

マグマの過冷却におけるカンラン石とスピネルの関係：大山火山，玄武岩溶岩について

Compositional relationship of olivine-spinel pairs during supercooling: an example of the basaltic magmas from Daisen Volcano

宿野 浩司[1], 田村 芳彦[2]

Hiroshi Shukuno[1], Yoshihiko Tamura[1]

[1] 海洋科学技術センター, [2] 海洋センター、固体フロンティア

[1] IFREE, JAMSTEC

大山火山には、かなり未分化なカンラン石ソレライトが産する (Tamura et al., 2000). これらの多くは、5-11vol. %のカンラン石のみを斑晶として有する。Tamura et al. (2000)では、カンラン石の組成 (Fo 値と wt. % NiO) と全岩組成との関係から 2 種類の玄武岩溶岩の存在を明らかにした。一つは、初生マグマから液と平衡なカンラン石を順次分別することによって形成されるものであり、観察されるカンラン石組成は計算値と合致する。もう一つは、この結晶分化トレンドから外れ、Mg に富んだ液と Fe に富んだカンラン石という非平衡な組み合わせを持つ玄武岩溶岩である。後者の玄武岩は、骸晶状の形態のカンラン石で特徴付けられ、初生マグマの過冷却によって形成された玄武岩であると結論された (Tamura et al., 2000)。

大山の玄武岩溶岩のカンラン石は、Fo 値が 89-66, wt. % NiO が 0.41-0.08 と広い組成幅を持つ。過冷却によって生じたカンラン石は、Fo 値が 80 以下で平衡分別によって晶出したおなじ Fo 値を持つカンラン石と比較すると NiO が高い。今回、カンラン石に包有されるクロムスピネルの化学組成を分析し、平衡なカンラン石を持つ溶岩と非平衡な溶岩では、クロムスピネルの組成も系統的に異なることが判明した。このことは、カンラン石に見られる非平衡の原因がマグマの過冷却にあることから、マグマの過冷却がクロムスピネルの組成にも影響を与えていると推測される。クロムスピネルの組成は、ソースあるいはマグマの物理化学状態に反映しており、マグマの形成の情報を読み取ることができる強力なツールである。本研究では、マグマの過冷却によるクロムスピネルの化学組成の変化について議論する。

平衡なカンラン石斑晶を有する玄武岩溶岩中のクロムスピネル包有物は、Cr#が 0.35~0.47 へと変化する。それに対して、非平衡な玄武岩中のクロムスピネルは、Cr#が 0.41~0.71 へと変じ、前者のものと比べて高い値を有する。一方、3 価の陽イオンの比に着目すると、平衡な玄武岩中のものは $Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$ 比が 0.07~0.17 であり、非平衡なものは 0.14~0.75 と、明らかに非平衡なものの方が $Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$ 比が高い。また、共存するカンラン石の Fo 値とクロムスピネルの $Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$ 比の変化を見ると、平衡な玄武岩に比べ、非平衡なものはカンラン石の Fo 値が減少すると急激にスピネルの $Fe^{3+}/(Cr+Al+Fe^{3+})$ 比が増加するような組成変化を示す。これは、非平衡なカンラン石の晶出の原因を過冷却によるものとする、1 つの説明として、以下のように考えることができる。過冷却によって、Fe に富んだカンラン石が晶出すると、液の Fe^{3+}/Fe 比は、平衡なカンラン石を晶出する場合よりも高くなり、液の酸化状態が促進され、晶出するクロムスピネルの 3 価の Fe の割合が増加する。カンラン石等のマフィック鉱物の分別によって、クロムスピネルの 3 価の Fe の割合が増加することは普通に認められる。しかしながら、過冷却が起こった場合、平衡にカンラン石が分別する場合に比べ、Fe の多いカンラン石が晶出することによって、より 2 価の Fe が液から取り去れ、クロムスピネル中の急激な Fe^{3+} の増加が起こったのであろう。