

古白山火山の溶岩の K-Ar 年代

酒 寄 淳 史 金沢大学教育学部地学教室
東 野 外志男 石川県白山自然保護センター
梅 田 浩 司 東濃地科学センター
棚 瀬 充 史 住鉱コンサルタント株式会社
林 信太郎 秋田大学教育文化学部地学研究室

K-AR AGES OF LAVAS FROM KO-HAKUSAN VOLCANO, CENTRAL JAPAN

Atsushi SAKAYORI, *Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Kanazawa University*

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

Koji UMEDA, *Tono Geoscience Center (JNC)*

Atsushi TANASE, *Sumiko Consultants Co., LTD.*

Shintaro HAYASHI, *Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Human Studies, Akita University*

はじめに

白山火山は、噴出中心の異なる三つの成層火山：加賀室火山、古白山火山、および新白山火山から主に構成されている（山崎ほか，1968；長岡ほか1985 a,b）。東野ほか（1984）、板谷・長尾（1988）および清水ほか（1988）による溶岩の K-Ar 年代測定の結果は、加賀室火山が0.32~0.31Ma 頃に、古白山火山が約0.16~0.11Ma にそれぞれ活動したことを示している。また、新白山火山の活動は、火山灰の年代や火山地形の保存状態などから2~4万年前に始まったと考えられている（守屋・東野，1992）。

これら三つの火山のうち、噴出物の分布面積が最も広いのが古白山火山である。復元された古白山火山の体積は約15km³と推定され、新白山火山の体積約1 km³に比べてはるかに大きい（山崎ほか，1968）。このように白山火山の主要部分を占める古白山火山ではあるが、形成史を詳細に論じるには、必ずしも十分な年代値が得られているわけではない。

今回、古白山火山の山体の下部を構成する溶岩について K-Ar 年代を求めた。本稿ではその結果を報告するとともに、これまでに報告されている古白山火山噴出物の年代との比較を行う。

古白山火山の地質概略

長岡ほか（1985b）に基づき、古白山火山の地質

概略を以下に述べる。古白山火山の活動中心は中ノ川上流部で、噴出物は、主に、清浄ヶ原から北にかけての地域、北弥陀ヶ原から東にかけての地域、および大汝峰から南西にかけての地域にそれぞれ分布している（図1）。この火山体の形成史は、I期、II期、およびIII期に分けられている。I期は小規模な火山体を形成した時期と推定され、その崩壊による岩屑流堆積物や土石流堆積物が現存している。II期は成層火山体を形成した時期である。初期の火砕流の活動に引き続き、溶岩類が北、南東、および南西の各方向に流下した。このときに噴出した溶岩類を古白山火山溶岩類という。古白山火山の山体の大部分は、このときの活動により形成された。III期は成層火山形成期の末期に相当し、大汝峰溶岩類や原地形の保存が比較的良好な清浄ヶ原溶岩類を噴出した時期である。現在、山体の中央部が存在した中ノ川上流部は著しく開析され、基盤が露出している。

試料の記載

年代測定をした二つの試料は、ともにII期の古白山火山溶岩類に属する溶岩から採取した（図1）。試料採取に際しては、石基の結晶度が良好な溶岩の中央部分からできるだけ新鮮なものを選んだ。各試料の採取地点、産状などを以下に述べ、モード組成を表1に示す。

試料60301：清浄ヶ原の北方、中ノ川支流湯谷

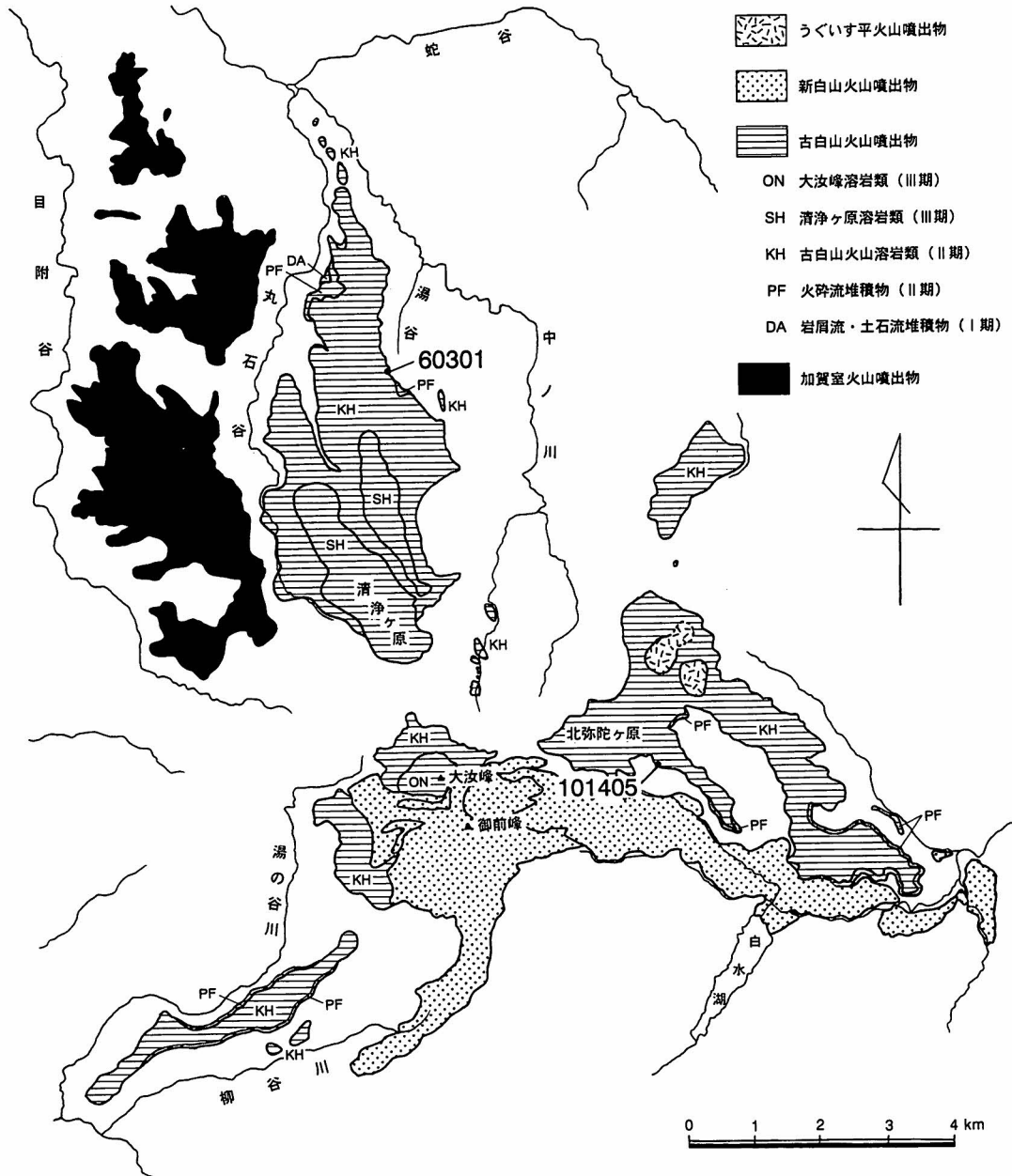


図1 白山火山の地質図と年代測定試料の採取地点
 地質図は長岡ほか (1985b) を一部簡略化した。数字は試料番号を表す。

の西側斜面、標高1,310m (北緯36°12'52", 東経136°45'40") に露出する厚さ約80mの溶岩からの試料である。湯谷の西側斜面では、基盤岩を覆って古白山火山溶岩類に属する溶岩が3~4枚ほど重なって高さ約450mの急崖を形成している。本試料は、これらの溶岩のうち最も下位の溶岩から採取した。岩石名は、ホルンブレンド斜方輝石安山岩である。石基中のガラスは微量であり、変質鉱物はほとんど形成されていない。

試料101405: 北弥陀ヶ原南東側の谷沿い、標高

1,750m (北緯36°9'37", 東経136°48'23") に露出する厚さ30m以上の溶岩からの試料である。この溶岩は、北弥陀ヶ原を構成する古白山溶岩類のうち最も下位の溶岩である。上流の標高1,900~2,050mの地域では、3枚の溶岩 (いずれも古白山火山溶岩類に属する) が火砕岩を交互に挟んで、本溶岩の上に分布している様子を観察できる。岩石名は斜方輝石ホルンブレンド安山岩である。結晶度は比較的よく、石基におけるガラスの量はきわめて少ない。また、かんらん石の微斑晶は変質しているが、それ以

表1 年代測定試料のモード組成 (vol. %)

試料番号		60301	101405
斜長石	斑晶	19.2	18.7
	微斑晶	8.9	2.4
斜方輝石	斑晶	2.0	1.0
	微斑晶	0.8	0.3
ホルンブレンド	斑晶	1.7	1.4
	微斑晶	tr	0.1
不透明鉱物	斑晶	0.0	tr
	微斑晶	0.3	0.2
石英	斑晶	tr	0.1
	微斑晶	tr	tr
単斜輝石	斑晶	0.0	0.0
	微斑晶	0.2	tr
かんらん石	斑晶	0.0	0.0
	微斑晶	0.0	0.1
燐灰石	斑晶	0.0	0.0
	微斑晶	tr	tr
ジルコン	斑晶	0.0	0.0
	微斑晶	tr	tr
石基		66.6	75.4

tr は 0.1 vol. % 未満を意味する。斑晶と微斑晶の境界は 0.5 mm (長径) とした。

外の部分は新鮮である。

年代測定の方法と結果

試料の調整方法は次のとおりである。岩石試料の新鮮な部分をステンレス乳鉢で粉碎して 60~80 メッシュに整粒し、蒸留水で超音波洗浄し、乾燥させる。次に、永久磁石を使用して、乾燥した試料から強磁性鉱物と斑晶を取り除く。ここで、磁力の強い希土類磁石などを用いれば、非磁性体である斜長石斑晶や石英斑晶も、試料から簡単に分離することができる。最後に、強磁性鉱物と斑晶が除去できていることを偏光顕微鏡で確認し、石基が濃集したものを年

代測定を試料とした。

年代測定は蒜山地質年代学研究所に依頼した。K の分析は、先の試料をメノウ乳鉢でさらに細粒に粉碎した上で、2,000ppm の Cs を緩衝剤とした炎光光度法により行った。Ar の定量には ^{36}Ar をスパイクとした同位体希釈法を用いた。年代値の算出には、壊変定数 $\lambda_\beta(^{40}\text{K}) = 4.962 \times 10^{-10}/\text{年}$ 、 $\lambda_\epsilon(^{40}\text{K}) = 0.581 \times 10^{-10}/\text{年}$ 、および $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.0001167$ (原子数比) (Steiger and Jäger, 1977) を用いた。測定方法および年代の算出については、長尾ほか (1984) や Itaya *et al.* (1991) に詳しく述べられている。

表 2 に年代測定の結果を示す。1 試料につき Ar の測定を 2 回ずつ行い、それぞれについて年代を算出しているが、測定の再現性に問題はない。本論文では、2 回の測定による年代の平均値をもって各試料の年代とし、それらの誤差については、津久井ほか (1985) の方法に従って求めた。すなわち、試料 60301 からは $0.10 \pm 0.01\text{Ma}$ 、試料 101405 からは $0.10 \pm 0.02\text{Ma}$ の年代がそれぞれ得られたことになる。

解 釈

今回の年代測定には、新鮮でかつ結晶度のよい石基試料を用いた。よって、変質に伴う Ar 損失および斑晶や石基のガラス中に含まれる過剰 ^{40}Ar による年代への影響はほとんど無視でき、得られた値は各溶岩の噴出年代を示すと判断できる。測定した試料 60301 と 101405 は、離れた地域に分布するが、両者とも II 期の古白山火山溶岩類の下部を構成する溶岩から採取した試料である。これら二つの溶岩試料はともに約 0.1 Ma の年代を示し、分布地域による噴出年代の違いは認められない。これらの年代測定

表 2 K-Ar 年代測定の結果

試料番号	K (%)	放射性 ^{40}Ar (10^{-8}ccSTP/g)	K-Ar 年代 (Ma)	大気 Ar 混入率 (%)
60301	2.066 ± 0.041	0.76 ± 0.14	0.10 ± 0.02	91.7
		0.81 ± 0.13	0.10 ± 0.02	90.7
101405	1.496 ± 0.030	0.53 ± 0.15	0.09 ± 0.03	94.5
		0.55 ± 0.15	0.10 ± 0.03	94.6

壊変定数 $\lambda_\beta(^{40}\text{K}) = 4.962 \times 10^{-10}/\text{年}$ 、 $\lambda_\epsilon(^{40}\text{K}) = 0.581 \times 10^{-10}/\text{年}$ 、および $^{40}\text{K}/\text{K} = 0.0001167$ (原子数比) (Steiger and Jäger, 1977) を使って年代値を求めた。

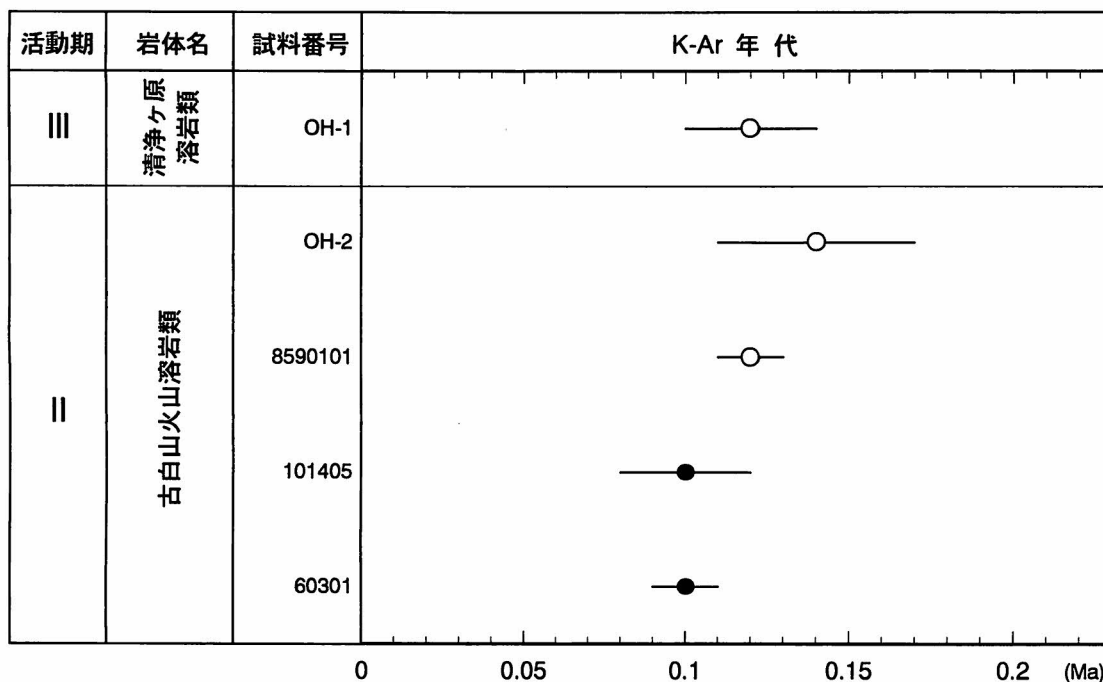


図 2 古白山火山の溶岩試料の K-Ar 年代

黒丸は本研究による年代を，白丸はすでに報告されている年代をそれぞれ示す．測定が 2 回行われた試料については，それらの平均値を示した．平均値の誤差は，津久井ほか (1985) の方法に従って計算した．OH-1 と OH-2 には，板谷・長尾 (1988) が東野ほか (1984) のデータをもとに算出した年代を使用した．8590101 は，清水ほか (1988) によって報告された年代である．

結果から，古白山火山では約 0.1Ma 頃から溶岩の噴出を伴う活動が活発になり，成層火山体の本格的な形成が始まったと解釈できる．

すでに報告されている古白山火山の溶岩試料の年代を，今回得られた年代とともに図 2 に示した．年代はすべて，K-Ar 法によるものである．報告されている年代のうち，古白山火山溶岩類に属する試料の年代は $0.14 \pm 0.03\text{Ma}$ (東野ほか, 1984; 板谷・長尾, 1988) と $0.12 \pm 0.01\text{Ma}$ (清水ほか, 1988) のふたつである．前者は北弥陀ヶ原の南東側に分布する溶岩の年代であり，この溶岩は本研究の試料 101405 の溶岩より層序的に上位に位置する．後者は清浄ヶ原の北方に分布する溶岩の年代であるが，この溶岩と本研究の試料 60301 の溶岩との層序関係は不明である．ほかに，古白山火山溶岩類を覆う清浄ヶ原溶岩類に属する溶岩から， $0.12 \pm 0.02\text{Ma}$ の年代が報告されている (東野ほか, 1984; 板谷・長尾, 1988) ．

これら既存の溶岩の年代に対し，本研究による年代はわずかに若い値を示す傾向もみられるが，誤差の部分では重複している．ただし，既存の年代はすべて斑晶を取り除いていない試料によるものであり，斑晶に含まれる過剰⁴⁰Ar の影響によって実際よ

りも古い値が得られている可能性も考えられる．板谷・長尾 (1988) は，島弧の火山岩に含まれる斜長石斑晶や石英斑晶に過剰⁴⁰Ar をもつものが存在することを明らかにし，それらの斑晶を除去せずに若い火山岩の K-Ar 年代を測定した場合，年代の信頼性が著しく低下することがあると指摘している．過去に報告された古白山火山の年代に関して，過剰⁴⁰Ar の影響の程度を具体的に評価することは困難である．しかしながら，古白山火山噴出物に斜長石斑晶 (10~30vol.%) と石英斑晶 (1 vol.%未滿) が含まれていること (たとえば，酒寄ほか, 1997) を考えると，斑晶の除去処理を施した試料による年代の方が信頼性が高く，それらの値に基づいて古白山火山の形成史を議論することが望ましい．

古白山火山における本格的な山体形成は約 0.1 Ma 頃に始まったとする本研究の解釈に従えば，古白山火山の活動はこれまで考えられてきた年代 (0.16~0.11Ma: 板谷・長尾, 1988) よりも多少若くなる可能性がある．古白山火山の形成過程を明らかにするためには，確度の高い年代データを今後さらに増やしていくことが必要である．

謝辞 K-Ar 年代測定においては蒜山地質年代学研

研究所の岡田利典博士にお世話になった。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 東野外志男・長尾敬介・板谷徹丸・坂田章吉・山崎正男 (1984) 白山火山及び大日ヶ岳火山の K-Ar 年代. 石川県白山自然保護センター研究報告, 10, 23-29.
- 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, no.29, 143-161.
- Itaya, T., Nagao, K., Honjo, Y., Okada, T., and Ogata, A. (1991) Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. *Mineral. Jour.*, 15, 203-221.
- 守屋以智雄・東野外志男 (1992) 白山—噴火と侵食. 白山総合学術書編集委員会 (編), 白山—自然と文化—, 北國新聞社, 42-70.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・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, no.9, 19-38.
- 長岡正利・岩田次男・東野外志男・山崎正男 (1985a) 加賀室火山—白山火山にさきだつ火山—. 石川県白山自然保護センター研究報告, 12, 1-7.
- 長岡正利・清水 智・山崎正男 (1985b) 白山火山の地質と形成史. 石川県白山自然保護センター研究報告, 12, 9-24.
- 酒寄淳史・小路香織・佐藤貴志 (1997) 古白山火山の溶岩流層序と岩石記載. 金沢大学教育学部紀要(自然科学編), no. 46, 45-50.
- 清水 智・山崎正男・板谷徹丸 (1988) 両白—飛騨地域に分布する鮮新—更新世火山岩の K-Ar 年代. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, no.14, 1-36.
- Steiger, R. H. and Jäger, E. (1977) Subcommission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.
- 津久井雅志・西戸裕嗣・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.
- 山崎正男・中西信弘・松原幹夫 (1968) 白山火山の形成史. 火山, 13, 32-43.