

## 顕微ラマン分光法による二酸化炭素流体包有物の高精度密度測定：マントル鉱物変形の新たなプローブ

Density determination of fluid inclusions using micro Raman spectroscopy: a new probe for the deformation of mantle minerals

# 鍵 裕之[1], 山本 順司[2], 川上 曜子[1]

# Hiroyuki Kagi[1], Junji Yamamoto[2], Yoko Kawakami[3]

[1] 東大院・理・地殻化学, [2] 東工大・地球惑星科学

[1] Lab. Earthquake Chem., Grad. School Sci. Univ. Tokyo, [2] Earth Planet. Sci., TITech, [3] Lab. Earthquake Chem., Grad. School Sci. Univ. Tokyo,

<http://www.eqchem.s.u-tokyo.ac.jp>

マントル起源の岩石に含まれる包有物には大きな残留圧力が観測される。例えばダイヤモンドに含まれるインクルージョンにはギガパスカル(GPa)オーダーの圧力が残されている。マントル捕獲岩を構成する鉱物に含まれる二酸化炭素を主成分とする流体包有物にも 100 気圧オーダーの圧力が残され、二酸化炭素は液体として観測されることが知られている。マントル捕獲岩に含まれる二酸化炭素の残留圧力を測定することによって、捕獲岩がホストマグマにに取り込まれた深さを知ることができる。さらに同一岩石中の鉱物間で残留圧力を比較することによって、鉱物間の塑性変形の程度を比較することも可能である(Yamamoto et al., EPSL 198, 511-519, 2002)。我々はこのような問題意識を持ちながら、マントル捕獲岩に含まれる二酸化炭素包有物の残留圧力(密度)を顕微ラマン分光法によって、高分解能かつ高精度で測定する方法の開発を行った。顕微ラマン分光法はレーザーの高指向性を利用した測定法で、1ミクロンの流体包有物からスペクトルを測定することができる手法である。これまで二酸化炭素流体包有物の密度測定は microthermometry による均質化温度測定によっていたが、測定対象となる流体包有物のサイズが5ミクロン程度以上に、また測定可能な二酸化炭素流体の密度は約 0.8g/cm<sup>3</sup> 以上に限定されていた。本研究はこのような隘路を打開しようとするものである。

二酸化炭素のラマンスペクトルを測定すると、二酸化炭素分子の振動に起因するピークが波数 1388 と 1286 に観測される。これらのピークの間隔は二酸化炭素の密度と正の相関を持つことが知られている。そこで我々はラマンスペクトルと二酸化炭素の密度との相関を広範囲で決定する目的で、高圧セルを用いて二酸化炭素流体のラマンスペクトルを測定した。その結果、ラマンスペクトルによって二酸化炭素流体の密度が 0.1 から 1.21 g/cm<sup>3</sup> という広い範囲で正確に決定可能であることがわかった。またマントル捕獲岩中の流体包有物に対して測定を行ったところ、1ミクロンの流体包有物についても密度の測定を行うことができることを確認した。

そこで極東ロシアのマントル捕獲岩(スピネルレルゾライト)と隠岐島後の捕獲岩(グラニュライト及びスピネルレルゾライト)を対象にして、二酸化炭素流体包有物の密度を顕微ラマン分光法によって測定した。これらの試料すべてにおいて、かんらん石中の二酸化炭素包有物は、斜方輝石と単斜輝石に含まれる流体包有物よりも有意に低い密度を持つことがわかった。このことはかんらん石が捕獲岩の冷却過程でより大きく塑性変形し、流体の持つ圧力(密度)が低下したことを示唆している。また、極東ロシアのスピネルレルゾライトと隠岐島後のスピネルレルゾライトの包有物を比較すると、前者が大きな密度を持つことがわかった。このことは極東ロシアのスピネルレルゾライトがより深い場所から捕獲されたことを示唆する。ラマン分光法から得られた流体包有物の密度に輝石温度計によって得られた平衡温度を考慮に入れると、極東ロシアのレルゾライトは約 38km、隠岐島後のレルゾライトは約 28km から捕獲されたことがわかる。一方、かんらん石と輝石との密度差は極東ロシアの方が隠岐島後の試料よりも大きいことがわかり、両者でマントル鉱物の塑性変形の程度が大きく異なることがわかった。今後、マントル鉱物中の流体包有物の密度を詳細に測定することにより、マントル中での岩石変形の理解がより進むことが期待される。