

上信地域烏帽子岳南西麓の溶岩類の K-Ar 年代

高橋 康*・三宅康幸**

(2003年6月4日受付, 2004年6月19日受理)

K-Ar Ages of Lavas from the Mount Eboshidake, Johshin District, Central Japan

Kou TAKAHASHI* and Yasuyuki MIYAKE**

Mt. Eboshidake stands at the western part of the Eboshi volcano group, in Johshin district, central Japan. The K-Ar ages of 0.77–0.76 Ma are obtained for three lava samples collected from Ofuji, Kanahara lavas along with the lowermost part of Eboshidake lavas in the southwestern flank of Mt. Eboshidake. These studied lavas are stratigraphically situated between the Iwayakan'on lavas and the upper part of the Eboshidake lavas which have been dated to be 0.97 Ma and 0.35 Ma, respectively. The Kanahara lavas which have previously been regarded as a part of the Eboshidake lavas, are newly defined because of their distinct inclination. Our results indicate that the volcanic activity of the Eboshi volcano group has initiated at least 0.8 Ma, and possibly 1 Ma, instead of the formerly regarded age of ca. 0.4 Ma. On the basis of the new age data, the life span of the Eboshi volcano group was longer and consequently its eruption rate was lower than they used to be estimated.

Key words: K-Ar age, Eboshi volcano group, Johshin district, central Japan, Quaternary

1. はじめに

烏帽子火山群(飯島・他, 1958)は, 浅間火山の西に隣接する火山群で, 西北西-東南東方向に連なる烏帽子岳, 三方ヶ峰, 高峰山などの成層火山体と, 湯ノ丸山, 栈敷山, 籠ノ登山などの溶岩ドームから構成される(Fig. 1). 本地域の火山岩の分布は本間(1931)により最初に紹介された。飯島(1955)は最初に烏帽子火山群の火山層序学的研究を行い, 烏帽子岳を中心とした烏帽子火山群西部の層序を報告した。次いで飯島(1962)は烏帽子岳の東に位置する三方ヶ峰, 高峰山を含めた烏帽子火山群全体の火山岩層序を示し, 烏帽子火山群の活動期を, 1) 岩屋観音溶岩の噴出から始まり, 烏帽子火山群の西部に溶岩台地や溶岩ドームを形成した「前期」と, 2) 烏帽子岳溶岩の噴出に始まり, 噴出中心を西から東へ移しながら, 烏帽子岳, 三方ヶ峰, 高峰山などの成層火山

を次々に形成した「後期」に区分した。

金子・他(1989)は, 飯島(1962)の層序に基づき, 烏帽子火山群「前期」最初の噴出物とされた岩屋観音溶岩と, 「後期」の最初に噴出したとされた烏帽子岳溶岩上部から各々 0.97 ± 0.09 Ma, 0.35 ± 0.04 Ma の K-Ar 年代値を報告した。この年代値から金子・他(1989; 1991)は, 烏帽子火山群¹⁾の活動年代が, 1 Ma 頃と, 0.4 Ma 以降とに二分できると推定した。また, 飯島(1962)の「前期」と「後期」の活動年代が大きくかけ離れることから, 「前期」の噴出物は烏帽子火山群に含めないとした。さらに, 金子・他(1989)は, 上記のように烏帽子火山群の活動開始時期を 0.4 Ma 頃とした上で, 烏帽子火山群を含めた信越高原地域(金子・他, 1989)の諸火山の寿命, マグマの噴出量および噴出率などの相関関係について議論している。

* 〒390-8621 松本市旭 3-1-1

信州大学大学院工学系研究科地球環境システム科学専攻

Division of Environmental System Science, Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, Asahi 3-1-1, Matsumoto 390-8621, Japan.

** 〒390-8621 松本市旭 3-1-1

信州大学理学部地質科学科

Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu

University, Asahi 3-1-1, Matsumoto 390-8621, Japan.

Corresponding author: Kou Takahashi

e-mail: th98405@gipac.shinsyu-u.ac.jp

¹⁾ 金子・他(1989)は飯島・他(1958)の烏帽子火山群を烏帽子火山と呼ぶとともに, 飯島(1962)の「後期」の噴出物のみが烏帽子火山の噴出物に相当すると述べている。本論文では, 名称の混同による混乱を避けるため, この地域に分布する火山を, 飯島・他(1958)に従い烏帽子火山群と総称して議論する。

火山の活動期間や噴出率の議論では、活動開始時期が一つの制約条件となる。烏帽子火山群の活動開始時期を知るためには、金子・他 (1989) の示した放射年代の計測数は十分とは言えない。第一に、烏帽子岳溶岩の噴出年代は同層の上部から得た 1 試料の年代値を基に推定されており、烏帽子岳溶岩下部の年代は不明である。第二に、「前期」の溶岩の噴出年代は、その最下位層準から得られた年代値で代表され、「前期」の活動期間は不明である。

そこで、筆者らは烏帽子岳南西麓の地表踏査を行い、烏帽子岳溶岩の最下位に近い層準から 1 試料、また烏帽

子岳溶岩に覆われる「前期」の溶岩のうち岩屋観音溶岩以外の 2 試料について K-Ar 放射年代測定を行った。その結果、烏帽子火山群の活動開始時期について新たな知見を得ることができたのでここに報告する。

2. 地質概略

烏帽子岳を構成する主要な噴出物は烏帽子岳溶岩（飯島, 1962）で、烏帽子岳西麓～南麓にかけて広く露出する。烏帽子岳南西麓に流下した同溶岩は、比較的新鮮な火山地形原面を保持して、「前期」に噴出した大富士溶岩（飯島, 1962）からなる大富士山を取りまくように分布し

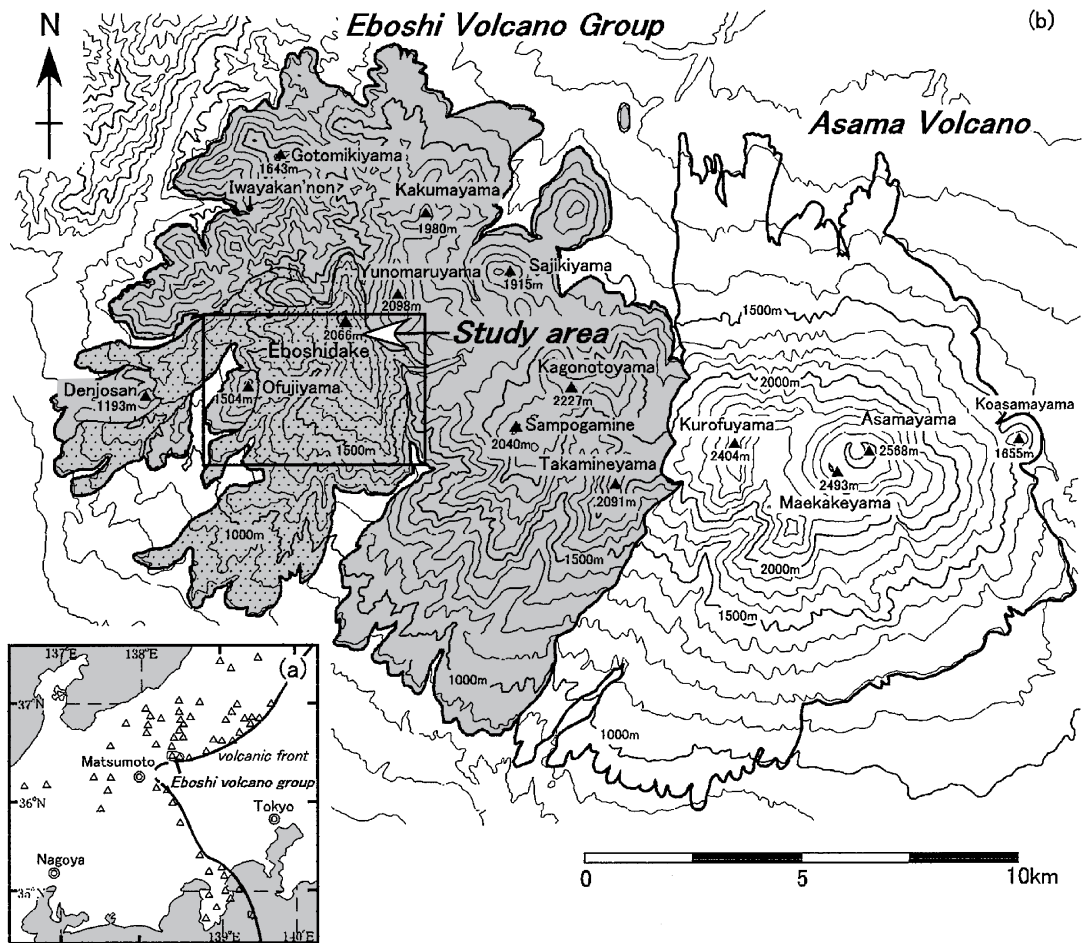


Fig. 1. Index map of the Eboshi volcano group.

a: Location map of the Eboshi volcano group. Open triangles indicate Quaternary volcanoes after Ono *et al.* (1981).

b: Geomorphological map of the Eboshi volcano group and Asama volcano.

The areas of Eboshi volcano group and Asama volcano are quoted from Iijima (1962) and Aramaki (1968), respectively. The dotted area indicates the distribution of Eboshidake lavas. The square is an extent of the Fig. 2. The contour interval is 100 m.

ている (Fig. 2)。烏帽子岳南西麓を流れる金原川流域では、10 枚以上のフローユニットが累重しているのが確認できる。一方烏帽子岳の北斜面では主として「前期」の岩屋観音溶岩 (飯島, 1962) が分布し、浸食削剥されて急峻な地形をなしている。なお、現在の烏帽子岳山頂付近には東に開口した凹地があり、その中に溶岩ドームである湯ノ丸溶岩 (飯島, 1962) が分布している。

3. 測定試料の地質・岩石記載

烏帽子岳南西麓の地質図と試料採取地点を Fig. 2 に示す。本報告で用いた溶岩名は基本的に飯島 (1962) に従っているが、後述する理由により今回新たに金原溶岩を烏帽子岳溶岩から区別した。なお、岩石記載における各溶岩の斑晶鉱物の計測値は最大粒径、平均粒径、モード量 (%) の順に示した。

3-1 大富士溶岩 (試料名: OF-1)

大富士溶岩は大富士山 (1,504 m) とその南西の小丘を形成しており、主として 1 枚の層厚が 20 m 以上におよぶブロック溶岩からなる。大富士山南斜面の標高 1,300 m 付近では、塊状部 (層厚 10~20 m) に不規則な割れ目が発達した 2 枚のフローユニットが、厚さ 50~150 cm の自破碎角礫部を挟んで重なっている。試料 (OF-1) はそのうちの下位のユニットから採集した。

岩石は角閃石斜方輝石単斜輝石安山岩である。斑晶鉱物は斜長石 (2.8 mm, 1 mm, 28.3%), 単斜輝石 (1 mm, 0.4

mm, 3.1%), 斜方輝石 (0.8 mm, 0.3 mm, 2.9%), 角閃石 (1 mm, 0.4 mm, 2.1%), 石英 (1 mm, 0.5 mm, 2.1%), 不透明鉱物 (0.4 mm, 0.2 mm, 2.5%) からなる。角閃石の周縁部はややオバサイト化していることが多い。石基はインターサタルで、斜長石, 単斜輝石, 斜方輝石, 不透明鉱物, ガラスからなる。

3-2 金原溶岩 (KH-1)

飯島 (1962) は、^{かなはら}金原川流域の標高 1,100~1,200 m に露出する小規模な溶岩を烏帽子岳第 1 溶岩と称した。今回、金原ダム建設工事現場に本溶岩が良好に露出し、ブロック溶岩の 5 枚のフローユニット (層厚 < 10 m) が自破碎角礫部 (層厚 < 5 m) を挟み累重する様子が観察できた。本溶岩が北~北東に 30~55° 傾斜する (Fig. 3) のに対して、同一露頭の約 30 m 上位に露出する烏帽子岳溶岩は南西方向に緩傾斜している。よって本溶岩を烏帽子岳溶岩から区別し、金原溶岩と命名した。試料 (KH-1) は Fig. 3 に示したフローユニット中で上位の塊状部から採集した。

岩石は、かんらん石含有斜方輝石単斜輝石安山岩である。斑晶鉱物は斜長石 (1.2 mm, 0.8 mm, 24.4%), 単斜輝石 (1 mm, 0.4 mm, 5%), 斜方輝石 (1 mm, 0.3 mm, 2.1%), かんらん石 (0.4 mm, 0.2 mm, 0.3%), 不透明鉱物 (0.2 mm, 0.3 mm, 1.8%) からなる。石基はハイアロピリティックで、斜長石, 単斜輝石, 不透明鉱物, ガラスからなる。

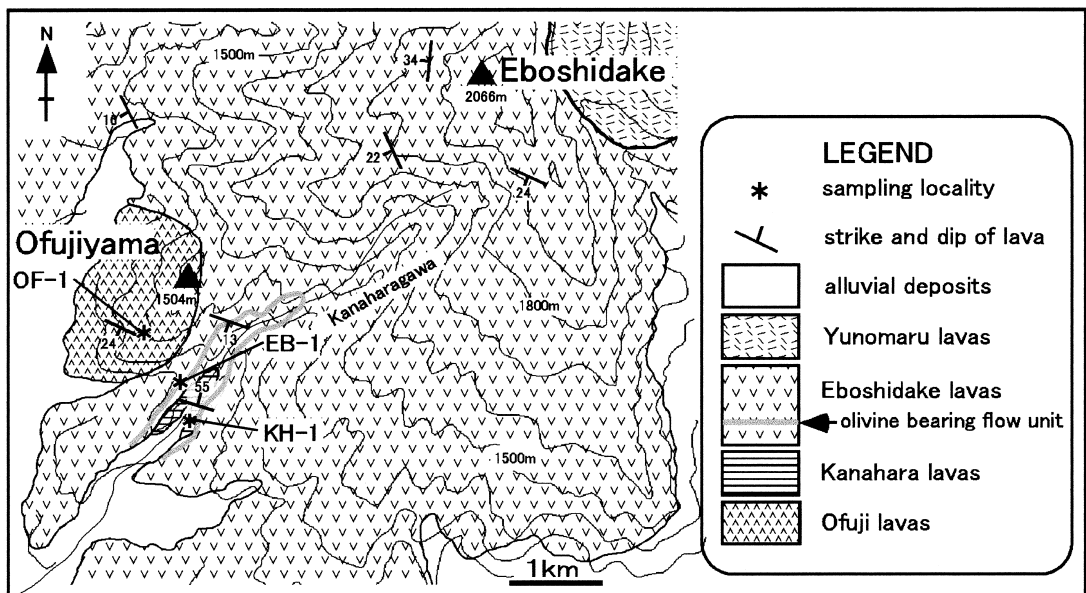


Fig. 2. Geological map of the southwestern flank of Mt. Eboshidake. Sample localities are also shown. The contour interval is 100 m.

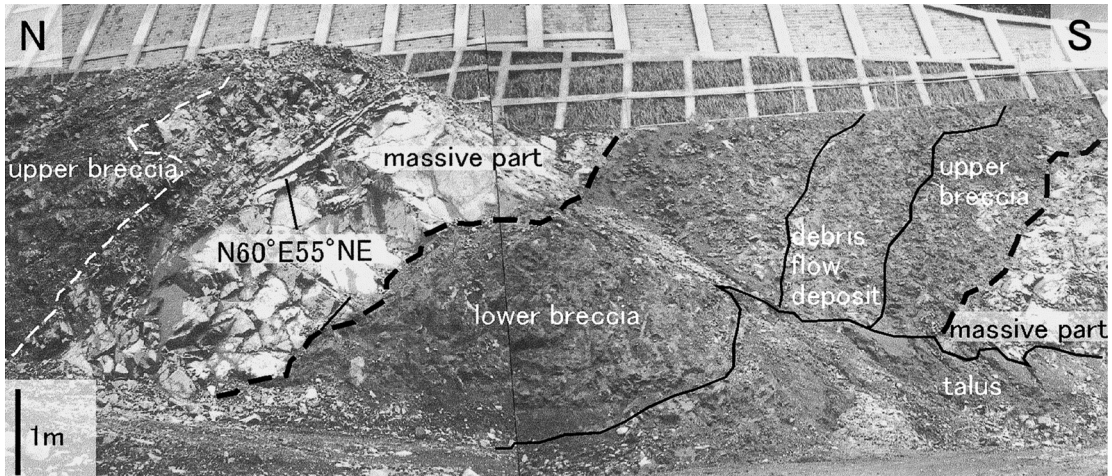


Fig. 3. The occurrence of the Kanahara lavas exposed during the construction of the Kanahara dam.

Table 1. K-Ar ages for lavas from the southwestern flank of the Mt. Eboshidake.

Volcanic Unit (Sampling point)	Sample No.	Sample Rock Type	Potassium (wt.%)	Rad. ^{40}Ar (10^{-8}cc/g)	K-Ar age (Ma)	A.C. (%)
Eboshidake lavas ($36^{\circ}24'55''\text{N}$, $138^{\circ}21'58''\text{E}$)	EB-1	Rock Px-andesite	0.731 \pm 0.015	2.14 \pm 0.19	0.75 \pm 0.07	83.0
				2.17 \pm 0.21	0.76 \pm 0.08	83.4
				Average	0.76\pm0.05	
Kanahara lavas ($36^{\circ}24'29''\text{N}$, $138^{\circ}21'47''\text{E}$)	KH-1	Rock Px-andesite	1.007 \pm 0.020	3.05 \pm 0.12	0.78 \pm 0.03	60.5
				2.93 \pm 0.11	0.75 \pm 0.03	62.8
				Average	0.77\pm0.03	
Ofuji lavas ($36^{\circ}24'50''\text{N}$, $138^{\circ}21'32''\text{E}$)	OF-1	Rock Hb-andesite	1.220 \pm 0.024	3.72 \pm 0.12	0.79 \pm 0.03	48.2
				3.49 \pm 0.01	0.74 \pm 0.03	49.9
				Average	0.77\pm0.03	

A.C.: air contamination, Rad. ^{40}Ar : radiogenic ^{40}Ar ,

$\lambda_a = 0.581 \times 10^{-10}$ /year, $\lambda_b = 4.962 \times 10^{-10}$ /year, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$ atom% (Steiger and Jäger, 1977)

3-3 烏帽子岳溶岩 (EB-1)

本溶岩は大富士山の南東斜面の標高 1,250 m 付近で大富士溶岩にアバットして、金原川右岸の標高 1,150 m の地点で金原溶岩を覆う。調査地域内を流れる金原川流域では 10 枚以上のアア溶岩やブロック溶岩として累重して露出する。試料 EB-1 はその中で最下位に近い層準にあるアア溶岩のフローユニット (層厚 < 5 m) から採集した。このユニットを構成する岩石は、他のユニットの岩石よりも肉眼で確認できる大型のかんらん石斑晶を多く含む。従って本ユニットが烏帽子岳南西麓の標高 1,300~1,150 m にかけて、火山地形原面と平行に南西へ緩やかな傾斜をもって分布していることを地表踏査から確認できる (Fig. 2)。

岩石はかんらん石含有斜方輝石単斜輝石安山岩であ

る。斑晶鉱物は、斜長石 (1.5 mm, 0.6 mm, 28.2%)、単斜輝石 (1.2 mm, 0.5 mm, 8.4%)、斜方輝石 (1 mm, 0.4 mm, 5.7%)、かんらん石 (0.4 mm, 0.2 mm, 0.6%)、不透明鉱物 (0.4 mm, 0.2 mm, 2.5%) である。石基はハイアロピリチックで、斜長石、単斜輝石、不透明鉱物、ガラスからなる。

4. K-Ar 年代測定と測定結果

測定に用いた試料が風化・変質をほとんど被っていないことを岩石薄片の観察により確認している。試料の作製は以下の手順で行った。岩石試料の風化・変質部分を岩石カッターで除去し、鉄乳鉢で粉碎した。粉碎試料は 60~80 メッシュに整粒した後、電磁分離機とハンドピッキングにより斑晶鉱物を可能な限り除去し、石基濃集物

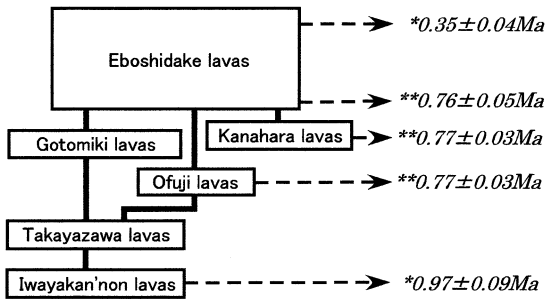


Fig. 4. Stratigraphic relations of the lavas in the studied area. Stratigraphy and the name of the lavas are modified after Iijima (1962). K-Ar ages are from * Kaneko *et al.* (1989) and ** this study.

を作製した。年代測定は蒜山地質年代学研究所において行われた。分析手法は長尾・他 (1984), 長尾・板谷 (1988), Itaya *et al.* (1991) に従った。K は 2,000 ppm の Cs を干渉剤に用いた蛍光分光光度法により定量した。1 回の定量には約 50~100 mg の粉末試料を使用し、1 試料につき 2 回以上行い、平均値を年代計算に用いた。Ar は専用の質量分析計を用いた同位体希釈法により測定した。測定にあたり、同一条件での標準試料の測定誤差が 1% 以内であることを確認した。年代値の算出には壊変定数 $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10}/\text{year}$, $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}/\text{year}$, $^{40}\text{K}/\text{K} = 1.167 \times 10^{-4} \text{atom}\%$ (Steiger and Jager, 1977) を用いた。各試料の 2 回の測定による年代値は誤差の範囲で一致する (Table 1)。2 回の測定値をもとに津久井・他 (1985) と同様の方法で各試料の平均値と誤差を求めると、大富士溶岩 (OF-1) から $0.77 \pm 0.03 \text{ Ma}$, 金原溶岩 (KH-1) から $0.77 \pm 0.03 \text{ Ma}$, 烏帽子岳溶岩 (EB-1) から $0.76 \pm 0.05 \text{ Ma}$ という年代値が得られた。

5. 年代値の意義

烏帽子火山群の西部の層序と年代値をまとめて Fig. 4 に示す。飯島 (1962) が「後期」の最初に形成された成層火山とした烏帽子岳の形成時期を、金子・他 (1991) は $0.4 \sim 0.3 \text{ Ma}$ であると考えた。その根拠は、烏帽子岳溶岩上部の試料の年代値、 $0.35 \pm 0.04 \text{ Ma}$ であり、烏帽子岳溶岩全体が短期間に形成されたことを前提としていると推測される。しかし今回、烏帽子岳溶岩の最下位に近い層準から $0.76 \pm 0.05 \text{ Ma}$ という年代値が得られたことにより、烏帽子岳溶岩の噴出開始時期は金子・他 (1989) の推定よりも約 40 万年遡ることが明らかになった。

一方、烏帽子岳溶岩に覆われる大富士溶岩と金原溶岩は、飯島 (1962) の「前期」溶岩の一部に相当することに

なるが、それらの年代は共に $0.77 \pm 0.03 \text{ Ma}$ を示した。従って、飯島 (1962) による「前期」と「後期」の間に、金子・他 (1989) が推定した長い休止期間はなかったことになり、烏帽子火山群全体の火山活動開始時期も少なくとも 0.8 Ma にまで遡ると結論できる。しかも、 1 Ma の年代を示す岩屋観音溶岩と烏帽子岳溶岩の間の層準には、今回測定した溶岩以外にも高屋沢溶岩やゴトミキ溶岩 (飯島, 1962) など存在していることから、「前期」の活動も連続的であった可能性も生じる。

今後、岩屋観音溶岩の噴出した 1 Ma から上記 0.8 Ma までの活動が連続的か否か、また、烏帽子岳溶岩の噴出期間中 ($0.8 \sim 0.3 \text{ Ma}$) その活動が連続的だったのかについて検討を加えることによって、烏帽子火山群のマグマ噴出率の変化について詳細な説明がなされる必要がある。

6. まとめ

1) 烏帽子岳成層火山体を構成する烏帽子岳溶岩の最下位に近い層準から $0.76 \pm 0.05 \text{ Ma}$, またその下位にある 2 溶岩からそれぞれ $0.77 \pm 0.03 \text{ Ma}$ の年代が得られた。

2) 烏帽子火山群の活動は少なくとも 0.8 Ma には開始したと考えられる。また、従来考えられた「前期」「後期」間の長い休止期間は認められず、岩屋観音溶岩が噴出した 1 Ma 以降連続的に火山活動が続いていた可能性もある。

謝 辞

試料 (KH-1) の年代測定にあたっては、現在核燃料サイクル開発機構東濃地科学センターの梅田浩司氏 (当時、動力炉・核燃料開発事業団) に便宜をはかって頂いた。また、本原稿の作成にあたって、茨城大学理学部の藤縄明彦博士と匿名の査読者の方、そして編集委員の山形大学の伴 雅雄博士には原稿の不備について丁寧にご指摘を頂くとともに、建設的な意見を多く頂いた。ここに記して深く感謝致します。なお、(OF-1, EB-1) の年代測定にあたっては、その一部の費用として信州大学教育研究改革・改善プロジェクト経費の配分を受けた。

引用文献

- 荒牧重雄 (1968) 浅間火山の地質。地団研専報, no. 14, 45 p.
 本間不二男 (1931) 信濃中部地質史。古今書院, p 132-153.
 飯島南海夫 (1955) 烏帽子火山北西部の地質。信州大学教育学部研究論集, 5, 164-172.
 飯島南海夫 (1962) フォッサ・マグナ北東部の火山層序学的並びに岩石学的研究 (その 1) 一火山層序学的研

- 究. 信州大学教育学部研究紀要, **12**, 86-133.
- 飯島南海夫・田口今朝男・石和一夫・甲田三男・中村二郎・木船 清・小林将喜・矢野和男・山岸いくま (1958) フォッサ・マグナ東部の火山と基盤. 地球科学, **37**, 46-59.
- Itaya, T., Nagao, K., Honjou, Y., Okada, T. and Ogata, A. (1991) Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. *Mineralogical Journal*, **15**, 203-221.
- 金子隆之・清水 智・板谷徹丸 (1989) K-Ar 年代から見た信越高原地域の火山活動. 岩鉱, **84**, 211-225.
- 金子隆之・清水 智・板谷徹丸 (1991) 信越地域に分布する第四紀火山の K-Ar 年代と形成史. 震研彙報, **66**, 299-322.
- 長尾敬介・板谷徹丸 (1988) K-Ar 法による年代測定. 地質学論集, **29**, 5-21.
- 長尾敬介・西戸祐嗣・板谷徹丸・緒方惟一 (1984) K-Ar 法による年代測定. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, **9**, 19-38.
- 小野晃司・曾屋竜典・三村弘二 (編) (1981) 日本の火山 (200 万分の 1 地質編纂図, 2 版). 地質調査所.
- Steiger, R. and Jäger, E. (1977) Subcommittee on geochronology: convection on the use of decay constants in geo- and cosmo- chronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359-362.
- 津久井雅志・西戸祐嗣・長尾敬介 (1985) 蒜山火山群・大山火山の K-Ar 年代. 地質雑, **91**, 279-288.

(編集担当 伴 雅雄)