

## 20万分の1地質図幅「長野」地域の年代未詳岩石のK-Ar年代

内海 茂\* 中野 俊\*\* 宇都浩三\*

Shigeru UCHIMI, Shun NAKANO and Kozo UTO (1998) K-Ar dating on age-unknown rocks in the "Geological Map of Japan 1:200,000, Nagano". *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 49 (5), p. 189-193, 1 fig, 1 table.

**Abstract:** Upon compiling the "Geological map of Japan 1:200,000 Nagano", K-Ar ages were determined for five volcanic rocks to clarify their ages of formation. A whole-rock age for the lowest lava of the Azumaya volcano is  $0.76 \pm 0.05$  Ma. Two ages for the Enrei volcanic rocks are  $1.44 \pm 0.02$  and  $1.33 \pm 0.02$  Ma. Two ages for Pliocene volcanic rocks and Late Miocene volcanic rocks are  $3.92 \pm 0.09$  and  $5.95 \pm 0.20$  Ma, respectively.

### 1. はじめに

国土基本情報としての20万分の1地質図の利用価値は高く、編纂に当たっては地域内に分布する岩石の正確な時代区分を行うことが要求される。しかし、主として火成岩類については、形成年代が不明である場合がしばしばあり、放射年代測定による年代決定が必要とされる。図幅内に分布する時代未詳の岩石の形成年代を明らかにするためにK-Ar年代測定を実施することは、地質図幅の信頼性を高める上で重要である。本報告では、20万分の1地質図幅「長野」の地質編纂の一助として行った新生代火山岩5試料のK-Ar年代測定結果を報告する。

### 2. 地質及び火山活動変遷の概略

中野ほか(1998)による20万分の1「長野」地域の地質概略は以下のとおりである。南東部の関東山地には先新第三系基盤岩類が広く分布する(第1図)。それらは、山中地溝帯白亜系を含むジュラ紀-白亜紀の秩父累帯のほか、ジュラ紀-白亜紀の三波川帯(三波川変成岩及び御荷鉢緑色岩類)、白亜紀の四万十帯、ペルム紀-古第三紀の跡倉ナップを構成している。また、本地域南西端の諏訪湖の北側には三波川帯相当の横河川変成岩及び下諏訪変成岩が局所的に露出している。さらに、諏訪湖付近を北西-南東方向に走る糸魚川-静岡構造線の南西側には、ジュラ紀の領家変成岩類の延長部がわずかに分布している。

本地域は、糸魚川-静岡構造線の南西側(領家帯)を除いて、いわゆるフォッサマグナ地域にあり、新第三紀及び第四紀の堆積岩類及び火山岩類が広く分布する。中

新世前期から中期の初頭には本地域の西部(長野県)においていわゆる「グリーンタフ」火山活動が活発であった。その後、一時的に火山活動は衰えるが、中新世後期になると再び盛んになった。特に、佐久市東方の本宿付近や榛名山北西などではいくつもの陥没カルデラまたは陥没盆地構造の存在が明らかにされており(本宿団体研究グループ, 1968; 中村, 1986, など)、鮮新世後半にかけてほぼ連続的に火山活動が活発であった。

第四紀前半になっても火山活動は引き続いた。諏訪湖周辺には塩嶺火山岩類が広く分布している。また、本地域北部では、御飯火山、小野子火山、鼻曲・剣の峰火山岩類などが第四紀前半に活動している。第四紀の中頃になると、草津白根火山、四阿火山、浅間火山、八ヶ岳火山列などが活動をはじめた。これらは本地域中央部にほぼ南北に配列している。そして、浅間山の東方には榛名火山が位置する。このような火山の分布は、この地域が火山フロントの屈曲部にあたっていることによる。東北日本から南下し関東平野北部で赤城火山、榛名火山、そして浅間火山へとほぼ東西の第四紀火山の配列が、浅間火山からは南へ、八ヶ岳、富士山、伊豆方面へと続いている。なお、鮮新世以前の火山岩類は、これらの第四紀の火山配列よりも前弧側(東側)に広く分布している。このことは、当時の火山フロントは現在よりも前弧側にあったが、4-3Ma頃に背弧側に移動したことによる(Kaneko, 1995)。

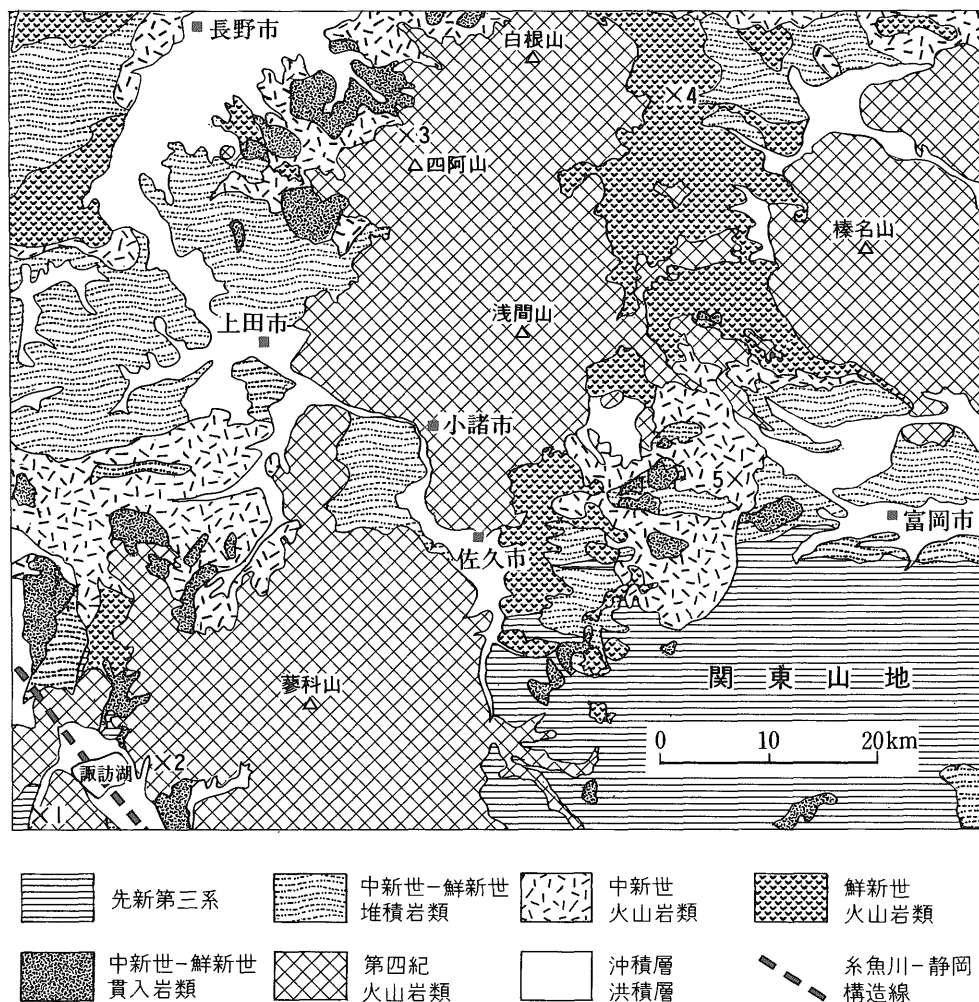
### 3. K-Ar年代測定法

同位体希釈法によるK-Ar年代測定を以下の手順で行なった。採取した岩石試料から新鮮な部分を選んでジョークラッシャー、ディスクグラインダーで粉碎した

Keywords: K-Ar dating, 1:200,000 scale geological map, volcanic rocks, Nagano

\* 地殻化学部 (Geochemistry Department, GSJ)

\*\*地質部 (Geology Department, GSJ)



第1図 K-Ar年代測定対象岩体及び関連岩体の分布  
20万分の1地質図「長野」(中野ほか, 1998)に基づき簡略化. 番号(1-5)は本報告における年代測定試料採取位置(1, KANo.2291; 2, KANo.2290; 3, KANo.2411; 4, KANo.2409; 5, KANo.2410)

Fig. 1 Distribution of rock bodies dated in this study and related rocks. Simplified after Geological Map of Japan 1:200,000, Nagano(Nakano *et al.*, 1998).

のち、16-32メッシュにふるい分けし、アルゴン分析用試料とした。カリウム分析用には約5gを分取して細粉砕したものを用いた。

試料中のアルゴンの抽出・精製は、石英-パイレックスガラス製の高真空装置内で行ない、試料を約1400℃で10分間加熱融解し、液体窒素トラップとチタン-ジルコニウム箔でガスを精製した。アルゴン同位体比測定はMicromass603型質量分析計を用い、静作動方式で行なった。測定の手順及び分析精度の評価は宇都ほか(1995)に詳しい。

カリウムの定量はコタキ製作所製PIF-3D型炎光光度計を用い、内部標準試料としてリチウムを加える炎光光度法で行なった(松本, 1989)。K-Ar年代の計算に用いた定数は、 $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10}/y$ ,  $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}/y$ ,  $^{40}K/K = 0.01167\text{atm}\%$ である。

#### 4. 年代測定結果と地質学的意義

K-Ar年代測定結果を第1表に示す。以下には岩体別に測定試料の簡単な記載を行ない、測定結果の地質学的意義について述べる。尚、以下に記するKANo.は地質調査所で用いているK-Ar年代測定実験の通し番号である。

##### 4.1 後期中新世火山岩類

試料番号 SN95101902

岩石名：斜方輝石単斜輝石安山岩

大きさ2mm以下の斜長石(30.8%), 2mm以下の単斜輝石(8.9%), 2mm以下の斜方輝石(3.9%), 0.4mm以下の鉄チタン酸化物(1.4%)を斑晶として含む。多くは自形を呈するが、集合結晶をなすものもある。斜長石斑晶は蜂の巣状組織や汚濁帯を持つものや清澄なものが

第1表 K-Ar年代測定結果  
Table 1 Results of K-Ar age determination

KANo.	Sample ID.	Material	K <sub>2</sub> O (wt. %)	<sup>40</sup> Ar rad (10 <sup>-6</sup> mlSTP/g)	Atm.Ar (%)	Age(±1σ) (Ma)
<b>Azumaya Volcano</b>						
2411	SN95102201	Whole rock	1.68	0.0410	91.7	0.76±0.05
<b>Enrei Volcanic Rocks</b>						
2291	SN87102619	Whole rock	2.01	0.0936	41.0	1.44±0.02
2290	SN87102306	Whole rock	2.98	0.127	30.4	1.33±0.02
<b>Pliocene Volcanic Rocks</b>						
2409	SN95102302	Whole rock	0.642	0.0813	55.3	3.92±0.09
<b>Late Miocene Volcanic Rocks</b>						
2410	SN95101902	Whole rock	0.514	0.0989	84.1	5.95±0.20

ある。石基は、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、鉄チタン酸化物からなる。石基の一部や斑晶斜長石の内部に炭酸塩鉱物が生成していることがあるほかは変質していない。

産地：甘楽郡下仁田町、金洞山(中之岳)南、標高940m 登山道沿い

産状：層厚10mのマッシブな溶岩

緯度経度：北緯36° 17' 2" , 東経138° 44' 36"

年代：5.95±0.20Ma (KANo.2410)

地質学的意義：本測定試料は妙義火山岩類から採取された。妙義火山岩類は、野村・小坂(1987)により使われた名称であり、中村ほか(1986)は妙義累層と呼んだ。妙義山付近の火山岩類については詳細な層序は明らかになっていないが、野村・秋間団体研究グループ(1981)により本宿層・秋間層とほぼ同時代とみなされていた。その後、群馬県西部の火山岩については、野村・小坂(1987)や野村・海老原(1988)などにより多くのK-Ar年代が報告されたが、変質作用を被っている測定試料も多く、層序学的には同時異相または同相の関係と考えられたにも関わらず、大きく異なった年代値を示すことも多かった。妙義火山岩類については、野村・小坂(1987)は13.7±4.7Maを報告し、さらに野村・海老原(1988)は同一試料について5.74±0.32Maを報告した。また、野村・海老原(1991)は4.77±0.31及び4.66±0.32Maを報告している。しかしながら、これらの試料は岩石記載がなく変質の程度が不明であったり、同一試料について大きく異なった年代値が得られるなど、妙義火山岩類の噴出年代を決定するには不十分であった。

今回測定した試料は、野村・海老原(1991)により報告された2試料の約300m東方で採取された溶岩試料であり、5.95±0.20Maが得られた。野村・海老原(1991)の2試料とは約100万年と有意の差がある。ごく至近距離で採取された溶岩試料であることからほぼ同一層準の溶岩

とみなしてよいだろう。しかしながら、野村・海老原(1991)では岩石の記載がなされていないため、変質の程度が不明であり、変質による若返りの可能性も大いに考えられる。したがって、妙義火山岩類の年代値としては今回の測定結果を採用すべきであり、妙義火山岩類の噴出時代は後期中新世の後半とする。

## 4.2 鮮新世火山岩類

試料番号 SN95102302

岩石名：斜方輝石単斜輝石安山岩

大きさ1.5mm以下の斜長石(28.1%)、1.5mm以下の単斜輝石(7.6%)、1mm以下の斜方輝石(1.5%)、0.5mm以下の鉄チタン酸化物(1.6%)を斑晶として含む。多くは自形を呈する。斜長石斑晶は蜂の巣状組織や汚濁帯を持つものが多い。石基は、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、鉄チタン酸化物からなる。斑晶斜方輝石の一部は、割れ目に沿って粘土鉱物に変質しているものがある。また、斜長石斑晶に含まれるガラス包有物が粘土鉱物に置き換わっていることもある。そのほかの斑晶や石基は新鮮である。

産地：吾妻郡中之条町、暮坂峠南500m

産状：小規模な溶岩露頭

緯度経度：北緯36° 35' 42" , 東経138° 41' 13"

年代：3.92±0.09Ma (KANo.2409)

地質学的意義：5万分の1「草津」図幅(太田, 1957)では、草津白根火山の東側に“新第三紀-更新世の火山岩類”が広く分布することが示されている。このうち、暮坂溶岩が最下部に位置付けられており、明らかに新第三紀に属する火山岩類を直接覆うとされていた。この溶岩から3.92±0.09Maが得られ、鮮新世の火山岩であることが明らかになった。したがって、この地域に広く分布する火山岩類は鮮新世以降とみなしてよい。

### 4.3 塩嶺火山岩類

試料番号 SN87102619

岩石名：斜方輝石単斜輝石安山岩

大きさ4mm以下の斜長石(29.1%), 2mm以下の単斜輝石(12.3%), 2mm以下の斜方輝石(2.6%), 1mm以下の鉄チタン酸化物(2.5%)を斑晶として含む。多くは自形を呈するが、集合結晶をなすことも多い。また、0.2mm以下の燐灰石の微斑晶もわずかに認められる。斜長石斑晶は蜂の巣状組織や汚濁帯を持つものや清澄なものがある。石基は完晶質で、斜長石、斜方輝石、鉄チタン酸化物、黒雲母、シリカ鉱物(石英)からなる。斑晶、石基とも新鮮である。

産地：岡谷市駒沢, JR川岸駅南-南南西約2.3kmの採石場跡

産状：柱状節理の発達した層厚10m以上の溶岩

緯度経度：北緯36° 0' 37", 東経138° 1' 9"

年代：1.44±0.02Ma (KANo.2291)

試料番号 SN87102306

岩石名：かんらん石含有斜方輝石単斜輝石安山岩

大きさ4mm以下の斜長石(27.1%), 3mm以下の単斜輝石(8.2%), 2mm以下の斜方輝石(1.5%), 0.3mm以下のかんらん石(0.3%), 1.5mm以下の鉄チタン酸化物(1.8%)を斑晶として含む。多くは自形を呈するが、集合結晶をなすものもある。また、0.1mm以下の燐灰石の微斑晶もわずかに認められる。かんらん石は斜方輝石の反応縁に囲まれている。斜長石斑晶は蜂の巣状組織や汚濁帯を持つものや清澄なものがある。石基は完晶質で、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、鉄チタン酸化物、黒雲母、シリカ鉱物(石英)からなる。斑晶、石基とも新鮮である。

産地：諏訪市入会, 霧ヶ峰農場西約1kmの鉄平石採石場

産状：板状節理の発達した層厚30m以上の溶岩

緯度経度：北緯36° 3' 13", 東経138° 8' 56"

年代：1.33±0.02Ma (KANo.2290)

地質学的意義：塩嶺火山岩類は、松本市の東方、美ヶ原から諏訪湖の南にかけて広く分布しており、美ヶ原火山岩類、和田峠火山岩類、霧ヶ峰火山岩類、八子ヶ峰火山岩類などを含む。これらは従来、塩嶺層と呼ばれ、後期鮮新世-前期更新世の地層として扱われていたが(Momose *et al.*, 1959), 牧本ほか(1996)により塩嶺火山岩類と改称された。広義の“塩嶺層”は下部塩嶺層・上部塩嶺層または古期火山岩類・新期火山岩類などと分類されてきた(諏訪の自然誌・地質編編集委員会, 1975)。これまでに、美ヶ原火山岩類からは1.6-1.2MaのK-Ar年代(Momose *et al.*, 1966), 和田峠火山岩類(和田峠周辺の黒耀岩)からは1.3-0.8MaのK-Ar年代及びフィッシュン・トラック年代(Kaneoka and Suzuki,

1970, など)が報告されていたが、いずれも上部塩嶺層または新期火山岩類であった。今回測定された試料は、諏訪の自然誌・地質編編集委員会(1975)の区分では下部塩嶺層のほぼ最下部とされる「成田紫蘇輝石普通輝石安山岩及び凝灰角礫岩」中の安山岩溶岩、及び、上部塩嶺層の霧ヶ峰火山岩類第1期の安山岩溶岩である。前者からは1.44±0.02Ma, 後者からは1.32±0.02Maの、ほぼ同時代の年代値が得られた。このことから、塩嶺火山岩類はすべて前期更新世とみなしてよいことが明らかになった。塩嶺火山岩類は前期更新世の短期間(数十万年程度)に、広範囲にわたって起こった火山活動の産物であろう。

### 4.4 四阿火山噴出物

試料番号 SN95102201

岩石名：斜方輝石単斜輝石安山岩

大きさ1.5mm以下の斜長石(6.5%), 1.5mm以下の単斜輝石(0.7%), 1.5mm以下の斜方輝石(0.3%), 0.5mm以下の鉄チタン酸化物(0.6%)を斑晶として含む。多くは自形を呈する。また、0.2mm以下の燐灰石の微斑晶もわずかに認められる。斜長石斑晶は清澄な内部を示す。石基は完晶質で、斜長石、斜方輝石、鉄チタン酸化物、シリカ鉱物(石英)からなる。斑晶や石基の斜方輝石は、周縁や割れ目に沿って粘土鉱物または炭酸塩鉱物が生成していることがあるが、それ以外は新鮮である。

産地：須坂市, 米子川上流の不動滝

産状：柱状節理及び板状節理の発達した層厚70m以上の溶岩

緯度経度：北緯36° 33' 53", 東経138° 24' 28"

年代：0.76±0.05Ma (KANo.2411)

地質学的意義：四阿火山に関しては、すでに金子ほか(1989)により、0.46±0.02, 0.65±0.06, 0.68±0.04, 0.75±0.05Maの4個の年代値が報告されていた。今回測定された試料は、中川(1983)による区分では四阿火山の最下層の不動溶岩である。また、5万分の1「須坂」図幅(太田・片田, 1955)によると米子溶岩の一部であり、やはり四阿火山の最下部に位置づけられている。今回、この不動溶岩から0.76±0.05Maの年代値が得られた。したがって、四阿火山の活動開始時期は約80万年前であることが明らかになった。この値は、金子ほか(1989)が四阿火山の成層火山体南東斜面の末端から採取した試料から求めた最古の年代値とほぼ一致している。

謝辞 鹿野和彦地域地質研究室長、富樫茂子同位体地学研究室長には今回の年代測定及びその結果についてご指導、便宜をいただいた。記して感謝する。

文 献

- Kaneko, T. (1995) A kinematic subduction model for the genesis of back-arc low-K volcanoes at a two-overlapping subduction zone, central Japan: another volcanic front originated from the Philippine Sea plate subduction. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **66**, 9-26.
- 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.
- Kaneoka, I. and Suzuki, M. (1970) K-Ar and fission track ages of some obsidians from Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **76**, 309-313.
- 牧本 博・高木秀雄・宮地良典・中野 俊・加藤碩一・吉岡敏和 (1996) 高遠地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 114p.
- 松本 哲一 (1989) K-Ar年代年代測定におけるカリウム定量法の改良. 地調月報, **40**, 60-70.
- Momose, K., Kobayashi, K. and Yamada, T. (1959) Palaeomagnetic and geologic researches for the volcanic rocks around Lake Suwa. -Palaeomagnetic researches for the Pliocene volcanic rocks in central Japan (2). *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **37**, 433-481.
- Momose, K., Kobayashi, K., Yamada, T., Ozima, M. and Kaneoka, I. (1966) Radiometric age of lava flows of the Enrei formations in central Japan (1). *Jour. Fac. Sci., Shinshu Univ.*, **1**, 93-96.
- 本宿団体研究グループ (1968) 群馬県本宿地域のグリーンタフ層内で発見された二重陥没構造とその意義. 地球科学, **22**, 32-36.
- 中村正芳・高橋洋一・松村 淳・伊藤公夫・妙義団体研究グループ (1986) 群馬県西部妙義地域の地質(その1). 日本地質学会第93年学術大会講演要旨, 160.
- 中川 渉 (1983) 四阿火山の地質と岩石. 火山, **28**, 423.
- 中村庄八 (1986) 群馬県北西部の吾妻川中流域に分布する新第三系 -特に中新世後期の陥没盆地について-. 地球科学, **40**, 238-254.
- 中野 俊・竹内圭史・加藤碩一・酒井 彰・濱崎聡志・広島俊男・駒澤正夫 (1998) 20万分の1地質図幅「長野」, 地質調査所.
- 野村 哲・秋間団体研究グループ (1981) 関東平野北西縁の地質. 地質学論集, no.20, 161-167.
- 野村 哲・海老原 充 (1988) 群馬県西部新生代火山岩類のK-Ar年代と古地磁気. 群馬大学教養部紀要, **22**, 65-78.
- 野村 哲・海老原 充 (1991) 群馬・長野県境付近に分布する新生代火山岩類のK-Ar年代と地史的考察. 群馬大学教養部紀要, **25**, 109-117.
- 野村 哲・小坂共栄 (1987) 群馬県南西部の新第三系の地質構造発達史. 群馬大学教養部紀要, **21**, 51-68.
- 太田良平 (1957) 5万分の1地質図幅「草津」及び同説明書. 地質調査所, 75p.
- 太田良平・片田正人 (1955) 5万分の1地質図幅「須坂」及び同説明書. 地質調査所, 54p.
- 諏訪の自然誌・地質編編集委員会 (1975) 諏訪の自然誌地質編. 諏訪教育会, 531p.
- 宇都 浩三・R. M. コンレー・平田 岳史・内海茂 (1995) 地質調査所における同位体希釈法K-Ar年代測定システムの精度向上 -質量分析自動計測制御及びピペット方式スパイク導入法の適用- 地調月報, **46**, 239-249.

(受付: 1997年12月19日; 受理: 1998年3月18日)