH)₂と封入した実験も行った。白金カプセルは内径1.8mm、長さ5mmを用い、ピストンシリンダーを用いて800℃、1GPaで3時間保持した。その後に厚さ100um~200um程度の厚片を作成して流体包有物の観察を行った。観察には偏光顕微鏡およびエネルギー分散型検出器を備えた走査型電子顕微鏡を用いた。

結果・考察

(1) 石英と純水を封入した合成実験の結果5um程度の大きさの流体の包有を石英中に観察した。これにより、ピストンシリンダーを用いた実験でSterner and Bodnar (1984)の実験を再現できることを確認した。

(2) 続いて、石英とMg(OH)₂を封入した合成実験の結果、石英の周囲約100~200umを取り囲むようにMg₂SiO₄の多結晶体が晶出し、その外側にMgOもしくはMg(OH)₂が観察できた。また石英とMg₂SiO₄の粒間に少量のMgSiO₃の晶出も観察できた。このことから、Mg(OH)₂と石英が反応して、Mg₂SiO₄およびMgSiO₃が晶出したことがわかった。また石英中には5~15um程度の大きさの流体包有物が面状に分布しているのが観察できた。

(3) 石英にPt箔を包んだ実験では、穴部分およびPt箔の破れた箇所少量のMg₂SiO₄の晶出が観察できたが、それを覗けばほとんど石英とMg(OH)₂は反応していなかった。また石英中には5~15um程度の大きさの流体包有物が面状に分布しているのが観察できた。

結論

本研究によりはじめて、含水鉱物の脱水による流体包有物の合成が成功した。ただし、流体の化学組成を定量的に評価するには、より大きな流体包有物を作成する必要がある。今後は温度・圧力・時間に関する実験条件を変化させ、より大きな粒径の流体包有物の合成ができるよう工夫する必要がある。また、石英との反応による影響もより小さくする工夫も必要となる。

キーワード: 流体包有物, 脱水流体, 合成実験, ピストンシリンダー

Keywords: fluid inclusion, dehydrated fluid, synthetic experiment, piston cylinder