

鉱物の空間分布にみる結晶化過程でのメルト短距離移動

Short-distance melt migration during crystallization read from spatial distribution of minerals

池田 進[1]

Susumu Ikeda[1]

[1] 東大・新領域・複雑理工

[1] Complexity S & E, Univ. Tokyo

本発表では、まず天然の花崗岩に見られる同種鉱物のクラスタリングという空間分布的な特徴を紹介し、続いて、ディオプサイド-アノーサイト系を用いた冷却結晶化実験において見出された結晶のクラスタリング現象とその素過程となるメルトの短距離移動について示し、最後に、天然の組織と実験による組織の類似性に基づき、マグマの結晶化過程におけるメルトの短距離移動と鉱物の空間分布との関連を議論する。

天然の花崗岩組織を観察すると、比較的多くの花崗岩において、同種鉱物が集まりクラスターを形成しているような印象を受ける（例えば、石英粒子が複数集まったクラスターが多く見られ、単一粒子で存在するものは少なく感じる）。もちろん、ランダムな空間分布であっても、粒子が密集するところと粗なところがあるので、観察だけでは判定できない。そこで、花崗岩における同種鉱物のクラスタリング構造の有無を確認するために、鉱物の空間分布解析を行った。2つの産地（稲田および蛭川）の黒雲母花崗岩の大型薄片を作製し、2枚の偏光板で挟み、薄片中に存在する全ての結晶粒子を抽出、デジタル画像化した。そして全ての粒子の中心座標を求め、各鉱物（石英、カリ長石、斜長石、黒雲母）の粒子の中心座標の空間分布を Jerram et al. (1996) が提案した 'nearest neighbor spatial analysis method' を用いて評価した。結果は、黒雲母を除く全ての鉱物（すなわち石英、カリ長石、斜長石）の空間分布がランダムではなくクラスタリングしているというものであった。マグマが冷却する過程で核形成がランダムな位置で起こり、それぞれの核がその場で結晶成長するという単純な結晶化モデルを仮定すると、花崗岩に見られる鉱物のクラスタリング構造は奇妙である。

さて、このようなクラスタリング組織を解釈する1つの手掛かりが室内実験で見出された。ディオプサイド：アノーサイト=90：10 (wt%)の組成の出発物質を部分熔融温度域（固相はディオプサイド）で保持、その後いくつかの条件で冷却した。冷却速度が速い場合には、粒界のエネルギーに対する固液の界面エネルギーの比（固液二面角に対応する）が大きくなり、エネルギー的な安定化のために、ディオプサイド結晶が粒子間のメルトを吐き出してクラスター（内部にメルトをほとんど含まない結晶の集合組織）を形成し、吐き出されたメルトは集積した。また、冷却条件を変化させ上記の界面エネルギー比が低くなると、クラスター内の粒界にメルトが侵入し、最終的にはクラスタリング構造が壊れ個々の結晶粒子に分裂した。（界面エネルギー比変化の挙動・原因などに関しては今年の合同大会にて発表）。すなわち、界面エネルギー比の変動により、系全体の界面のエネルギーを最低にするようなメルトの短距離移動（本実験ではマイクロメートルオーダー）が起こる。そして、結晶化過程で界面エネルギー比が大きくなる場合にはメルトの吐き出しとその集積が起こり、結果として結晶のクラスタリング構造が形成される。但し、ここでのメルト移動とは、メルトの「流れ」ではなく、恐らく「溶解・拡散・析出のような化学的なプロセスによる物質の移動」が本質であると思われる。

上述した花崗岩に見られる鉱物のクラスタリング組織は、サイズスケールや形成過程のタイムスケールが異なるという問題はあるが、ディオプサイド-アノーサイト系の実験で得られたものに類似している。すなわち、マグマが冷却され花崗岩組織が形成される過程で、短距離のメルト移動（ミリ～センチメートルオーダー）が起こった可能性がある。Nakamura & Watson (2001)は石英岩-水系の高温高压実験により、界面エネルギーを駆動力とする流体（水）の移動が地球科学的に重要な比較的長距離の流体移動にも寄与しうる可能性を示唆しているが、本研究で示した結晶化過程におけるメルトの短距離移動が、地球科学的なメルトの長距離移動や大規模なマグマティズムに関与するかは現時点では不明である。しかしながら、短距離ではあっても、界面エネルギーが駆動力となってメルトが移動する現象はメルト移動の一つの素過程として興味深く、また、そのメルトの短距離移動に関する情報を鉱物の空間分布解析によって引き出せる可能性があることは、岩石組織の新たな活用法として重要と思われる。

[引用文献]

Jerram et al. (1996) *Contrib Mineral Petrol*, vol.125, 60-74.

Nakamura & Watson (2001) *Geofluids*, vol.1, 73-89.