

Fission track 法による大阪層群の 二火山灰層の年令決定について

大阪府立大学教養部 西 村 進

1. 序

K・A 法, ^{14}C 法によって年令を決定するのが困難である大阪層群の“あづき火山灰層”と“まちかねわに”の下火山灰層の年令を Fission track 法で求めて 0.37, 0.87 m. y. の値を得た。

この結果から, 適当な鉱物やガラスを用いれば, 例えば, 土器中の zircon, かま跡の焼かれた壁の中の zircon を用いればそのものの年令を決定する可能性があることを示している。

2. 鉱物・ガラスの Fission track による年令決定法

鉱物やガラス等の内部で核分裂が起こると, その分裂片と物質の相互作用によって damage track を作る。適当な試薬をえらび etching することによって顕微鏡下で観察, 計数出来る。¹⁾

鉱物・ガラス中ではその鉱物やガラスがある温度以下になってからその Fission track を蓄積して行く。自然核分裂の現象はその壊変定数, 存在比からみて殆んど ^{238}U によるものとみなされる。年令を求めるには, ^{238}U の量が必要であるが, 熱中性子照射を行えば ^{235}U が核分裂を起すのと, ^{235}U と ^{238}U の存在がほぼ一定であることから ^{238}U 量を Fission track 法によって求められる。

今, 上記の鉱物, ガラスの年令を T とすれば

$$T = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{\lambda \rho_s \phi \sigma R_i}{\lambda_f \rho_i \eta R_s} \right)$$

で与えられる。ここで, λ は ^{238}U の全壊変定数 (sec^{-1}), λ_f は ^{238}U の自然核分裂の壊変定数 (sec^{-1}), σ は ^{235}U の熱中性子による核分裂の断面積 (cm^2), η は ^{235}U と ^{238}U の存在比, ϕ は熱中性子束 (cm^{-2}), R_s は自然核分裂の飛跡の長さ (cm), R_i は熱核分裂の飛跡の長さ (cm), ρ_s は etch された自然核分裂片の数 (cm^{-2}), ρ_i は etch された熱核分裂片の数 (cm^{-2}) である。

$T < 10^8$ 年の場合は, ($R_i \doteq R_s$ も考慮して)

$$T = \frac{\rho_s \cdot \phi \cdot \sigma}{\lambda_f \cdot \rho_i \cdot \eta} = 6.12 \times 10^{-8} \phi \frac{\rho_s}{\rho_i}$$

となる。

3. ϕ の測定

熱中性子照射をする場合、 ϕ は必ず同時に測定することが必要であり、また U の fission track の計数によって求めることが望ましい。そのために次の方法を実施した。²⁾ 第1図の様にウラン電着ニッケル板に Polycarbonate または Mica を重ねて照射し、etching して求める。この場合中性子束 ϕ (cm^{-2}) は

$$\phi = \frac{\rho_i}{N_{(235)} \cdot \sigma \cdot K}$$

$$\text{ここで } k = \left(1 - \frac{a}{R} \right)$$

$$a = \left(R^{\frac{2}{3}} - \ell_{\text{max}}^{\frac{2}{3}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

ただし、mica の場合は $a \doteq 0$ 、 $k \doteq 1$ となる。上式で $N_{(235)}$ は電着板 1 cm^2 当りの ^{235}U の原子数、 ρ_i は etching された熱核分裂片の飛跡数 (cm^{-2})、 a は etching によってけづられた厚さ (cm)、 ℓ_{max} は顕微鏡でみられる最長の飛跡の長さ (cm)、 R は熱核分裂片の最長飛跡の長さ (cm)、である (第1図下参照)。R は Polycarbonate の中央にきづをつけて U を植えつけて測定する。

4. 試料とその Fission track age

大阪層群中の鍵層である“あづき火山灰層”中の角閃石，“まちかねわに”の下火山灰層中の直閃石、燐灰石を用いた。etching 条件は、角閃石、直閃石に対しては 48% HF 室温で 30 sec、燐灰石は 70% HNO_3 室温 15 sec、である。

その結果を第1表、第2図に示す。第2図で Fission track age の下に () 内に示しているのは、小嶋氏らの K-A 法による結果、³⁾ 柱状図中の横線は火山灰層で N, R は笹嶋・前中の岩石磁気の Polarity の normal, reversed を示す。⁴⁾ 最後の K-A age と magnetic polarity epochs and events は Cox らの結果 ⁵⁾ を示している。この図から Fission track age は岩石磁気の結果とよく合っていることを示している。

5. 今後の見通しと考古遺物への応用

Fission track は温度と、圧力、年数が増すに従って少しずつ fade して行くことが二、三の論文で報告されている。⁶⁾ これらのことから、この方法は古い年令には好ましくないかもしれない。また、他の絶対年令の決定法があるので今後2.5 m.y. 前後より若い年令決定に用いれば良い。また、適当なU含有量をもつものをえらび出せば、常に誤差を一定以下に出来るし、熱が加わればその後の年令を正確に示すことから、考古遺物に対しては、土器中、かま跡の熱を受けた部分中の Zircon, 天然ガラスを用いれば直接その年令を決定出来るので、今後進めて行く予定である。

尚、この研究に当って、常に検討を加えていただいた京都大学初田甚一郎教授、大阪府立大学浅山哲二教授に感謝の意を表す。また、中性子束の測定に関して検討を加えて載いた京都大学原子炉実験所岩田志郎助教授、橋本哲夫氏、試料を提供していただいた京都大学石田志朗助教授に感謝する。

文 献

1) 主なものを掲げると

P.B.Price, R.M.Walker: J appl. Phys. 33, (1962), 3400
阪上正信: Radioisotopes, 17, (1968), 213

2) 岩田志郎・橋本哲夫・西村進・中西孝・阪上正信: 放射化学討論会で報告(1968)

3) 兼岡一郎・小嶋稔・市原実: 日本火山学会春季大会にて報告(1968)

4) 前中一晃: 私信

5) A.Cox, G.B.Dalrymple: Earth Planet. Sci. Letters, 3 (1967), 174

6) 主なものを掲げると

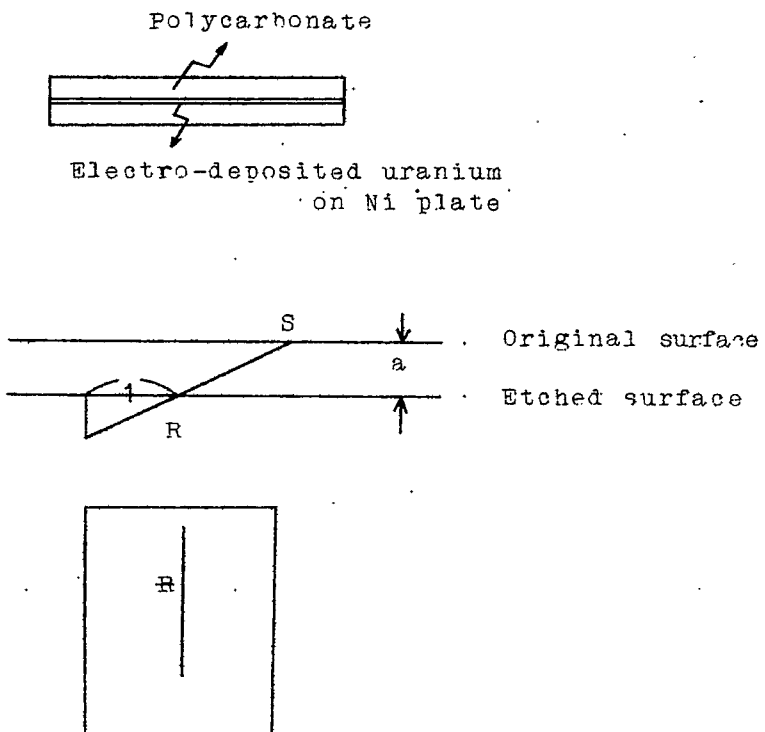
R.L. Fleischer, P.B.Price, E.M. Symes, D.S. Mrller: Science, 143, (1964), 349

R.L. Fleischer, P.B.Price, R.M.Walker: J. Geophys. Res., 70, (1965), 1497

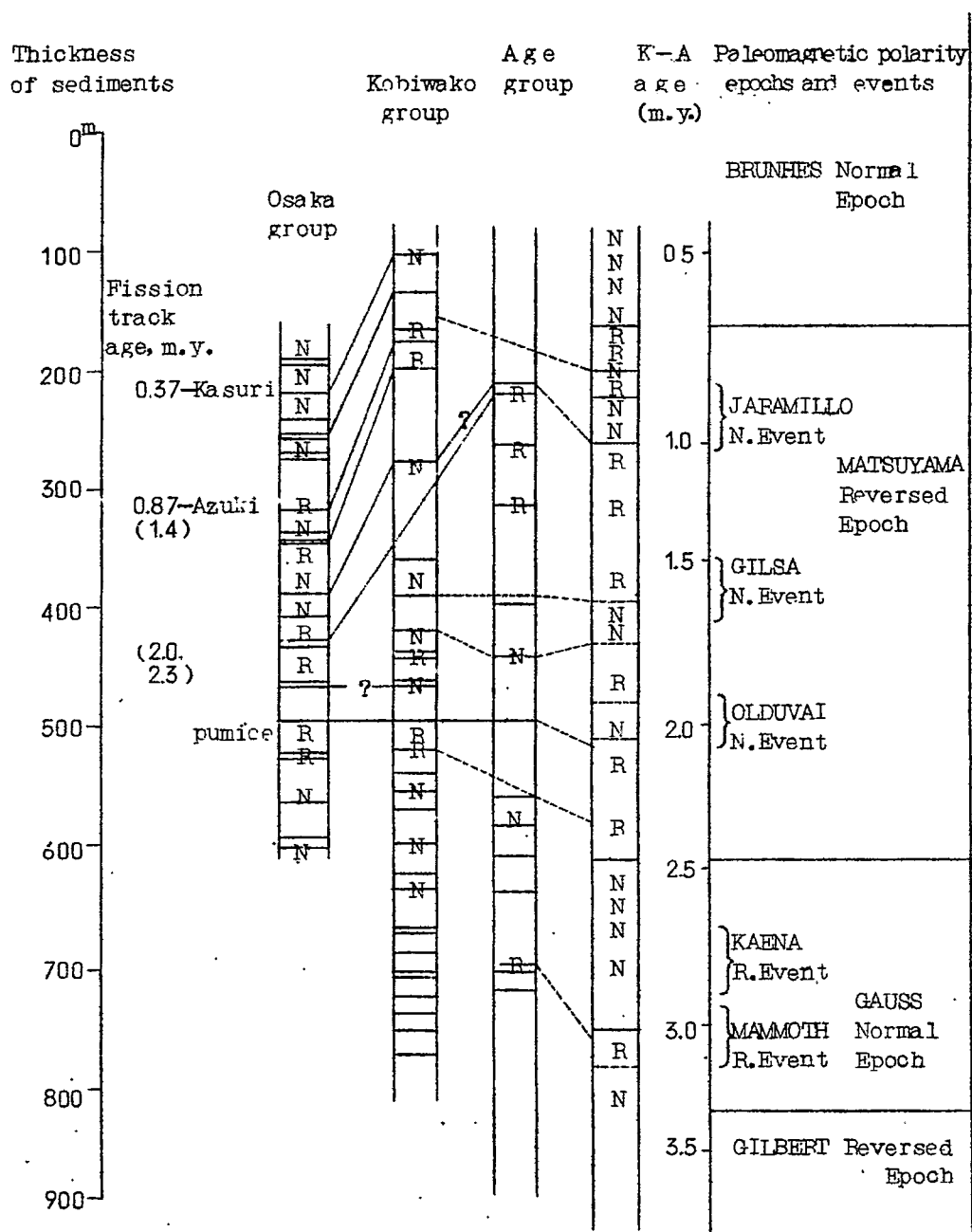
I.G. Berzina, I.V. Vorobeva, Ya. E. Gegnzin, I.M. Zlotora:
Dokl. Akad. Nauk SSSR, 171, (1966), 1313

第1表 Fission track 法による大阪層群の二火山灰層の年令

Sample	ρ_s (cm^{-2})	Counts	ρ_i (cm^{-2})	Counts	ψ_t $\times 10^{15}$	Fission track age (m.y.)	Other age (m.y.)
Hornblend, Ma ₃	$\times 10^3$		$\times 10^5$				
	7.25	48	5.47	754	1.11	0.90	1.4 (K-A)
	6.50	50	5.19	798	1.11	0.85	Mean 0.87
	6.61	46	5.16	781	1.11	0.87	
Anthophyllite Ma ₈ ?	4.32	38	3.02	532	0.48	0.42	
	3.28	40	2.68	482	0.48	0.36	Mean 0.38
	6.01	52	5.04	375	0.48	0.35	
Apatite, Ma ₈	2.06	110	41.1	965	1.20	0.37	



第1図 ϕ の求め方とRと1とaの関係



第2図 大阪層群の Fission Track Age と
古地磁気の極の方向との関係