

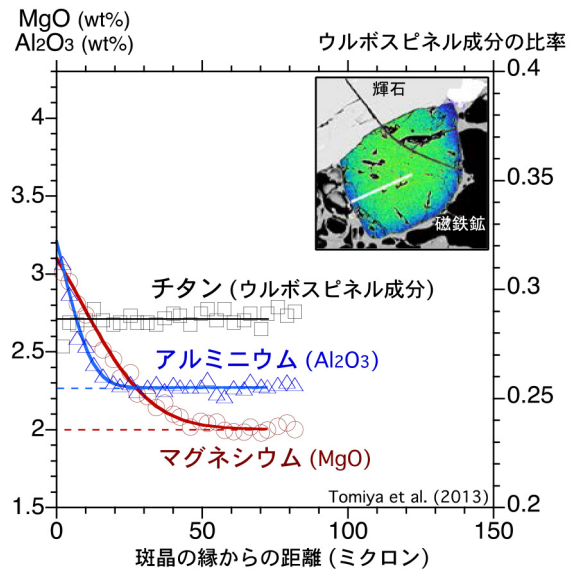
マグマ活動研究グループ —火山現象のモデル化に基づく活動推移予測を目指して—

篠原宏志¹⁾

マグマ活動研究グループでは、噴火発生や活動推移の予測を目指し火山現象のモデル化の研究を、火山活動研究グループと協力しながら実施しています。噴火による災害を軽減するためには、どのような様式の噴火が生じ、それが時間とともにどのように変化するかを予測することが重要です。近年の観測機器の発達・充実により、噴火前兆現象を検知した例は増えてきましたが、噴火の様式や継続時間、そして噴火開始後の噴火様式の変化を予測することは未だ非常に困難です。そのため、より多くの過去の噴火の事例を調べて今後起きうる噴火の様式や推移の特徴を明らかにすること、そしてその噴火様式や推移過程を支配している物理化学過程を明らかにすることが、噴火活動の推移予測を実現するために必要です。火山活動研究グループでは主に地質調査に基づいた過去の噴火事例の研究を実施しており、マグマ活動研究グループでは、火山噴出物の地球化学的・岩石学的分析、火山ガス・電磁気・地殻変動の観測や室内・数値実験など様々な研究手法を用いて火山現象のモデル化の研究を進めることにより、噴火活動推移予測手法の開発を目指しています。得られた観測データやモデルは火山噴火予知連絡会に提供して火山活動評価に生かされるとともに、web上で火山研究解説集等としても公開しています。

火山噴出物の組成や元素分布を分析・解析することにより、マグマの噴火直前の状態や噴火に至る変化を明らかにすることができます。我々は火山岩の全岩・石基・斑晶の化学組成や斑晶の構成を分析・解析することにより、マグマの温度・圧力・含水量・酸素分圧等を推定し、マグマ溜まりの状態の解明を進めています。マグマは多成分の複雑な系であり単純な相平衡図をそのまま適用することができないため、マグマの相平衡数値計算や高温高压反応実験の結果も組み合わせながらマグマの状態の定量化を進めています。我々が保有する内熱ガス圧式の高温高压実験装置では、最大2,000気圧でのマグマの溶融反応実験が可能であり、地殻浅部マグマ溜まりの状態を模擬した実験を行うことができます。本装置には減圧速度制御装置が備えられており、マグマの上昇噴火過程を模擬した実験も行われています。

マグマに含まれる水、二酸化炭素等の揮発性成分は、噴

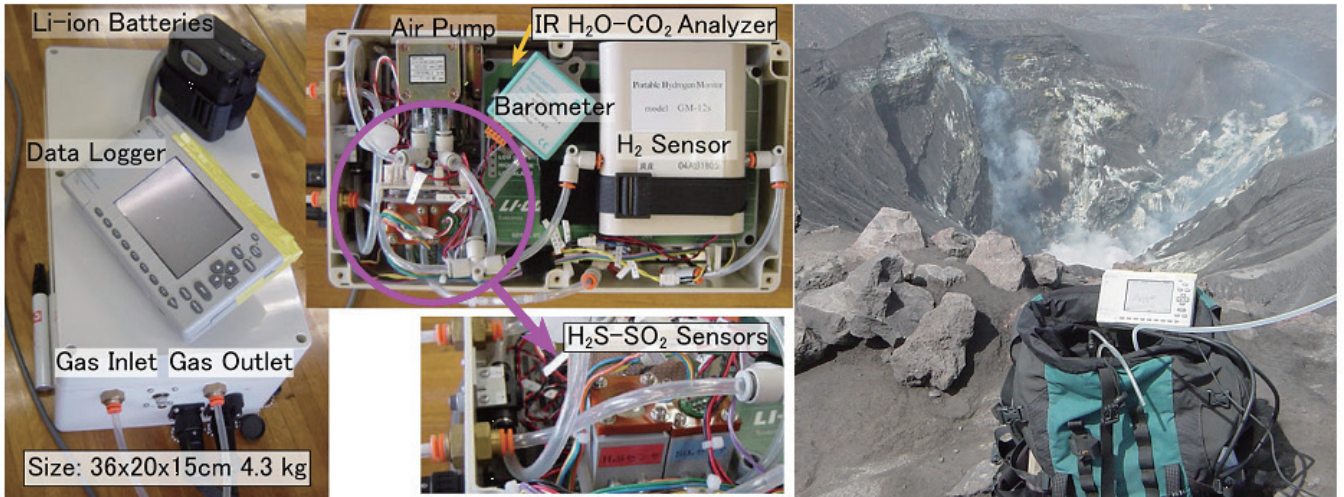


第1図 2011年新燃岳噴出物の磁鉄鉱中の元素分布の例。元素拡散の幅から、0.4～3日前に高温マグマの混合があったと推定される。

火の原動力であるとともにマグマの相平衡を支配する重要な要因であり、噴火の開始の条件やマグマ溜まりでのマグマの分化を理解するためには必要な情報です。しかし揮発性成分は噴火時にマグマから放出されてしまうため、噴火前の揮発性成分の情報を得るためには斑晶に捕獲された微細なメルト包有物の分析を行う必要がありますが、水素や炭素等の軽元素を電子線マイクロプローブで定量することは困難です。我々は二次イオン質量分析計を用いることにより噴火前の揮発性成分濃度の定量化を行い、噴火開始条件の解明を進めています。マグマ溜まりでは異なる組成のマグマが混合することによって、マグマ組成の進化が起きるとともに噴火開始の引き金になることもあります。そのため、斑晶中の元素分布の微細構造の分析を行うことにより、マグマ混合の時期や混合マグマのそれぞれの組成の定量化を進めています。例えば、2011年の霧島火山新燃岳の準プリニー式の噴火では、噴火の1日程度前に高温マグマが混合されたことが、噴出物に含まれる磁鉄鉱斑晶中の元素分布から得られた拡散プロファイルの解析に基づいて推定されました(第1図)。

1) 産総研 活断層・火山研究部門

キーワード：噴火予知、火山活動推移予測、噴火機構、地球化学、岩石学、火山ガス、地球電磁気学、地殻変動、高温高压実験、アナログ実験

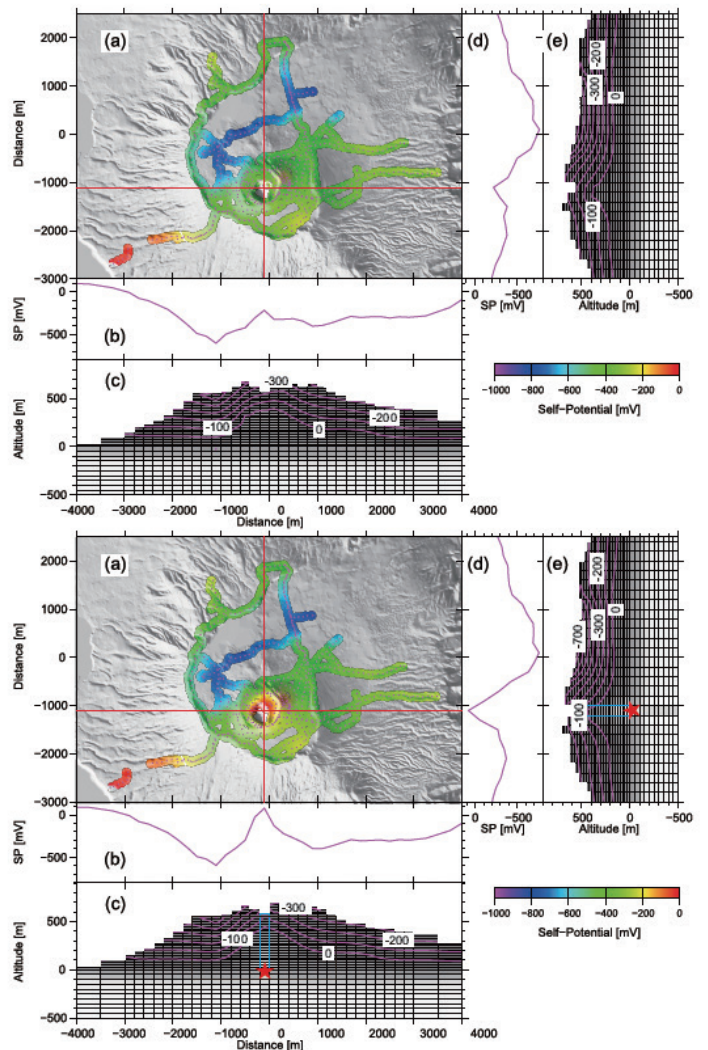


第2図 開発された火山噴煙組成の観測装置 (Multi-GAS)。左：全体像，中央上：内部構成，中央下：SO₂-H₂S センサー，右：諏訪之瀬島火山火口縁での観測風景。

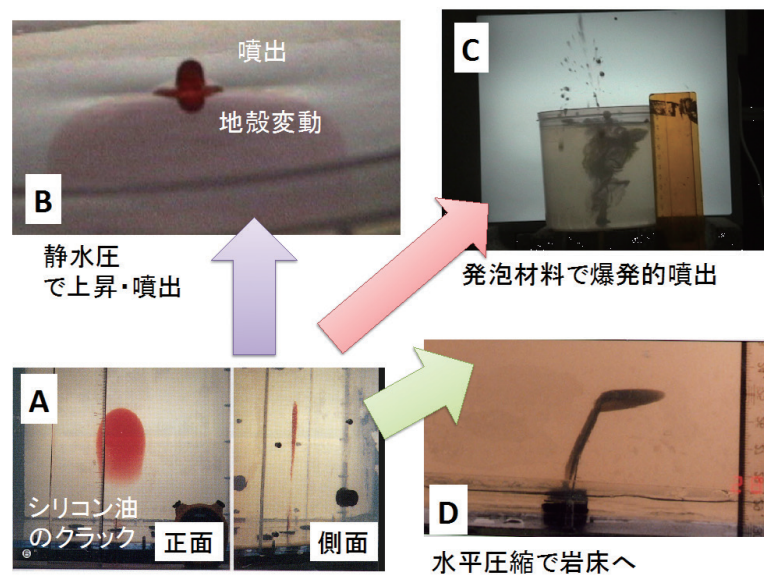
マグマ中に含まれている揮発性成分は、火山ガスとして地表に放出されます。

火山ガスの放出量や組成は、マグマの量や組成そして火山ガスを放出した条件（主に圧力）によって変化します。火山ガスは噴火発生時以外でも放出されているため、火山ガスの観測に基づいて火山活動の変化や噴火前のマグマ供給過程を明らかにすることが可能です。従来、火山ガスの研究は噴気孔からの火山ガスの採取分析を主な手法としていたために、研究対象が小規模な噴気活動に限られていました。我々は火山噴煙組成の観測装置 (Multi-GAS) を開発することにより、大規模な噴煙活動により放出された火山ガスの組成の観測を実現し、火山活動監視や火山ガス供給過程の研究を進めています (第2図)。従来は現地観測が必要であったため噴火等危険な条件下では観測が行うことができませんでした。Multi-GASの応用により自動連続観測や無人航空機を用いた観測により噴火を含む様々な状況下での観測手法を開発してきました。これらの火山ガス組成の観測や遠隔観測による火山ガス放出量観測により、噴火により放出された火山ガスの特徴を把握し、噴火発生条件を解明する研究を進めています。

火山体浅部にマグマや火山ガスが供給されると周囲の地下水系に熱やガス成分が放出され熱水系が形成されます。このようにして生ずる地表面での熱異常は噴火の前兆現象として多くの例が観察されていますが、その定量的な評価は十分行われていません。我々は、噴火前兆現象として生ずる熱水系の変動を定量



第3図 伊豆大島における火山ガスの上昇に伴う自然電位変化のシミュレーション結果 (上は初期状態, 下は火山ガス供給開始1年後の状態)。



第4図 ゼラチンとシリコンオイルを用いた、マagma上昇と噴火過程の再現模擬実験。

的に理解するために、地表面温度分布観測、電磁気観測、地殻変動観測や火山ガス観測により熱水系の変動を把握するとともに、それらの結果を用いた数値シミュレーションに基づいて火山活動の変化に伴う熱水系の形成・変動過程の研究を進めています(第3図)。火山体は不均質であるため熱水やガスの流動も局所的に生じます。そのため、現実に即した数値シミュレーションを行うために、比抵抗構造や自然電位分布の探査結果を反映して作成した水理構造モデルに基づいた評価を行っています。例えば、伊豆大島では自然電位の連続観測を実施して、熱水系の変動観測による噴火前兆過程の検知・評価手法の開発を進めています。熱水系の卓越する火山で発生する水蒸気爆発は、規模は小さいながら発生頻度が高い噴火です。我々は熱水系の卓越する火山においても、火口近傍でのGPS観測や干渉SAR時系列解析を実施することにより、熱水系の浅部で生じている変動を把

握するとともに、熱水系シミュレーションによる変動要因の定量化を進めています。

地下でのマagmaの挙動を直接観察することはできません。しかし、類似物質を用いて火山現象を模擬した実験を行うことにより、マagmaの上昇や噴火発生過程を直接観察して評価することができます。例えば、地下で固結したマagmaの痕跡である岩脈の形状や分布を、ゼラチンとシリコンオイルを用いた実内実験により模擬した実験を行うことにより、マagmaの上昇過程を規制している要因を解明することができます(第4図)。また、類似物質を用いた模擬実験は、一般の人に火山現象を視覚的に理解して頂くためにも効果的です。そのため、噴火機構の理解のための模擬実験を実施するとともに、それらを成果普及のためにも活用しています。

SHINOHARA Hiroshi (2014) Magmatic Activity Research Group: modeling of volcanic phenomena to predict volcanic activity changes.

(受付: 2014年04月01日)