岐阜県中津川市，小秀山北西斜面に分布する 流紋岩質溶岩（小秀山流紋岩）の K-Ar 年代

K-Ar age of a rhyolite lava (Kohideyama rhyolite) on the northwestern flank of
Mt. Kohide, Nakatsugawa City, Gifu Prefecture

石崎 泰男 (Yasuo ISHIZAKI)*

安江 健一 (Ken-ichi YASUE)**

Mt. Kohide (Nakatsugawa City, Gifu Prefecture) is located ~ 7 km north of the Atera fault. A partial collapse of the northwestern flank of Mt. Kohide has exposed a 5-m-wide dyke-like conduit ~ 15-30 m beneath the extrusive rhyolite lava that was fed by it. The rocks of the extrusive lava and the feeder are nearly aphyric (< 0.5 vol% phenocrysts), biotite-rhyolite (~ 73 wt% whole-rock SiO₂). The extrusive lava yields a K-Ar age of 23.01 ± 0.36 Ma. Within the measurement errors, this age coincides with the previously determined K-Ar ages of biotite-rhyolite dykes intruded along the Atera fault (23.22 Ma) and the rhyolitic welded tuff of the Hachiya formation (~ 40 km southwest of Mt. Kohide; 22 Ma) as well as the K-Ar and fission track ages of the rift-type alkalic moonstone rhyolites from the Hokuriku area (25.22 Ma). This suggests that rhyolitic volcanism occurred contemporaneously in central Japan between the Late Oligocene and Early Miocene.

Keywords: Late Oligocene-Early Miocene volcanism, Rhyolite, K-Ar age, Mt. Kohide, Central Japan

I. はじめに

中部日本内陸の阿寺断層周辺には，白亜紀後期の大規模珪長質火山岩類である濃飛流紋岩類に貫入して多数の黒雲母流紋岩岩脈が分布し（山田，1961；山田・小林，1988），その一部からは漸新世末期～中新世前期を示す K-Ar 年代が報告されている（山田ら，1992）。また，南方の美濃加茂市周辺に分布する黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩（瑞浪層群蜂屋累層下部層）や北陸地方に分布するアルカリ質流紋岩（月長石流紋岩）からも漸新世末期～中新世前期を示す K-Ar 年代やフィッシュン・トラック年代が報告されており（鳥居，1982；雁沢，1983；中島ら，1983；野村，1986），この時期の中部日本では各所で流紋岩質マグマの活動が起きていた可能性が高い。漸新世末期～中新世前期の中部日本での火山活動，特に北陸地域での月長石流紋岩の活動は，日本海側を熱源とした，背弧海盆形成に伴う火成活動であった可能性も考えられており（例えば，石田ら，

1998），テクトニクスと火成活動の関連を明確にするためにもより広域における流紋岩質火山岩の活動の時空変化を確立することが重要である。

私たちは，岐阜県中津川市^{かしも}加子母（旧恵那郡加子母村）の小秀山^{こひでやま}（標高 982 m）北西面において，これまでに記載されていない漸新世末期～中新世前期の流紋岩溶岩と岩脈を見出した。本稿では，上述の観点におけるこの流紋岩質火山岩の意味を明確にするためにその K-Ar 年代を測定したので，その測定結果について報告する。

II. 地質概略

本研究の調査地域である小秀山は，白亜紀後期の濃飛流紋岩類からなる山体であり，加子母川の上流，阿寺断層の北約 7 km に位置する（Fig. 1）。阿寺断層の周辺地域では，濃飛流紋岩類を貫いて多数の黒雲母流紋岩の岩脈が分布する（山田，1961；山田・小林，1988；山田ら，1992）。私たちが小秀山北西斜面，加子母川東本谷谷頭の馬蹄形崩壊

doi: 10.2465/gkk.35.212

（平成 18 年 2 月 21 日受付，平成 18 年 4 月 27 日受理）

* 富山大学理学部地球科学科，〒930-8555 富山市五福 3190

** 日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センター，〒098-3207 天塩郡幌延町宮園町 1-8

* Department of Earth Sciences, University of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama 930-8555, Japan

E-mail: ishizaki@sci.u-toyama.ac.jp

** Horonobe Underground Research Center, Japan Atomic Energy Agency, Miyazonomachi 1-8, Horonobe-cho, Hokkaido 098-3207, Japan

Fig. 1. Index map showing the location of Mt. Kohide and the distribution of the Early Oligocene to Middle Miocene volcanic rocks in central Japan (Hokuriku-Tokai area). References: [1] Ueda and Aoki (1970), [2] Ganzawa (1983), [3] Nakajima *et al.* (1983), [4] Ishida *et al.* (1998), [5] Yamada *et al.* (1992), [6] Torii (1982).

地 (Fig. 2A) で見出した黒雲母流紋岩の溶岩と岩脈 (以後、併せて小秀山流紋岩と呼ぶ) もそのような黒雲母流紋岩質マグマの活動の産物の一つである。

小秀山流紋岩の溶岩部は、東本谷谷頭崩壊地の頂稜に沿って濃飛流紋岩類を覆って局所的に分布する (Fig. 2B)。溶岩の層厚は最大で約 20 m である。基岩である濃飛流紋岩類との境界に沿って板状節理が発達し、全体に淡褐色に高温酸化していることから、これが地表に噴出した溶岩流もしくは溶岩ドームの残骸であることは間違いない。溶岩の岩石 (試料 KH1) は斑晶に乏しい黒雲母流紋岩 (全岩 SiO_2 約 73 wt%) であり、自形の斜長石 (最大長径 0.3 mm, モード組成 0.3 vol% 以下) 及び新鮮な自形の黒雲母 (最大径 0.5 mm, 0.1 vol% 以下) を斑晶及び微斑晶にもつ (Table 1)。石基は流理構造が顕著で、短冊状の斜長石、微粒の黒雲母及びこれらを充填する隠微晶質物質とガラスからなる。

小秀山北西斜面の崩壊地内には、濃飛流紋岩類に対して明瞭な接触面をもって貫入している 1 枚の流紋岩質岩脈が見られる (Fig. 2B)。この岩脈の走向は N48°W、傾斜はほぼ垂直で、一部が基底から最大 4 m ほど突出しており、走向方向に約 50 m にわたって追跡できる。この岩脈 (試料 KH4) は溶岩と同一の斑晶量、斑晶組合せ及び全岩主成分組成をもっており (Table 1)、溶岩の給源岩脈であった可能性が高い。

III. 年代測定岩石試料及び測定方法

小秀山流紋岩の溶岩 1 試料 (KH1) について K-Ar 年代を測定した。測定試料は、東本谷谷頭壁頂部の溶岩の露頭 (北緯 35 度 47 分 13 秒、東経 137 度 23 分 45 秒) から直接採取した (Fig. 2A)。試料は、節理面に沿って二次鉱物がわずかに付着している以外は新鮮である。

試料の調整及び測定は蒜山地質年代学研究所に依頼した。試料の調整及び測定法は、長尾ら (1984) と Itaya *et al.* (1991) に従った。岩石試料を岩石カッターで厚さ 5 mm 程度にスライスし、洗浄・乾燥した後、鉄乳鉢で粉碎した。その後、60-80 メッシュサイズに整粒した全岩粉末試料を測定に供した。調整を終えた試料は、その一部をアルゴン (Ar) 定量用とし、残りはメノウ乳鉢を用いて細粉化してカリウム (K) 定量用とした。K の定量には 2000 ppm のセシウムをイオン化抑制剤とした蛍光光度法を用い、1 試料につき最低 2 回測定を行い、その平均値を年代計算に使用した。Ar の定量には ^{38}Ar をトレーサーとした同位体希釈法 (長尾ら, 1984) を用いた。Ar 同位体の測定は 2 回を行い、それぞれの測定値を年代計算に用いた。なお、年代値の計算には、Steiger and Jager (1977) の壊変定数を用いた。

IV. 測定結果及び考察

測定を行った岩石試料 KH1 の K 及び放射壊変起源 ^{40}Ar の含有量、測定誤差 (1σ)、大気 Ar 混入率、年代値及びその加重平均を Table 2 に示す。今回の測定で得られた年代は 23.07 ± 0.52 Ma 及び 22.96 ± 0.51 Ma (平均 23.01 ± 0.36 Ma) である。放射壊変起源 ^{40}Ar の定量に対する誤差は、大気 Ar 混入率が増加すると飛躍的に増加する (板谷・

Fig. 2. (A) Map showing the sampling point of the dated lava (KH1). (B) Partial collapse of the northwestern flank of Mt. Kohide has exposed a 5-m-wide NW-trending dyke-like conduit ~ 15-30 m beneath the extrusive rhyolite lava that was fed by it. The view is looking from point B in Figure 2A toward the southeast. The sampling point of the dyke rhyolite (KH4) is also shown.

Table 1. Representative whole-rock major and modal compositions of Kohideyama rhyolite

Sample No	KH1	KH4
	Lava	Dyke
Whole-rock major composition: wt%		
SiO ₂	71.44	72.45
TiO ₂	0.17	0.13
Al ₂ O ₃	16.41	15.55
Fe ₂ O ₃	1.97	1.88
MnO	0.03	0.04
MgO	0.35	0.42
CaO	1.40	1.63
Na ₂ O	3.63	3.89
K ₂ O	3.71	3.90
P ₂ O ₅	0.07	0.06
Total	99.17	99.94
Modal abundance (>2000 pts. counted): vol%		
Plagioclase	0.3	0.1
Biotite	0.1	0.1
Opaque	tr	tr
Groundmass	99.6	99.8

Major element data collected on glass beads by XRF techniques using a Phillips PW2404R X-ray spectrometer at the Center for Instrumental Analysis, Toyama University. tr: < 0.1 vol%.

長尾, 1988) が, 今回の測定では試料の大気混入率が 10% 以下と低く, 年代値に対する誤差も 3% 以内であった。測定の再現性も良く, 2 回の測定による年代値が誤差の範囲で一致した。また, 風化・変質を受けていない新鮮な溶岩試料を測定に供しており, 変質に伴う ⁴⁰Ar の散逸による年代の若返り (例えば, Kaneoka, 1972) も考えられない。以

上のことから, 今回得られた K-Ar 年代は十分に信頼のおけるものであり, 小秀山流紋岩の噴出年代を示していると考えられる。

小秀山流紋岩の形成時期は, 本研究で得られた溶岩の K-Ar 年代 (23.01 ± 0.36 Ma) から, 漸新世最末期～中新世前期であったと考えられる。中部日本内陸部において, 小秀山流紋岩と同時期の火成活動としては, 本研究地域に隣接した阿寺断層周辺で濃飛流紋岩を貫いて分布する無斑晶質黒雲母流紋岩岩脈の活動 (23.22 Ma: 山田ら, 1992), 美濃加茂市周辺に分布する瑞浪層群蜂屋累層下部層の黒雲母流紋岩質溶結凝灰岩の活動 (22 Ma: 鳥居, 1982) がある (Fig. 1)。これらの活動はいずれも小規模であり, 黒雲母斑晶を伴う流紋岩マグマによるものであるという点で類似しており, 年代的にも近いことを含め共通の成因的背景をもつ可能性が考えられる。

一方, 北陸地域においても, 日本海形成初期のリフティングに伴う火山活動の産物と考えられる, アルカリ質の流紋岩 (月長石流紋岩) が 25 ~ 20 Ma 頃に噴出している (植田・青木, 1970; 雁沢, 1983; 中島ら, 1983; 石田ら, 1998)。これらの火山岩との成因的関係を明らかにすることも, マグマの成因とテクトニクスとの関係を理解する上で, 今後重要になるだろう。また, これまでの中部日本の新第三紀火山岩についての年代学的研究により, 北陸地方の月長石流紋岩については前述したように 25 ~ 20 Ma 頃, 同じく北陸地方の岩稲累層及びその相当層についておおよそ 20 ~ 16 Ma 頃 (柴田, 1973; 藤井ら, 1992; 金子, 2001), 瀬戸内火山岩類の東縁部にあたる愛知県設楽地域で 15 ~ 13 Ma (杉原・藤巻, 2002; 星ら, 2006) の活動年代が明らかになっている。今後, これら火山岩類も含めて, 地球化学的特徴を比較検討し, 年代学的・地球化学的な観点から火山岩分布の時空変化を整理することで, 中部日本における日本海拡大期の下部地殻・マントルの熱構造及びテクトニクスと

Table 2. K-Ar age of Kohideyama rhyolite

Sample	K (wt%)	Radiogenic ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ ccSTP/g)	K-Ar Age (Ma)	Non Radiogenic ⁴⁰ Ar (%)
KH1	3.092 ± 0.062	278.5 ± 2.9	23.07 ± 0.52	9.4
		277.3 ± 2.8	22.96 ± 0.51	8.1
		(Mean) 23.01 ± 0.36		

The decay constants used in the present study are $\lambda_e(^{40}\text{K}) = 0.581 \times 10^{-10} / \text{y}$, $\lambda_\beta(^{40}\text{K}) = 4.962 \times 10^{-10} / \text{y}$, and $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.0001167$ (Steiger and Jager, 1977). Errors are reported at the 1σ uncertainty level. The mean age is given as a weighted mean.

火成活動の関係について新たな知見が得られると期待される。

謝 辞 加子母在住の田口達也さんからいただいた小秀山流紋岩の露頭写真 (Fig. 2B) 及び岩石試料が本研究の契機となった。また、田口さんには試料採取の際に現地を案内していただいた。蛍光 X 線分析装置の使用にあたっては、富山大学工学部物質生命システム工学科の蓮覚寺聖一教授、同大学機器分析センターの中村優子助教授に便宜をはかっていただいた。編集委員の荒川洋二さん、査読者の雁沢好博さんと杉原孝充さんには、原稿の不備をご指摘いただき、内容について建設的な議論をしていただいた。なお、本研究を行うにあたり、富山大学学長裁量経費「環日本海」を使用した。以上の方々及び当局に厚く感謝申し上げます。

引用文献

- 藤井昭二, 粕谷義夫, 中川登美雄 (1992): 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三系古地理. 地質学論集, **37**, 85-95.
- 雁沢好博 (1983): フィッション・トラック法によるグリーン・タフ変動の年代区分 その2 富山県太美山地域. 地質雑, **89**, 271-286.
- 星 博幸, 檀原 徹, 岩野英樹 (2006): 西南日本の中新世テクトニクスに対する新たな年代制約: 愛知県設楽地域におけるフィッション・トラック年代測定. 地質雑, **112**, 153-165.
- 石田勇人, 石渡 明, 加々美寛雄 (1998): 新第三系北陸層群の鷲走ヶ岳月長石流紋岩質溶結凝灰岩. 地質雑, **104**, 281-295.
- 板谷徹丸, 長尾敬介 (1988): 100 万年より若い火山岩の K-Ar 年代測定. 地質学論集, **29**, 143-161.
- Itaya, T., Nagao, K., Inoue, K., Honjou, Y., Okada, T. and Ogata, A. (1991): Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. *Mineral. J.*, **15**, 203-221.
- 金子一夫 (2001): 富山県東部に分布する中新世火山岩 - 火山砕屑岩の層序と造構造史. 地質雑, **107**, 729-748.
- Kaneoka, I. (1972): The effect of hydration on the K/Ar ages of volcanic rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **14**, 216-230.
- 長尾敬介, 西村裕嗣, 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.
- 中島正志, 森本祐一郎, 鈴木由紀江, 渡邊 勇, 三浦 静 (1983): 福井県第三系のフィッション・トラック年代. 福井大学教育学紀要 (II), **33**, 53-65.
- 野村隆光 (1986): 岐阜県蜂屋累層の地質 (予報) と K-Ar 年代. 地質雑, **32**, 73-76.
- 柴田 賢 (1973): 北陸層群中の火山岩類の K-Ar 年代. 地質学論集, **8**, 143-149.
- Steiger, R. and Jager, E. (1977): Subcommission on geochronology: convection on the use of decay constant in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**, 359-362.
- 杉原孝充, 藤巻宏和 (2002): 愛知県設楽地域に分布する瀬戸内火山岩類の K-Ar 年代. 岩石鉱物科学, **31**, 15-26.
- 鳥居 孝 (1982): 犬山市史 II, 「地形・地質」. pp. 23-56, 犬山市教育委員会.
- 植田良夫, 青木謙一郎 (1970): 富山県西部に分布する月長石流紋岩の K-Ar 年代. 岩鉱, **63**, 28-29.
- 山田直利 (1961): 加子母地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). pp. 25, 地質調査所.
- 山田直利, 小林武彦 (1988): 御嶽山地域の地質, 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). pp. 136, 地質調査所.
- 山田直利, 柴田 賢, 佃 栄吉, 内海 茂, 松本哲一, 高木秀雄, 赤羽久忠 (1992): 阿寺断層周辺地域の火成岩類の放射年代と断層活動の時期. 地質調査所月報, **43**, 759-779.