

カザフ共和国コクチェタフ変成帯の白色片岩中のザクロ石の組成累帯構造から推定した累進変成経路

Prograde P-T-t path deduced from compositionally zoned garnet in a whiteschist from the Kokchetav massif, northern Kazakhstan

眞砂 英樹[1], 大森 聡一[2], 丸山 茂徳[3]

Hideki Masago[1], Soichi Omori[2], Shigenori Maruyama[3]

[1] 東工大・院・理工・地球惑星, [2] 東工大・地球惑星, [3] 東工大・理・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Grad. Sch. T.I.Tech., [2] Dept. of Earth and Planet., TIT., [3] Earth and Planetary Sci., Tokyo Institute of Technology

変成作用の温度圧力時間(P-T-t)履歴を求めることは、変成岩岩石学における中心的興味の一つであった。泥質岩中におけるザクロ石は広い温度圧力領域で安定な鉱物の一つであり、一般に顕著な組成累帯構造を示す。この累帯構造を用いて、多くの変成岩研究者が変成 P-T-t 経路の推定を行ってきた。本研究では、ザクロ石の組成累帯と包有物を用いてコクチェタフ変成帯の白色片岩中の P-T-t 経路の推定を行った。

カザフ共和国北部に位置するコクチェタフ変成帯は、最も深くまで沈み込んだ変成帯である。研究に用いた白色片岩は、変成帯中部に位置する Kulet 地域から採取された。この地域の地質は、ブロック状のエクロジャイトと砂泥質片岩の基質からなる block-in-matrix 構造で特徴づけられる。白色片岩はエクロジャイトに伴って、岩体の縁や割れ目に沿って産出する。白色片岩粗粒の石英、フェンジャイト及び滑石から成る基質と、ポーフィロブラスト状のザクロ石及び藍晶石で構成され、少量のルチルを含んでいる。

ザクロ石は粗粒 (~3 mm) で、多数の包有物を含んでいる。ザクロ石の組成は一般にアルマンディン成分に富み、顕著な組成累帯構造を有している。アルマンディン成分はリムに向かって増加の傾向を示す。パイロープ成分は全体を通じて少ないが、リムに向かってやや増加の傾向を示す。グロシュラー成分は最も明瞭な累帯構造を示し、中心からリム方向に向かってやや増加した後、マントル部分とリム部分で大きく減少する。スペッサルティン成分は特にコア部分でやや不規則な累帯を示すが、一般にはリムに向かって減少する。これは累進変成時に特徴的に形成されるパターンである。これらの累帯構造の傾向は、観察された全てのザクロ石に共通するものであった。

ザクロ石の包有物の多くはコア部分に集中し、マントル及びリム部分に含まれるものは比較的少ない。包有物のうち、最も多いのは SiO₂ 相 (石英及びコーズ石) で、これらはザクロ石中で特徴的な分布を示す。包有物の中で圧倒的な割合を占める単結晶の石英はコア部分に分布し、一方コーズ石及びその仮像はマントル部分の最外郭に分布する。石英に次いで多いのがチタン相鉱物で、コアからマントル部分を通じて広く分布している。これらも SiO₂ 相同様の特徴的な分布を示す。イルメナイトはコアの比較的 inner 側に多く分布し、一方ルチルは、コア部分の外側からマントル部分にかけて多く分布する。リム部分には包有物の数は少ないものの、ルチル、イルメナイトの両者が含まれている。その他の包有物としては、ジルコン、燐灰石、モナズ石が普遍的に観察されるほか、稀に藍晶石及びフェンジャイトがコア部分外側からマントル部分で観察された。

Pownceby et al. (1991) のイルメナイト-ザクロ石温度計を用いて、包有物の温度を見積もった。求められた温度は、500 度から 750 度までの幅を持ち、それぞれのザクロ石結晶中において、コアからリムに向かって系統的に上昇する傾向が見られた。藍晶石を含む、コア部分外側の領域に分布する包有物に対して、圧力に鋭敏な反応： $3\text{Fe-Ilm (in Ilm)} + \text{Ky} + 2\text{Qtz} = 3\text{Rt} + \text{Alm (in Grt)}$ を用いて、圧力の推定を行ったところ、与えられた温度 (約 700 度) で 12-13 kbar という結果を与えた。

さらに、Omori & Ogasawara (1998) のコンピュータプログラム 'UniEQ' を用いて、この試料の全岩組成に対する岩石成因論的グリッドを、K₂O-CaO-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O (KCFMASH) モデル系で描き、それによってザクロ石の累帯構造を理論的に予測することが可能となった。そこから予測されるモデル P-T 経路に沿った、コア部分外側 ~ マントル部分でのグロシュラー成分の変化は実際のプロファイルにかなり近いものであった。コア部分内側については温度圧力の拘束条件がないが、理論的に予測される累帯構造と実際の累帯構造との比較から、ザクロ石成長初期の P-T 経路を補完した。

得られた累進時の P-T 経路は、700 度、12-15 kbar 付近で高压側に屈曲する反時計回りの曲線となった。これはメタベイサイトから求められた、変成帯の P-T 勾配にほぼ一致する。従来、多くの変成帯では時計回りの P-T 経路が描かれてきたが、本研究で得られた P-T 経路は、それらと全く異なる結果を呈するものとなった。

引用文献

Omori, S. & Ogasawara, Y., 1998. 'UniEQ': A computer program package for constructing petrogenetic grids. EOS transactions, American Geophysical Union, 79, F999.

Pownceby, M. I., Wall, V, J. & O'Neill, H. S. T., 1991. An experimental study of the effect of Ca upon garnet-ilmenite Fe-Mn exchange equilibria. *American Mineralogist*, 76, 1580-1588.