

連載シリーズ 「化学の未来を考える」

化学の未来を考える 3

火山現象を化学的にとらえるー火山ガスの化学ー

野津 憲治（地殻化学実験施設）

地球の内部の岩石が熔融してマグマが発生し、マグマは集って上昇したのち、地表から噴出して急冷固化するか、地表近くで徐冷固化して再び岩石ができる一連の現象を火山現象と呼んでおり、全地球的な視点では地球深部と表層間の物質循環を担う重要な現象である。最初に熔融が起きる深さは火山のテクトニックな場の違いによって深さ 2900km に近い下部マントルだったり、100km 前後の上部マントルだったりするが、発生したマグマには揮発性物質が溶け込んでおり、上昇して地表近くに達すると圧力降下により溶解しきれなくなった気体成分の発泡が起き、それらが集って地表へと移動する。さらに、爆発的な噴火が起きている時ばかりでなく火山活動が平穏な時にも、火山ガスとして火口から大気へと放出される。このように

火山ガスは、マグマに溶けている気体成分を起源としており、地下深部の化学・同位体情報を持って地表に現れるので、地球深部の研究には欠かせない。火山ガスの化学組成は火山の場のちがいや温度により多様であるが、共通した特徴は、水蒸気 (H_2O) が最も多く（多くの場合 95 モル% をこえる）、次に CO_2 が続く。その次に多いのは SO_2 や H_2S などイオウ化合物で、数 100℃ を超える高温ガスでは HCl 、 H_2 、 CO も多い。さらに、 CH_4 、 COS 、 N_2 、 HF 、希ガス元素などを少量から微量含んでいる。

マグマの発泡現象の違いが噴火現象の多様性をもたらすと考えられており、たとえば同じ化学組成のマグマが上昇してきた時に爆発的な噴火を起こすか、溶岩流出になるのかは、脱ガス様式の違いにかかっている。脱

ガスの進行に伴って火山ガスの化学組成が変化することは、火山ガスの主成分である CO_2 、 SO_2 などのマグマへの溶解度特性の違いや、温度変化に伴う気相の化学平衡のずれなどから、容易に推察がつくが、実際の観測結果からもそのような変化が報告されている。このことは、噴火予知や火山活動推移予測に火山ガス化学組成のモニタリングが有用であることを示している。

火山ガスの化学的な性質の経時変化を調べる観測研究の最大の問題は、噴火が差し迫った状況の火山では、火山ガスの採取は極めて危険なため不可能であり、物質化学的なアプローチができないことである。そこで、安全な場所から火山ガスの化学組成を測定するリモートセンシング法の登場となるが、昨今の化学計測の進歩により、野

外で安定して使える赤外分光計が開発され、天然の赤外光源をうまく利用できると数 km 先の火山ガスの赤外吸収スペクトルをとり、化学組成を知ることが可能になった。この方法は、筆者らのグループにより、雲仙火山が溶岩ドームを形成している時にドームの熱を赤外光源として HCl と SO₂ を測定したのが最初の報告であるが (Mori et al., 1993)、その後急速に発展し普及した。測定成分は条件さえそろえば 7 成分まで測定できるようになり、成分間の化学平衡が

議論できるようになった。赤外光源として太陽の散乱光を用いる方法が確立すると、原理的にはどの火山でも測定できるので、この方法の汎用性が格段に大きくなった。写真には浅間火山の観測風景を示す。2000 年 6 月にはじまる三宅島の噴火では火山ガスの大量放出が起き、2000 年末には、爆発的な噴火時を除くと観測史上最大の 1 日あたり 10 万トンを超える SO₂ の放出がつづいた。その後 SO₂ 放出量は減ってきたが、2004 年初頭でも 1 日あたり 6000 ト

ンから 1 万トンの放出がつづいており、住民帰島の最大のネックになっている。ここでも、太陽の散乱光を光源として赤外吸収スペクトルが測定され、2001 年 3 月に、HCl/SO₂ (モル比) = 10⁻¹ を得、活動の推移に伴い変動することが期待される。このように、化学的な計測手段の進展が、火山で起きている現象を化学的に調べる研究を牽引し、新たな知見を生んでいる。



図 浅間火山における太陽散乱光を光源に用いた火山ガスの赤外吸収スペクトル測定