

斜長石の局所分析による雲仙火山マグマの化学進化の研究

Trace elements and Sr isotope microanalysis of plagioclase from Unzen volcano

前田 泰延[1], # 中井 俊一[1], 中田 節也[1]
Yasunobu Maeda[1], # Shun'ichi Nakai[2], Setsuya Nakada[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo, [2] ERI, Univ. of Tokyo

斜長石の微小領域の微量元素濃度と Sr 同位体組成を分析し、それらが形成されたマグマ溜まり内で、どのような化学進化が起こったかを考察した。斜長石は雲仙火山の古焼け溶岩、新焼け溶岩、平成噴火の溶岩から取り出した。分析結果から、最近3回の噴出物中の斜長石は微量元素濃度組成、同位体組成からみて比較的均質なマグマから成長し、同じ起源の可能性もあることが示唆される。またリムと石基の同位体比が平衡になっていない斜長石が多いことから、鉍物は周囲のマグマから成長したものでない。最近3回の噴出物に含まれる斜長石が同じ起源をもつ可能性が高いため、鉍物は古焼け噴火以前のマグマから成長した可能性が高い。

火成岩の地球化学的研究はこれまで全岩分析や鉍物ごとの分析が行われてきた。それらの手法では、マグマの化学進化による組成変化を平均した情報しか得られなかった。本研究では斜長石の微小領域の微量元素濃度と Sr 同位体組成を分析し、それらが形成されたマグマ溜まり内で、どのような化学進化が起こったかを読み取ることを目的としている。試料の斜長石は雲仙火山の古焼け溶岩、新焼け溶岩、平成噴火の溶岩から取り出し、形態により分類した。

【実験】試料：最近では1991-1994年に噴火し、過去の噴火史も詳細に報告されている雲仙火山（安山岩 デイサイト）の斜長石を対象とした。斜長石を試料に用いた理由は、火山岩に含まれる斑晶として最も普遍的な鉍物であり、元素拡散の速度が非常に遅く、鉍物が晶出した時期の情報を長期間にわたり保持していると考えられるためである。

試料準備と測定：母岩より斜長石を取り出し、スライドガラスに接着・切断（厚さ約0.5mm）し、顕微鏡下にて構造を観察した。その後、EPMAによるBEI像の観察・主成分元素の測定を行い、次に微量元素組成の測定を行った。測定にはレーザーサンプリング装置により試料を掘削し、四重極型ICPMS（誘導結合プラズマイオン源質量分析型）に導入するLA（レーザー削磨）-ICPMSを用いた。分析の正確さを確かめるため、均質な固体試料を溶液法とLA法を用いて比較した結果、後者を使用することにより、平面分解能70μmにて微量元素濃度(>1ppm)を±10%の正確さにて測定可能なことが分かった。測定点は付属の透過顕微鏡にて、鉍物中の包有物のない部分を選定した。その後、同位体比組成の測定のために、刃先0.3mmのドリルを用い、鉍物の一部を機械的に掘削し試料を回収した。試料はクリーンルームにて、フッ酸+過塩素酸系で酸分解したあと、Sr-SPEC樹脂を用いて、ほぼSrのみに分離した。87Sr/86Sr比は磁場型のマルチコレクター型ICPMSにより測定した。

【結果・考察】6個の斜長石について局所微量元素分析を行った。顕微鏡による観察とBEI像・主成分元素組成測定結果より、アノーサイト値($Ca/(Ca+Na+K) \times 100$)が急激に高くなる部分は鉍物の溶融部分、もしくは列状に包有物を含む層に対応することが分かった。これらの部分は、より未分化なマグマとの混合により生じた可能性があるが、アノーサイト値は閉鎖的な環境であってもマグマの温度・圧力・水の分圧・酸化還元状態の変化といった様々な要因によっても変化するため、この値のみから起こったイベントを推定するのは難しい。また、微量元素組成測定結果では、結晶の中心部から外縁部にかけてEu濃度・Sr/Ba比・La/Nd比が誤差範囲内で一致し、結晶ごとの組織や300年間の噴火年代の違いによっても変化が見られなかった。これは、これらの斜長石が酸化還元状態の変化の小さい環境で、微量元素が比較的一定なマグマから晶出したことを示している。

また8個の斜長石のSr同位体比局所分析を行った。一つの鉍物について2点から4点の箇所での同位体測定を行った。8個中6個の試料で鉍物の最外縁部と石基の間でSr同位体比の非平衡が認められた。鉍物内部のSr同位体比は0.70439-0.70454の範囲で変化を示す。3個の試料でコアからリムにかけてSr同位体比が低下するパターンが見られた。他の5個では鉍物内での同位体比は一定だった。同位体比が一定の鉍物は0.70442付近のものと0.70454付近のものに分けられる。コアからリムにかけてSr同位体比が低下した試料では、コアは0.70454付近の値を持ち、リムは0.70442付近の値を持つ。石基の同位体比は古焼け、新焼け、平成噴火溶岩でそれぞれ0.71417、0.70467、0.70447-0.70450であった。

以上の分析結果から、最近3回の噴出物中の斜長石は微量元素濃度組成、同位体組成からみて比較的均質なマグマから成長し、同じ起源の可能性もあることが示唆される。またリムと石基の同位体比が平衡になっていない斜長石が多いことから、鉍物は周囲のマグマから成長したものでない。最近3回の噴出物に含まれる斜長石が同じ起源をもつ可能性が高いため、鉍物は古焼け噴火以前のマグマから成長した可能性が高い。古焼け噴火の石基のSr同位体比は0.71417で、斜長石とくらべ低すぎる。これに対し4千年前、5千年前の噴火溶岩については石基の同

位体比は報告されていないが、全岩の同位体比は（Chen ら， 1993）今回分析した試料の鉱物内の変化を説明可能である．