

西彼杵変成岩類における流体-岩石相互作用にともなう物質移動とその拡散経路

Mass transfer and the diffusion path during fluid-rock interaction in the Nishisonogi metamorphic rocks, southwest Japan

森 康[1], 西山 忠男[2]

Yasushi Mori[1], Tadao Nishiyama[2]

[1] 九大・理・地球惑星, [2] 熊大・理・地球科学

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [2] Earth Sci., Kumamoto Univ.

西彼杵変成岩類の塩基性片岩中には後退変成作用時に形成されたドロマイト-方解石脈と母岩の変質が観察される。変質にともなう塩基性片岩の鉱物組み合わせと全岩化学組成の変化が調査された。鉱物組み合わせは、脈に近づく方向に角閃石、緑レン石、方解石の分解とそれに代わるドロマイト、セリサイトの生成により変化する。また全岩化学組成変化は、塩基性片岩に対する CO_2 や K_2O の付加と CaO や全鉄の溶脱で特徴づけられる。鉱物の相変化から推定した拡散経路はこの物質移動の特徴をよく説明し、変質が高い CO_2 モル分率や K^+ 活量を持った流体の浸入の結果であることを示す。

西彼杵変成岩類は九州西部に分布する低温高压型変成岩類であり、おもに泥質片岩、塩基性片岩、蛇紋岩で構成されている。塩基性片岩中には後退変成作用時に形成されたドロマイト-方解石脈と母岩の変質が観察され、過去の付加体における流体移動と流体-岩石相互作用の痕跡を見ることができる。本研究は、変質による塩基性片岩の鉱物組み合わせおよび全岩化学組成の変化を明らかにし、流体-岩石相互作用にともなう物質移動とその拡散経路を推定する。

塩基性片岩の変質は、一般にドロマイト-方解石脈から1メートル以内の範囲に見られる。塩基性片岩の鉱物組み合わせは、脈に近づく方向に累進的な変化を示す。脈から遠い場所に見られる未変質な組み合わせは、アクチノ閃石およびウィンチ閃石+緑レン石+緑泥石+方解石+曹長石+石英である。脈に近づくに従い、まず角閃石が緑泥石+方解石により置換される。次に緑レン石がセリサイトにより置換され、方解石+緑泥石がドロマイト+セリサイトに変化する。一方、全岩化学組成の変化はアイソコン法を用いた化学マスバランス計算により評価された。その結果、変質は塩基性片岩に対する CO_2 や K_2O などの付加と CaO や全鉄の溶脱を引き起こしたことが明らかになった。質量変化は脈の近傍ほど大きく、オリジナルな濃度に対する相対量で CO_2 が+100%、 K_2O が+300%、 CaO が-40%、全鉄が-20%に達する。この変質を通じて Al_2O_3 と TiO_2 は固定成分として振る舞い、 SiO_2 、 MgO 、 Na_2O 、 H_2O の移動は少量である。これらの結果は、塩基性片岩の変質が CO_2 や K^+ を含む流体の浸入を原因とすることを示す。

変質過程における反応と物質移動の関係を考察するために、塩基性片岩中の相変化から拡散経路を推定した。推定は、物質移動が拡散に律速されており流体-鉱物間に局所平衡が成立すること、変質の進行度が脈に向かって単調に増加することを仮定しておこなわれた。 K_2O - CaO - MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O - CO_2 系の活量ダイアグラムは、角閃石+緑レン石+緑泥石と共存する流体が比較的低い CO_2 モル分率、 K^+ 活量、高い Ca^{2+} 活量を持つことを示す。これに対し CO_2 や K^+ を含む流体の浸入は、角閃石や緑レン石の不安定化とともに急激な Ca^{2+} 活量の低下を引き起こすと考えられる。これにともない流体組成は方解石に不飽和になり、代わってドロマイトが沈殿する。この間、流体中の Al^{3+} 、 Mg^{2+} の活量はほとんど変化しない。このような拡散経路は、化学マスバランス計算から推定された物質移動の特徴をよく説明する。以上の結果から塩基性片岩の変質は、流体浸入にともなう CO_2 モル分率と K^+ 活量の上昇が引き金となり、鉱物反応とその他の成分の物質移動を引き起こしたと考えられる。