

## 20万分の1地質図幅「富山」地域, 年代未詳岩石のK-Ar年代

内海 茂\*・原山 智\*\*・宇都浩三\*

UCHIUMI Shigeru, HARAYAMA Satoru and UTO Kozo (1995) K-Ar dating on age-unknown rocks in the 1:200,000 quadrangle, Toyama. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 46 (7), p. 375-381, 1fig., 1table.

Abstract : Upon compiling Geologic Map of Japan 1: 200,000, Toyama, K-Ar ages were determined for a few igneous rocks to clarify their ages of formation. Two biotite-ages for the Kurobegawa Granodiorite, a granite porphyry from the top of Mt. Kashimayarigatake (2,889.7m a.s.l.) and a tonalite from the crest near the Karamatsu lodge (2,615m a.s.l.) are  $1.2 \pm 0.29$  and  $4.45 \pm 0.12$  Ma respectively, representing one of the youngest ages of plutonic intrusions in the world. A whole rock age for one of age-unknown felsite intrusions is  $22.2 \pm 0.3$  Ma, which is close to the age of sanidine rhyolite lavas nearby. For the Kitanomata Tonalite, two ages,  $90.4 \pm 1.0$  Ma for a biotite and  $85.0 \pm 1.1$  Ma for a hornblende are given.

### 1. はじめに

20万分の1地質図幅「富山」は能登半島の南東部から富山平野, 飛驒山脈北部を経て北部フォッサマグナの山地までをカバーしており, 図幅北東部から南西部にかけては富山湾が大きく湾入している。飛驒山脈北部地域には先新第三系が広く分布しており, 地体構造区分の上からは飛驒帯・飛驒外縁帯に該当している。糸魚川-静岡線より東側にはフォッサマグナの新第三系が, また能登半島から富山平野周辺には山陰地方から北陸地方に連続する背弧側の新第三系がそれぞれ分布している。また本図幅内の第四系として, 富山平野など海岸沿いの堆積物のほか, 飛驒山地には白馬大池火山の噴出物が, 北部フォッサマグナ地域には活火山である焼山火山の噴出物の一部がそれぞれ分布している。

20万分の1地質図幅「富山」内の飛驒帯と飛驒外縁帯の変成岩・花崗岩類については日本の古期基盤岩類への関心の高さを反映して11試料がRb-Sr法及びK-Ar法により測定されている。また, 白亜紀花崗岩類では2試

料, 古第三紀火山岩類については2試料, 新第三紀火山岩については2試料, 新第三紀花崗岩類が11試料, 第四紀火山岩の白馬大池火山では3試料がそれぞれK-Ar法により年代測定されている。しかし, これらの年代測定は測定対象や地域に偏りがある。そこで地質図編纂においてより確かな地質単元の対比と区分を行うために以下の基準で測定対象を数試料選び, K-Ar年代を測定した。①時代論に異なる見解が有り, 限られた測定数でも時代論に決着をつけられる見込みのある主要な地質単元。②単独の研究テーマの対象となりにくいのが広域的に分布する時代未詳岩体。

本報告では, 上記①②の観点から選んだ黒部川花崗閃緑岩類, 時代未詳珪長岩, 白亜紀花崗岩類についてのK-Ar年代値測定結果を述べるとともに, その地質学的意義について触れる。重要な地質単元であっても, 限られた測定数では時代論の解明困難な新第三紀及び第四紀火山岩や, 複雑な熱史が予期される飛驒帯・飛驒外縁帯の変成岩類は対象から外した。この種の岩石はいずれも複数の測定法で重点的に測定されるのが望ましく, また今

\* 地殻化学部

\*\* 地質部

Keywords : K-Ar dating, 1:200,000 scale geologic map, igneous rocks

後単独の研究テーマとして取り上げられることが期待できる対象である。

## 2. 測定対象の地質地質学的背景と測定目的

### 2.1 黒部川花崗閃緑岩

黒部川中流域には黒部川花崗岩(加納, 1974)もしくは黒部川花崗閃緑岩(原山ほか, 1991)と呼ばれる底盤状岩体が露出する。加納(1974)は黒部川中流から上の廊下付近まで分布する広大な領域の花崗岩を黒部川花崗岩と命名した。原山ほか(1991)はこの黒部川花崗岩のうち、黒部第四ダム付近より上流の花崗岩を黒雲母K-Ar年代値(59.1±1.3, 63.6±3.2 Ma)に基づいて白亜紀末—古第三紀初頭の奥黒部花崗岩として分離し、残りの黒部川第四ダムより下流で祖母谷付近まで分布する中—細粒花崗閃緑岩をK-Ar年代資料(緒方ほか, 1983)に基づき新第三紀黒部川花崗閃緑岩と再定義した。黒部川花崗閃緑岩は古第三紀以前の花崗岩類や堆積岩類を貫き、岩体の東縁では爺ヶ岳火山岩類などに貫入している(加藤・佐藤, 1983)。黒部川花崗閃緑岩の分布域には、岩体中央部の仙人ダム付近に高熱トンネル(掘削時に160°C以上)が知られているほか、高温の温泉や噴気など地熱地域が多数見いだされる。この岩体自身が地熱の供給源ではないかと考えるのは自然であり、そうした観点から緒方ほか(1983)とNishimura and Mogi(1986)は花崗岩類について20試料、脈岩や母岩など9試料に及ぶ岩石のK-Ar年代測定を行った。その結果、花崗岩類については6.1±0.9 Ma(採取地点から判断して母岩の花崗岩類の若返り年代である可能性が高い)および4.4±0.7—0.7±0.2 Maの全岩年代値(17試料)、黒雲母年代値5.0±0.8 Maおよび1.0±0.3 Ma(2試料)、角閃石年代値5.7±1.4 Ma(1試料)が得られた。しかし測定手法は記述されておらず、また一部試料については年代値のみが記載されているなど年代資料としては不十分な点が認められる。緒方ほか(1983)はこれらの測定結果から、岩体の貫入定置時期を新生代後期と考えた。一方、Nishimura and Mogi(1986)および加納(1989)は、Nozawa(1975)により編纂された日本の花崗岩質岩石の放射年代図(200万分の1)を根拠に、この岩体の貫入定置年代を約50 Maとし、得られた年代測定値は、その後岩体が長期間(40 m.y.以上)にわたり高温を保持し続けK-Ar年代はここ数Maの期間に生じた冷却の年代を示すという議論を展開した。この図は当時までに年代測定された試料の採取地点とおおまかな時代区分(先白亜紀・白亜紀—古第三紀・新第三紀)を示しているが、今回のようにある地域に分布する岩体の貫入定置年

代を特定することに使えない。実際、周囲の母岩には長期間にわたって熱的影響を受けたことを支持する広範囲な熱変成帯や年代の若返り現象は確認されていない(原山ほか, 1991)。岩体中央部でも閉鎖温度の高い角閃石K-Ar年代が5.7±1.4 Maを示し、岩体上部や周縁部では全岩K-Ar年代が4.4—3.9 Maと中央部に比べて相対的に古い年代値を示していることを考慮すると貫入定置時期は中新世末—鮮新世初頭と推定するのが合理的である。しかし上述のK-Ar年代値は誤差がかなり大きく、相対誤差20—30%でときに50%を超えることがあり貫入定置年代について既存年代資料によるこれ以上詳細な議論はできない。より厳密に岩体の貫入定置年代を推定するためには相対的に急冷の期待できる岩体上部周縁の岩石から閉鎖温度のできるだけ高い鉱物を分離し、既存年代資料より信頼度の高い年代測定を行う必要がある。そこで今回は、このねらいに沿って試料の採取は黒部川花崗閃緑岩体の東縁部の標高の高い後立山連峰の稜線沿いで行った。採取地点は唐松山荘と鹿島槍ヶ岳南峰山頂の2ヶ所、前者は白亜紀末—古第三紀花崗岩との境界から2 m以内の周縁相であり、後者は岩体分布域の中の最高峰(2889.7 m)であって岩体東縁からは700 mの位置にある。

### 2.2 時代未詳珪長岩

時代未詳珪長岩は白馬岳周辺、長野県小谷村赤倉山付近、富山県朝日町小川温泉付近にそれぞれ分布する岩体で(第1図)、いずれも岩相のよく似た無斑晶質で塊状均質な珪長質岩石からなり岩相変化に乏しい。この種の岩石は一般に小規模な岩脈として産することが多いが、これらの地域では数km<sup>2</sup>前後の岩株や岩床、岩脈として露出している。飛騨外縁帯古生層や飛騨花崗岩類(ジュラ紀)、手取層群(白亜紀前期)、白亜紀—古第三紀花崗岩類中に貫入しており、新第三紀花崗岩類により貫入されている。貫入被貫入関係から推定される年代は古第三紀から中新世(50—5 Ma)のある時期としかいえない。編纂作業上はその時代区分について頭を悩ます地質単元である。しかも近い将来本岩を対象とした研究テーマが生ずるとは考えにくいため、今回の編纂作業の一環として年代測定を行った。

### 2.3 白亜紀花崗岩類

20万分の1「富山」図幅内の白亜紀花崗岩類は北又谷トータル岩、剣岳花崗岩、有明花崗岩に大別される(第1図)。後二者については、それぞれ69.3±5.1 MaのRb-Sr全岩—黒雲母アイソクロン年代(田中, 加々美,



1987),  $62.3 \pm 3.1$  Ma の黒雲母 K-Ar 年代 (加藤・佐藤, 1983) が各々報告されている。

北又谷トータル岩については2試料4測定値が得られているものの、データの詳細が不明もしくは未公表扱いとなっており、測定値も一致していない。長沢 宏により測定された  $88 \pm 9$  Ma の黒雲母 K-Ar 年代値 (最近の壊変定数による再計算値は 90 Ma) はデータの詳細が不明で、年代値のみが Suwa (1966) の中で私信として引用され、さらに野沢 (1970) において  $69 \pm 5$  Ma の K-Ar 年代値 (同一試料の全岩から黒雲母を分離した残分についての測定値) とともに報告された。しかし、野沢 (1970) の報告で産地とされた黒部峡谷鉄道猫又駅付近は Suwa (1966) の地質図でデイスサイト及びアプライトが分布すると表現されており、筆者らの現地調査でも北又谷トータル岩の分布は確認されていない。おそらく産地が誤記されていると考えられる。もう一方の試料は北又谷小屋付近で採取されたもので、筆者らも北又谷トータル岩の典型的な岩相が露出することを確認した。しかし、2機関で測定されたこの試料の黒雲母の K-Ar 年代値は 71 Ma,  $83 \pm 3$  Ma と大きく異なっている (加納, 1989)。北又谷トータル岩の貫入定置年代が仮に 80-90 Ma ならば剣岳花崗岩や有明花崗岩とは明らかに異なり、もし 70 Ma 前後ならば一連の火成活動の産物と考えることもできる。そこで貫入定置年代を限定するため、加納 (1989) と同じ北又小屋付近で北又ダム建設時に掘削されたズリから採取した試料から普通角閃石と黒雲母を分離し各々測定した。

### 3. K-Ar 年代測定法

K-Ar 年代測定法は以下の通りである。採取してき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のち、32-60, 60-80, 80-120 メッシュにふるい分けし、目的とする鉱物を多く含み不純物の付着が少ないものを選びとる。これを水洗い乾燥し、アイソダイナミックセパレータと重液を用いて目的とする鉱物を分離した。

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い、試料を約 1400°C で 10 分間加熱し、液体窒素トラップと金属チタンスポンジでガスを精製した。アルゴン同位体比の測定は、Micromass 603 型質量分析計を用い、静作動方式で行った。測定法の詳細は宇都ほか (1995) と同様である。

カリウムの定量はコタキ製作所製 FIP-30 D 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. 年代測定結果とその地質学的意義

K-Ar 年代測定結果を第1表に示した。以下岩体別に測定試料の簡単な記載を行い、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 黒部川花崗閃緑岩

試料番号 92913-3

岩石名: 普通角閃石含有黒雲母花崗斑岩

産地: 鹿島槍ヶ岳南峰山頂 (標高 2,889.7 m)。長野-富山県境。

緯経度: 東経  $137^\circ 45'00''$  北緯  $36^\circ 37'17''$ 。

年代: KANo.2183  $1.14 \pm 0.41$  Ma

KANo.2203  $1.21 \pm 0.02$  Ma

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

KANo	Sample No	Rock	Mineral	K <sub>2</sub> O (wt%)	<sup>40</sup> Ar <sub>rad</sub> (10 <sup>-6</sup> mlSTP/g)	Atm <sup>40</sup> Ar (%)	Age (Ma)
2183 2203	92913-3	Granite porphyry	Biotite	8.41	0.313 0.327	83.9 67.9	$1.15 \pm 0.45$ <u><math>1.21 \pm 0.02</math></u> $1.20 \pm 0.29$
2182 2202	92910-4	Tonalite	Biotite	7.96	1.03 1.19	68.7 54.7	$4.02 \pm 0.22$ <u><math>4.63 \pm 0.14</math></u> $4.45 \pm 0.12$
2209	92909-3	Felsite	Whole rock	5.27	3.80	6.12	$22.2 \pm 0.3$
2181 2208	HT-54	Granodiorite	Biotite Hornblende	7.62 0.526	22.8 1.48	12.2 48.4	$90.4 \pm 1.0$ $85.0 \pm 1.1$

平均：  $1.18 \pm 0.29$  Ma（黒雲母）

測定試料：斑状組織の明瞭な普通角閃石含有黒雲母花崗斑岩で，採取地点近傍には暗色包有岩に富んだ岩相が観察される。採取岩石は極めて新鮮で，細粒石基中に径 1-4 mm の斑晶として斜長石，石英，黒雲母および微量の普通角閃石を含んでいる。鉱物分離は黒色で光沢の強い黒雲母斑状結晶を対象に行ったが，鏡下の観察でも緑泥石など二次の変質作用は全く認められない。

年代値の地質学的意義：期待された貫入定置年代（中新世末—鮮新世初頭）は示さず，既存全岩 K-Ar 年代値の範囲（4.4—0.7 Ma；緒方ほか，1983；Nishimura and Mogi, 1986）と比較してもかなり若いほうの上限に近い年代値である。また黒部川沿いの試料の黒雲母 K-Ar 年代値（緒方ほか，1983）は  $1.0 \pm 0.3$  Ma であり，今回の測定値と大きな差の無いことが明らかになった。今回測定した試料は黒部川花崗閃緑岩分布域の最高標高地点（黒部川から約 2,000 m 上部）で採取しており，Nishimura and Mogi (1986) が主張した「高度の平方根と年代値の正比例関係」は黒雲母 K-Ar 年代に関して成立しないことを示している。この原因としては，①傾動運動や断層などにより岩体は変位しており，現在の高度は定置時の深度と単純な関係にない。②岩体上面からの単純熱伝導による冷却ではない。③黒部川花崗閃緑岩は複数回の貫入により形成されており，最後の貫入は約 1 Ma に行われた。一などが考えられるが，いずれも解明のためにはより詳細な地質調査と系統的な試料採取に基づいた年代測定が今後必要であろう。

試料番号 92910-4

岩石名：細粒黒雲母普通角閃石トータル岩

産地：唐松山荘付近の稜線（標高 2,615 m），長野—富山県境。

緯経度：東経  $137^{\circ} 45' 45''$  北緯  $36^{\circ} 40' 55''$ 。

年代：KANo.2182  $4.02 \pm 0.22$  Ma

KANo.2202  $4.63 \pm 0.14$  Ma

平均：  $4.45 \pm 0.12$  Ma（黒雲母）。

測定試料：本試料は黒雲母の一部が緑泥石化しているもののほぼ新鮮な試料である。普通角閃石は長柱状で緑褐色を示し，縁部およびへき開に沿った部分では黒雲母により置換されている。黒雲母の産状にはこの他斜長石・石英の粒間を埋める単独結晶がある。本試料について当初は閉鎖温度の高い角閃石についても測定を行う予定であったが，分離調製段階で置換した黒雲母の除去が困難なために断念した。

年代値の地質学的意義：本試料の測定値は黒部川花崗

閃緑岩の既存 K-Ar 黒雲母年代（ $5.0 \pm 0.8$ ， $1.0 \pm 0.3$  Ma；緒方ほか，1983）のうち，古い値の誤差の範囲内に入る結果となった。黒部川花崗閃緑岩の南方延長である金沢花崗閃緑岩については  $4.2 \pm 0.4$  Ma の黒雲母 K-Ar 年代値（加藤・佐藤，1983）が報告されており今回の測定値にほぼ一致している。さらに南方のコジ沢岩体（高瀬川中流域）では角閃石の K-Ar 年代  $4.65 \pm 0.26$  Ma が測定されており（原山ほか，1991），これと誤差の範囲で一致する値である。本試料は母岩に 2 m 以内と近接しているため相対的に急冷条件にあったと判断され，既存の鉱物年代  $5.7 \pm 1.4$  Ma（角閃石）， $5.0 \pm 0.8$  Ma（黒雲母）とともに貫入年代に近接していると推定できる。おそらく黒部川花崗閃緑岩の貫入年代は 6-4 Ma の間であろう。

#### 4.2 時代未詳珪長岩

試料番号 92909-3

岩石名：珪長岩

産地：鐘ヶ岳（標高 2,903 m），長野—富山県境。

緯経度：東経  $137^{\circ} 45' 29''$  北緯  $36^{\circ} 43' 42''$ 。

年代：KANo.2209  $22.2 \pm 0.3$  Ma（全岩）

測定試料：優白色の珪長岩で有色鉱物をほとんど含まない。細粒（0.02 mm 前後）の石英と絹雲母から構成される石基中に長石の斑晶をわずかに含むが，斑晶はすべて絹雲母に置換されている。

年代値の地質学的意義：本岩中の高カリウム鉱物は絹雲母に限られ，年代値の解釈に当たって絹雲母の生成時期が重要となる。野外の産状は絹雲母化作用が岩体内に限られ周囲の母岩に変質作用を与えていないことを示しており，絹雲母の生成は貫入直後のいわゆる自変質作用によるものと判断した。したがって貫入年代は 22.2 Ma とほぼ同じかやや古いと推定され，本岩の活動は中新世初頭ないし古第三紀末の可能性が高い。北陸地方ではこれに相当する時期の珪長質火山活動として，グリーンタフの下位にいわゆる月長石流紋岩（アルカリ長石 K-Ar 年代：25 Ma；植田・青木，1970）が知られている。

#### 4.3 北又谷トータル岩

試料番号：HT-54

岩石名：角閃石黒雲母花崗閃緑岩

産地：富山県下新川郡朝日町北又谷，北又小屋南 300 m（北又ダムズリ）

緯経度：東経  $137^{\circ} 40' 08''$  北緯  $36^{\circ} 50' 12''$

年代：KANo.2181  $89.0 \pm 0.9$  Ma（黒雲母）

KANo.2208  $85.1 \pm 1.1$  Ma（角閃石）

測定試料：中粒の普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩で、肉眼では自形斜長石が目立つ塊状均質な岩石である。包有岩は極めて希にしか含まれない。鏡下では斜長石のコアの一部が絹雲母化しているほか、黒雲母の一部に緑泥石化が認められるもののほぼ新鮮な試料である。普通角閃石は緑色の軸色(Z)を示し新鮮であるが、部分的に黒雲母に置換されている。分離した黒雲母試料の $K_2O$ 量は7.62%であることから純度は約85%と見積られ、若干量の緑泥石の混入が想定される。分離角閃石試料の $K_2O$ 量は0.526%で普通角閃石の一般的な $K_2O$ 含有量の範囲内にあり、実体顕微鏡による観察でも黒雲母の混入は認められない。

年代値の地質学的意義：黒雲母については $90.4 \pm 1.0$  Ma、角閃石については $85.0 \pm 1.1$  Maの値が得られた。閉鎖温度の高い角閃石が黒雲母の年代より有意に若いという結果になったが、この問題に関しては分離試料の吟味、角閃石中の微細離溶組織の有無など今後の検討が必要であり、ここでは言及しない。測定目的の白亜紀の火成活動期区分の問題からすれば、今回の鉍物年代値は北又谷トータル岩が70-60 Maの火成活動よりも明らかに古い活動期に属することを示している。また既存の黒雲母K-Ar年代値との比較では長沢の測定値 $90 \pm 9$  Ma(野沢, 1970)と一致する結果となった。

領家帯を除く中部地方では、90 Ma前後の年代値を示す岩体として高山市東方の下之原花崗閃緑岩(黒雲母K-Ar年代 $88 \pm 6$  Ma; Shibata and Nozawa, 1966)や飛騨川中流の河岐トータル岩(黒雲母K-Ar年代 $87.4 \pm 1.9$  Ma; 山田ほか1992)が知られているが、いずれも岩株状の小岩体である。原山ほか(1985)は中部地方の白亜紀-古第三紀火成活動を5つのステージに区分したが、今回の測定値は北又谷トータル岩の固結年代がおそらくステージI(120 Ma? - 約90 Ma)の末期に相当することを示している。

謝辞 広域地質課長鹿野和彦技官、同位体地質学課長富樫茂子技官には今回の年代測定およびその結果についてご指導、便宜をいただいた。感謝を申しあげる。

## 文 献

- 原山 智・竹内 誠・中野 俊・佐藤岱生・滝沢文教(1991) 檜ヶ岳地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 190 p.
- ・小井土由光・石沢一吉・仲井 豊・沓掛俊夫(1985) 中部地方における白亜紀-古第三紀火成活動の変遷。地球科学, vol.39, p.345-357.
- 加納 隆(1974) 飛騨変成帯の深成岩類。富山県地学地理学研究論集, 第6集, p.155-186.
- (1989) 黒部川流域における宇奈月帯・飛騨外縁帯の南方延長 - 花崗岩体中のゼノリス類の分布と産状 -。地質学論集, no.33. p.11-20.
- 加藤碩一・佐藤岱生(1983) 信濃池田地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 93 p.
- Nishimura, S. and Mogi, T. (1986) The interpretation of discordant ages of some granitic bodies. *Jour. Geothermal Res. Soc. Japan.* vol.8, p.145-163.
- 野沢 保(1970) 後期白亜紀酸性岩の同位元素年令: 1970年における総括と覚え書。地質雑, vol.76, p.493-518.
- Nozawa, T. (1975) Radiometric Age Map of Japan, Granitic Rocks, Geological Survey of Japan.
- 緒方正虎・宮腰勝義・志田原 功・田中和広(1983) 黒部川中流域地熱帯の地質。電力中研報告382032, 26 p.
- Shibata, K. and Nozawa, T. (1966) K-Ar age of the Shimonohara quartzdiorite, Hida Mountains, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.17, p.422-425.
- R.H.Steiger and E.Jäger (1977) Subcommission on Geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Letters*, vol.36, p.359-362.
- Suwa, K. (1966) Radiometric age and mineralogy of muscovite from a granite pegmatite transgressing the Hida metamorphic complex in the upper Katakai river area, Toyama Prefecture, central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.72, p.523-529.
- 田中 忍・加々美寛雄(1987) 北アルプス北部、剣岳-毛勝岳地域に分布する花崗岩類のRb-Sr年代。地質学雑誌, vol.93, p.929-932.
- 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, vol.46, p.239-249.
- 松本哲一(1989) K-Ar年代測定におけるカリウム定量法の改良。地調月報, vol.40, p.60-70.

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.

の火成岩類の放射年代と断層活動の時期。地調  
月報，vol.43，p.759-779.

山田直利・柴田 賢・佃 英吉・内海 茂・松本哲一・  
高木秀雄・赤羽久忠(1992) 阿寺断層周辺地域

(受付：1995年6月14日；受理：1995年6月28日)