

フェムト秒レーザーアブレーションICP質量分析法による第四紀広域テフラ中に含まれる火山ガラスの58主要-微量元素同時分析 Simultaneous determinations of 58 elements in volcanic glass shards using the femtosecond laser ablation ICP-MS

丸山 誠史^{1*}; 服部 健太郎²; 平田 岳史²; 鈴木 毅彦³; 檀原 徹¹

MARUYAMA, Seiji^{1*}; HATTORI, Kentaro²; HIRATA, Takafumi²; SUZUKI, Takehiko³; DANHARA, Tohru¹

¹ 株式会社 京都フィッション・トラック, ² 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室, ³ 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室

¹Kyoto Fission-Track Co., Ltd., ²Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University, ³Department of Geography, Tokyo Metropolitan University

第四紀広域テフラに含まれる火山ガラスの化学的分類はこれまで、電子ビーム分析法 (EPMA や EDX) による Al_2O_3 や CaO など主要成分含有量に基づいて行われてきた。火山ガラスに含まれる微量元素濃度の測定は、INAA 法や ICP-AES 法、レーザーアブレーション ICP-MS (LA-ICP-MS) 法といった微量成分分析法によって行われてきたが、測定対象となる微量元素は専ら、希土類元素や Sr や Th、U など幾つかの元素に限定されていた。本研究では、フェムト秒 LA-ICP-MS 法を用いて、火山ガラスに含まれる合計 58 元素 (リチウムからウランまで、主要元素と微量元素の両方を含む) を同時に定量分析した。LA-ICP-MS 法による主要成分の定量分析値と電子ビーム分析法による測定値の比較のために、INTAV 試料 (Kuehn et al., 2011 に詳細な記載) にマウントされている 4 種の火山ガラス試料に関して測定を行った。その結果、LA-ICP-MS 法による主要成分の定量値は 10% 未満の逸脱に収まることが確認された。本研究の測定結果より、LA-ICP-MS 法は微量元素のみならず、これまで電子線を用いて測定されてきた主要元素の定量分析に関しても、十分に適用可能であることが示された。現在まで始良 Tn テフラや阿蘇 4 テフラなど 22 種の日本列島及び周辺地域のテフラ試料と北米大陸の 4 試料を測定した結果から、各種元素の存在度とそれらのパターンによって、火山ガラスは明瞭に識別・分類が可能であることが確認できた。火山ガラスの主要・微量元素存在度とそれらのパターンは、テフラ試料のより正確な識別・分類に大いに役立つものと期待できる。

キーワード: 火山ガラス, テフラ, LA-ICP-MS 法, 元素存在度, 元素パターン, フェムト秒レーザー

Keywords: volcanic glass, tephra, LA-ICP-MS, element abundance, element pattern, femtosecond laser

微小重力環境を用いて堆積物中から花粉化石を分離する試み Attempt to measure magnetization of single pollen in microgravity condition

植田 千秋^{1*}; 荻野 理史¹; 久好 圭治¹
UYEDA, Chiaki^{1*}; OGINO, Satoshi¹; HSAYOSHI, Keiji¹

¹ 大阪大学理学研究科
¹ Graduate School of Science

地球科学で対象とする試料は、異種粒子が無作為に混合された集合体である場合が多く、走査電顕やマイクロプローブの観察により研究が行われてきた。しかし上記の観察では、試料を構成する粒子をもれなく識別できているか確認が得られない場合が多い。かつてレーザー粒子が隕石全岩を溶解することで初めて見出された事例を見ても、上記観察に”もれ”が存在することは明らかである。そこで分析の初期段階で粒子集合体から個々の粒子を抽出し、それらを識別することが望まれる。私たちは、このような識別を実現するための原理を反磁性および常磁性粒子について提案してきた [1]。この方法では、微小重力条件下で浮遊する粒子に、勾配磁場を印可し誘導される並進運動を用いる。この運動を解析することで物質固有の磁化率が検出され、これを文献値と比較する事で物質が同定される [1]。今回、この手法を用いて、堆積物中の花粉化石が分離できないか検討した。周知のように花粉化石は、その堆積時期の植生・気候・古環境を推定する有効な手段として知られ、分析において一定量の堆積物中から検出される化石の量の限界を下げる事が望まれる。磁場による花粉の識別を実現する前提として、その磁化率が堆積物（常磁性シリカ）のそれと大きく異なる必要がある。これを確認するため、振動磁力計を用いて数種類の現生の花粉の磁化過程を計測したところ、植物の種類により異なる結果が得られた。一方、微小重力実験は室内型の小型落下シャフトを用いて行った。落下距離は 1.8m でその間の微小重力継続時間は約 0.5 秒である。実験装置は 30 × 30 × 20cm の直方体の落下ボックス内に配置できるよう設計した。装置は、NdFeB 磁石製の磁気回路 ($B < 0.6T$)、磁場勾配を利用した可動式試料台を装備した真空チャンバー、および撮影用 HV カメラで構成される。なお上記の磁気回路の導入により、微小重力下の磁気実験が、通常の研究室ではじめて実施可能となった。この装置を用いた実験により、種類の異なる花粉が、磁化率の差で識別できるか考察する。

[1] K. Hisayoshi & C. Uyeda, J. Jpn. Soc. Microgravity Appl., (2012).

キーワード: 花粉化石, 識別, 磁化過程, 磁場勾配, 微小重力
Keywords: pollen, fossil, identification, magnetic field gradient, microgravity

年代サイトメトリー推進のための ICP 質量分析計の開発 Development of new ion collector for U-Pb Age cytometry

平田 岳史^{1*}; 服部 健太郎¹; 坂田 周平¹; 折橋 裕二²
HIRATA, Takafumi^{1*}; HATTORI, Kentaro¹; SAKATA, Shuhei¹; ORIHASHI, Yuji²

¹ 国立大学法人京都大学, ² 国立大学法人東京大学地震研究所
¹Kyoto University, ²Earth Research Institute, The University of Tokyo

Age distribution (age cytometry) is one of the most principal and versatile information to decode the geological events underlying the Earth evolution. To take full advantage of the age cytometry, both the high analytical throughput and the better precision in the age determination is severely desired. Combination of laser ablation sampling technique and the high-sensitivity ICP-mass spectrometer (LA-ICPMS) enables us to measure precise U-Pb ages directly from the small area in the solid samples. Recently, both the precision and reliability of the U-Pb age data was dramatically improved by both the newly developed ion counting technique using the attenuator device and the correction technique for the initial disequilibrium for the U-Th-Pb decay series (Sakata et al., 2014). Moreover, magnetic sector-based mass spectrometry equipped with the multiple-ion counting system results in much higher analytical precision in the Pb/U and Pb/Th isotope ratio measurements. With the multiple-ion counting system, the analysis time for the U-Pb age determination could be dramatically shortened down to 1 - 5 sec, which was almost 1/4 - 1/10 levels over the conventional U-Pb age determinations using the single collector ICPMS instruments. This suggests that both the higher analytical throughput and the better precision in the Pb/U ratio measurements could be achieved. The problem associated with the multi-ion counting technique would be a time-dependent changes in the gain and the background (dark noise) of the multipliers. This is one of the large sources of analytical error in the U-Th-Pb age determinations. To overcome this, multiple-ion counting system using Daly ion collectors was employed in our MC-ICPMS system.

Several unique features could be achieved by the Daly ion counter, such as (a) wider dynamic range of the ion counting up to <10 Mcps, (b) smaller time-changes in gain and background level of the collector, and (c) better peak parallelism (peak flatness) over the conventional multipliers. Only the problem associated with the Daly counter is that the width of the Daly collector would be significantly larger than the mass dispersion for the heavier elements. In this study, two pairs of ion deflectors were used to obtain wider mass dispersion for the ion beams. With the multiple ion counting using the Daly ion counters, better precision and smaller contribution of the time-dependent changes in the gain and background counts could be achieved.

In this presentation, new ion collector system was applied to the MC-ICPMS system, and the preliminary results on the Pb/U and Pb/Th isotope ratio measurements and age determinations on zircon samples will be described.

Keywords: Age Cytometry, Multiple Ion Counting, Laser Ablation, U-Pb Dating, Zircon Chronology