

福井県三国海岸に産出する火山岩類の K—Ar 年代

東野 外志男 石川県白山自然保護センター
清水 智 金沢大学理学部地学教室

K—AR AGES OF VOLCANIC ROCKS IN THE MIKUNI COASTAL AREA, FUKUI PREFECTURE

Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa*

Satoshi SHIMIZU, *Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University*

はじめに

福井県北西部の三国海岸には、主に溶岩からなる安山岩～デーサイト質の火山岩類が分布する。それらは火山の地形を保っていないことから、福井県北東部の加賀越前山地に分布する大日山・経ヶ岳・願教寺山などの諸火山よりは活動時期が古いとされ、15万分の1の福井県地質図（塚野，1969）では鮮新世の火山岩類として記されている。しかし、これらの火山岩類の放射年代測定結果はこれまで公表されたものはない。今回、筆者らは三国海岸の火山岩類について全岩の K—Ar 年代を測定する機会を得た。得られた年代は中新世中期を示し、従来考えられていたよりは古く、北陸地方の新第三紀地史を編む上で資するところがあると考えられるので以下に報告する。

岡山理科大学蒜山研究所の板谷徹丸博士には、同研究所において K—Ar 年代測定の機会を与えられ、K—Ar 年代値の精度についてご教示いただいた。岡山理科大学の長尾敬介博士には K—Ar 年代測定の際にはお世話になった。金沢大学理学部地学教室の粕野義夫教授と山崎正男教授には粗稿の閲読をお願いした。応用地質 KK の坂田章吉氏（当時金沢大学大学院在学）は野外調査と粉末試料の製作にご協力いただいた。以上の方々に厚く感謝する。

測定試料と測定結果

福井県三国町の東尋坊^{とうしんぼう}・松島海岸の地質については、これまで三浦（1957）と Kuroda（1966）の報告がある。これまで鮮新世と考えられてきた火山岩類は主に海岸線に沿って露出し、他に内陸部にも点在する。これらの火山岩類には、礫岩・凝灰質泥岩～泥質凝灰岩・砂岩・粗粒凝灰岩・凝灰角礫岩などからなる米ヶ脇^{こがわき}累層が密接に伴い、第四系の段丘堆積物が火山岩類と米ヶ脇累層をおおっている。Kuroda（1966）は火山岩類について詳細な岩石記載と化学分析を行なっている。以下には、今回年代測定を行なった試料について概要を記す。なお、岩石名の後の括弧で示した火山岩名は三浦（1957）によるものである。

(1) 測定試料

No.1 (8690104)

産地：福井県坂井郡三国町東尋坊（北緯 36°14′02″，東経 136°07′42″）

岩石名：紫蘇輝石—普通輝石安山岩 [東尋坊火山岩]

東尋坊周辺に露出する火山岩は一般に柱状節理の発達が著しく、米ヶ脇累層の下部層に貫入している(三浦, 1957; Kuroda, 1966)。測定試料は淡緑灰色を呈し、比較的緻密であるが、中央部が方解石に変質している斜長石の斑晶や、われ目や周辺部に沿って多少変質している輝石の斑晶がときどきみられる。また、石基にも粘土鉱物が多少生じている。

No.2 (TOJ-3)

産地：福井県坂井郡三国町安島(北緯 $36^{\circ}14'51''$ ，東経 $136^{\circ}07'39''$)

岩石名：紫蘇輝石-ビジョン輝石安山岩 [雄島火山岩]

Kuroda (1966) は安島に分布する火山岩を玄武岩質安山岩、雄島に分布する火山岩を流紋岩質デーサイト (rhyodacite) として区別しているが、三浦 (1957) は両者を一括して雄島火山岩としている。測定試料は、安島の海岸沿い道路のトンネル西側出口付近で採集したものである。柱状節理がよく発達し、黒色緻密で石基に茶色のガラスが多い溶岩である。石基や普通輝石の斑晶にわずかに変質鉱物がみられるのみで、きわめて新鮮な試料である。

No.3 (TOJ-4), No.4 (8690101)

産地：福井県坂井郡三国町梶(北緯 $36^{\circ}15'06''$ ，東経 $136^{\circ}09'06''$)

岩石名：紫蘇輝石-普通輝石安山岩 [松島火山岩]

両試料は梶の海岸沿いのほぼ同じ場所で採集されたものである。柱状節理の発達が著しく、米ヶ脇層に属する凝灰岩上に流出した溶岩である(三浦, 1957; Kuroda, 1966)。紫蘇輝石の斑晶や石基のガラスの一部に変質がみられる以外は、比較的新鮮である。

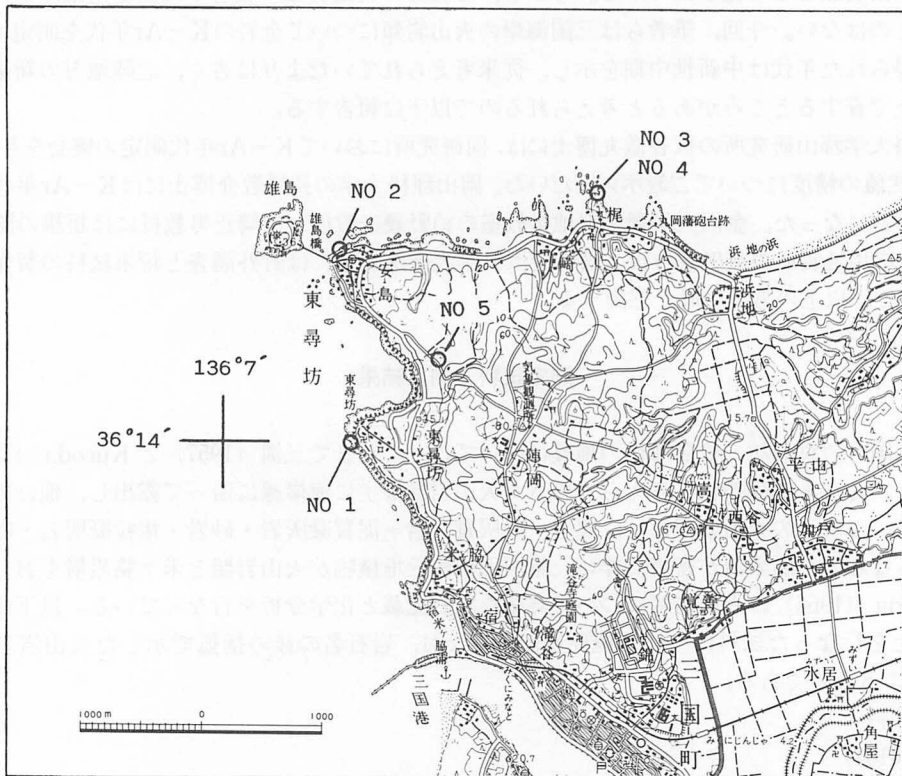


図1 K-Ar 全岩年代測定試料の採集位置
(地形図は国土地理院発行 1/5 万「三国」(昭和 47 年 1 月 30 日発行) を使用)

No.5 (8690105)

産地：福井県坂井郡三国町陣ヶ岡（北緯 36°14'21"，東経 136°08'11"）

岩石名：紫蘇輝石-普通輝石安山岩 [陣ヶ岡火山岩]

この試料は安島から陣ヶ岡へ向かう道路沿いで採集したものである。黒灰色を呈する溶岩で、不規則な節理によってブロック状をなす。石基は細粒で、その一部に変質がみられる他は新鮮である。

(2) 測定方法

K-Ar年代測定には岡山理科大学蒜山研究所分室の機器を使用した。測定は全岩で行ない、60~80メッシュに粒径を揃えたものを用いた。カリウムの定量には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HNO₃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。アルゴンの定量は、軌道半径15cm、偏向角130°の扇形磁場単収束質量分析計を用い、アルゴン38をスパイクとする同位体希釈法によって行なった。大気アルゴンの吸着成分は200℃、12時間以上の予備加熱で除去した。アルゴンは1500℃で抽出し、Ti-Zrゲッターでガスを精製した。年代値の計算に用いた壊変定数は Steiger and Jäger (1977) による。なお、詳細な測定方法は長尾ほか(1984)に述べられている。測定はNo.2が3回、No.3が2回、その他については1回行なった。

(3) 測定結果

K-Ar年代測定結果を表1に示す。年代誤差は測定誤差1σで与えられる。No.2の3回の測定値、及びNo.3の2回の測定値はそれぞれ誤差内で一致し、再現性はきわめてよい。それらの平均は加重平均とし、平均誤差は $\sqrt{\sum(\Delta t_i)^2 + \sum(t - t_i)^2} / n$ (tは平均年代値、 Δt_i は1回ごとの測定の誤差、nは測定回数)で求めた。5個の火山岩について得られた年代値は12.4-13.2Maの中新世中期の年代を示す。

表1 三国海岸の火山岩類の K-Ar 年代

Sample No.	age(Ma)	K(wt%)	weight(mg)	⁴⁰ Ar _{rad} (10 ⁻⁸ ccSTP/g)	⁴⁰ Ar _{air} / ⁴⁰ Ar _{Total} (%)
No.1(8690104)	12.7±0.7	1.87±0.09	546.5	92.2±1.1	7.2
No.2(TOJ-3)	12.8±0.9	1.00±0.05	404.7	49.7±2.4	72.7
	12.0±0.9		359.2	46.6±2.4	74.4
	12.8±0.9		385.1	49.8±2.4	72.5
	12.5±0.6				
No.3(TOJ-4)	12.5±0.7	0.99±0.05	406.4	48.2±1.1	47.9
	12.4±0.7		384.3	48.0±1.0	46.5
	12.5±0.5				
No.4(8690101)	12.4±0.7	0.93±0.05	571.0	44.8±0.9	34.6
No.5(8690105)	13.2±0.7	1.39±0.07	539.7	71.6±1.1	15.4

⁴⁰K/K=1.167×10⁻⁴, λ_β=4.962×10⁻¹⁰yr⁻¹ λ_e=0.581×10⁻¹⁰yr⁻¹ (Steiger and Jäger, 1977)

考 察

三浦(1957)は、米ヶ脇累層が今回K-Ar年代測定を行なった火山岩類を挟在し、あるいは一部これらの火山岩類に貫かれていることから、火山岩類の活動は米ヶ脇累層の堆積とほぼ同じ時期であるとした。米ヶ脇累層からは、地質時代を特定できる化石は発見されていないが、三浦(1957)やKuroda(1966)は米ヶ脇累層の岩相などから鮮新世と推定している。また、最近、中島ほか(1983)は米ヶ脇

累層下部に位置する崎浦溶結凝灰岩のジルコンについて、6.1Maのフィッシュン・トラック年代を得、米ヶ脇累層が中新世末期から鮮新世前期にかけて形成されたと推定した。今回得られた火山岩類のK-Ar年代値は中新世中期を示し、従来考えられていた米ヶ脇累層の地質時代やフィッシュン・トラック年代とは著しく異なる。

K-Ar法による火山岩の全岩年代が噴出年代を示さない要因としては、火山岩が固結する際に脱ガスが不完全で大気Arと異なる $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比を有していた場合と、変質作用によるAr損失が起きた場合とが考えられる。前者は一般に数10万年より若い火山岩の年代測定の際に特に問題となるが、白山火山の安山岩溶岩の試料について検討を行なった清水(1987)によると、陸上で噴出した溶岩流の徐冷した緻密な部分では、測定誤差の範囲でその影響は無視できる。また、今回測定を行なった試料の年代はそれらより2ヶタ年代が古く、その影響は全く無視してよい。変質作用は今回測定を行なった試料のうちNa1でかなりみられる。しかし、その年代は他の試料とほとんど同じであり、変質作用によって多少の影響があったとしても、無視できることを示している。これらのことから、今回得られたK-Ar年代は噴出年代を表しているとみてさしつかえない。

三国海岸に産出する火山岩の年代について、K-Ar年代と、従来より考えられていた米ヶ脇累層の地質時代や、ジルコンのフィッシュン・トラック年代と著しく異なる理由として、(1)米ヶ脇累層の層序的位置の判断が正しくないか、(2)米ヶ脇累層と火山岩との層序的關係の認定に誤りがあるか、もしくは、(3)フィッシュン・トラック年代が何らかの原因で若くなったことが考えられる。

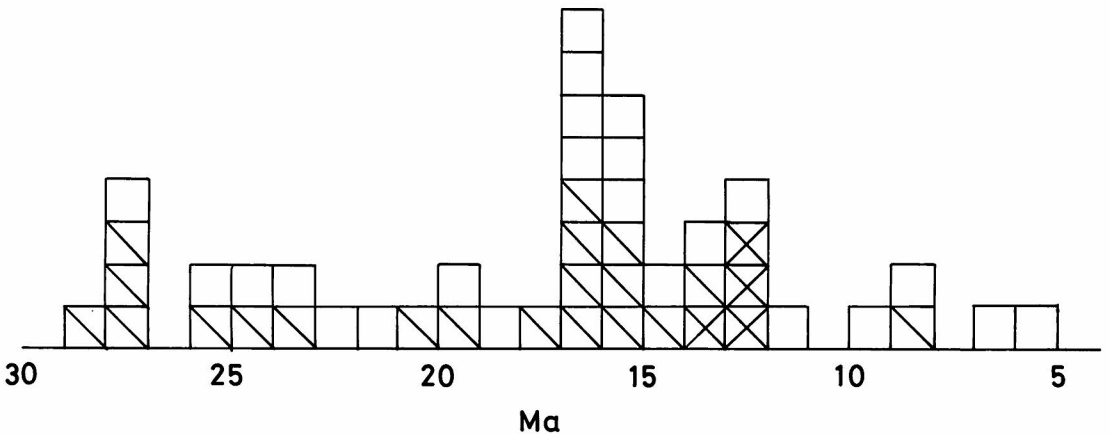
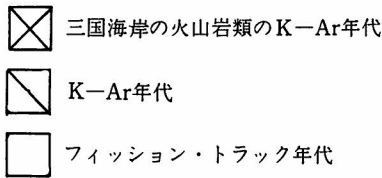


図2 北陸地方の新第三紀火山岩類の放射年代

(K-Ar年代は柴田(1973)、植田・青木(1970)、柴田・佐藤・中川(1981)、柴田ほか(1984)、佐藤ほか(投稿中)、東野・清水(1987)による。1個(能登半島の岩倉山流紋岩の黒雲母年代)を除いて全て全岩年代。柴田(1973)と植田・青木(1970)の年代値はSteiger and Jäger(1977)の壊変定数で再計算。柴田(1973)の44、45、46、47の試料は著者によると変質等により真の噴出年代をあらわしていない可能性が大なのでこの図では省略。フィッシュン・トラック年代は広岡・奥出・西村(1972)、雁沢(1983)、中島ほか(1983)、早川(1983)、中島・水島(1984)、早川・檀原(1986)、角井(1986)による。全てジルコンのフィッシュン・トラック年代。13.0Maや15.0Maなどの年代値は13.0~14.0Maや15.0~16.0Maの領域にそれぞれプロットした)

今回年代測定を行なった火山岩の噴出時期の新旧関係について、三浦 (1957) と Kuroda (1966) は、火山岩にとりこまれている礫の種類や、火山岩とメケ脇累層との上下関係ならびに貫入関係をもとに推定している。今回測定した試料についていえば、三浦 (1957) によると No.1 が最も古く、次いで No.2 で、No.3, No.4, No.5 はほぼ同時期とされている。一方、Kuroda (1966) によると No.2, No.3, No.4 がほぼ同じ時期で、No.1 はそれらより噴出時期は古いとされている。今回得られた K-Ar 年代値は、測定誤差を考慮するとそれぞれの試料間に有意の差が認められない。このことは各溶岩の噴出時期の時間間隔は短く、それらが比較的短期間に相ついで噴出したことを示している。

北陸地方に分布する新第三系の火山岩類については、これまで K-Ar 法とフィッシュン・トラック法による放射年代が得られている (図 2)。三国海岸の火山岩類とほぼ同じ年代を示すのは、富山県八尾地域の天狗山砂岩層下部の凝灰岩層 (12.3Ma, フィッシュン・トラック年代; 早川, 1983), 石川県加賀市の河南層の別所流紋岩部層 (13.1Ma, フィッシュン・トラック年代; 中島・水島, 1984), 金沢市水淵町の玄武岩岩脈 (13.0Ma, K-Ar 年代; 東野・清水, 1987), 福井県福井市の深谷凝灰質岩層 (14.1Ma, フィッシュン・トラック年代, 中島ほか, 1983) である。天狗山砂岩層は音川累層下部に、深谷凝灰質岩層は国見累層最下部に属し、河南層は国見累層に対比されている。塚野・三浦 (1954), 坂本ほか (1959), 紮野・坂本・石田 (1961), 紮野 (1977) などによると、中新統下部の岩稻累層, 糸生累層, 穴水累層は安山岩質の火山岩類に富み激しい火山作用で特徴づけられる時期であり、一方、北陸層群上部の音川累層や国見累層では火山岩類の占める割合は少なくなり火山活動は衰退し局所的になったとされている。三国海岸の火山岩類はその時期の北陸地方における中新世中期 (12~14 Ma) の火山作用を代表するものの 1 つと考えられる。

文 献

- 雁沢好博 (1983) フィッシュン・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, vol.89, p.271-286.
- 早川秀樹 (1983) 富山県八尾地域西部の新第三系の層序と年代。NOM, no.10, p.1-13.
- ・檀原徹 (1986) 八尾地域黒瀬谷累層中の凝灰岩のフィッシュン・トラック年代測定。同上, no.14, p.1-13.
- 東野外志男・清水智 (1987) 金沢市水淵町の玄武岩岩脈の K-Ar 年代。石川県白山自然保護センター研究報告, 第 14 集, p.121-123.
- 広岡公夫・奥出恒夫・西村進 (1972) 福井県丹生山地火山岩の古地磁気。福井大学教育学部紀要, 第 II 部 自然科学, no.22, p.1-15.
- 紮野義夫 (1977) 石川県の自然環境, 第 1 分冊地形地質 (10 万分の 1 地質図及び同説明書), 128p.石川県。
- ・坂本亨・石田志朗 (1961) 北陸東部の新第三紀に関する一試論。横山次郎教授記念論文集, p.83-95.
- KURODA, N. (1966) The volcanic rocks of the Mikuni coastal area, Fukui-ken, central Japan, with special reference to basic inclusions occurring in the dacitic andesite of Tojinbo. *Jour. Earth Sci. Nagoya Univ.*, vol.14, p.159-170.
- 三浦 静 (1957) 福井県加越山地の地質——第 1 報—— (特に新第三系の層序について)。福井大学学芸学部紀要, 第 II 部, no.7, p.149-161.
- 長尾敏介・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.
- 中島正志・森本一郎・鈴木由紀江・渡辺勇・三浦静 (1983) 福井県新第三系のフィッシュン・トラック年代。福井大学学芸学部紀要, 第 II 部, no.33, p.53-65.
- ・水島聡子 (1984) 北陸地方の *Miogypsina-Operculina* 層準のフィッシュン・トラック年代。地質雑, vol.90, p.667-670.

- 坂本 亨・今井功・水野篤行・角靖夫・井上正昭 (1959) 富山積成盆地南縁部の新生界。地調月報, vol.10, p.1-8.
- 佐藤博明・山崎正男・粕野義夫・清水智・板谷徹丸 (投稿中) 石川県舩倉島および七ツ島産古銅輝石安山岩。地質雑, 柴田 賢 (1973) 北陸層群の火山岩類のK-Ar年代。地質学論集, no.8, p.143-149.
- ・佐藤博明・中川正己 (1981) 能登半島新第三紀火山岩のK-Ar年代。岩鉱, vol.76, p.248-252.
- ・内海茂・宇都浩三・中川忠夫 (1984) K-Ar年代測定結果2 —— 地質調査所測定未公表試料。地調月報, vol.35, p.331-340.
- 清水 智 (1987) K-Ar年代測定結果からみた中部日本における新鮮一更新世の火山活動史。金沢大学修士論文。手記。
- STEIGER, R.H. and JÄGER, E. (1977) Subcommittee on geochronology: Conversion on the use of decay constants in Geo- and Cosmochronology. *Earth Planet.Sci.Letters*, vol.36, p.359-362.
- 角井朝昭 (1986) 富山県八尾地域新第三系凝灰岩のFISSION TRACK 年代測定。NOM, no. 14, p. 51-61.
- 塚野善蔵 (1969) 福井県地質図 (15万分の1) 及び同説明書。117p. 福井県。
- 植田良夫・青木謙一郎 (1970) 富山県南西部に分布する月長石流紋岩のK-Ar年代。岩鉱, vol.63, p.28-29.

Summary

K-Ar whole rock ages were determined on five andesites from the Mikuni coast, Fukui Prefecture, central Japan. Ages of 12.4-13.2 Ma ($\pm 0.5-0.7$ Ma) were obtained, indicating that volcanism in the Mikuni coastal area took place in a relatively short period in middle Miocene. The comparison of the ages obtained in this study with radiometric ages of other Neogene volcanic rocks in Hokuriku district shows that the volcanism in the Mikuni coastal area is one of the representatives of a later activity which occurred after the intensive volcanism during early Miocene.