

蛍光分光法によるサファイア中の包有物周辺の残留圧力マッピング Mapping of residual pressure around an inclusion in sapphire by fluorescence spectroscopy

亀形 菜々子^{1*}, 野口 直樹¹, 鍵 裕之¹, 阿依アヒマディ²

KAMEGATA, Nanako^{1*}, NOGUUCHI, Naoki¹, KAGI, Hiroyuki¹, Abduriyim Ahimadjan²

¹ 東京大学大学院理学系研究科付属地殻化学実験施設, ² 米国宝石学会

¹Geochemical Research Center, University of Tokyo, ²Gemological Institute of America

マントル由来物質を代表するダイヤモンド中の鉱物包有物の周辺には 1GPa オーダーにも及ぶ残留圧力が見られる (Nasdala et al., 2003 など)。これは、ホスト鉱物と包有物の熱膨張率と圧縮率の違いから、地表に上昇する際に温度や圧力が低下する過程で生じるものである。これまで顕微ラマン分光法を用いて、ダイヤモンド中の鉱物包有物周辺の残留圧力を求めることによって、ダイヤモンドの深さ起源についての議論が既に報告されている (Kagi et al., 2009 など)。ところで、地殻下部に起源を持つコランダムは、モース硬度がダイヤモンドに次いで高く、幾つかの鉱物包有物も記載されており、包有物周辺に残留圧力が観察される可能性が期待できる。コランダム (Al_2O_3) の結晶中には Cr^{3+} が微量に含まれており、この Cr^{3+} に由来する蛍光スペクトルを得ることができる。コランダムには R1 線 (694.3 nm)、R2 線 (692.9 nm) の 2 本の蛍光線が観測される。R1 線のピークシフトは差応力の影響を受けるが、R2 線はほとんど影響を受けないことが知られており (Chai and Brown, 1996)、この Cr^{3+} に由来する蛍光スペクトルの R2 線のピーク位置から残留圧力を見積もることができる。この手法はダイヤモンドアンビルを用いた高压実験で広く用いられている。

本研究ではコランダム的一种であるサファイアをサンプルとして使用した。サファイア中に含まれる鉱物包有物周辺において、三次元蛍光マッピングシステムを用いて 5 μm または 10 μm 間隔で蛍光スペクトルを測定し、圧力校正曲線 (Mao et al., 1986) より R2 線のピークシフトから各測定点の残留圧力分布を得た。サンプルとして用いたサファイアは 2 種類あり、一つはオーストラリアの Kings plains creek で産出したサファイアで、もう一つはタイの Kanchanaburi で産出されたものである。鉱物包有物として、数 100 μm 程度の自形を持つアルバイト、ジルコン、ルチルが確認できる。これらの鉱物包有物のなかには放射状のクラックが見られるものも数多く存在する。オーストラリア産のジルコンとタイ産のアルバイトの包有物周囲の最大残留圧力は、それぞれ 0.60GPa、0.25GPa であった。発表では包有物周辺の圧力分布から、包有物の取り込み過程やホストのサファイアの結晶成長プロセスについて考察する。また、本方法の宝石の産地判別の応用可能性についても議論する。

キーワード: 包有物, サファイア, 残留圧力, 蛍光分光法

Keywords: inclusion, sapphire, residual pressure, fluorescence spectroscopy