

ポイキリティックシャーゴッタイトの岩石組織・鉱物組成多様性から読み解く火星マグマの結晶化過程

山崎 奏次郎 (東大・院理)、三河内 岳 (東大・総研博)

Crystallization processes of Martian magma inferred from diversity of petrography and mineral compositions of poikilitic shergottites

Sojiro Yamazaki * (U. Tokyo) and Takashi Mikouchi (U. Tokyo)

はじめに：シャーゴッタイトは岩石学的特徴から、ポイキリティック、オリビンフィリック、玄武岩質の主に 3 つのグループに分類され、それぞれ異なるマグマ分化度と結晶化過程を反映していると考えられている (e.g., Udry+ 2020)。近年、多くのポイキリティックシャーゴッタイトが発見されるようになった結果、このグループ内には、岩石組織・鉱物組成に大きな多様性が存在することが明らかになってきた。ポイキリティックシャーゴッタイトは、輝石のオイコクリストがカンラン石のチャダクリストを取り囲んだポイキリティック領域と、その外側のカンラン石、輝石、斜長石(衝撃によってマスケリナイト化)からなる非ポイキリティック組織の領域からなる。ポイキリティック組織は地殻・マントル境界付近の深部マグマ溜まりで形成され、非ポイキリティック組織は地表付近で急冷されて形成されたと考えられている (e.g., Rahib+ 2019)。本研究では、特に近年見つかったポイキリティックシャーゴッタイトを中心に岩石組織、鉱物組成の多様性を分析・比較することで、火星マグマの結晶化過程に制約を与えることを試みた。

試料と分析手法：本研究では、7 個のポイキリティックシャーゴッタイト (ALH 77005, NWA 4468, NWA 12241, NWA 13227, NWA 13366, NWA 13369, NWA 14127) の薄片試料について EPMA (JEOL JXA8900L) で元素マップの取得及び鉱物組成を分析した。鉱物相の面積、カンラン石の粒子数や大きさについては、取得した元素マップより、ImageJ を用いて解析を行った。非ポイキリティック組織中のカンラン石結晶については結晶サイズ分布 (CSD) 分析を行い、マグマの冷却固化までの時間を推定した。

結果：輝石のチャダクリストの鉱物組成については、どの試料もコアの領域が $\text{En}_{69\pm 8}\text{Wo}_{12\pm 7}$ 、

リムが $\text{En}_{51\pm 5}\text{Wo}_{35\pm 5}$ 程度であり、組成に大きな差は見られなかった。カンラン石の元素組成については、NWA 12241 などは Fo_{60-70} 程度と比較的均質であるのに比べて、NWA 14127 や NWA 13227 は Fo_{40-70} と組成幅が大きいことがわかった。CSD 分析から見積もられたマグマ固化までの時間は NWA 14127 が 42 日、NWA 13227 が 37 日だったのに対して、ALH 77005 は 127 日、NWA 12241 は 94 日と比較的ゆっくり冷却固化したことが推定された。その他の試料についてはこれらの試料の中間的な値を示した。また、非ポイキリティック組織領域にあるマスケリナイトは結晶化過程の最後期に結晶化することから、地表付近での冷却環境を反映していると考えられ、冷却速度が速い NWA 14127, NWA 13227 については長石組成のカリ長石端成分の幅が Or_{0-10} 程度と大きいのに対して、ALH 77005, NWA 12241 などは Or_{1-3} 程度と小さい傾向にあった。また、CSD により得られたマグマ固化時間と、非ポイキリティック組織を占めるマスケリナイトのモード組成との間には負の相関関係が見られた。

考察と結論：複数のポイキリティックシャーゴッタイトを分析したことで、このグループ間に、これまで考えられていた以上の岩石組織および鉱物組成に多様性が存在することが明らかになった。鉱物組成幅に違いを生じさせる要因の一つは、冷却速度であると考えられる。一方、岩石組織の形成には、冷却速度に加え、結晶の集積度合いが関与していると考えられる。ストークスの式から、粒子サイズが大きいものほど、沈降速度は速くなるため、大きい粒子の数密度が高く、冷却固化までの時間が長い試料については、集積が進んだマグマから形成されたことが推察される。したがって、同じマグマ岩体であっても、マグマが固化した深度によって不均一な岩石組織を形成した可能性がある。

Keywords: Poikilitic shergottite, Olivine, Pyroxene, Maskelynite, CSD

*Corresponding author: yamazaki-sojiro615@g.ecc.u-tokyo.ac.jp