

氏名	齋藤元治		
学位(専攻分野)	博士(理学)		
学位授与番号	博甲第1014号		
学位授与の日付	平成4年3月28日		
学位授与の要件	自然科学研究科物質科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文題目	LASER MICROPROBE ANALYSIS OF CARBON DIOXIDE AND WATER IN GLASS INCLUSIONS : AN ATTEMPT TO DETERMINE THEIR CONCENTRATIONS IN PRE-ERUPTIVE MAGMA 火山岩斑晶中の微小ガラス包有物の分析によるマグマ中の水および二酸化炭素濃度の直接測定 — レーザープローブ法の開発と応用 —		
論文審査委員	教授 日下部 実	教授 松井 義人	教授 本間 弘次
	教授 古谷洋一郎	教授 脇本 和昌	

学位論文内容の要旨

マグマ中に溶存する水は二酸化炭素などの揮発性物質はマグマの物性や分化に大きな影響を及ぼし、従ってマグマの上昇や火山の噴火過程に重要な役割を果たしている。それにもかかわらず、その組成や濃度についての情報は非常に限られている。火山岩斑晶中にしばしば見られるガラス包有物は“マグマの化石”とみなすことができるので、ガラス包有物の分析から噴火前のマグマに含まれていた揮発性物質の濃度や組成を、直接推定することができる。ガラス包有物は一般に小さい(径 $200\mu\text{m}$ 以下)ので微小領域の超微量ガス分析法が要求される。本研究ではガラス包有物中の水および二酸化炭素の分析法の開発を行った。径 $10\mu\text{m}$ のレーザービームを用いてガラス包有物を真空中で溶融させ各ガスを抽出した。抽出したガスの分析には高感度のガスクロマトグラフ質量分析計を用いた。プランクの縮小により分析時のS/N比の向上に努めた結果、水 15ng および二酸化炭素 0.15ng までの分析が可能となった。これらは直径 $70\sim 100\mu\text{m}$ 程度のガラス包有物に含まれるガス量に相当する。本分析法により濃度既知の火山ガラスの分析を行ったところ、二酸化炭素濃度を $\pm 50\text{ppm}$ の誤差で分析できることが判明した。一方、水の場合、レーザー加熱による抽出が完全でないため濃度を過小に評価してしまい問題点がある。キラウエア

火山および伊豆大島火山から採取したガラス包有物を用いてマグマ中の二酸化炭素濃度を推定し、各火山におけるマグマだまりの深さ、マグマのみかけの密度およびマグマから放出される揮発性物質質量について考察した。

論文審査の結果の要旨

本学位論文提出者は、火山岩斑晶中の微小ガラス包有物に含まれる極微量のCO₂の分析法を開発し、伊豆大島およびキラウエア火山の噴火前マグマのCO₂濃度に関する知見を得た上で、マグマ溜りの深さ、マグマの密度に対するCO₂の影響、マグマの供給速度などを考察した。

斑晶中の微小ガラス包有物は、斑晶がマグマ中で晶出する時に回りのメルトを捕獲し噴火時に急冷されたものであるため、ガラス包有物の分析を通じて噴火前のマグマに含まれていた揮発性物質の濃度や組成を直接推定することができる。ガラス包有物は一般に小さい（直径200 μm以下）。本研究では微小ガラス包有物試料にNd-YAGレーザーを真空中で照射し加熱・熔融させてH₂OおよびCO₂を抽出し、これをガスクロマトグラフ質量分析計により定量した。ガラス中のガス濃度の算出にはレーザー照射により熔融したガラス質量を正確に見積もることが必要であり、論文提出者はそのための技術を開発した。また超微量分析を達成するために装置からのバックグラウンドの縮小化と安定化を図り、CO₂濃度が300ppmである場合、直径70 μmのガラス包有物の分析を可能にした。しかし、H₂Oについては現在のレーザー照射の条件下ではメルトからの抽出が不完全であることが判り、更に検討を重ねる必要がある。

キラウエア（ハワイ）火山の南東リフトから得たガラス包有物中のCO₂濃度は230ppmであった。このCO₂濃度とメルトへの飽和溶解度とからリフトのマグマ溜りの深さが3～4 kmと推定された。このCO₂濃度は、初生マグマの推定CO₂濃度（3000ppm）に較べ非常に低く、リフト内でマグマは発泡していると考えられ、ガスの存在を考慮したマグマの密度が計算された。計算された密度は山頂直下の地殻の密度より大きく、マグマがそれ自身の浮力で地表へ上昇することはできないことが判った。伊豆大島の噴火前マグマのCO₂濃度は170ppmであった。この結果から約2 kmの比較的浅い深さにマグマ溜りの頂部があると推定された。浅部マグマ溜りに深部から供給される未脱ガスのマグマのCO₂濃度を5000 ppmであると仮定し、ガラス包有物のCO₂濃度と火口からのCO₂放出量とからマグマの供給速度が推定された。上で推定された値は、過去の1500年間にほぼ等間隔で12回の大噴火により放出された溶岩および火山砕屑物の総噴出量から求められるマグマ供給速度に近い。このことは未脱ガスのマグマのCO₂濃度が5000ppmであるとした仮定を支持し、深部マグマ溜りでの結晶分化作用を考慮すると初生マグマのCO₂濃度は2500ppm程度である可能性が示唆された。

論文提出者は、火山岩斑晶中の微小ガラス包有物に含まれる二酸化炭素の定量法を確立するとともに、その分析からマグマ溜りの深さ、発泡しているマグマの密度、マグマの供給速度などを推定した。これらのことは、明らかに、マグマの上昇過程や噴火過程の理解に重要な鍵を与えるものである。本学位審査委員会は、上記の論文内容、質疑応答、および参考論文などを総合的に審査した結果、本論文提出者は博士（理学）の資格に十分値するものと認める。