

# 国内年代試料候補OGPKの追加年代データ

檀原 徹<sup>1)</sup>・柴田 賢<sup>2)</sup>・松本哲一<sup>2)</sup>・岩野英樹<sup>1)</sup>

1) 京都フィッシュン・トラック 2) 地質調査所地殻化学部

## 1. はじめに

前回の第15回日本フィッシュン・トラック研究会（於姫路工業大学、1990）で大阪層群中の主要鍵層であるピンク火山灰層を国内ワーキング・スタンダード候補OGPKとして紹介した。今回新たに、IUGSサブコミッション勧告にしたがったzeta法によるFT年代測定とガラスおよび斑晶鉱物のK-Ar年代測定を行ったのでその結果を報告する。またピンク火山灰層に関連する最近の2つの話題を提供しておく。その1つは古地磁気層序学的分野からで、ピンク火山灰の挟在されるJaramillo event 層準の年代値に見直しの動きがあること、他の1つは地質学・火山灰層序学的分野からで、噴出給源との対比について最近の研究をまとめておきたい。

## 2. 測定方法

本試料は約1 Maの若い年代をもち、FT法およびK-Ar法ともに若い試料の測定という点で特別な配慮が必要である。

### (1) FT法

OGPKのジルコンの自発トラック密度は $10^4$ 本/cm<sup>2</sup> オーダーでウラン濃度も100ppm程度と低い。そのため特に自発トラック計数には十分な注意が必要で、できる限り計測面積を広くし、照射線量をやや多めにするほうがよい。今回は一般的に用いられるED1法（結晶内部面使用）とともに、トラック計数の確実性の高いED2法（結晶外部面使用）も併用し、zeta法による外部ディテクター法（Danbara et al., 1991）で測定をおこなった。測定回数はED1法で5回（照射回数3回、測定試料5セット）、ED2法で10回（照射回数7回、測定試料10セット）で、合計15回である。

### (2) K-Ar法

K-Ar法にとっても本試料は若い年代の試料であり、精度よく測定をするためにピーク値比較法（現在は同位体分別補正法と改称：Matsumoto et al., 1989）を用いた。これはあらかじめアルゴンに対する質量分析計の感度を求めておき、その値と試料から抽出・精製したアルゴンの測定強度と同位体比から放射性起源の<sup>40</sup>Ar含量を求める方法である。この方法は100万年より若い試料においては従来用いられてきた同位体希釈法よりも測定精度が優れている。またカリウム含量についても、積分法とリチウム内部標準法を併用した炎光光度法（松本, 1989）によって測定精度および確度を向上させた。

なお本試料が火山灰であることから、測定対象を火山ガラスおよび角閃石とし

た。火山ガラスの抽出・精選はかなりやっかいな作業であり、最終的に重液による比重の微調整の結果、 $2.30 < \rho < 2.35$ の条件下で最も純度の高い火山ガラスが抽出された (Glass B フラクション)。それより低いみかけ比重をもつ火山ガラス (Glass A フラクション) にはしばしば気泡が多く含まれ、斑晶鉱物を包含することが多い。一方  $2.35 < \rho < 2.45$  の Glass C フラクション中の火山ガラスには気泡は少ないが斑晶鉱物が多く含まれ、Glass B と比較して純度はかなり低い。一方角閃石は最終的にハンドピッキングまで行い、純度は極めて高い。

### 3. 年代測定結果

Table 1 に FT 法による OGP K のジルコン、Table 2 に K-Ar 法による OGP K のガラスと角閃石の測定結果を示し、今回のすべての結果を Fig. 1 にまとめて表示した。

zeta法による校正を用いた FT 法の年代値は、ED 1 の 5 回の平均値が  $T = 0.93 \pm 0.10$  Ma ( $2\sigma$ )、ED 2 の 10 回の平均値が  $T = 1.08 \pm 0.14$  Ma ( $2\sigma$ ) で、ともに誤差範囲内でよく一致する。したがって今回測定した 15 回の加重平均を算出すると  $T = 1.00 \pm 0.08$  Ma ( $2\sigma$ ) が得られる。

一方 K-Ar 法の年代測定値は火山ガラスと角閃石とでかなり大きな差が認められる。まず火山ガラスの測定値は Glass A, B, C でそれぞれ  $T = 1.39 \pm 0.22$ ,  $1.62 \pm 0.16$ ,  $1.77 \pm 0.16$  Ma ( $2\sigma$ ) であった。角閃石では  $T = 1.14 \pm 0.14$  Ma ( $2\sigma$ ) であった。

### 4. 考察

FT 法により得られた年代測定値は全体としてよくまとまり、最終的に得られた 15 個の年代測定値の平均  $T = 1.00 \pm 0.08$  Ma の信頼性は高いと判断される。一方 K-Ar 法により得られた測定値のうち角閃石の値  $T = 1.14 \pm 0.14$  Ma は誤差範囲内でジルコンの FT 年代とよく一致するが、火山ガラスの値は全体に古めになっており、過剰な  $^{40}\text{Ar}$  の存在が予想される。したがって、今後 K-Ar 年代値を測定する対象としては、火山ガラスより角閃石の方が適していると判断される。

### 5. ピンク火山灰の年代測定値および対比に関連する最近の研究

#### (1) 古地磁気極性の年代スケールの見直しについて

最近 Shackleton et al. (1990) や Hilgen (1991) らは、Mankinen & Dalrymple (1979), Ruddiman et al. (1989) や Raymo et al. (1989) らにより提唱されてきた古地磁気極性の年代スケールが 5~7% 若く与えられていると指摘した。彼らの研究は古地磁気極性の測定がなされた深海底コアや露頭で  $\delta^{18}\text{O}$  の増減や有機性沈澱 (腐泥) 層が形成する縞目の変化を連続的に測定し、地球の天文学的サイクル (公転運動における離心率の増減と歳差運動の組合せで生じ、計算によって求

Table 1. Fission track data of zircon from the Pink Tuff.

Sample code	No. of crystals	Spontaneous $\rho_s$ ( $N_s$ ) ( $10^4 \text{ cm}^{-2}$ )	Induced $\rho_i$ ( $N_i$ ) ( $10^5 \text{ cm}^{-2}$ )	Dosimeter $\rho_d$ ( $N_d$ ) ( $10^4 \text{ cm}^{-2}$ )	$P(\chi^2)$ (%)	$r$	U-content (ppm)	Age ( $\pm 1\sigma$ ) (m.y.)
<b>ED1</b>								
OGPK(910109-1)	36	7.30 (70)	12.9 (1236)	8.59 (1271)	18	0.344	120	0.90 $\pm$ 0.11
OGPK(910109-2)	36	5.32 (65)	9.98 (1220)	8.59 (1271)	57	0.234	90	0.85 $\pm$ 0.11
OGPK(910201-1)	36	6.92 (87)	11.2 (1413)	8.60 (1273)	45	0.368	100	0.98 $\pm$ 0.11
OGPK(910201-2)	36	6.36 (74)	11.1 (1297)	8.60 (1273)	22	0.162	100	0.91 $\pm$ 0.11
OGPK(910502-1)	36	6.77 (74)	10.4 (1141)	8.38 (2479)	92	0.294	100	1.01 $\pm$ 0.12
							mean:	0.93 $\pm$ 0.05
<b>ED2</b>								
PINK(900714-1)	30	3.19 (26)	9.51 (776)	8.07 (1197)	89	0.023	90	1.01 $\pm$ 0.20
PINK(900714-2)	30	2.89 (28)	9.72 (943)	8.09 (1198)	84	0.165	100	0.89 $\pm$ 0.17
PINK(900714-3)	30	3.69 (28)	9.61 (729)	8.09 (1199)	74	0.070	100	1.16 $\pm$ 0.23
OGPK(901107-1)	30	3.83 (34)	9.86 (876)	8.41 (1245)	86	-0.008	90	1.21 $\pm$ 0.22
OGPK(901107-2)	36	3.88 (35)	10.2 (922)	8.41 (1245)	88	0.304	100	1.19 $\pm$ 0.21
OGPK(901211-1)	30	2.91 (22)	11.8 (889)	8.61 (1275)	36	-0.031	110	0.79 $\pm$ 0.17
OGPK(910109-3)	30	3.39 (18)	11.6 (614)	8.59 (1271)	83	0.048	110	0.94 $\pm$ 0.23
OGPK(910205-1)	30	3.49 (24)	11.0 (754)	8.58 (1270)	26	0.025	100	1.02 $\pm$ 0.21
OGPK(910502-2)	30	3.63 (26)	9.74 (698)	8.37 (2478)	75	0.114	90	1.16 $\pm$ 0.23
OGPK(910805-1,2)	36	4.02 (39)	5.77 (560)	4.83 (1484)	50	-0.004	100	1.25 $\pm$ 0.21
							mean:	1.08 $\pm$ 0.07
<b>overall weighted mean:</b>								<b>1.00<math>\pm</math>0.04</b>

Note:

- (1)  $\rho$  and  $N$  denote track density and number of tracks counted, respectively.
- (2)  $P(\chi^2)$  is the upper  $\chi^2$  tail probability corresponding to the observed  $\chi^2$ -statistics (Galbraith, 1981).
- (3)  $r$  is correlation coefficient between  $\rho_s$  and  $\rho_i$ .

Table 2. K-Ar dating data of the Pink Tuff

Sample Name	Sample Wt. (g)	$K_2O$ (%)	$^{39}Ar/^{39}Ar$	$^{40}Ar/^{39}Ar$	Total $^{40}Ar$ ( $10^{-6} \text{ ml STP/g}$ )	Rad. $^{40}Ar$	Atm. $^{40}Ar$ (%)	Age (Ma)
Glass A ( $\rho < 2.30$ )	0.2590	4.31	0.1863 $\pm$ 0.0004	312.9 $\pm$ 0.1	3140 $\pm$ 130	194 $\pm$ 8	93.8	1.39 $\pm$ 0.11
Glass B ( $2.30 < \rho < 2.35$ )	0.2602	4.24	0.1863 $\pm$ 0.0008	387.7 $\pm$ 0.2	910 $\pm$ 36	221 $\pm$ 11	75.7	1.62 $\pm$ 0.08
Glass C ( $2.35 < \rho < 2.45$ )	0.2554	4.05	0.1848 $\pm$ 0.0006	409.9 $\pm$ 0.4	783 $\pm$ 31	231 $\pm$ 10	70.5	1.77 $\pm$ 0.08
Hornblende	0.9861	0.557	0.1869 $\pm$ 0.0007	348.4 $\pm$ 0.4	135 $\pm$ 5	2.05 $\pm$ 0.12	84.8	1.14 $\pm$ 0.07

Note:

- (1) The errors are given in  $1\sigma$ .
- (2) The decay constants used in the age calculation are  $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}/y$ ,  $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10}/y$  and  $^{40}K/K = 0.01167$  atom%.

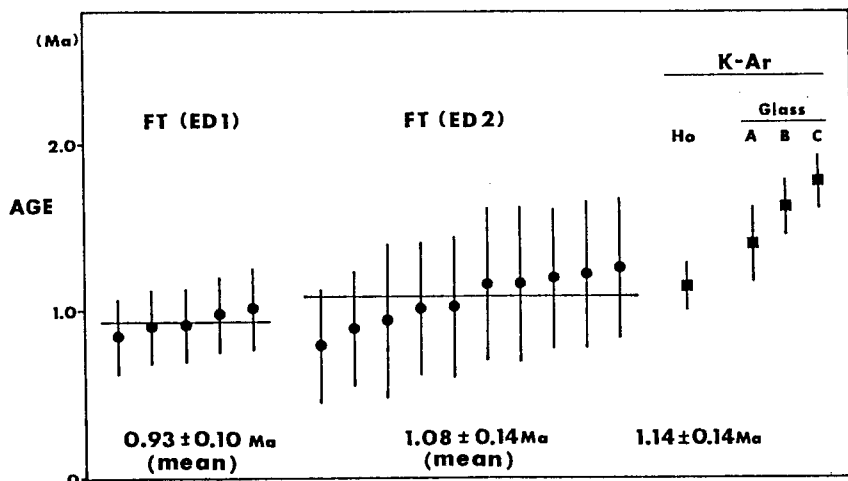


Fig. 1 Fission-track and K-Ar ages of the Pink Tuff.

Data listed in Table 1 and 2. Error bars are  $2\sigma$ .

められる)と照合することにより、古地磁気極性の年代スケールを決定するものである。彼らの指摘が正しいとすると、古地磁気極性の年代スケールはK-Ar年代をベースにした従来の年代尺度よりも5~7%古めに設定されることになる。例えばShackleton et al. (1990)によれば、ピンク火山灰が挟在されるJaramillo eventの年代は0.90~0.97 Maから0.99~1.07 Maとなる (Table 3)。このような数値年代の食い違いが生じる原因についてはまだ解明されていない。

## (2) ピンク火山灰の噴出給源と対比について

吉川ら(1990)はICP発光分析法による火山ガラスの化学組成と古地磁気編年データから大阪層群中のピンク火山灰と耶馬溪火砕流を対比した。耶馬溪火砕流とは中部九州に広く分布する大規模火砕流堆積物のことであり、その岩石学・火山学的研究は古くから行われていた。噴出源は、Kamata(1989)によれば九重火山北方の猪牟田付近を中心とする直径約10kmの推定カルデラ(猪牟田カルデラ)である。耶馬溪火砕流の現在の地表分布は約480km<sup>2</sup>におよび、最大層厚150mで全噴出量は地表分布量だけでも最低40km<sup>3</sup>に達する大量の噴出物である。星住ほか(1988)によれば岩相は角閃石デイサイト質火山灰流堆積物で、溶結部では堅固な岩石、非溶結部では少量の軽石と大量の細粒火山灰と結晶片からなる。また基底部には厚さ50~60cmの降下火山灰層があり、新鮮な露頭では大きさ3~8mmの火山豆石が大量に認められる。宇都・須藤(1985)により、注意深く異質岩片をとり除いた全岩試料で $T = 0.99 \pm 0.03$  MaのK-Ar年代値が測定され、自然残留磁化方位が正であることが報告されている。

**Table 3** Comparison of our estimates and those previously obtained for selected magnetic reversal boundaries

Isotope stage	Correlative reversal	Age <sup>1</sup>	Age <sup>2</sup>	Age <sup>3</sup>
base 19	base Brunhes	0.73	0.73	0.78
mid 27	top Jaramillo	0.92	0.90	0.99
mid 31	base Jaramillo	0.98	0.97	1.07
base 35	Cobb Mountain	1.10	1.10	1.19
base 63	top Olduvai	1.66	1.65	1.77
base 71	base Olduvai <sup>4</sup>	1.88	1.82	1.95
104	top Gauss	2.47	2.48	2.60

<sup>1</sup> From Berggren et al. (1985) and Maniken & Grommé (1982).

<sup>2</sup> Ruddiman et al. (1989); Raymo et al. (1989).

<sup>3</sup> This work.

<sup>4</sup> Since Ruddiman et al. (1986) discuss two alternative positions for the base of the Olduvai it should be mentioned that in most deep-sea cores the extinction of *Discoaster brouweri* is very close to the base of the Olduvai (Backman & Shackleton 1983) and that this event is identified with the base of Stage 71 both in DSDP607 as Ruddiman et al. (1986) finally determined it, and in ODP677 (A. Chepstow-Lusty, pers. comm. 1989).

after Shackleton et al. (1990)

## 6. 文献

- T. Danhara, M. Kasuya, H. Iwano and T. Yamashita (1991) Fission-track age calibration using internal and external surfaces of zircon. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **97**, 977-985.
- F. J. Hilgen (1991) Astronomical calibration of Gauss to Matuyama sapropels in the Mediterranean and implication for the Geomagnetic Polarity Time Scale. *EPSL*, **104**, 226-244.
- 星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田徹郎 (1988) 別府地域の地質. 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅, 地質調査所, pp131.
- H. Kamata (1989) Shishimuta caldera, the buried source of the Yabakei pyroclastic flow in the Hoho volcanic zone, Japan. *Bull. Volcal.*, **51**, 41-50.
- 吉川清志・水野清秀・杉山雄一 (1991) 関東～九州における前～中期更新世テフラの広域対比. *月刊地球*, **13**, 228-234.
- E. A. Mankinen and G. B. Dalrymple (1979) Revised geomagnetic polarity time scale for the internal 0-5 m.y. B. P. *J. Geophys. Res.*, **84**, 615-626.
- 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*, **40**, 65-70.
- A. Matsumoto, K. Uto and K. Shibata (1989) K-Ar dating by peak comparison method - New technique applicable to rocks younger than 0.5 Ma -. *Rep. Bull. Geol. Surv. Japan*, **40**, 565-579.
- W. F. Ruddiman, M. E. Raymo, D. G. Martinson, V. M. Clement and J. Backman (1989) Pleistocene evolution: Northern hemisphere ice sheets and North Atlantic Ocean. *Paleoceanography*, **4**, 353-412.
- M. E. Raymo, W. F. Ruddiman, J. Backman, B. M. Clement and D. G. Martinson (1989) Late Pliocene variation in northern Hemisphere ice sheets and North Atlantic deep water circulation. *Paleoceanography*, **4**, 413-446.
- N. J. Shackleton, A. Berger and W. R. Peltier (1990) An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene time scale based on ODP Site 677. *Transact. Royal Soc. Edinburgh: Earth Sciences*, **81**, 251-261.
- 宇都浩三・須藤 茂 (1985) 豊肥地熱地域の火山岩の K - A r 年代. 地質調査所報告第 264 号、67-83.