

分光学的手法から見たカルボナドダイヤモンドの成因に関する知見

Spectroscopic studies on carbonado diamond

福良 哲史 [1]; 鍵 裕之 [2]

Satoshi Fukura[1]; Hiroyuki Kagi[2]

[1] 東大院・理; [2] 東大院・理・地殻化学

[1] Graduate School of Sci., Univ. Tokyo; [2] Lab. Earthquake Chem., Grad. School Sci. Univ. Tokyo

カルボナドはブラジルと中央アフリカ共和国で産出する天然多結晶ダイヤモンドである。炭素同位体組成が ^{13}C で-28 ‰から-23 ‰と低く、包有物も地球深部起源の鉱物が今まで報告されていない。また、カルボナドは放射線損傷を受けており、不純物として窒素を含み、アルファ線による損傷を受けているため、強い蛍光を示す。こうしたことから、カルボナドの起源として“有機物炭素のサブダクションによる地球内部での高圧相転移”“地球表層での隕石の衝撃変成による有機物炭素の高圧相転移”“ウラン・トリウム自発核分裂による結晶化”とあって仮説がこれまで立てられてきた。本研究ではこれらのカルボナドの起源の妥当性を検証するために、カルボナドの分光測定を行った。

まず、レーザー共焦点顕微鏡を用いてカルボナドのラマンスペクトルの測定を行った。すると、試料内部では局所的にダイヤモンドのラマンスペクトルのピーク中心が高波数側へシフトしており、正の残留圧力(最大 0.72 GPa)が存在していることがわかった。こうした残留圧力の存在は、カルボナドがその形成過程において何らかの高圧環境にあったことを示唆する。また、ラマンスペクトルのピーク半値幅を測定したところ、放射性元素を含む包有物がかつて含まれていたと考えられる、radiation haloの部分では $9.6 \pm 0.4 \text{ cm}^{-1}$ とブロードニングしていたが、その他の部分では $6.2 \pm 0.4 \text{ cm}^{-1}$ と一般的なダイヤモンドの半値幅の値を示した。これは radiation haloの部分では放射線損傷を受けて結晶性が低下し、ピークのブロードニングが起きたと考えられる。

ダイヤモンド中の窒素は温度履歴によって窒素の集結度合いが変化することが知られているため、フーリエ変換赤外分光法を用いて、カルボナド中の窒素不純物の吸収スペクトルを測定した。この際、試料中の包有物由来の吸収の影響を取り除くために、カルボナドの粉碎試料に対して、フッ酸・過塩素酸・硝酸洗浄を施した後、スペクトル測定を行った。今回の測定では包有物由来の吸収を完全には取り除くことはできなかったが、ダイヤモンド中に含まれる窒素由来の吸収として $1344 \cdot 1282 \text{ cm}^{-1}$ の二つの吸収が観察された。このことから、窒素の集結状態は Type Ib から Type IaA の間の中間的な状態と推定される。この結果は窒素の集結度合いが低いことを示す。過去このような窒素の集結度合いは変成岩中のマイクロダイヤモンドや cubic diamond、コーテッドストーンにおいて報告されている。Taylor et al., 1996 (GCA) によると、窒素の集結度合いは、温度とその温度における滞在時間によって変化し、集結度合いが Type Ib から Type IaA の中間的な状態となる条件は次のようである: 950 °C の環境では 7 Myr、1150 °C の環境では 2100 yr、1350 °C の環境では 5 yr、1550 °C の環境では 16 d(ただし、窒素濃度は 1000 ppm と仮定)。このことから、カルボナドは、比較的低い温度(800 °C程度)でダイヤモンド結晶化したのち 10 Myr 程度間高温環境にさらされたか、1200 ~ 1400 °C 程度でダイヤモンドが結晶化したのち、比較的早期に低温の環境にさらされたことを示唆する。