

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定による火山活動史及び地殻構造発達史の解明

—日本周辺海域及び活動的火山に関する研究—

Revealing volcanotectonic history of Philippine Sea region using  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating method石塚治<sup>1)</sup>松本哲一<sup>1)</sup>

Osamu ISHIZUKA

Akikazu MATSUMOTO

<sup>1)</sup> 産業技術総合研究所

(要約 2～3 行)

火山岩類の噴出年代を  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定法により精密、正確に決定する技術確立し、その手法を日本周辺および陸上および海底の火山活動の時空分布解明する研究に適用する。

キーワード:

(1 行あける)

 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定法, 地質構造発達史, 伊豆小笠原弧1. 目的

フィリピン海海域およびその周辺の小笠原海台や南鳥島周辺海域において、採取された地質試料に関する地球科学的分析データ(特に岩石の形成年代)をもとに、各海域におけるマグマ活動およびマントルダイナミクス等を含めた火成活動史を把握することを目的とする。また本研究は現在国により準備されている国連への我が国の大陸棚限界画定申請のための調査の一環である。日本周辺海域の基盤岩の精密な形成年代を決定することを通じて、国連への提出情報作成をサポートする。

2. 方法

測定用試料として、火山岩のうちもっとも新鮮な石基部分を主に使用した。試料から厚さ約 1mm の板状試料を切り出し、それを軽く粉砕して約 1mm 角の小片にした。その後変質により生じている可能性のある粘土鉱物や炭酸塩鉱物の除去を目的として、3M HCl 中で約 30 分、さらに 4M HNO<sub>3</sub> 中で約 30 分超音波洗浄後、脱イオン水で洗浄した。洗浄時間は、試料の変質程度によって調整した。洗浄後温水中で約 2 日間脱塩処理を行った。乾燥後、顕微鏡下で変質部や斑晶の混入のない試料をハンドピックし、測定用試料とした。

試料はアルミ箔に包み、年代標準試料(フラックスモニタ)とともに、中性子照射用アルミ容器中に各試料の位置を記録しながら、積みかさねて収納した。フラックスモニタとして、米国コロラド州産の Fish Canyon Tuff (FC3) 中の sanidine を使用した。年代計算には、この標準試料の年代として 27.5Ma を用いた(Lanphere and Baadsgaard, 2001)。測定の妨害となるアルゴン同位体の補正は、K と Ca をそれぞれ含む合成ガラスを試料とともに中性子照射し、分析することにより行った。試料の中性子照射は、原子力機構東海研究所の JRR4 にて、S パイプを使用し 6 時間照射を行った。またカドミウム箔による熱中性子カットを行った。

アルゴンの同位体比分析は、産業技術総合研究所のレーザ加熱  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定システムにより行った。分析法等については、Ishizuka et al. 2003 に準じた。測定システムは 2007 年度に改造を実施、2008 年度から本格稼働した。最大の違いは、試料加熱に CO<sub>2</sub> レーザを導入したこと、測定を完全自動化したことである。測定に先立ち、試料を真空中にて約 96 時間 100°C で焼きだしを行った。試料の加熱には、CO<sub>2</sub> レーザを用い、レーザビームの径は試料全体が均質に加熱されるように約 3.2mm とした。試料の測定は段階加熱法により行った。ステップごとにレーザの出力を上昇させ、試料が融解を開始するまで出力を上昇させた。各ス

テップで、レーザの出力を一定として、90秒間加熱し、測定を行った。試料から抽出精製されたガスは、4個のZr-Alゲッター(SAES AP-10)と1個のZr-Fe-Vゲッター(SAES ST707)により10分間精製された。精製後、VG Isotech社(現GVI社)製希ガス質量分析計VG3600によりアルゴン同位体比測定を行った。質量分析計の質量分別は標準空気を測定することにより決定した。抽出系、質量分析計をあわせたブランクは、 $^{36}\text{Ar}$ が $4.5 \times 10^{-14}$  mlSTP、 $^{37}\text{Ar}$ が $2.8 \times 10^{-13}$  mlSTP、 $^{38}\text{Ar}$ が $2.0 \times 10^{-14}$  mlSTP、 $^{39}\text{Ar}$ が $4.0 \times 10^{-14}$  mlSTP、 $^{40}\text{Ar}$ が $1.5 \times 10^{-12}$  mlSTPであった。ブランクの測定は概ね3測定に1回の割合で行った。

測定誤差は1s.d.(one standard deviation)で報告する。年代値の誤差は、同位体比測定の誤差、妨害同位体の補正に関する誤差、およびJ値の誤差(0.5%)を含んでいる。プラト一年代の算出は、プラトを構成する各ステップで得られた年代値の誤差の重みをつけた加重平均により行った。プラトの定義については、Fleck et al. (1977)によるものを採用した。

### 3. 研究成果

伊豆小笠原地域のうち小笠原諸島東方の前弧地域より、潜水船しんかい6500により採取された試料について測定を実施した。平成21年度はJRR4の停止の影響で照射は平成22年度になってからの1回にとどまり、21年度は測定を実施できなかった。そのため22年度になって一部開始した測定結果の速報を報告するにとどまる。

小笠原地域では2004年及び2009年にしんかい6500による潜航調査及び2007年にドレッジによる岩石試料採取を実施、島弧最初期の火山噴出物の採取や、初期島弧地殻断面の観察に成功している(結果の一部についてはIshizuka et al., 2006で報告)。本研究では、2009年にしんかい6500により採取された火山岩類の年代測定を行い、島弧形成最初期のマグマ活動史に精密な時間軸をいれる。これにより地質学における根本的な問題の一つである、如何にしてプレートの沈み込みが始まり、それがどのような過程を経て火山形成(島弧火山)にいたるのかをモデル化する上での重要な制約を与えることを目指す。

現在22年度になり照射された試料について測定を開始した段階である。これまで得られたデータは標準試料測定前の暫定値のみである。しかしながらすでに重要な知見が得られつつある。

今回測定している試料は、その採取位置から、小笠原諸島に露出しているボニナイトと呼ばれる岩石よりも下位に相当すると考えられる。これまでボニナイトより下位の岩石は発見されておらず、プレート沈み込み開始直後、最初に生成されたのはボニナイトマグマと考えられ、その活動時期は約4800-4600万年前であることが明らかになっていた(Ishizuka et al., 2006)。今回潜水船により採取された玄武岩溶岩を測定したところ、約5100万年の年代が得られつつあり、この溶岩がボニナイトマグマより古い時代に活動していたことが確かめられた。

### 4. 結論・考察

まだ測定数も少なく、全く予察的な結果であるが、伊豆小笠原島弧の形成開始時期は、これまで考えられていた約4800万年前より、さらに約300万年程度さかのぼる可能性が高くなった。今回測定している玄武岩溶岩は、小笠原諸島に露出するボニナイトマグマとは明瞭にその化学的特徴が異なり、沈み込むプレート由来の物質の影響をほとんど持っていない。これは、Ishizuka et al. (2006)等により、プレート沈み込み開始期に起きると予想された、沈み込まれるプレート上での海底拡大に伴う玄武岩マグマの生成に相当するものではないかと考えられる。

今後同時に採取された他の岩石の年代測定も合わせて実施することにより、プレート沈み込み開始時期のプロセスの解明につなげたい。

5. 引用(参照)文献等

- Fleck, R.J., Sutter, J.F., Elliot, D.H., 1977. Interpretation of discordant  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  age-spectra of Mesozoic tholeiites from Antarctica. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, 15-32.
- Ishizuka, O., Uto, K., Yuasa, M., 2003. Volcanic history of the back-arc region of the Izu-Bonin (Ogasawara) arc. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 219, 187-205.
- Ishizuka, O., Kimura, J.I., Li, Y.-B., Stern, R.J. Reagan, M.K., Taylor, R.N., Ohara, Y., Bloomer, S.H., Ishii, T., Hargrove III, U.S., Haraguchi, S., 2006. Early stages in the volcanism: new age, chemical and isotopic constraints, *Earth and Planetary Science Letters*, 250, 385-401.
- Lanphere, M. A., Baadsgaard, H., 2001. Precise K-Ar,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , Rb-Sr and U/Pb mineral ages from the 27.5 Ma Fish Canyon Tuff reference standard. *Chem. Geol.* 175, 653-671.