

ラマン分光法による二酸化炭素の炭素同位体の測定：マントル捕獲岩中の流体包有物への適用

Carbon isotope analysis of carbon dioxide using Raman Spectroscopy: Application to fluid inclusions in mantle xenolith

吉岡 貴浩^{1*}, 山本 順司², 水上 知行³, 荒井 章司³

Takahiro Yoshioka^{1*}, Junji Yamamoto², Tomoyuki Mizukami³, Shoji Arai³

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, ² 北海道大学総合博物館, ³ 金沢大学自然システム学系地球学コース

¹Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, ²The Hokkaido University Museum,

³Department of Earth Sciences, Kanazawa University

マントル由来の岩石には炭素が含まれていることが知られており、その炭素同位体の情報から地球内部の炭素循環の議論がなされてきた。岩石中に含まれる炭素の一形態として、二酸化炭素を主成分とする流体包有物が存在することが知られている。従来、岩石中の炭素同位体組成は加熱や粉砕によって放出される炭素を質量分析計により測定し得られてきたが、Arakawa et al. (2007, Applied Spectroscopy) により、ラマン分光法による二酸化炭素の炭素同位体比の測定の可能性が示された。この手法が確立されれば、非破壊で簡便に個々の流体包有物の炭素同位体比を測定できることになる。

本研究では、Arakawa et al. で挙げられた問題点を解決するとともに、実際にこの測定法を天然試料に適用した場合に発生する問題点を発見、解決しようと試みた。測定には金沢大学地球学の顕微ラマン分光装置を用い、試料は天然のかんらん石中の流体包有物を用いた。二酸化炭素のフェルミ分別ピーク、ホットバンド、“collision-induced”バンドを含む波数 1240-1514 cm^{-1} のスペクトルに対して独自のピークフィットを行い、 $^{13}\text{CO}_2$ と $^{12}\text{CO}_2$ 由来のピーク強度比を算出した。

Arakawa et al. で挙げられた最大の問題点は、分光器の回折格子と検出器の位置関係に起因するものであったが、高分解能の測定機器 (0.27 $\text{cm}^{-1}/\text{pixel}$) を用いれば深刻な誤差要因とならないことが判明した。また、天然試料特有の問題として、二酸化炭素以外のスペクトル (ホスト鉱物など) を多く取得した場合に、系統誤差が生じ測定精度が低下することがわかった。この問題が起こらない場合には、測定誤差として ^{13}C 換算で $\pm 2.5\%$ 程度 (1) の精度で測定することができた。

十分な大きさと密度を持つ天然包有物であれば上記の系統誤差は回避できると期待される。最終的には数%の精度で流体包有物の炭素同位体比を測定でき、炭素の起源や循環について十分に議論ができることになるだろう。

キーワード: ラマン分光法, 二酸化炭素, 炭素同位体, 流体包有物, マントル捕獲岩

Keywords: Raman spectroscopy, Carbon dioxide, Carbon isotope, Fluid inclusion, mantle xenolith