

白山火山及び大日ヶ岳火山の K—Ar 年代

東 野 外志男, 石川県白山自然保護センター
長 尾 敬 介, 岡山理科大学大学院
板 谷 徹 丸, 岡山理科大学蒜山研究所
坂 田 章 吉, 金沢大学理学部地学教室
山 崎 正 男, 金沢大学理学部地学教室

K—AR AGES OF QUATERNARY HAKUSAN AND DAINICHIGA—TAKE VOLCANOES, CENTRAL JAPAN

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*
Keisuke NAGAO, *Graduate School, Okayama University of Science*
Tetsumaru ITAYA, *Hiruzen Research Institute, Okayama University of Science*
Shokichi SAKATA and Masao YAMASAKI, *Department of Earth Sciences, Faculty of
Science, Kanazawa University*

は し が き

石川, 福井, 岐阜三県にまたがる両白山地及びその周辺地域には, 白山火山をはじめとして第四紀に活動したと考えられる火山が多く分布する。これらのうち白山火山と戸室山火山は火山原面を比較

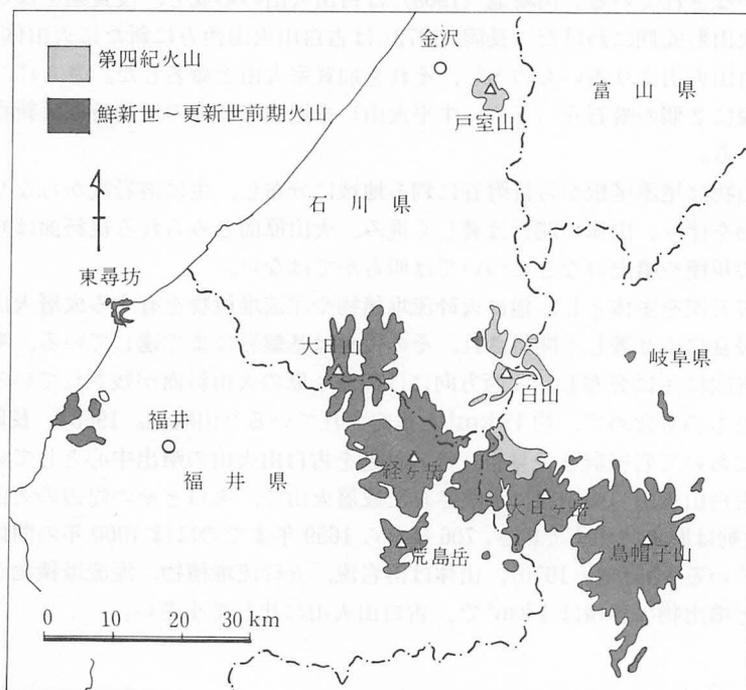


図1 白山及びその周辺地域の第三紀鮮新世~第四紀火山
(地質調査所(1974)50万分の1地質図幅「金沢」より)

的よく残し、さらに白山火山については古文書に噴火記録がみられる一方、他の火山（大日山、経ヶ岳、願教寺山、荒島岳、大日ヶ岳、烏帽子山）はほとんど火山原面を有せず、両者の活動時期にかなりの隔たりがあると予想される。50万分の1地質図幅「金沢」（地質調査所、1974）では、前者は第四紀火山として、後者は鮮新世～更新世前期の火山として記されている（図1）。しかし、これらの火山の噴出物についての放射性元素による年代測定結果は、これまで公表されたものはない。今回、筆者等はこれらの火山のうち、形成史が比較的明らかになっている白山火山と大日ヶ岳火山の噴出物についてK-Ar年代を測定したので、以下にその結果を報告する。

K-Ar年代測定法は若い時代についてはいくつかの問題点が残されており、第四紀の火山に応用された例は少ない。しかしながら、最近長尾他（1983）が開発したK-Ar法による年代測定系は、機器について改良がなされ、第四紀でも比較的新しい火山の噴出物についても、適用可能である（Itaya et al. in prep.）。今回、形成史が明らかにされている白山及び大日ヶ岳の両火山の噴出物についてK-Ar年代測定を試みたのは、長尾他（1983）のK-Ar法年代測定系の第四紀の火山噴出物への応用の再確認の意味も有する。

本研究において、K-Ar年代測定は岡山理科大学において長尾、板谷によりなされたものであり、野外調査については他の3名がうけもった。なお、白山火山のうち新白山火山と古白山火山の試料は、長岡正利氏が採取し、現在金沢大学理学部地学教室に保管されているものを使用した。

地 質 概 説

白山火山

白山火山の地質はYamasaki et al. (1964)、山崎他 (1968)、長岡 (1972)、鮎野 (1978)、岩田 (1980) 等によって研究がなされている。山崎他 (1968) は白山火山の形成を、侵食期をはさんで古白山火山形成期と新白山火山形成期にわけた。長岡 (1972) は古白山火山西方に新たに火山体の存在を確認し、侵食程度から古白山火山より古いものとし、それを加賀室火山と命名した。さらに、長岡 (1972) は古白山火山東山腹に2個の噴石丘（うぐいす平火山）を記載し、その活動時期は新白山火山と同じであると結論している。

加賀室火山噴出物は尾添尾根から目附谷に到る地域に分布し、主に溶岩流からなり、他に火山碎屑岩層や泥流堆積物を伴う。山体の開析は著しく進み、火山原面とみられる緩斜面は残っていない。そのため、火山体の規模や噴出口などについては明らかではない。

古白山火山は溶岩流を主体とし、他に火砕流堆積物や泥流堆積物を有する成層火山であるが、現在山体の中央部が侵食により著しく開析され、その侵食は基盤岩にまで達している。噴出物は南西、南東及び北西の3方向に主に分布し、北西方向には清浄ヶ原の火山斜面が残されている。噴出物の総体積は、侵食されたものも含めて、約15 km³と推定されている（山崎他、1968）。長岡 (1972) は中ノ川の支流地獄谷において岩脈群を発見し、その付近を古白山火山の噴出中心としている。

新白山火山は古白山火山の南山腹に形成された成層火山で、火口とその周辺の火山斜面は現在も保存されている。活動は歴史時代まで続き、706年から1659年までのほぼ1000年の間に計9回の噴火が古文書に記されている（鮎野他、1970）。山体は溶岩流、火砕流堆積物、泥流堆積物からなり、山崎他 (1968) によると噴出物の容積は1 km³で、古白山火山に比して小さい。

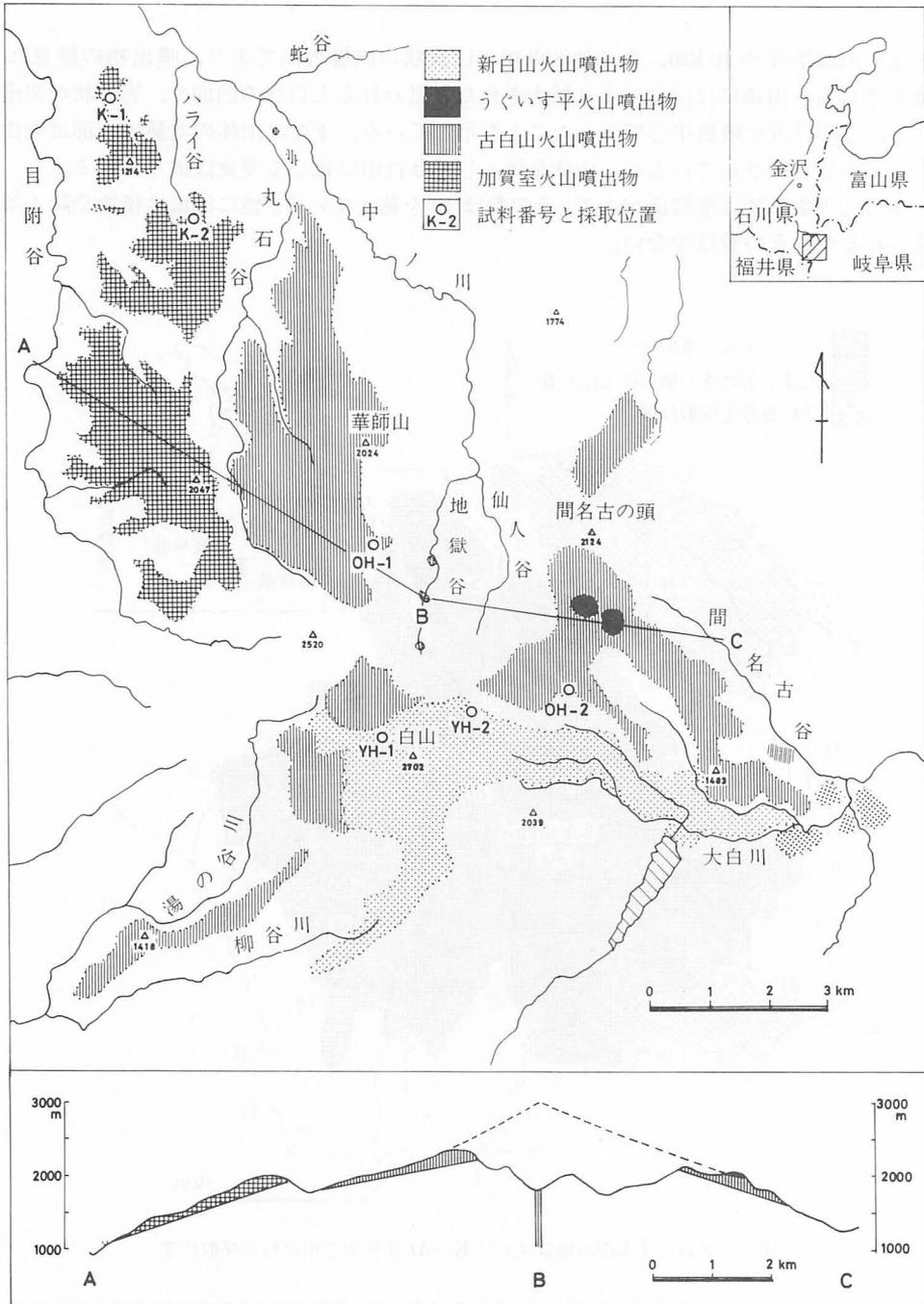


図2 白山火山噴出物の地質図、地質断面図及び K-Ar 年代測定用試料の採取位置
(地質図は長岡 (1972), 粕野 (1978), 岩田 (1980) による)

大日ヶ岳火山

大日ヶ岳は白山の南南東約 20 km に位置する。その南東には鳥帽子山火山があり、また北西には願教寺山、経ヶ岳、法恩寺山、大日山の各火山が連なり、それらは 1 つの火山列を形成していると考え

られる。

大日ヶ岳火山は半径約 10 km、高さ約 800 m の円錐状の成層火山であり、噴出物の総量は 13~14 km³ と推定される。山頂には侵食により拡大されたと思われる火口状の凹面や、岩頸状の突出した岩体が存在し、この付近が噴出中心であったことを示している。また、山体の北麓の一部に火山斜面と考えられる平坦面が残されているが、山体全体としては白山に比して侵食は進んでいる。

大日ヶ岳火山の噴出物は溶岩流が主で、その数は 40 を越えている。他に泥流堆積物や降下堆積物が随所でみられるが、その量は少ない。

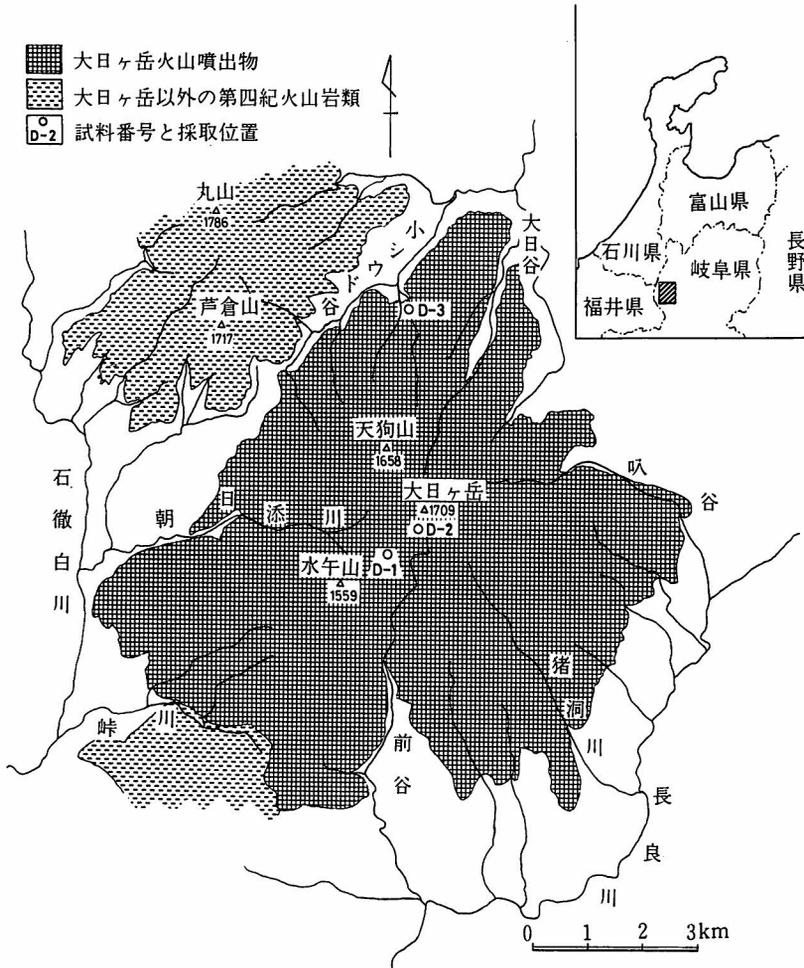


図3 大日ヶ岳火山の地質図及びK-Ar年代測定用試料の採取位置

測定試料と測定方法

K-Ar法による年代測定は、白山火山は6個の試料について、大日ヶ岳火山は3個の試料について行なった。各試料の採取位置を図2、3に、噴出物の種類、斑晶鉱物の種類とモードを表1に示す。

加賀室火山のK-1、K-2は共に溶岩流から採取したもので、その位置はそれぞれ、ハライ谷

表 1 白山火山, 大日ヶ岳火山の K-Ar 年代測定試料の種類及び斑晶鉱物とそのモード

		試料番号	噴出物の種類	斑晶鉱物
白山 火山	新白山 火山	YH-1 (MN 70101402)	熱雲堆積物中の 本質岩塊	斜長石(25.4), ホルンブレンド(2.1), 紫蘇輝石 (2.3), 石英, 不透明鉱物
		YH-2 (MN 70100804, No.114)	溶岩流	斜長石(20.2), ホルンブレンド(2.1), 紫蘇輝石 (1.3), 石英, 不透明鉱物*
	古白山 火山	OH-1 (MN 69081301, No.42)	溶岩流	斜長石(13.9), ホルンブレンド(1.6), 紫蘇輝石 (1.4), 石英, 不透明鉱物*
		OH-2 (MN 70082402, No.28)	溶岩流	斜長石(17.8), ホルンブレンド (1.2), 紫蘇輝石(1.2), 石英, 不透明鉱物*
	加賀室 火山	K-1 (TH 82101703)	溶岩流	斜長石(24.1), ホルンブレンド(1.4), 紫蘇輝石 (2.1), カンラン石, 石英, 不透明鉱物
		K-2 (TH 82101701)	溶岩流	斜長石(29.6), ホルンブレンド(1.8), 紫蘇輝石 (2.8), カンラン石(1.8), 石英, 不透明鉱物
大日ヶ 岳火山	D-1 (SS 60605)	火山岩頸	斜長石(27.4), 紫蘇輝石(3.5), 普通輝石(2.7), カ ンラン石, 不透明鉱物	
	D-2 (SS 92808)	溶岩流	斜長石(36.7), カンラン石(3.4), 普通輝石(3.0), 紫蘇輝石, 不透明鉱物	
	D-3 (SS 51902)	溶岩流	斜長石(29.0), 紫蘇輝石(3.9), 普通輝石(3.4), カ ンラン石, ホルンブレンド, 不透明鉱物	

*長岡 (1972) による

上流の標高約 1,400 m とオメナシ谷西方の尾根, 標高約 1,040 m である。古白山火山の OH-1 は岩間道尾根の見返坂付近 (標高約 2,250 m) の溶岩流から, OH-2 は小白水谷から北にのびる支流 (標高約 1,950 m) に分布する溶岩流から採取されたもので, 古白山火山の活動史では両者とも中期に属するものである。新白山火山の YH-2 は小白水谷上流, 標高約 1,950 m の位置から採取された溶岩流である。YH-1 は Yamasaki et al. (1968) が西暦 1554~1556 年に噴出したと考えた熱雲堆積物の本質岩塊であり, 翠ヶ池西方の沢 (標高約 2,540 m) から採取された。これら白山火山噴出物の岩質は石英含有紫蘇輝石-ホルンブレンド安山岩で, カンラン石の斑晶を含むものと含まないものとがある。

大日ヶ岳火山の D-1 は山頂に存在する岩頸上の岩体から採取したもので, 石基が比較的粗粒なカンラン石含有普通輝石安山岩である。D-2 は山頂の火口址の北壁上部に露出する溶岩で, 大日ヶ岳火山の噴出物では比較的後期に属するものの 1 つと思われる。岩質は紫蘇輝石-ホルンブレンド含有普通輝石安山岩である。D-3 は山体北麓小シウド谷の支流, 標高約 1,250 m の位置に分布する溶岩流より採取したもので, 北部に分布する溶岩流のうちでは最下位に属するものの 1 つと考えられる。岩質はホルンブレンド-カンラン石含有普通輝石-紫蘇輝石安山岩である。これらの試料のうち YH-1 を除いて, 石基は結晶化が進み, 非結晶質ガラスを含まない, もしくは含んでもその量は少ない。YH-1 の石基はガラス質で, その量は石基の半分近くをしめる。測定試料は, D-1, K-2 のカンラン石と紫蘇輝石の一部が粘土鉱物化していることを除けば, 概ね新鮮である。

K-Ar 年代測定は岩石試料を 80~100 mesh に粉碎したものについて行なった。カリウムの定量には, この試料の一部を更に粉末状にしたものを使用し, 炎光分光分析法を用いた。試料の分解には HF と H₂SO₄ の混合液を使用し, 共存成分の干渉抑制には塩化セシウムを用いた。Ar の定量は軌道半径 30 cm 偏向角 90°扇形磁場単収束質量分析計を用い, アルゴン 38 スパイクを用いた同位体希釈法によって行なった。吸着大気アルゴンは 150°C, 12 時間の予備加熱で除去した。アルゴンの抽出は 1,300°C で行ない, Ti-Zr ゲッターでガスの精製を行なった。なお, 詳細な測定方法は長尾他(1983) に述べられている。

測定結果と考察

白山火山及び大日ヶ岳火山の噴出物の K-Ar 年代測定結果を表 2 に示す。新白山火山の YH-2、古白山火山の OH-1、OH-2、及び加賀室火山の K-2 についてはそれぞれ 2 度測定を行なったが、全て再現性は極めてよい。若い火山岩で得られた K-Ar 年代値が、それらの噴出年代を示さないことがあり、その理由として、火山岩中に大気 Ar より高い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比をもつ、いわゆる“過剰アルゴン”が存在する場合 (e. g. Funkhouser et al., 1968) と、同位体分別作用による低い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比をもつ Ar がある場合 (e. g. Nagao, 1979) とがあげられる。現在のところ両者を正確に検出する方法はないが、一般に結晶質な石基をもつ溶岩は過剰アルゴンは無視できると考えられる。また、大気 Ar より低い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比をもつ Ar を含有する岩石は普遍的には存在せず、存在したとしても 10 万年より古い岩石の年代値にはあまり影響を与えない。今回測定した試料は YH-1 を除いて石基は結晶化が進み、また、新白山火山の試料が低い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比を示しているが(表 2)、その程度はわずかであり、今回得られた K-Ar 年代値は、それぞれの試料の噴出年代を示していると考えてよい。

加賀室火山の 2 個の試料の年代値は 0.32 Ma (K-2 の平均値) と 0.43 Ma であり、約 10 万年の差がある。この差は有意な差であり、実際の噴火年代の差を表わしていると考えられる。加賀室火山の形成時期については、従来、地形の開析程度から、第四紀前期頃と考えられたこともあり (糸野他, 1970)、50 万分の 1 地質図幅「金沢」(地質調査所, 1974) では、大日ヶ岳火山などと同様に鮮新世一更新世前期の火山にいられている。しかし、今回得られた年代値は、加賀室火山は第四紀でも比較的新しい時期に形成されたものであり、年代的にも、長岡 (1972) が結論したように、加賀室火山の活動を白山火山の一連の活動の中を含むべきである。古白山火山の 2 個の試料は 0.11 Ma と 0.13 Ma (共に平均値) とかなり近い値であり、加賀室火山の年代値のうち新しいものとは、約 20 万年の差がある。この年代値は、従来地形の開析程度から推定されてきた両火山の形成順序を確認すると共に、両火山の活動の間に、比較的長い (約 20 万年) 侵食期が存在したことを示唆している。

大日ヶ岳火山の年代値は、岩頸上の岩体 (D-1) が 1.03 Ma、2 個の溶岩流 (D-2, D-3) が 0.94 Ma と 1.03 Ma である。D-2 の溶岩流の年代値 (0.94 Ma) の誤差は 0.14 Ma と大きい、2 個の溶岩流の年代の新旧関係は、野外で得られた層序と一致する。また、D-2 は大日ヶ岳火山の噴出物でも比較的後期に属し、一方、D-3 は溶岩流のうちでも最下部に位置するものであり、この両溶岩流の約 10 万年という年代差は、大日ヶ岳火山の活動期間に近い値を示している可能性がある。

表 2 白山火山及び大日ヶ岳火山の火山岩の K-Ar 年代

	試料番号	K ₂ O (重量%)	重量 (g)	³⁶ Ar	⁴⁰ Ar	⁴⁰ Ar rad	⁴⁰ Ar ^{air}	年代 (百万年)
				(×10 ⁻⁸ ccstp/g)			⁴⁰ Ar ^{total}	
白 山 火 山	新白山 火山	YH-1	1.29	0.5316	0.06347	18.737	—	$\left\{ \begin{array}{l} ^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 295.2 \\ ^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 292.4 \\ ^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 295.1 \end{array} \right.$
	YH-2	1.78	0.5095	0.07339	21.461	—		
			1.0118	0.08300	24.494	—		
古 白 山 火 山	OH-1	1.72	0.5057	0.03664	11.529	0.702	0.939	0.105±0.009
	OH-2	1.61	0.5757	0.03519	11.140	0.743	0.933	0.111±0.012
			0.5072	0.03621	11.574	0.875	0.924	0.140±0.013
			0.5657	0.03243	10.355	0.772	0.925	0.124±0.009
加 賀 室 火 山	K-1	1.38	0.6182	0.03005	11.166	2.29	0.796	0.427±0.015
	K-2	1.71	0.5637	0.02870	10.606	2.12	0.800	0.320±0.011
			0.5531	0.03176	11.479	2.09	0.818	0.315±0.012
大 日 ヶ 岳 火 山	D-1	0.943	0.5669	0.08342	28.436	3.78	0.867	1.033±0.047
	D-2	0.816	0.5024	0.2593	79.59	2.97	0.962	0.938±0.139
	D-3	1.17	0.5025	0.08335	29.33	4.70	0.839	1.034±0.028

文 献

- FLUNKHOUSER, J. G., FISHER, D. E. and BONATTI, E. (1968) Excess argon in deep-sea rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, vol. 5, p. 95—100.
- 地質調査所 (1974) 50 万分の 1 地質図幅「金沢」第 2 版。
- 岩田次男 (1980) 白山火山北部の地質と岩石。金沢大学卒業論文, 手記。
- 粕野義雄 (1978) 白山目附谷の地形・地質と環境保全。白山目附谷発電所建設計画に関する環境保全調査報告書, p. 41—52, 日本自然保護協会。
- 粕野義雄・山崎正男・中西信弘・松尾秀邦・大村一夫 (1970) 白山地域の地質。白山の自然, p. 1—50, 石川県。
- NAGAO, K. (1979) Isotopic composition of terrestrial rare gases and application to earth science. Ph. D thesis, Osaka University.
- 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報告, No. 9, p. 19—38.
- 長岡正利 (1972) 白山火山の地質及びその岩石学的研究, 金沢大学修士論文, 手記。
- YAMASAKI, M., NAKANISHI, N. and KASENO, Y. (1964) Nuée Ardente Deposit of Hakusan Volcano. *Sci. Rep. Kanazawa Univ., Ser. 2*, vol. 7, p. 1—28.
- 山崎正男・中西信弘・松原幹夫 (1968) 白山火山の形成史。火山, 第 2 集第 13 卷, p. 32—43.

Summary

K-Ar ages (whole rock) were determined on six andesites from the Hakusan volcano and three andesites from the Dainichiga-take volcano of Quaternary age in central Japan. The Hakusan is composed of three stratovolcanoes of different ages, Kagamuro, Ko-Hakusan (Old-Hakusan) and Shin-Hakusan (Young-Hakusan) from older to younger, and two samples were collected from each of the volcanoes. Results obtained are as follows; 0.11–0.14Ma for samples from Ko-Hakusan, 0.32–0.43Ma for those from Kagamuro and 0.94–1.03 Ma for those from Dainichiga-take. Two samples from Shin-Hakusan, which has records of eruptions in historic times, are too young to be dated by K-Ar method.