

雌阿寒岳火山とその周辺から採取された火山岩の感度法 K-Ar 年代

Unspiked K-Ar dating results for volcanic rocks from Meakandake Volcano and its surrounding areas, Japan

山崎誠子¹・石塚吉浩¹・佐藤鋭一²

YAMASAKI Seiko¹, ISHIZUKA Yoshihiro¹ and SATO Eiichi²

¹ 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

¹ Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, AIST

² 北海道教育大学旭川校

² Hokkaido University of Education at Asahikawa

要旨

阿寒カルデラの後カルデラ火山である雌阿寒岳火山および周辺の活動年代に制約を与えるため、フップシ岳火山、フレベツ岳火山、雌阿寒岳火山を構成するとされる南岳、剣ヶ峰に産する火山岩 4 試料の K-Ar 年代測定を感度法により実施した。フップシ岳北麓で 110 ± 60 ka (誤差は 1σ)、フレベツ岳南東麓で 15 ± 6 ka、南岳山頂付近で 100 ± 30 ka、剣ヶ峰で 100 ± 70 ka の年代値が得られ、これらの活動年代は約 10 万年前から 1.5 万年に渡る。

1. はじめに

阿寒カルデラの南西縁には複数の後カルデラ火山；フレベツ岳、フップシ岳、雄阿寒岳、雌阿寒岳の火山が形成されている（勝井，1951；佐藤，1965）。雌阿寒岳火山は後カルデラ火山の中で最も新しく、複数の噴火記録をもつ（横山ほか，1976；気象庁，2013）。

後カルデラ火山のうち、フレベツ岳火山はいくつかの火山体から構成され、 0.17 ± 0.02 Ma、 0.11 ± 0.02 Ma の K-Ar 年代値が、またフップシ岳火山は開析が進んだ一つの山体から構成され、 0.07 ± 0.04 Ma の K-Ar 年代値が報告されている（NEDO，1992，同位体希釈法による年代値，誤差は 1σ ）。また、雄阿寒岳火山は数万年前から活動を開始し、1.3 万年前以前に山体崩壊による岩屑なだれが発生、1000 年前までには活動が終了したとされる（玉田・中川，2009）。一方、雌阿寒岳火山は 1.5 万年前以降の活動史は良く明らかにされてきた（Sato et al., 2022；和田・佐藤，2024）ものの、それ以前の放射年代値の報告はなく、全体の活動史に空白が生じていた。本報告では雌阿寒岳の活動年代に制約を与えるため、周辺の後カルデラ火山であるフップシ岳火山、フレベツ岳火山から 2 試料、ならびに雌阿寒岳火山を構成するとされる南岳と剣ヶ峰から 2 試料について、K-Ar 年代測定を感度法により実施した。

2. K-Ar 年代測定手法

K-Ar 年代測定は鉍物分離により石基のみ濃集した試料について、感度法により実施した（山崎ほか，2016）。前処理および測定は産業技術総合研究所において実施した。詳しくは以下の手法である。試料は岩石破断機により数 cm サイズに砕いた後，比較的新鮮な部分を選別し，鉄鉢で粉碎して 180~250 μ m に粒径を揃えた。その後，Frantz 社製 LB-1 型マグネチックセパレータ，およびハンドピックにより斑晶を取り除いた石基フラクションを調製し，0.1N の塩酸および硝酸で洗浄後，純水で十分に洗浄した。アルゴン同位体組成は MM5400Ar を用いて，感度法（Matsumoto et al., 1989）により測定した。カリウムの定量は，石基フラクションをさらにめのう乳鉢で粉末化したものを使用し，ヘキサ科学社製 FP-33 型炎光光度計を用いて，リチウム内部標準を添加する積分法（松本，1989）により実施した。年代測定に用いた定数は $\lambda_e=0.581\times 10^{-10}/\text{yr}$ ， $\lambda_\beta=4.962\times 10^{-10}/\text{yr}$ ， $^{40}\text{K}/\text{K}=1.167\times 10^{-4}$ （Steiger and Jäger, 1977）である。得られた K-Ar 年代測定結果を第 1 表に示す。なお，誤差は山崎ほか（2016）と同様に 1 σ で示す。

3. 採取試料の産地，岩石記載及び K-Ar 年代測定結果

K-Ar 年代を測定した 4 試料の産地や岩石記載と得られた年代値の解釈を記載する。どの試料についても弱変質であるものの変質の影響が認められ，発泡や石基ガラスの影響もあり，年代測定に最適な試料とは言えないものであった。

3-1. フップシ岳北麓

採取地：フップシ岳北麓標高 710 m（43.43844°N, 144.02895°E）（第 1 図 a）

試料 ID：M20033001

試料採取者：石塚吉浩，南 裕介

産状：全体に暗灰色を呈し，わずかに発泡した斜長石に富む斑晶質な溶岩。

岩石名：かんらん石含有単斜輝石直方輝石安山岩

岩石記載：斑晶として，量比の多い順に斜長石（径 3 mm 以下），直方輝石（径 0.8 mm 以下），単斜輝石（径 0.5 mm 以下），かんらん石と磁鉄鉍（径 0.3 mm 程度）をもつ。かんらん石斑晶は周囲や割れ目がイデイングス石になっている。石基に変質は認められず，ガラス，斜長石，輝石と不透明鉍物からなるハイアロオフィティック組織を示す（第 2 図 a）。

K-Ar 年代値：110 $\pm$ 60 ka（誤差は 1 σ ）

得られた年代結果の解釈：フップシ岳で採取された試料の全岩 K-Ar 年代（0.07 $\pm$ 0.04 Ma, NEDO, 1992, 誤差は 1 σ ）と誤差範囲で一致するものの，中心値がやや古く，誤差が大きい年代値となった。大気混入率（99.8%, 99.4%）のみならず，大気混入量の指標となる ^{36}Ar 量（5.21, 5.22 $\times 10^{-9}$ cc/g）も多く，変質の影響が表れる大気混入量の閾値（約 2 $\times 10^{-9}$ cc/g, Yamasaki et al., 2011）を大きく上回るため，試料の問題でこれ以上誤差を減らすことが現状では困難であると考えられる。同様に大気の大気混入量が大きいことで，初期値を補正しない場

合の年代はマイナスを示す。1 回目の測定では年代値の誤差が中心値を上回るため却下し、2 回目の測定値である約 11 万年前を採用する。

3-2. フレベツ岳南東麓

採取地：フレベツ岳南東麓標高 380 m 白水川左岸 (43.376044°N, 144.119854°E) (第 1 図 b)

試料 ID：M19091602

試料採取者：佐藤鋭一

産状：全体に暗灰色を呈し、わずかに発泡した溶岩。

岩石名：石英含有かんらん石直方輝石単斜輝石安山岩

岩石記載：斑晶として、量比の多い順に斜長石 (径 3.5 mm 以下)、単斜輝石 (径 1.1 mm 以下)、直方輝石 (径 1.0 mm 以下)、かんらん石 (径 0.7 mm 以下)、磁鉄鉱 (径 0.4 mm 以下) と石英 (径 3.0 mm) をもつ。輝石類、磁鉄鉱のリムが一部変質している。石基は、ガラス、斜長石、輝石と不透明鉱物からなるインターサータル組織を示す (第 2 図 b)。石基ガラスの量比は乏しく、ごくわずかに変質が認められる。

K-Ar 年代値：15 ± 6 ka (誤差は 1σ)

結果の解釈：おそらく試料の変質と試料が若いことに起因し、大気混入率が高く (99.4%, 99.1%)、誤差が大きい。大気混入量の指標となる ^{36}Ar 量 ($0.26, 0.29 \times 10^{-9} \text{ cc/g}$) は、変質の影響が表れる大気混入量の閾値 (約 $2 \times 10^{-9} \text{ cc/g}$, Yamasaki et al., 2011) を下回り、変質の程度は許容範囲と考えられる。2 回の測定値は補正前後の年代値ともに誤差範囲内で一致したが、1 回目の測定では誤差が中心値を上回るため却下し、2 回目の測定値である約 1.5 万年前を採用する。K-Ar 年代測定の適用限界に近いとため、誤差を含めて約 3 万年前よりも若いと考える。

3-3. 南岳

採取地：南岳山頂部 (43.37243N, 144.02210°E) (第 1 図 c)

試料 ID：M20032804

試料採取者：石塚吉浩・南 裕介

産状：暗黒色を呈する緻密な溶岩。

岩石名：単斜輝石含有かんらん石玄武岩

岩石記載：斑晶として、量比の多い順に斜長石 (径 0.8 mm 以下)、かんらん石 (径 0.4 mm 以下) を持ち、極少量の単斜輝石 (径 0.5 mm 以下) を伴う。かんらん石斑晶は緑泥石に変質し、周囲は細粒な輝石に囲まれる。石基は、斜長石、輝石、不透明鉱物、ガラスからなるインターサータル組織を示す (第 2 図 c)。石基ガラスは量比に乏しく、ごくわずかに変質が認められる。

K-Ar 年代値：100 ± 30 ka (誤差は 1σ)

結果の解釈：大気混入率が高く（99.2%），年代値の誤差が大きいものの，2 回の測定値は初期値補正前後の年代値ともに誤差範囲内で一致した．加重平均年代は約 10 万年前である．大気混入量の指標となる ^{36}Ar 量（1.12, $0.76 \times 10^{-9} \text{ cc/g}$ ）は，変質の影響が表れる大気混入量の閾値を下回り，変質の程度は年代測定には許容範囲と考えられる．変質により若返りの影響がある可能性もあるが，この溶岩は約 10 万年前前後に噴出したものと考えられる．

3-4. 剣ヶ峰

採取地：剣ヶ峰山頂部（43.39267N, 144.02675°E）（第 1 図 d）

試料 ID：M18091101

試料採取者：佐藤鋭一

産状：全体に灰色を呈し，わずかに発泡した溶岩．

岩石名：直方輝石単斜輝石デイサイト

岩石記載：斑晶として，量比の多い順に斜長石（径 4.0 mm 以下），単斜輝石（径 1.1 mm 以下），直方輝石（径 2.0 mm 以下），磁鉄鉱（径 0.5 mm 以下）をもつ．輝石類のほとんどがリム部で変質しており，内部まで変質しているものが多く存在する．斜長石はクラックに沿って内部が変質しているものもわずかにある．石基は，ガラス，斜長石，輝石と不透明鉱物からなるハイアロオフィティック組織を示す（第 2 図 d）．

K-Ar 年代値： $100 \pm 70 \text{ ka}$ （誤差は 1σ ）

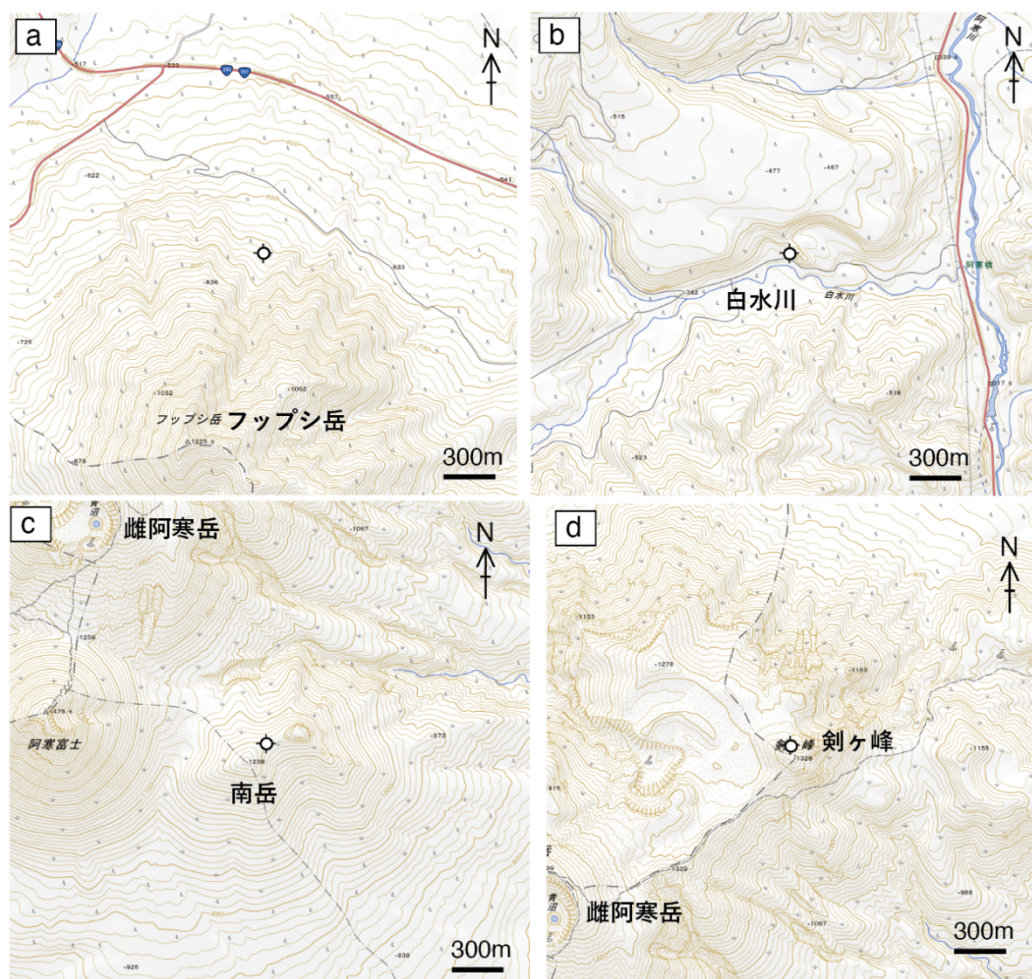
結果の解釈：大気混入率が高く（100.3, 99.4%），大気混入量の指標としての ^{36}Ar 量（3.15, $3.61 \times 10^{-9} \text{ cc/g}$ ）も閾値を上回るため，試料の変質の影響が大きいと考えられる．1 回目の測定では大気混入率が 100%を超え，補正後の年代値もマイナスの年代を示したため却下し，2 回目の測定値である約 10 万年前を採用する．変質により若返りの影響がある可能性もあるが，この溶岩は約 10 万年前前後に噴出したものと考えられる．

4. まとめ

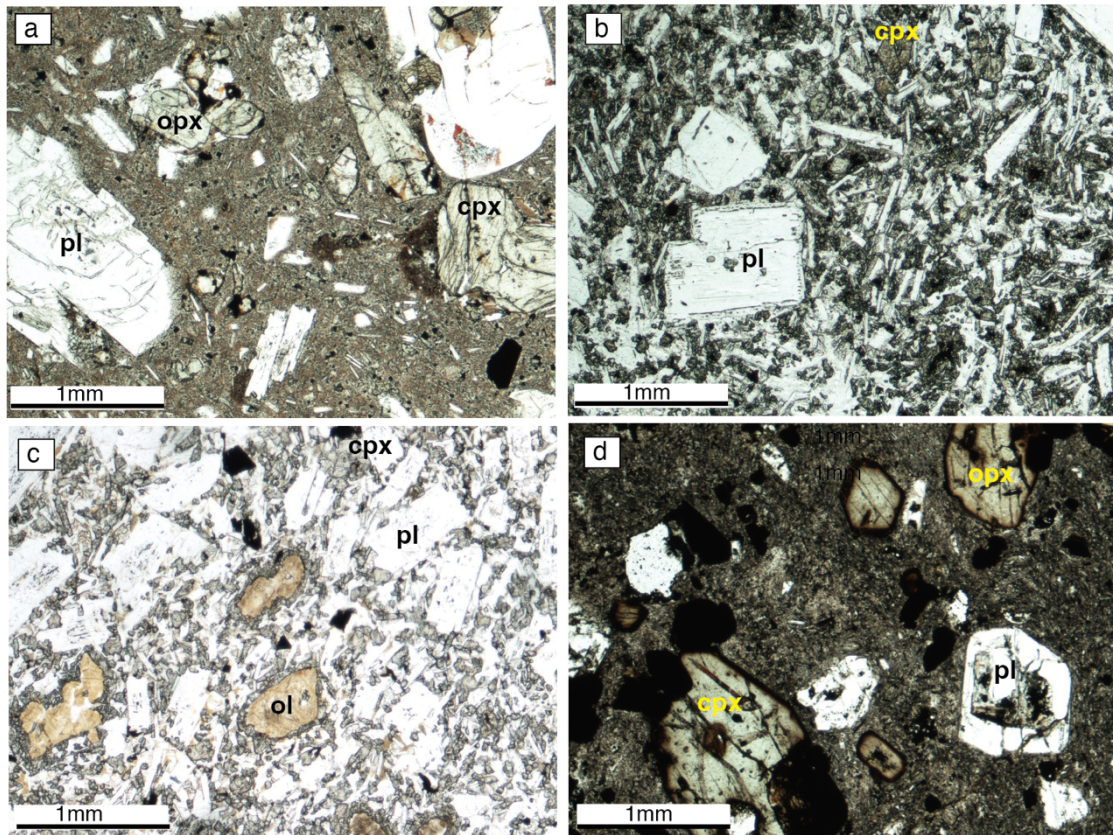
阿寒カルデラの後カルデラ火山であるフップシ岳火山，フレベツ岳火山と，雌阿寒岳火山を構成するとされる南岳，剣ヶ峰から採取した 4 試料の K-Ar 年代測定を感度法により実施した．試料の変質や石基ガラスの影響により最適な試料ではなかったものの，大気混入率，大気混入量等の指標を用いて得られた年代値を評価した．その結果，フップシ岳，南岳，剣ヶ峰については約 10～11 万年前，フレベツ岳については約 3 万年前よりも若い時期に活動したと考えられる．

第 1 表 雌阿寒岳火山及びその周辺火山における火山岩の感度法 K-Ar 年代測定結果

試料ID	K ₂ O	重量	⁴⁰ Ar 強度	³⁶ Ar	³⁸ Ar/ ³⁶ Ar	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar _{initial}	⁴⁰ Ar rad.±1σ	大気 混入率	補正 年代	±	1σ	未補正 年代	±1σ
産地	(wt.%)	(g)	(V)	(10 ⁻⁹ cc/g)	±1σ	±1σ	±1σ	(10 ⁻⁹ cc/g)	(%)	(ka)	(ka)			(ka)	
M20033001	2.45	0.0586	1.65	5.21	0.1860	0.0003	293.2	0.6	292.5	0.9	3.6	5.6	99.8	45 ± 70	-189 ± 35
フツプシ岳	2.45	0.1004	2.80	5.22	0.1857	0.0002	293.4	0.5	291.8	0.7	8.7	4.5	99.4	109 ± 56	-135 ± 33
														採用年代	110 ± 60
M19091602	1.56	0.5579	0.85	0.26	0.1885	0.0006	302.5	1.9	300.5	1.8	0.5	0.6	99.4	9 ± 12	33 ± 10
フレベツ岳	1.56	1.1862	1.85	0.29	0.1878	0.0003	300.9	0.5	298.2	0.9	0.8	0.3	99.1	15 ± 6	30 ± 3
														採用年代	15 ± 6
M20032804	0.70	0.5108	3.34	1.12	0.1877	0.0002	300.4	0.5	298.0	0.7	2.7	0.9	99.2	118 ± 41	238 ± 22
南岳	0.70	0.3764	1.57	0.76	0.1882	0.0003	302.1	0.7	299.6	0.8	1.9	0.8	99.2	82 ± 36	218 ± 23
														加重平均	100 ± 30
M18091101	2.12	0.1293	2.16	3.15	0.1873	0.0002	295.9	0.4	296.7	0.7	-2.6	2.7	100.3	-38 ± 38	17 ± 20
剣ヶ峰	2.12	0.1966	3.67	3.61	0.1866	0.0004	296.6	0.5	294.7	1.2	6.9	4.7	99.4	100 ± 68	57 ± 27
														採用年代	100 ± 70



第 1 図 K-Ar 年代測定を実施した試料の採取地点 (白丸) . a) フツプシ岳北麓標高 710m, b)フレベツ岳南東麓標高 380m 白水川左岸, c)南岳山頂部, d)剣ヶ峰山頂部. 地理院地図 (電子国土 WEB) を使用



第2図 K-Ar年代測定を実施した試料の顕微鏡写真（オープンニコル）．a) フップシ岳北麓標高 710m, b) フレベツ岳南東麓標高 380m 白水川左岸, c) 南岳山頂部, d) 剣ヶ峰山頂部.
ol；かんらん石, cpx；単斜輝石, opx；直方輝石, pl；斜長石

謝辞

本報告をまとめるにあたり，南 裕介氏には野外地質調査・試料採取で，地質試料調整グループには薄片作製でお世話になった．以上の方々に深く感謝致します．

文献

- 勝井義雄（1951）雌阿寒火山の地質．北海道地質要報, no.16, 7-16.
 気象庁（2013）7. 雌阿寒岳．日本活火山総覧（第4版）, 83-110.
 松本哲一（1989）K-Ar年代測定におけるカリウム定量法の改良．地質調査所月報, 40, 65-70.
 Matsumoto, A., Uto, K. and Shibata, K. (1989) K-Ar dating by peak comparison method -New technique applicable to rocks younger than 0.5 Ma—. Bull. Geol. Surv. Japan, 40, 565-579.
 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（1992）平成2年度地熱開発促進調査データ処理報告書 No.26 阿寒地域（第3次）．新エネルギー・産業技術総合開発機構, 1141p.

- 佐藤博之（1965）5 万分の 1 地質図幅「阿寒湖」及び説明書。地質調査所，82p.
- Sato, E., Wada, K., Minami, Y., Ishizuka, Y. and Nakagawa, M. (2022) Reexamination of Eruptive Activity of Akanfuji in the Me-Akan Volcano, Eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Disaster Research*, 17, 745-753.
- Steiger, R.H. and Jäger, E. (1977) Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochemistry. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359–362.
- 玉田純一・中川光弘（2009）北海道東部，雄阿寒岳火山の形成史。火山，54，147-162.
- 和田恵治・佐藤鋭一（2024）雌阿寒岳の地形・地質と噴火史。北海道教育大学紀要 基礎研究編，no.75，73-88.
- 山崎誠子・星住英夫・松本哲一（2016）九重火山群中西部の発達史。火山，61，519-531.
- Yamasaki S., Sawada R., Ozawa A., Tagami T., Watanabe Y., Takahashi E. (2011) Unspiked K–Ar dating of Koolau lavas, Hawaii: Evaluation of the influence of weathering/alteration on age determinations. *Chem. Geol.*, 287, 41-53.
- 横山 泉・勝井義雄・江原幸雄・小出 潔（1976）雌阿寒岳–火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策–。北海道における火山に関する研究報告書，第 5 編，北海道防災会議，138p.