

変成作用に対するダイヤモンドの反応カインेटクスデータの構築 - 惑星物質中に含まれるダイヤモンドへの適用に向けて -

Metamorphism of diamonds in planetary environment - kinetics of its destruction -

藤岡 聡介[1], 橋爪 光[1], 松田 准一[1]

Toshiyuki Fujioka[1], Ko Hashizume[2], Jun-ichi Matsuda[3]

[1] 阪大・理・宇宙地球

[1] Earth and Space Sci, Osaka Univ, [2] Earth and Space Sci., Osaka Univ, [3] Earth and Space Sci., Osaka Univ.

隕石中のダイヤモンドの存在はコンドライト、ユレイライト、鉄隕石で確認されている。この3種類の隕石中のダイヤモンドは粒子サイズがそれぞれ異なる。これらの隕石中のダイヤモンドの場所における変成過程の歴史を議論する前に重要なことは、粒子サイズの違いによって変成に対するダイヤモンドの反応カインेटクスが異なるかも知れない、ということである。

今回、我々は粒子サイズの異なる合成ダイヤモンドを用いて、サイズの違いと段階燃焼法における燃焼温度、酸素分圧、燃焼時間、温度ステップとの相関の有無を実験的に検証した。発表では燃焼温度、酸素分圧の2つのパラメータについての結果を報告する予定である。

隕石中のダイヤモンドの存在はコンドライト、ユレイライト、鉄隕石で確認されている。この3種類の隕石中のダイヤモンドは粒子サイズがそれぞれ異なる。プレソラーダイヤモンドはコンドライト中にのみ見つかり、大きさは数10ナノメートルサイズである。ユレイライトで確認されているダイヤモンドの大きさは数ミクロンから数10ミクロンである。Canyon Diablo と ALHA77283 の2つの鉄隕石中ではミリサイズのものが報告されている。これらの隕石中のダイヤモンドの場所における変成過程の歴史を議論する前に重要なことは、粒子サイズの違いによって変成に対するダイヤモンドの反応カインेटクスが異なるかも知れない、ということである。

Ash et al. 1987 では粒子サイズの違いが燃焼温度にもたらす効果について報告している。彼らは天然の地球のダイヤモンド粉末を段階燃焼法で分析することによって、粒子サイズと燃焼温度の間にはっきりとした相関があると結論付けている。

今回、我々は合成ダイヤモンドを用いて粒子サイズの違いがもたらす効果を実験的に議論する。合成ダイヤモンドを採用する利点は、天然のものに比べて、粒子サイズの均一性、表面の状態などが制御しやすいと思われるからである。このことから、合成物質の方が天然のものより基礎的データとして有用である、と考える。今回は Ash et al. 1987 で取り上げられた燃焼温度との相関を検証するとともに、さらに酸素分圧、燃焼時間を変化させ、温度ステップも細かくしてより多様なデータの構築を目指す。

大阪大学には窒素、アルゴン、ネオンの同位体比、窒素、希ガス、二酸化炭素の定量が可能である質量分析ラインが設置されている。今回このラインを用いて、ダイヤモンドの段階燃焼実験を行い、各温度で抽出された窒素ガス、生成された二酸化炭素ガスの定量を行った。

段階燃焼実験は粒子サイズがそれぞれ<1 ミクロン、6~9ミクロン、22~36ミクロンの3種類の合成ダイヤモンド(デュ・ボン社製)を使用した。窒素の含有量、放出温度の見当をつけるために我々がこれまで行った予備実験によると、導入酸素分圧1 torr、燃焼時間30分のとき、ダイヤモンドは400~600 ステップから酸化されはじめ、それにともない窒素も放出される。しかし、600~800、800~1000、1000~1200 の各ステップにおいて生成された二酸化炭素の量は導入した酸素が全て消費された事から、ほぼ一定(消費されたダイヤモンドの量が一定)であったにもかかわらず、放出された窒素の量が1000~1200で激減した。その後、1200で真空加熱すると窒素はほとんど放出されなかったが、再度酸素を導入して1200で燃焼させると再び窒素の放出が見られたことから、窒素と炭素はなんらかの結合状態にあり、窒素の放出は1200でも拡散で起こることはない、と考えられる。また、ダイヤモンドからのガスの拡散時間は窒素より軽いヘリウムでも1200で約100時間なので、600~800、800~1000の両ステップで観測された多量の窒素が拡散で放出されたとは実験室のタイムスケールでは考えにくい。これらのステップにおける炭素と窒素の元素比が1200で放出されるものと大きく異なることから、この多量の窒素は、使用した合成ダイヤモンドが単相からなるのではなく、表面に窒素に富む別の相が存在することを示唆しているのかも知れない。これをどう解釈していくかは今後の課題である。

この問題を解決した上で、粒子サイズの違いによる燃焼温度を検証し、さらに酸素分圧、燃焼時間、温度ステップを変化させてデータを集め、ダイヤモンドの変成に対する反応カインेटクスについて議論する。発表では燃焼温度、酸素分圧の2つのパラメータについての結果を報告する予定である。

ダイヤモンドの変成に対する反応カインティクスを明らかにすることによって、各種の隕石中のダイヤモンドが受けてきた変成の歴史、すなわちその隕石の受けた変成過程が議論できるかもしれないことから、本研究によるデータベースの構築は非常に重要な課題であると言える。