

始良カルデラ火山に見られる3回のマグマ活動サイクル

Three cycles of magma activities leading to large eruptions as observed in Aira caldera

関口 悠子 [1]; 長谷中 利昭 [2]

Yuko Sekiguchi[1]; Toshiaki Hasenaka[2]

[1] 熊大院・自然・理; [2] 熊本大・院・自然科学

[1] Science and Technology, Kumamoto Univ.; [2] Dept. Earch Sci. Kumamoto Univ.

カルデラ形成噴火に至るマグマ供給システムの進化過程は、カルデラ形成噴火の発生メカニズムの解明や長期噴火予測のため重要な研究対象である。多くのカルデラ形成噴火の直前には、マグマ噴出量に比例して長い活動休止期がある。この期間は噴火をもたらすマグマの蓄積期間であると考えられる。このマグマ蓄積期間のマグマ供給システムの諸過程は、噴火直前の噴出物が存在しないため、解明が進んでいない。

九州南部の始良カルデラを形成した始良火砕噴火(29ka; 450 km³)の場合、その直前特に約5000 - 1000年前の期間に頻繁に爆発的噴火を起こしている。これらの噴出物は、カルデラ形成噴火に至るまでのマグマ溜り内の重要な情報を提供してくれる。本研究では、これらを含め過去10万年間の噴出物について岩石記載、全岩化学組成分析、鉱物組成分析を行い、カルデラ形成直前までのマグマ活動の変遷と直前のマグマの化学組成について考察した。

斑晶鉱物組み合わせと全岩化学組成から、100 - 30 kaの噴出物を3つのグループに分類した。Mグループ(以後M): 斜長石・両輝石・±カンラン石を含みSiO₂ < 59 wt. %の噴出物、F₁グループ(以後F₁): 斜長石・両輝石・角閃石を含みSiO₂ 63-70 wt. %の噴出物、F₂グループ(以後F₂): 斜長石・斜方輝石・石英を含みSiO₂ 73-78 wt. %の噴出物である。始良火砕噴火の噴出物はF₂グループに分類される。

各グループに着目すると、100 - 30 kaのマグマの活動はM → F₁ → M → F₂と変化する。SiO₂ > 63 wt. %の珩長質なF₁, F₂ マグマの活動の前には、常に苦鉄質なM マグマの活動が認められる。またF₁, F₂ マグマの活動最後の噴火はいずれもマグマ噴出量の大きな噴火であり(F₁グループ: 約40 km³; F₂グループ: 約450 km³)、その後0.5 - 2万年間の活動休止期を迎えた。つまり、苦鉄質マグマの噴出のあと珩長質マグマが噴出し最後に大規模な噴火が起きた、活動休止期をはさんで再び苦鉄質のマグマ噴出のあと珩長質マグマが噴出し最後に大規模な噴火が起きるという2つのサイクルが見られる。このうち始良火砕噴火の準備期間は、M → F₂の第2サイクルであると考えられる。

第2サイクルで活動するM マグマとF₂ マグマの親子関係を、液相濃集元素を用いて検討した結果、M マグマに観察される斑晶鉱物の最大分別結晶作用でF₂ マグマを生成することはできないとわかった。つまり、第2サイクルでは結晶分化作用による親子関係のない苦鉄質マグマと珩長質マグマが活動していたことになる。

始良火砕噴火までのF₂ マグマの化学組成変化に着目すると、60 kaから30 kaの間、SiO₂ 値が約2 - 4 wt. %, Rb 値が約10-20 ppm 高くなっていることがわかった。この組成変化を結晶分化作用モデルで検討した結果、観察される斑晶鉱物の最大分別結晶作用でおおむね説明することができた。

また始良火砕噴火と、その約1000年前の小規模な噴火(マグマ噴出量約0.3 km³)で噴出したマグマの化学組成は、ほとんど違いが見られなかった。これは始良火砕噴火のわずか1000年前に、ほぼ同じ化学組成のマグマがマグマ供給システムに存在していたことを示す。

桜島火山のマグマ混合の端成分である玄武岩質マグマ・デイサイト質マグマの化学組成を検討したところ、玄武岩質マグマはM マグマと似た特徴を示し、デイサイト質マグマはいずれのグループとも異なる特徴を示すことがわかった。これをF₃ マグマと分類した。第1, 第2サイクルの活動と比較すると、現在の桜島の活動はまだM マグマステージでF マグマステージには移行していないと解釈できる。

本研究によって、10万年間、M マグマはほぼ一定の化学組成であるがF マグマはサイクルごとの化学組成が変化する(F₁, F₂, F₃)ことがわかった。これは、地殻部分溶融の熱源はほぼ共通で、サイクルごとに部分溶融の条件が異なることを示しているのかもしれない。

各サイクルにおけるM マグマステージからF マグマステージへの移行は、珩長質マグマ溜りの成長によってM マグマの上昇が阻害されたことによると考えられる。本研究によって、始良カルデラでは100 - 30 kaの間に第1, 2サイクルで珩長質マグマ溜りの成長・大規模噴火を2度繰り返し、現在は第3サイクルで珩長質マグマ溜まりが小さく苦鉄質マグマが地表まで上昇している可能性があることがわかった。今後F₃ マグマの蓄積が続けば、F マグマステージに移行するかもしれない。