能登半島新第三紀火山岩の K-Ar 年代

K-AR AGES OF NEOGENE VOLCANIC ROCKS FROM THE NOTO PENINSULA

柴	田	賢*	(Ken Shibata)
佐	藤	博明**	(Hiroaki Sato)
中	川	正己***	(Masami Nakagawa)

K-Ar age determinations were carried out on 12 volcanic rocks from the Noto Peninsula. Ages range from 8.64 to 27.9 Ma and are generally consistent with paleontological and stratigraphical data. Ages of volcanic rocks from the Anamizu Formation are grouped into two: 24-28 Ma in the northeast part and 16-17 Ma in the northwest part. Rocks from the Yanagida Formation give ages of 15.2 and 19.7 Ma, the former is slightly younger than expected by micropaleontological data. The Iwakurayama Rhyolite and the Kurotsuchi Volcanics are dated at 16.1 and 8.64 Ma, respectively.

1. は し が き

能登半島には新第三紀中新世の火山岩類と海成堆積岩が広く発達し、その分布や層序関係がかなりよく知られている。最近では微化石による生層序学的研究から、詳しい地質時代も明らかにされつつある。この地域の火山岩は比較的新鮮で、年代測定に充分たえるものであるが、これまで測定は行われていない。

そこで、能登半島における火山活動の時期を明らかにし、また生層序と放射年代とを対応させることを目的として、半島北部に分布する中新世火山岩の代表的な試料につき、K-Ar 法による年代測定を行った。

この研究にあたり、年代測定実験に御協力いただいた地質調査所内海茂氏、原稿を読んでいただき有益な御助言を賜った金沢大学紮野義夫教授及び山崎正男教授に深謝の意を表す。

2. 地 質 概 説

能登半島の新第三紀火山岩はこれまで下位より、穴水累層、柳田累層、岩倉山流紋岩、及び黒崎火山岩類に区別されている(紮野, 1965) (Fig. 1)。

穴水累層は能登半島全域に分布し、その層厚は 500～

1000 m と推定される。主に安山岩質の溶岩流・火山角礫岩からなり、一部に玄武岩質溶岩流・流紋岩質火砕流堆積物・火山岩質礫岩・砂岩層を含む。安山岩は斑晶斜長石に富む輝石安山岩が主体であるが、角閃石含有安山岩・無斑晶質安山岩・古銅輝石安山岩も産する。これらの安山岩質溶岩は一般に変質の程度が大変弱い。今回年代測定に用いた試料はいずれも新鮮な安山岩質溶岩で、半島北西部から 4 個 (NT-1, NT-2, NT-12, NT-13)、北東部から 4 個 (NT-7, NT-9, NT-10, NT-11) を用いた。

柳田累層は半島北東部に分布し、下位から下部火砕流堆積物層・溶岩層・上部火砕流堆積物層に区別される。これらは穴水累層を不整合に覆う。一方柳田累層内でも下部火砕流堆積物層と上部火砕流堆積物層の間に傾斜不整合が認められる (Fig. 2)。火砕流堆積物は各ユニットの中央部で強く溶結しており、その岩質は角閃石含有・紫蘇輝石・斜長石デイサイトである。溶岩層は普通輝石・カンラン石玄武岩、カンラン石安山岩、普通輝石・古銅輝石安山岩等からなる。年代測定に用いたのは、溶岩層の中の古銅輝石安山岩溶岩と、上部火砕流堆積物層中のデイサイト質ピトロファシア各 1 個である。後者は能登鶴飼西方で珠洲累層に直接覆われる溶結凝灰

* 地質調査所技術部

** 金沢大学理学部地学教室

*** 金沢大学理学部地学教室 現在 長野県 篠ノ井旭高等学校

(昭和 56 年 3 月 28 日受理)

Fig. 1. Locality map. The attached numbers represent the ages of the analyzed samples in million years. Distribution of the volcanic rocks is after Kaseno (1977).

Fig. 2. Geological map in the vicinity of the sampling localities of NT-3 and NT-7 in Yanagida village. Y: Yotsuya, K: Kamiwazumi (Miyata 1975, partly modified).

岩層の下部から得た。

岩倉山流紋岩は半島北東端に分布し、珠洲累層の泥岩層中にはさまれて産する。岩倉山では塊状溶岩や火山角

礫岩からなり火道部に相当すると考えられているが、側方へは一部二重級化層理を示す凝灰岩（栗蔵凝灰岩層）に移化する。この凝灰岩層の直上に産する海緑石について 15.2 Ma という K-Ar 年代が求められている（植田・鈴木，1973）。年代測定には流紋岩溶岩から分離した黒雲母を用いた。

黒崎火山岩類は能登半島北西部の狭い地域に分布し、カンラン石玄武岩、輝石安山岩、デイサイト等からなる。Kobayashi and Nakamura (1978) によれば、黒崎火山岩類の岩脈の走向はおよそ $N20^{\circ}W$ で、穴水累層中のそれ ($N70^{\circ}E$) とはほぼ直交する。年代測定に用いたガラス質輝石安山岩は関野鼻石灰質砂岩層に貫入している。

以上の能登半島の火山岩のうち、穴水累層と柳田累層は岩相上の類似から富山県南部の北陸層群岩稜累層と医王山累層とにそれぞれ対比されている。岩稜累層上部の安山岩について、16.3、16.4 Ma という全岩 K-Ar 年代（柴田，1973）と、岩稜累層の下位の楡原累層中の月長石流紋岩について、月長石による 25、26 Ma という

K-Ar 年代 (山崎・宮島, 1970) が報告されている。

3. 試料と測定方法

K-Ar 年代測定は、能登半島の新第三紀火山岩について、地域・層序を考慮して選んだ 12 個の試料について行った (Fig. 1)。以下に産地、岩石名、産状を記す。

(1) 穴水累層

NT-1 穴水町別所岳北方 (37°12.16'N, 136°51.74'E)

角閃石・普通輝石・紫蘇輝石安山岩
塊状溶岩流に伴う火山角礫岩中のブロック

NT-2 穴水町別所岳南方 (37°11.08'N, 136°51.29'E)

普通輝石・紫蘇輝石安山岩
塊状溶岩流に伴う火山角礫岩中のブロックで NT-1 より上位

NT-7 柳田村東谷南方 (37°20.71'N, 137°03.26'E)

普通輝石・カンラン石・紫蘇輝石安山岩
塊状複合溶岩流の下部溶岩で、NT-3 の古銅輝石安山岩流に傾斜不整合で覆われる。

NT-9 柳田村鉢伏山南東方 (37°22.03', 136°59.14'E)

カンラン石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩
塊状溶岩流

NT-10 輪島市神田谷採石場
(37°21.52'N, 136°56.47'E)

普通輝石・古銅輝石安山岩
塊状溶岩流

NT-11 能都町本木採石場
(37°16.25'N, 137°01.46'E)

紫蘇輝石・普通輝石安山岩
塊状溶岩流

NT-12 穴水町桑塚山南方
(37°13.30'N, 136°48.27'E)

普通輝石・紫蘇輝石安山岩
塊状溶岩流に伴う火山角礫岩中のブロック

NT-13 富来町巖門採石場
(37°05.67'N, 136°44.02'E)

普通輝石・角閃石・紫蘇輝石安山岩
塊状溶岩流

(2) 柳田累層

NT-3 柳田村四谷採石場
(37°21.38'N, 137°04.44'E)

古銅輝石安山岩
塊状複合溶岩流の下部ガラス質溶岩

NT-6 珠洲市西方寺西方採石場
(37°23.73'N, 137°12.75'E)

紫蘇輝石デイサイト
溶結凝灰岩層中の下部ピトロフィア
(3) 岩倉山流紋岩

NT-5 輪島市曾々木海岸
(37°27.64'N, 137°05.06'E)

黒雲母流紋岩
塊状溶岩

(4) 黒崎火山岩類
NT-4 門前町剣地琴ヶ浜
(37°13.20'N, 136°41.99'E)

カンラン石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩
塊状貫入溶岩で、関野鼻石灰質砂岩層を貫く。

K-Ar 年代測定は岩石試料を 5~10 メッシュに粉碎したものについて行った。NT-5 については岩石から分離した黒雲母を使用した。試料からのアルゴン抽出・精製は石英-パイレックス製高真空装置内で行い、アルゴン同位体比の測定は Micromass 6 型質量分析計を用いて行った。カリウムの定量は原子吸光分析法によった。年代の計算に用いた定数は、 $\lambda_{\beta}=4.962 \times 10^{-10}/y$, $\lambda_{e}=0.581 \times 10^{-10}/y$, $^{40}K/K=0.01167$ atom% である。文中に引用した年代はすべてこれらの定数で換算した値である。

4. 結果と考察

能登半島新第三紀火山岩の K-Ar 年代測定結果を Table 1 に示した。大気アルゴン混入率 (Atm ^{40}Ar) は大半の測定値について 60% 以下であり、測定誤差も $\pm 5\%$ 以内である。12 個の火山岩の K-Ar 年代は 8.64~27.9 Ma で、10 個については中新世の年代を示すが、穴水累層からの 2 個は漸新世の年代を示す。層序別に年代値の検討を次に行う。

(1) 穴水累層の火山岩の K-Ar 年代は 15.9~27.9 Ma である。これまで岩質の類似性から穴水累層と一括されていた安山岩について、能登半島北東部 (24~28 Ma) と北西部 (16~17 Ma) で異った年代をもつことが明らかになった。北西部地域では基盤花崗岩の近傍の穴水累層の安山岩も若い年代を示しており、この地域では 24~28 Ma の火山岩はたとえあったとしても薄かったものと思われる。

穴水累層について今回確認された 24~28 Ma という年代は、富山県南部の北陸層群楡原累層からの月長石流紋岩について求められた 25~26 Ma (山崎・宮島, 1970)

Table 1. K-Ar ages of volcanic rocks from the Noto Peninsula

No.	Rock, mineral	K ₂ O (%)	⁴⁰ Ar rad (10 ⁻⁶ ml/g)	Atm ⁴⁰ Ar (%)	Age (Ma)
Anamizu Formation					
NT-1	Hb-aug-hyp andesite, wr	1.25	0.681	35.4	16.8 ± 0.6
NT-2	Aug-hyp andesite, wr	2.06	1.06	35.9	15.9 ± 0.5
NT-7	Aug-ol-hyp andesite, wr	1.21, 1.19	1.06	44.8	27.2 ± 1.0
			1.07	31.8	27.4 ± 1.0
					27.3 ± 0.7
NT-9	Ol-hyp-aug andesite, wr	0.822, 0.812	0.626	25.0	23.6 ± 0.7
			0.639	25.6	24.1 ± 0.8
					23.9 ± 0.6
NT-10	Aug-br andesite, wr	0.922, 0.919 0.921	0.834	30.3	27.9 ± 0.9
NT-11	Hyp-aug andesite, wr	1.72	1.58	64.4	28.2 ± 1.5
			1.54	63.3	27.6 ± 1.5
					27.9 ± 1.1
NT-12	Aug-hyp andesite, wr	1.52, 1.58 1.57	0.814	31.6	16.1 ± 0.5
			0.793	28.2	15.7 ± 0.5
					15.9 ± 0.4
NT-13	Aug-hb-hyp andesite, wr	1.48	0.828	43.3	17.2 ± 0.6
			0.817	25.3	17.0 ± 0.5
					17.1 ± 0.4
Yanagida Formation					
NT-3	Br andesite, wr	2.01	1.28	38.6	19.6 ± 0.7
			1.29	46.0	19.7 ± 0.7
					19.7 ± 0.5
NT-6	Hyp dacite vitrophyre, wr	3.18	1.56	52.5	15.2 ± 0.6
Iwakurayama Rhyolite					
NT-5	Biot rhyolite, biot	8.03, 7.88	4.10	17.6	15.9 ± 0.5
			4.21	40.0	16.3 ± 0.6
					16.1 ± 0.4
Kurosaki Volcanics					
NT-4	Ol-aug-hyp andesite, wr	2.53	0.706	73.3	8.64 ± 0.63

という年代にはほぼ等しい。一方この時期の火山活動は東北日本では今田・植田 (1980) の初期火山岩活動 (b 階) に相当するものである。

(2) 柳田累層の火山岩の年代は 19.7 Ma と 15.2 Ma である。15.2 Ma という年代が得られた MT-6 は柳田累層の主体をなす溶結凝灰岩中のピトロフィアで、大部分新鮮なガラスからなる。この試料の採取地点の約 500 m 東方で、凝灰岩の上位にある法住寺珪藻質泥岩層について、高山他 (1979) の微化石の研究がある。それによれば、この泥岩層は *Denticulopsis praelauta* 等 *Actinocyclus ingens* 帯の珪藻群集や、N8 に属する浮遊性有孔虫を産する。*A. ingens* 帯の上限は 15.4 Ma (小泉, 1979) とされているので、NT-6 の 15.2 Ma という年代は生層序から期待される年代より幾分若い。この試料は新鮮であり、変質等によりアルゴンが逸脱したとは考えにくい。しかし、ここは生層序と放射年代とが直接関係づけられる重要な場所であるので、化石と年代の両面からの再検討が必要と思われる。

柳田累層について求められた 19.7 Ma と 15.2 Ma と

いう年代結果から、穴水累層の場合と同様にこれまで岩質の類似性により一括されていた柳田累層の火山岩の噴出時期に、比較的大きな時間的間隙が存在することがわかった。これらの柳田累層の火山岩層の間には浸蝕間隙が認められるので (Fig. 2), 上述の年代測定結果は産状とは矛盾しない。

柳田累層は大部分が能登半島北東部に分布しており、そこでは柳田累層が穴水累層の上位に位置するという層序関係と、年代測定結果とは一致する。しかし、半島北西部の穴水累層の年代は柳田累層の一部の年代より若いということになる。粕野 (1977) も穴水累層として一括した安山岩の中には、柳田累層の岩石に酷似したものがあり、後者と同時期のものがあることを指摘している。この点に関しては、今後層序関係の再検討が必要であろう。

(3) 岩倉山流紋岩 (NT-5) は柳田累層の 15.2 Ma の年代が得られた上部火砕流堆積物層 (NT-6) の上位に位置するものであるが、その年代は 16.1 Ma で、誤差を考慮しても年代結果は層序関係と合わない。NT-5 の

年代は新鮮な黒雲母によるもので、今回の測定結果の中では最も信頼のおける値とみなされる。一方 NT-6 も前述のとおり新鮮なガラスであり、特に年代値が若かったとする根拠がない。岩倉山流紋岩と柳田累層とが直接接している所はなく、また柳田累層の火山岩の活動時期についてもかなりの時間的間隙があることがわかったので、上述の年代結果と層序との見かけ上の矛盾も今後の重要な検討課題である。

なお、岩倉山流紋岩が側方で漸移する栗蔵凝灰岩層の直上の海緑石について、15.2 Ma という K-Ar 年代が報告されている。海緑石については、堆積後の埋没に伴う温度上昇によりアルゴンが逸脱するため、その K-Ar 年代値の信頼性に問題のある場合が多い。岩倉山流紋岩と栗蔵凝灰岩層とは同時異相と考えられるので、海緑石による 15.2 Ma という年代も、真の堆積年代より若いのかも知れない。

(4) 黒崎火山岩類の K-Ar 年代は 8.64 Ma であり、中新世後期にあたる。この火山岩類の噴出時期は中新世中・後期とみなされているので (粕野, 1977), 年代結果とは矛盾しない。

引用文献

- 粕野義夫 (1965), 能登半島の地質. 能登半島学術調査書, 石川県, pp. 84.
- (1977) 石川県の環境地質 (10 万分の 1 地質図及び説明書, 石川県, pp. 128.
- Kobayashi, Y. and Nakamura, K. (1978), Restoration of tectonic stress field of Tertiary Southwest Japan by means of dikes. *Abstr. Int. Geodynamics Conf.*, 86-87.
- 小泉 格 (1979), 海底と陸上を総括した微化石層位の 1 例. 地球, 1, 226-229.
- 今田 正・植田良夫 (1980), 東北地方の第三紀火山岩の K-Ar 年代. 岩鉱特別号, No. 2, 343-346.
- 宮田隆志 (1975), 能登半島柳田村周辺の地質及び岩石. 金沢大学卒論 (手記).
- 柴田 賢 (1973), 北陸層群中の火山岩類の K-Ar 年代. 地質学論集, No. 8, 143-149.
- 高山俊明・小泉 格・米谷 盛寿郎 (1979), 能登半島北部一鵜飼川地域一. 土隆一編「日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料」, 95-96.
- 植田良夫・鈴木光郎 (1973), 東北日本産海緑石とセラドナイトの K-Ar 年代. 地質学論集, No. 8, 151-159.
- 山崎正男・宮島吉雄 (1970), 富山県南西部に分布する月長石流紋岩の噴出年代について. 岩鉱, 63, 22-27.