

島弧マグマの揮発性物質組成：火山噴煙組成に基づく推定

Volatile composition of island arc magma: Estimation based on the volcanic plume composition

篠原 宏志 [1]

Hiroshi Shinohara[1]

[1] 産総研

[1] GSJ, AIST

地殻に供給されるマグマ中には H_2O , CO_2 , S, Cl などの揮発性物質が含まれるが、マグマの地表への上昇（減圧）もしくは地下での結晶化によりそのほとんどの揮発性物質は放出される。そのため、放出された揮発性物質の平均組成から地殻に供給される揮発性物質の平均組成を推定することは可能である。今までも高温火山ガス組成がマグマから放出される揮発性物質組成を代表すると仮定して、各成分の放出量の推定などが行われてきた。しかし、そこで用いられてきた火山ガス組成は高温とはいえ噴気ガスの組成であり、多くの場合放出量は比較的小さく、また、マグマからの脱ガスの代表組成とは言い難い場合が多い。そのため、放出された揮発性物質の平均組成を推定するためには放出量の大きな流体の組成を用いることが必要である。

マグマからの揮発性物質の放出過程には、噴火、継続的噴煙活動、小規模噴気、山体からの拡散脱ガス、温泉活動、熱水・地熱活動等が挙げられる。これらの活動の中で噴火、噴煙、噴気活動による SO_2 放出量は実測によりその概要が明らかになっており、少なくとも最近の日本においては噴煙活動がその大部分を占める。2000年以降に顕著な放出量を示した火山は、三宅島、桜島、諏訪之瀬島、薩摩硫黄島、阿蘇、浅間山、十勝岳であり、これらの火山で日本における SO_2 放出量の99%以上を放出していると推定される。そのため、これらの噴煙組成を推定することができれば、マグマから放出される揮発性物質の平均組成を推定することが可能になる。しかし、上に挙げた火山のうち噴気採取可能な噴気が主要な放出源であるのは薩摩硫黄島と十勝岳のみであり、従来の火山ガス研究手法では組成を得ることはできなかった。しかし、近年大気拡散後の噴煙組成の観測装置（Multi-GAS）が開発され、噴煙観測に基づく火山ガス組成推定が可能となり（Shinohara, 2005）、三宅島、諏訪之瀬島、阿蘇、浅間山などの火山ガス化学組成が推定された。

近年の日本で最大の火山ガス放出量生じたのは2000年以降の三宅島であり、2007年までに約21Mtの SO_2 が放出されている。噴煙観測により推定された三宅島の火山ガス組成は観測期間を通じ、モル比で $H_2O/SO_2=50$, $CO_2/SO_2=1$, $SO_2/HCl=0.1$ でほぼ一定であった。この組成は、 CO_2 を除き、メルト包有物中の揮発性物質組成から推定される火山ガス組成と調和的であり、大量の火山ガスはメルト包有物と同様の組成のマグマが低圧で脱ガスして生じたものであると推定されている。 CO_2 はメルト包有物の捕獲時には既に過飽和となり気泡として存在していたと考えられる。メルト包有物中の硫黄濃度 $S=1200$ ppm を基準とすると、火山ガスを供給したマグマ中の揮発性物質濃度は $H_2O=3.4$ wt.%, $CO_2=1600$ ppm と推定される。今までに放出された21Mtの SO_2 をこのマグマから放出するためには、8.8Gt (3.3 km³) のマグマを必要とする。数年間に渡る総量21Mtの SO_2 放出の間に火山ガス組成が一定であったことは、この数km³ のマグマが均質な揮発性物質組成を持っていたことを意味する。メルト包有物に捕獲されたメルトは捕獲前に脱ガスなどを受けている可能性があり、必ずしも地殻浅部のマグマ溜まりに供給されたマグマ組成を代表するとは限らない。しかし、もし、この大量かつ均質な組成を持つマグマが既に過去に脱ガスしていたとすると、過去にも2000年～現在までと同程度の大規模な噴煙活動が生じていた必要がある。しかし、少なくとも我々の知る限り、2000年以前に三宅島でそのような大規模な噴煙活動の記録はない。このように均質組成のマグマが大量に存在することを考慮すると、このメルト包有物と火山ガス組成から推定される揮発性物質組成が、地殻浅部のマグマ溜まりに供給されたマグマ中の揮発性物質組成を代表すると考えることができる。

近年の噴煙観測により、三宅島の他諏訪之瀬島、浅間山、阿蘇等の火山ガス組成が推定された。これらの火山は、マグマ組成が玄武岩質から安産岩質まで様々な組成であるにも関わらず $H_2O/SO_2=50$, $CO_2/SO_2=1$ といずれも三宅島と似た組成を持っている。継続的な大規模噴煙活動はいずれもその供給源として大量のマグマを必要とするため、三宅島同様、火山ガスの組成はそれぞれの火山に供給されるマグマ中の揮発性物質組成と類似であり、そのため日本火山に供給されているマグマの揮発性物質組成はいずれも類似していると考えられる。ただし、火山ガス組成から直接マグマ中の濃度を推定することはできないため、例えば H_2O 濃度の火山毎・マグマ毎の差異についてはメルト包有物の分積などに基づき検討する必要がある。