

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  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, 大陸棚画定調査

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 JRR3 にて、HR2 を使用し 24 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. submitted 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 72 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

フィリピン海地域から大陸棚限界画定調査により採取された試料について測定を実施した。今年度はJRR4の停止の影響で照射は1回にとどまり、測定数も限られた。

1)伊豆小笠原地域: 伊豆小笠原弧西方、四国海盆中に位置する紀南海底崖地域の玄武岩からは11.8および15.69Maの年代が得られ、海底崖を構成する玄武岩類が四国海盆拡大停止直後から300万年程度の間活動したことを示している。

一方紀南海山列の東側、紀南海底崖の西側に位置する崖から採取された玄武岩から19.93Maの年代が得られた。その玄武岩は、四国海盆底を構成する玄武岩と類似し、中央海嶺玄武岩に近い組成を示す。このことから、この玄武岩は四国海盆拡大末期に、海盆拡大に伴って活動したマグマであると考えられる。海盆拡大軸付近から採取された、同じく中央海嶺玄武岩類似の玄武岩試料について、17.28Maの年代が得られた。この結果も、この玄武岩が最末期の海盆拡大に伴って形成されたことを強く示唆する。

西マリアナ海嶺から南西方向にのびる小海山列中の海山から得られた玄武岩について、15.64Maの年代が得られた。これは、マリアナ弧背弧地域においても、背弧海盆拡大停止とほぼ同時に、島弧火山活動が起きていたことを裏付ける結果である。

2)西フィリピン海盆地域: 西フィリピン海盆中の沖大東海底崖、南沖縄海底崖等の急崖部でドレッジが実施され、これまで全く基盤岩の情報がない地域から火山岩類が採取された。これらの試料の一部について、年代測定を実施した。

その結果、沖大東海底崖から採取された玄武岩からは、31.1Maの年代が得られた。この年代は、海底の地磁気異常パターンから推測されるこの地域の海洋地殻形成年代よりかなり若い。この玄武岩の同位体組成は、フィリピン海地域のMORBの組成に比べ、より大東海盆等に見られる海洋島玄武岩類似の玄武岩試料のものに近く、よりenrichした特徴を示す。これは、海底崖から採取された試料が、海盆底形成後に起きたマグマティズムの産物である可能性を示している。

本研究により得られた試料の化学組成上の特徴と噴出年代、海盆の拡大形成過程とを照合して検討することにより、西フィリピン海盆における海盆底形成後のマグマティズムと海盆の地形、地殻構造に与える影響を今後よりデータを増やして検討していく予定である。

### 4. 結論・考察

#### 1) 背弧海盆拡大終了後の異なるタイプの火山活動の共存

フィリピン海地域の背弧海盆(四国海盆、パレスベラ海盆等)のかつての拡大軸付近において、背弧海盆の他の地域では見られないアルカリ玄武岩の火山体を発見した。この玄武岩溶岩の年代測

定を行った結果、背弧海盆拡大終了後5-800万年後までこの特殊な火山活動が起きていたことを明らかにした。さらに今年度の測定により、四国海盆内で上記の火山活動と化学的特徴が全く異なる、島弧的な火山活動がほぼ同時期に起きていたことが明らかになった。この成果について2008年11月末に論文投稿を行った。

## 2) 日本南方フィリピン海地域の火山活動史、構造発達史の解明を通じた大陸棚限界画定申請への貢献

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定によりフィリピン海地域全体から採取された海底基盤岩の形成年代を明らかにした。これにより、日本南方海域の地質構造の成因について多くの重要な制約を与えた。これらのデータおよび解釈は2008年11月に国が国連に提出した日本の大陸棚延伸のための申請書に盛り込まれた。今後は、フィリピン海地域の海盆及び古島弧の形成発達史及びマントルプリュームと海盆形成の間の成因的関連等について論文化する予定である。また今後取得するデータは、国連での日本の申請書の審査をサポートするデータとなる。

## 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.

Hickey-Vargas, R., 2005. Basalt and tonalite from the Amami Plateau, northern West Philippine Basin: New early Cretaceous ages and geochemical results, and their petrologic and tectonic implications. *The Isl. Arc*, 14, 653-665.

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.

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.