

MC-ICPMS による火山岩試料の  $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$  放射非平衡の測定 $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$  disequilibrium measurement for volcanic rock samples using a multiple-collector ICPMS

# 福田 聡[1], 中井 俊一[1]

# Satoru Fukuda[1], Shun'ichi Nakai[2]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Tokyo Univ, [2] ERI, Univ. of Tokyo

本研究はマルチコレクター ICP 質量分析計 (MC-ICPMS) による  $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$  放射非平衡測定法の確立を目的としている。まず HF-HClO<sub>4</sub> で火山岩試料を酸分解し、試料溶液を 2 つに分ける。一方にはスパイク溶液を加え、同位体希釈分析によるウラン、トリウム定量を行い、もう一方は試料が本来もつ同位体比を測定する。ウラン、トリウムの元素分離は、陰イオン交換樹脂を用いて行い、分離試料を MC-ICPMS で測定する。このような一連の分析手法を、既に放射平衡に達している標準岩石試料について行い、測定法の正確さを確かめた。

$^{238}\text{U}$  はウラン壊変系列中には、半減期が 75,200 年の放射体である  $^{230}\text{Th}$  が含まれ、 $^{238}\text{U}-^{230}\text{Th}$  の放射非平衡により火山噴出物の年代を推定できる。この方法は 1 万年から 30 万年程度の年代測定に利用でき、その年代域は  $^{14}\text{C}$  法と K-Ar 法では年代測定が困難な範囲のため、利用価値が高い。 $^{238}\text{U}-^{230}\text{Th}$  放射非平衡の測定には、これまでスペクトル法や表面電離質量分析計 (TIMS) が用いられてきた。スペクトル法は誤差が大きく、試料もトリウム量にして 1  $\mu\text{g}$  程度必要である欠点がある。一方 TIMS は高精度であるものの、トリウムが高いイオン化ポテンシャルを持つためにトリウム量が 100ng 程度必要である。このような中で、最近、マルチコレクター ICP 質量分析計 (MC-ICPMS) が注目されており、本研究は MC-ICPMS による火山岩の  $^{238}\text{U}-^{230}\text{Th}$  放射非平衡測定法の確立を目的としている。

分析は次のような方法で行った。まず岩石試料を HF-HClO<sub>4</sub> で酸分解し、次いで試料溶液を、Th・U 同位体比測定用と同位体希釈用に分ける。ここで同位体希釈用にはスパイク溶液を添加する。トリウムのスパイクは、天然ウランから抽出した  $^{230}/^{232}$  比の高いトリウム溶液を用い、ウランのスパイクには市販の劣化ウランを用いた。この 2 つを混ぜ合わせた溶液を作成し、濃度は濃度既知の標準溶液を用いた同位体希釈分析を行って決定した。その後、共に DOWEX1X8 陰イオン交換樹脂を用いてウラン、トリウムを分離する。分離は樹脂を 1ml 用いて行い、7N HNO<sub>3</sub> を 2 回に分けて流し、次いで 9N HCl を流すとそれぞれ Ca, Mg などと希土類元素、U、Th が順に流出する。回収率は共に 80-90% で、ブランクはウランが 40pg、トリウムが 5pg であった。MC-ICPMS は Micromass IsoProbe を用いた。この機器は 8 つのファラデーカップと 1 つのデイリー増幅器を装備しており、デイリーは存在度の小さい  $^{230}\text{Th}$  と  $^{234}\text{U}$  の測定に用いる。スペクトルはフラットトップピークで、高精度な測定が可能になっている。得られるデータは質量分別効果と、検出器の違いによる計数率の違いを含んでいる。この補正のために、ウランは天然ウランとの比較測定を行い、トリウムについては天然ウランから補正係数を求めて補正計算を行った。以上のような一連の測定手法を、既に放射平衡に達している標準岩石試料を用いて行い、それらの試料が原理的に放射平衡線上にプロットされることを利用し、測定法の信頼性を確かめた。

用いた標準岩石は地質調査所の JA-1, JA-2, JA-3, JB-1, JB-2, JB-3, JR-1, JR-2 と U.S. Geological Survey の AGV-1 である。MC-ICPMS により高感度分析が可能となり、必要トリウム量を 30ng 程度まで少なくできることが分かった。また、試料中のトリウム同位体比の測定では、JB-1, AGV-1 で過去に TIMS によって報告されているデータと誤差範囲内で一致した結果が得られ、測定の高感度が確認できた。標準岩石のうち、JA-2, JB-1, JR-1, JR-2, AGV-1 は  $^{238}\text{U}-^{230}\text{Th}$  放射平衡に達しており、理論的に放射平衡線上にプロットされる試料である。それらの試料は、JA-2 を除いて誤差範囲内で平衡線上にプロットされた。JA-2 が、平衡線上にプロットされなかったのはウラン、トリウムの定量に何らかの問題がある可能性がある。原因として、スパイクの添加後、試料とスパイクのウラン、トリウムが同位体平衡に達していなかったため、定量が正確に行えなかった可能性が挙げられ、分析法の改良を検討している。JA-1, JA-3, JB-2, JB-3 の若い岩石試料は、全て沈み込み帯の火成活動で形成されたもので、( $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$ ) > 1 となる結果が得られた。これは多くの沈み込み帯で観察される結果に一致している。