

オリビンの偏光ラマンスペクトルと結晶方位との関係の定量化

Relationship between polarized Raman spectra and crystallographic orientations of olivine

石橋 秀巳 [1]; 荒川 雅 [1]; 鍵 裕之 [1]

Hidemi Ishibashi[1]; Masashi Arakawa[1]; Hiroyuki Kagi[1]

[1] 東大院・理・地殻化学

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

上部マントルの主要構成鉱物であるオリビンの結晶方位分布は塑性変形条件に依存するために、マントルのダイナミクスに関する本質的な情報を有している。それ故、マントルの変形流動に関する岩石学的研究を行ううえで、オリビンの結晶方位決定は重要である。ところで、オリビンの偏光ラマンスペクトルは、その結晶方位に依存して著しく変化する。このことから、オリビンのラマンスペクトルの結晶方位依存性を理解することによって、ラマン分光学的な結晶方位決定が実現可能であると考えられる。そこで本研究では自形のオリビン単結晶について様々な結晶方位で測定した偏光ラマンスペクトルを比較し、偏光ラマンスペクトルパターンの結晶方位依存性を定量的に検討した。

ラマンスペクトルは、東京大学地殻化学実験施設の顕微ラマン分光測定装置を用いて測定した。本装置では Ar イオンレーザー (514.5 nm, 543-AP-A01; Melles Griot) からの偏光によって励起したラマン後方散乱光を、偏光フィルターを通した後に CCD カメラ (1024 x 128 pixels, DU-401A-BR-DD; Andor Technology) によって分光器 (500is; Chromex) に取り込み、偏光スペクトルを取得する。偏光フィルターの方向は四塩化炭素流体を用いて調整し、偏光フィルターが入射偏光レーザーと平行な場合 (パラレルモード) と直交する場合 (クロスモード) について測定を行った。得られたラマンピークは 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、ピークの波数と強度を精密に決定した。

本研究で測定を行った 400-1000 cm^{-1} の波数領域では 10 本のラマンピークが観測された。レーザー入射方向および偏光方向がオリビンの結晶軸方向と一致する条件下では、これらのラマンピークのうち 552, 609, 823, 855, 964 cm^{-1} の 5 つのピークはパラレルモードのみで、440, 584, 837, 865, 881, and 919 cm^{-1} のピークはクロスモードのみで観測できる。前者は Ag モード、後者は B_{xg} モード (x=1, 2, 3) にそれぞれ対応する。パラレルモードでは、823, 855, 964 cm^{-1} の 3 つのピークは結晶方位によらず観測できるが、552, 609 cm^{-1} の 2 つのピークについては結晶方位に依存していずれかのピークのみが観測できる。

クロスモードで観測できるピークの組み合わせは励起レーザーの入射方向に依存して変化し、837, 865 cm^{-1} の 2 つのピークはレーザー入射方向が c 軸方向と平行なとき、881 cm^{-1} のピークは b 軸と平行なとき、919 cm^{-1} のピークは a 軸と平行なときにそれぞれ観測できる。440 cm^{-1} のピークはレーザー入射方向が a 軸と平行なときを除いて観測でき、584 cm^{-1} のピークは常に観測できる。一方で偏光方向のいずれかが結晶軸方向と一致しない場合、Ag モードと B_{xg} モードのピークは混在して観測される。

これらのピークの相対強度は結晶方位に依存して著しく変化する。たとえば 855 cm^{-1} のピークに対する 823 cm^{-1} のピークの相対強度は、レーザー入射軸と偏光方向がそれぞれ c 軸、a 軸と平行なときに最大となり、それぞれ b 軸、a 軸、または a 軸、b 軸と平行な場合に最小となる。このような相対強度の変化の原因は、分極率の結晶方位依存変化と考えられる。そこで分極テンソルの観点から、相対強度と結晶方位の関係について定量的検討を行う。