

## 長野県北安曇郡小谷温泉周辺の石英閃緑ひん岩及び石坂流紋岩のフィッション・トラック年代

—日本の地熱活動に関連する火成岩のフィッション・トラック年代(3)—

玉生志郎\* 長谷紘和\*\* 村岡洋文\*

TAMANYU, Shiro, HASE, Hirokazu and MURAOKA, Hirofumi (1981) Fission track ages of the quartz diorite porphyrite and Ishizaka rhyolite near Otari hot spring, Kitaazumi, Nagano prefecture —Fission track ages of the igneous rocks related to geothermal activities in Japan (3)—. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 32 (12), p. 717-721.

**Abstract:** Fission track datings were performed on the samples of the quartz diorite porphyrite and Ishizaka rhyolite near Otari hot spring, Nagano Prefecture, Central Japan.

Ishizaka rhyolite has already been dated as 58 Ma by K-Ar method and is dated as  $60.9 \pm 6.9$  Ma by FT method. These ages agree well within the limits of errors. The quartz diorite porphyrite is dated as  $1.03 \pm 0.32$  Ma by FT method. This age is much younger than the age so far expected stratigraphically.

This result suggests that the intrusive rock is very hopeful as a heat source for geothermal energy in this area.

### 要 旨

小谷温泉周辺に露出する石英閃緑ひん岩の貫入岩体と姫川沿いの石坂流紋岩をフィッション・トラック年代測定した結果, それぞれ $1.03 \pm 0.32$  Ma,  $60.9 \pm 6.9$  Maという年代値を得た. 石坂流紋岩に関してはすでに K-Ar法で58 Maと測定されていて, 今回のデータはこれとよく一致する. 貫入岩体は後期中新世-前期鮮新世に貫入したと層位学的に推定されているが, 今回の測定値では第四紀に貫入したことを示している. この結果に基づけばこの岩体は地熱熱源たりうると予想される.

### 1. はじめに

昭和54年度における地熱開発基礎調査の一環として, 長野県北安曇郡小谷地区がとり上げられ, 著者のうち長谷と村岡が変質帯調査として計画立案, 予察, まとめを行った. その際, フィッション・トラック年代測定試料として, 熱水湧出と関連深い石英閃緑ひん岩体を採取した. またフィッション・トラック年代のクロス・チェック試料として姫川沿いの石坂流紋岩をも採取した. これらの試料の採取は長谷及び村岡の指示に基づき, 日本重化学工業㈱の佐藤浩氏, 安藤重幸氏, 井出俊夫氏によってなされた. フィッション・トラック年代測定は玉生が行った. 報告するにあたり上記の三氏に感謝の意を表する.

\* 地熱熱部 \*\* 元地熱熱部 (現新エネルギー総合開発機構)

### 2. 地質概説

本地域は北部フォッサ・マグナ地域の西縁部にあたり, 下位より古生界, 中生界来馬層群, 新生界古第三系石坂流紋岩, 新第三系大海川層・前沢層・戸石層・奉納層の各地層が露出している. そして貫入岩体として新期流紋岩類, 安山岩, 石英閃緑ひん岩類が認められる(長谷・村岡, 1980). このうち特に地熱熱源として興味深いものは石英閃緑ひん岩である. 小谷温泉熱湯沢中流では前沢層に貫入する石英閃緑ひん岩から $90^{\circ}\text{C}$ に達する熱水が湧出している(第1図). これらの貫入岩体は層位学的には後期中新世から前期鮮新世の間に貫入したと推定されている(西田ほか, 1974; 赤羽, 1979). しかしながら, これらの貫入岩体が本地域の熱源たりうるか否かを定量的に把握するため, フィッション・トラック年代測定を試みた.

### 3. 試料及び測定方法

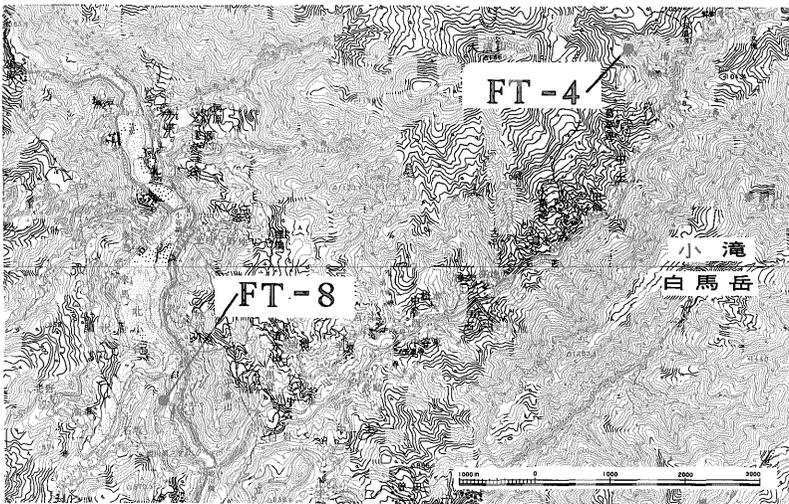
測定試料は当初9個採取されたが, 測定に十分量のジルコン結晶を濃集できた2試料についてのみ測定した. これらの試料採取位置は次の通りである(第2図, 第3図).

FT-4 (OT78100505I) 石英閃緑ひん岩 (小谷温泉熱湯沢中流)

FT-8 (OT78101301I) 石坂流紋岩 (北小谷石坂の姫



第1図 小谷温泉熱湯沢中流の石英閃緑ひん岩の岩体(90°Cを越える熱湯が岩体の割れ目から湧出している。白色に見える部分は石灰華で多量のアラゴナイトと方解石よりできている) (村岡撮影)



第2図 フィッション・トラック年代測定用の岩石試料の採取地点  
[この地図は、国土地理院発行の5万分の1(小滝)及び(白馬岳)を使用したものである]

#### 川左岸

フィッション・トラック年代測定は玉生(1981a)により紹介されているNAESER(1976)の手法に基づいた。方法としてはgrain by grain methodのexternal detector methodである。すなわち、自発核分裂トラック密度( $\rho_s$ )をジルコンの研磨面(4 $\pi$ ジオメトリー)で、誘導核分裂トラック密度( $\rho_i$ )を外部検出材の白雲母(2 $\pi$ ジオ

メトリー)で各々測定する方法である。エッチング条件はジルコンの場合NaOHとKOHの共融体で215°C, 40-48 hr., 雲母の場合, 48%HFで20°C, 15 min., 熱中性子線量のモニター用標準ガラス(SRM 962, 613)の場合, 16%HFで20°C, 75 sec.である。トラック密度の測定はオリンパス社VANOXで落射用対物レンズ(乾燥系100倍)を用いて透過光で行った。測定試料FT-4



第1表 フィッション・

Sample code	Method	tracks/cm <sup>2</sup> (Ns)	tracks/cm <sup>2</sup> (Ni)
1. FT-4*	total area	4.1 × 10 <sup>4</sup> (41)	2.21 × 10 <sup>6</sup> (2214)
2. FT-8**	grain by grain	3.60 × 10 <sup>6</sup> (2186)	3.26 × 10 <sup>6</sup> (2006)

$\lambda_f = 6.85 \times 10^{-17} \text{yr}^{-1}$ ;  $^{238}\text{U}/^{238}\text{U} = 7.253 \times 10^{-3}$ ;  $\sigma_f = 577 \times 10^{-24} \text{cm}^2$  U contents  $\approx 5 \times 10^{10} \times (\rho_i/\phi)$   
 $s' = (s/Tn) \times 100$  (但し  $s = (Ns^{-1} + Ni^{-1} + N\phi^{-1})^{1/2}$  とする)

第2表 フィッション・トラック年代測定データ・シート (FT-4)

試験名: 地熱開発基礎調査(小谷) 対象鉱物: ジルコン  
 試料名: FT-4 (OT78100505I) エッチング条件: NaOH+KOH, 215°C 48 hr  
 採取箇所: 小谷温泉熱湯沢中流 観察条件: 透過光, 落射対物レンズ(×100)  
 測定方法: grain by grain の total area method 照射条件: 立教原研 TRIGA II  
 回転試料棚1時間

$^{238}\text{U}$  の自発核分裂壊変定数  $\lambda_f = 6.85 \times 10^{-17} \text{yr}^{-1}$   
 熱中性子線量  $\phi = 1.81 \times 10^{15}$  (底部より 0.7 cm 上位)  
 年代計算式  $T = 1.108 \times 10^8 \times (Ns/2Ni)$

(測定年月日) 1981. 8. 12

粒子	自発核分裂トラック		誘導核分裂トラック		Ns/2Ni	年代 T (Ma)
	Ns/目*	$\rho_s(\text{cm}^{-2})$	Ni/目	$\rho_t(\text{cm}^{-2})$		
1	5/100	5 × 10 <sup>4</sup>	318/100	3.2 × 10 <sup>6</sup>	0.79 × 10 <sup>-2</sup>	0.87
2	4/100	4 × 10 <sup>4</sup>	198/100	2.0 × 10 <sup>6</sup>	1.01 × 10 <sup>-2</sup>	1.12
3	2/100	2 × 10 <sup>4</sup>	142/100	1.4 × 10 <sup>6</sup>	0.70 × 10 <sup>-2</sup>	0.78
4	7/150	4.7 × 10 <sup>4</sup>	309/100	2.1 × 10 <sup>6</sup>	1.13 × 10 <sup>-2</sup>	1.25
5	2/100	2 × 10 <sup>4</sup>	146/100	1.5 × 10 <sup>6</sup>	0.68 × 10 <sup>-2</sup>	0.76
6	1/100	1 × 10 <sup>4</sup>	166/100	1.7 × 10 <sup>6</sup>	0.30 × 10 <sup>-2</sup>	0.34
7	9/100	9 × 10 <sup>4</sup>	387/100	3.9 × 10 <sup>6</sup>	1.16 × 10 <sup>-2</sup>	1.29
8	3/100	3 × 10 <sup>4</sup>	201/100	2.0 × 10 <sup>6</sup>	0.75 × 10 <sup>-2</sup>	0.83
9	6/70	8.6 × 10 <sup>4</sup>	200/100	2.9 × 10 <sup>6</sup>	1.50 × 10 <sup>-2</sup>	1.66
10	2/80	2.5 × 10 <sup>4</sup>	147/100	1.8 × 10 <sup>6</sup>	0.68 × 10 <sup>-2</sup>	0.74
計	41/1000		2214/1000	grain by grain 年代の平均値 total area 法による年代値	0.96 ± 0.74** 1.03 ± 0.32	

\* 1 目面積 0.01 mm<sup>2</sup>

\*\* 1 個 1 個の結晶で十分量の Ns を測定できないので本試料では total area 法で年代値を求めた。

質帯調査報告「小谷」地熱開発基礎調査報告書, no. 15, 小谷 その I, 通商産業省資源エネルギー庁・工業技術院地質調査所, p. 1-28.

磯見 博・河田清雄 (1968) フォッサ・マグナ両側の基盤岩類の対比. 日本地質学会総合討論会資料 フォッサ・マグナ, p. 4-12.

NAESER, C. W. (1976) Fission track dating. *USGS Open-File Report*, no. 76-190, p. 1-17 and 1-28.

———, GLEADOW, A. J. W. and WAGNER, G. A.

(1979) Standardization of fission-track data reports. *Nucl. Track Detection*, vol. 3, p. 133-136.

西田彰一・津田禾粒・市村隆三 (1974) フォッサ・マグナ最北部の新第三系(その1) —いわゆる難波山層に関する研究. 地調報告, no. 250-1, p. 155-168.

SMITH, R. L. and SHAW, H. R. (1975) Igneous-related geothermal systems, in WHITE, D. E. and Williams D. L. eds., *Assessment of geothermal resources of the United*

トラック年代測定結果

$\phi$ tracks/cm <sup>2</sup> (N $\phi$ )	T Ma	$\pm 2\sigma$ Ma	Number of grains (n)	r, $\bar{s}'$	U (ppm)
$1.81 \times 10^{15}$ (2562)	1.03	0.32	10	4.9% ( $\bar{s}'$ )	61
$1.81 \times 10^{15}$ (2562)	60.9	6.9	10	0.993 (r)	90

\* T及び $\pm 2\sigma$ はtotal area法で計算した。

\*\* T及び $\pm 2\sigma$ はgrain by grain年代値の平均値及びその標準偏差の2倍として計算した。

第3表 フィッション・トラック年代測定データ・シート (FT-8)

試験名: 地熱開発基礎調査 (小谷)	対象鉱物: ジルコン
試料名: FT-8 (OT78101301I)	エッチング条件: NaOH+KOH, 215°C 40 hr
採取箇所: 北小谷石坂の姫川左岸	観察条件: 透過光, 落射対物レンズ (×100)
測定方法: grain by grain 法	照射条件: 立教原研 TRIGA II 回転試料棚 1時間

<sup>238</sup>Uの自発核分裂定数  $\lambda_f = 6.85 \times 10^{-17} \text{yr}^{-1}$

熱中性子線量  $\phi = 1.81 \times 10^{15}$  (底部より 0.7 cm 上位)

年代計算式  $T = 1.108 \times 10^8 \times (N_s/2Ni)$

(測定年月日) 1981. 8. 12

粒 子	自発核分裂トラック		誘導核分裂トラック		N <sub>s</sub> /2Ni	年 代 T (Ma)
	N <sub>s</sub> /目*	$\rho_s(\text{cm}^{-2})$	Ni/目	$\rho_t(\text{cm}^{-2})$		
1	266/50	$5.32 \times 10^6$	239/50	$4.78 \times 10^6$	0.56	61.6
2	213/50	$4.26 \times 10^6$	193/50	$3.86 \times 10^6$	0.55	61.1
3	179/50	$3.58 \times 10^6$	169/50	$3.38 \times 10^6$	0.53	58.7
4	210/40	$5.25 \times 10^6$	176/40	$4.40 \times 10^6$	0.60	66.1
5	198/56	$3.54 \times 10^6$	176/56	$3.14 \times 10^6$	0.56	62.3
6	423/100	$4.23 \times 10^6$	416/100	$4.16 \times 10^6$	0.51	56.3
7	87/80	$1.09 \times 10^6$	85/80	$1.06 \times 10^6$	0.51	56.7
8	250/100	$2.50 \times 10^6$	240/100	$2.40 \times 10^6$	0.52	57.7
9	149/80	$1.86 \times 10^6$	126/80	$1.58 \times 10^6$	0.59	65.5
10	211/48	$4.40 \times 10^6$	186/48	$3.88 \times 10^6$	0.57	62.8
計	2186/654		2006/654	grain by grain 年代の平均値 total area 法による年代値		60.9±6.9** 60.4±4.6

\* 1目面積 0.01 mm<sup>2</sup>

\*\* 1個1個の結晶で十分量のN<sub>s</sub>を測定できるので本試料ではgrain by grain年代の平均値として年代値を求めた。

States-1975: *U. S. Geological Survey Circular*,  
no. 726, p. 58-83.

玉生志郎 (1981a) フィッション・トラック年代測定法—その原理と実験手法—. *地学雑誌*,  
vol. 90, p. 22-33.

——— (1981 b) Evaluation of potential for

geothermal energy by means of fission track dating method at the Hohi geothermal area, Kyushu, Japan. *Nucl. Track Detection*, vol. 5, p. 215-222.

(受付: 1981年8月20日; 受理: 1981年9月22日)