

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題(または観測項目)名：

噴火に伴うマグマ中の揮発性成分変化に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(4) 地震発生・火山噴火素過程

エ．マグマの分化・発泡・脱ガス過程

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-2) 火山噴火準備過程

イ．噴火履歴とマグマの発達過程

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

火山噴出物やメルト包有物等の分析及び室内実験により、噴火前と噴火中のマグマ移動に伴う揮発性成分 (H_2O , CO_2) の挙動を明らかにする。この知見に基づき、マグマの上昇や脱ガス・発泡といった噴火の諸プロセスの発生時間と発生場所を火山噴出物から高精度で読み出す方法の確立を目指す。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度においては、真空型顕微 FTIR を用いた揮発性成分濃度定量方法を確立する。

平成 22 年度においては、国内の幾つかの代表的な活動的火山の噴出物について、メルト包有物の分析から、噴火前のマグマ中の揮発性成分濃度を明らかにする。

平成 23 年度においては、平成 22 年度に引き続き、国内の幾つかの活動的火山の噴出物について、メルト包有物の分析から、噴火前のマグマ中の揮発性成分濃度を明らかにする。

平成 24 年度においては、噴火の経緯が明瞭に判明している幾つかの噴火の噴出物について、噴火の進行に伴うマグマ中の揮発性成分濃度変化を調べる。

平成 25 年度においては、噴出物中の揮発性成分濃度の変化と噴火の諸プロセスの発生場所や推移との関係について、それまでに得られた知見を総合する。

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

本研究の 5 か年の到達目標は、噴火前と噴火中のマグマ移動に伴う揮発性成分(水および二酸化炭素)の挙動を明らかにするべく、手法の開発と天然試料への応用を行うことであった。手法の開発については 5 か年の期間内に、顕微 FTIR 反射分光法という新たな分析手法を立ち上げた。顕微 FTIR 反射分光法の最大の特徴は、分析試料の前処理の容易さにある。この方法は試料の片面研磨しか必要としないため、これまで試料準備の困難さから分析ができなかった壊れやすい試料や小さな試料、とりわけ斑晶ガラス包有物および石基ガラスの含水量定量が、きわめて容易に行えるようになった。加え

て、天然試料への適用を確実にすべく斑晶オーバーラップ補正方法を考案した。この補正方法は微小な斑晶ガラス包有物の分析に威力を発揮する。現時点で、ルーチンワークとしては30ミクロン径、最小は20ミクロン径の試料が分析可能で、後者の場合には、やや分析時間をかける(1点あたり1時間程度)必要がある。誤差は0.3wt%程度で分析可能であり、実用的なレベルに到達したと思われる。二酸化炭素の定量については測定方法についての基本的検討は完了したが、検量線の整備や検出限界の向上などの課題が残されており、未だ実用段階には到達していない。

平成25年度は、含水量定量のための検量線をマグマの組成別のものに更新した。加えて、データ処理についての自動化プログラムを作成し、顕微FTIR反射分光法による含水量定量がより簡単に実行出来る環境を整備した。また、この手法による天然岩石への応用として、前年度に引き続き新燃岳2011年噴火のかんらん石に捕獲されたガラス包有物の分析を行うとともに、新たに富士火山宝永噴火噴出物の解析に取り組んだ。

まず、含水量測定については、検量線を組成別のものに更新した(図1)。流紋岩組成から玄武岩組成にかけて検量線の傾きに若干の組成依存性が存在するが、その程度は小さい。データ処理の自動化については、ガラス包有物と宿主斑晶の分析データファイル(測定波数とその波数における反射率を記載したテキストファイル)を与えると、自動的に斑晶のオーバーラップ率、含水量(ピーク高さ)を計算し、スペクトル図とともにPDF化してレポートとして出力するプログラムを作成した。これによって、検量線にあてはめるためのデータ前処理やピーク高さの判読にかかる時間を大幅に短縮することができた(図2)。データ処理時の読み取りの個人差によって分析値のバイアスが生じることを排除し、大量のデータを同じ質で処理するためにも、この自動化の技術は重要な成果である。しかしながら、課題も残されている。極めて薄い試料(10ミクロン以下)を分析した際には、試料下面からの反射のためにスペクトルに干渉縞が生じることがある。この干渉縞はピーク高さの読み取りを困難にするとともに、干渉光の通過経路における赤外吸収の影響を加算するため、試料の含水量を過大に評価する原因になる。現在は、この干渉縞の影響の補正が適切にできないため、干渉縞が出現したスペクトル図のデータは廃棄しているが、これをうまく補正できるようになれば、顕微FTIR反射分光法の天然試料への適用可能範囲を広げることが期待できる。

天然試料への応用としては、富士火山宝永噴火の白色軽石中に含まれる斜方輝石中のガラス包有物(図3-a)を顕微FTIR反射分光法で分析するとともに、共存する鉱物(斜方輝石、単斜輝石、角閃石)と石基ガラスの組成をEPMA分析した。斜方輝石斑晶中のガラス包有物を反射法で分析した結果、4から4.5wt%の含水量が得られた。一方、共存する角閃石の組成からは平均1.1kb、両輝石の組成からは平均1.4kb、石基ガラスの組成からは1kbの圧力が得られた。複数の手法による圧力の推定値が収束しており、白色軽石のもとになったマグマ溜まりの存在した圧力は1~1.5kbと考える蓋然性は高い。すなわち、深度4~6kmに相当する。本研究によって、宝永噴火の浅部マグマだまりの位置について初めて物質科学的制約を与えることができた(図3-b)。ガラス包有物の含水量を考慮すると、マグマ溜まりにおいて噴火前の珪長質マグマは揮発性成分に飽和していたことが示唆される。宿主鉱物の斜方輝石の形状やガラス包有物内部の気泡の存在量も、水に飽和したマグマから斜方輝石が結晶化する際にガラス包有物が捕獲されたという考えと調和的である。富士山宝永噴火の噴火過程を理解する上で重要な知見を得ることができた。

- (8)平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：
Yasuda, A., Quantitative analysis of water concentration in melt inclusions by reflectance micro-FTIR spectroscopy, IAVCEI2013 abstract, 563, 2013.
Fujii, T., A. Yasuda and A. Yasuda, Depths of two magma chambers of the Fuji 1707 eruption, IAVCEI2013 abstract, 189, 2013.
安田 敦, FT-IR 顕微反射分光法による微小な火山ガラス試料の揮発性成分定量, 日本火山学会秋季大会予稿集, 75, 2013.
Suzuki, Y., A. Yasuda, N. Hokanishi, T. Kaneko, S. Nakada and T. Fujii, Syneruptive deep magma transfer

and shallow magma remobilization during the 2011 eruption of Shinmoe-dake, Japan-Constraints from melt inclusions and phase equilibria experiments-, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 257, 184-204, 2013.

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

東京大学地震研究所 安田 敦
 他機関との共同研究の有無：有
 産業技術総合研究所

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：東京大学地震研究所
 電話：03-5841-5752
 e-mail：
 URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安田敦
 所属：東京大学地震研究所

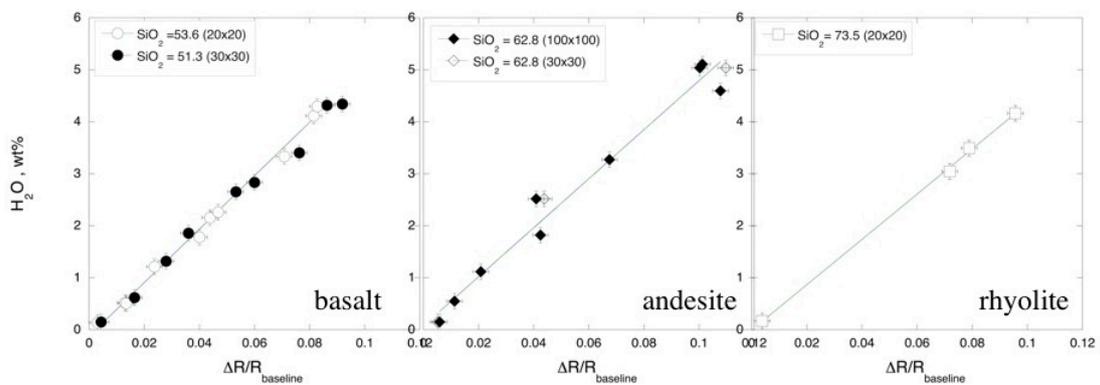


図1 顕微 FTIR 反射分光法による検量線

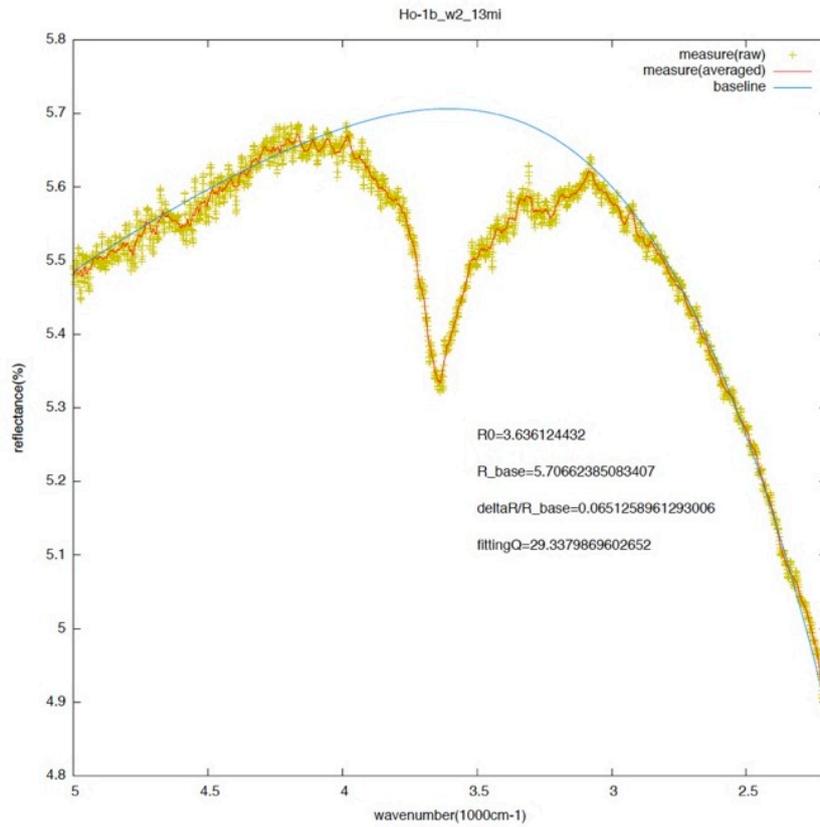


図2 自動化されたデータ処理の一例

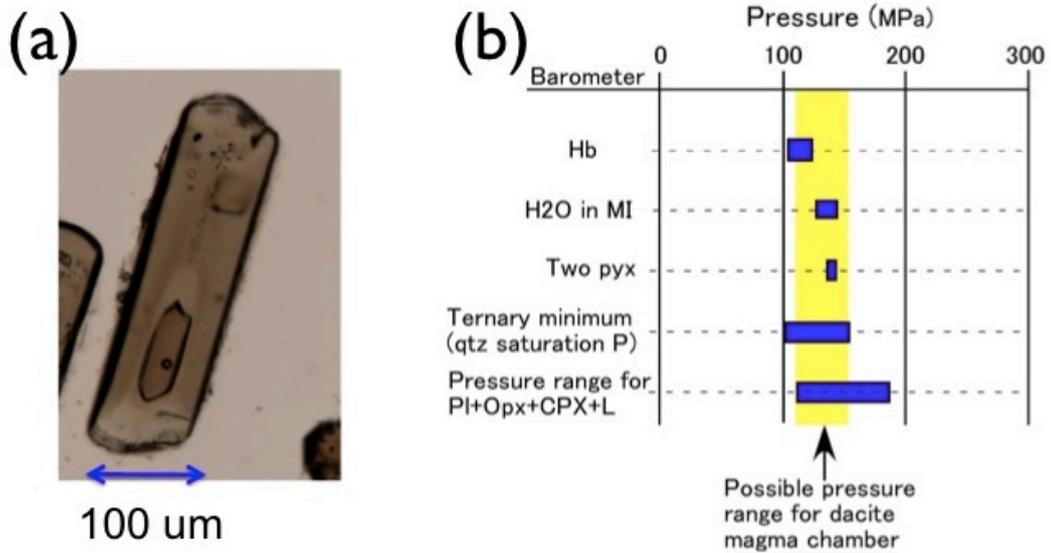


図3 (a) 富士火山宝永噴火の白色軽石に含まれる斜方輝石中のガラス包有物,(b) 富士火山宝永噴火の珩長質マグマ溜まり圧力の推定