

ラマン分光法によるオリビン包有物の組成 (Mg#) と残留圧力の同時決定

Simultaneous determination of Mg# and residual pressure in olivine using micro-Raman spectroscopy

安塚 孝治 [1]; 石橋 秀巳 [1]; 荒川 雅 [1]; 山本 順司 [2]; 鍵 裕之 [1]

Takaharu Yasuzuka[1]; Hidemi Ishibashi[1]; Masashi Arakawa[1]; Junji Yamamoto[2]; Hiroyuki Kagi[1]

[1] 東大院・理・地殻化学; [2] 京大 地球熱学研究施設

[1] Geochem. Lab., Grad. School Sci. Univ. Tokyo; [2] BGRL

ダイヤモンドの成因を理解することは、地球科学の重要なテーマの一つである。ダイヤモンド中にはしばしば、その生成過程で周囲の鉱物を取り込んだ包有物がみられる。包有物としてみられる鉱物の中に、地球の上部マントルの主要構成鉱物の一つである Fe-Mg オリビンがある。オリビン包有物の Mg# [= 100Mg/(Mg+Fe)] は、その起源マントルの化学組成の示標となる。また、その内部圧力はダイヤモンドが形成された深さに関する情報を有する。そのため、オリビン包有物の組成や圧力を決定することは、ダイヤモンドの形成環境を推察する上で重要である。

ラマン分光法は、鉱物の構造、相、組成、状態等に関する情報を与えてくれる。加えて顕微ラマン分光法には (1) 非破壊分析が可能であることや、(2) プローブ光の焦点位置を変えることで、包有物のような非露出の微小領域の測定が可能であることなどの利点がある。このため、岩石学、鉱物学の分野で近年、この手法は広く用いられている。オリビンのラマンスペクトルは組成と残留圧力に依存して変化するので、その関係を理解することによって、オリビンの組成と残留圧力のラマン分光学的な同時決定が可能であると期待できる。常圧下では、オリビンのラマンピークの波数と Mg# を関連づける試みが盛んになされている (eg., Kuebler et al., 2006; Mouri & Enami, 2008)。一方、圧力依存性に関しては、ごく限られた組成のオリビンについて研究されているのみで、ピーク波数の圧力依存性が組成にどのように依存するかは未だ検討されていない。そこで本研究では、オリビンのラマンスペクトルの組成・圧力依存性を系統的に検討した。

本研究では、組成が既知のオリビン (Mg# 70-100) をダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用いて常圧から 8 GPa 程度まで加圧し、ラマンスペクトルの高圧下その場測定を行った。測定には顕微ラマン分光測定装置を用い、Ar イオンレーザー (514.5 nm) によってサンプルを励起し、発生したラマン後方散乱光を分光して、CCD カメラによってスペクトルを得た。ネオンランプを用いた逐次波数校正を行い、得られたスペクトルは GRAMS プログラム (Thermo electron Co. Ltd.) を用いてローレンツ曲線にフィッティングし、ピークの波数を 0.05 cm^{-1} の精度で決定した (Odake et al., 2008)。

本研究では $700\text{-}1050 \text{ cm}^{-1}$ の波数領域に見られる 5 つのピークに注目した。824, 857, 882, 920, 966 cm^{-1} 付近にみられるピークをそれぞれ p1, p2, p3, p4, p5 と名付けた。異なる組成のオリビンサンプルについてそれぞれ実験を行い、各ピークの波数の圧力依存性を決定した。その結果、すべてのピークにおいて圧力と波数の間に、線形な正の相関関係がみられた。波数の圧力に対する増加率 k は、フォルステライトの場合 p1, p2, p3, p4, p5 についてそれぞれ 3.30, 3.28, 3.07, 2.99, $5.37 \text{ cm}^{-1}/\text{GPa}$ 程度であった。 k 値の組成依存性を検討したところ、Mg# の増加に対して k 値は、p2 については増加する傾向が、p3, p4, p5 については減少する傾向が見られた。p1 については k 値と Mg# の間に明瞭な相関は見られなかった。これらの結果を用いて、各ピークの波数を Mg# と残留圧力の関数として定式化した。この関数を用いることで、天然から産出されたダイヤモンド中のオリビンのラマンスペクトルから、ダイヤモンド形成場であるマントルの深さと組成を推定できる。