

埼玉県加治～毛呂山丘陵に分布する火山灰層の Fission Track 年代
村松敏雄*

Fission Track age of volcanic ash distributed over the Moroyama
and Kaji hill in Saitama Prefecture
Toshio Muramatsu*

* 新潟市立高志高等学校, Kohshi Municipal High School, Niigata City

はじめに

埼玉県中央部には、関東山地から関東平野にかけて急峻な地形から続いた比較的なだらかな地形が南北方向に分布している。丘陵地形は山地から流れる河川によって分けられ、半島状や残丘状の地形を形成している。これらの丘陵地形は北部の岩殿から南部の東京の多摩丘陵まで続き関東西縁丘陵を形作っている。これらの地形を作っている地層は山地側では第三紀以前の古い地層よりなっているのに対して、丘陵では新第三紀後期から第四紀更新世にかけての新しい地層よりなっている。

とくに丘陵地域の地層に関しては、多く化石や火山灰層が産出する事より、以前から詳しい調査が行われ多くの報告がなされてきた。その結果、この地域の詳しい地質層序が確立されてきた。近年では地層の対比に重要な火山灰層（テフラ層）や古地磁気や化石層序や放射年代などの詳細な研究が進み、房総半島や新潟などの遠隔地域とのつながりが論じられるようになってきた。そこで筆者は、南北に長い丘陵のうち、図1に見られる毛呂山丘陵から加治丘陵に分布する火山灰層の放射年代（フィッション・トラック年代）測定を行い、この地域の層序を考察した。

地質概況

この地域の地質層序は、図2に見られるように山地側の古い地層を不整合でおおい、下位よりシルトからなる小曾木層、円礫からなる飯能層、シルトからなる仏子層及びくさり礫を多く含む豊岡層からなっている。また、南部の多摩丘陵では関

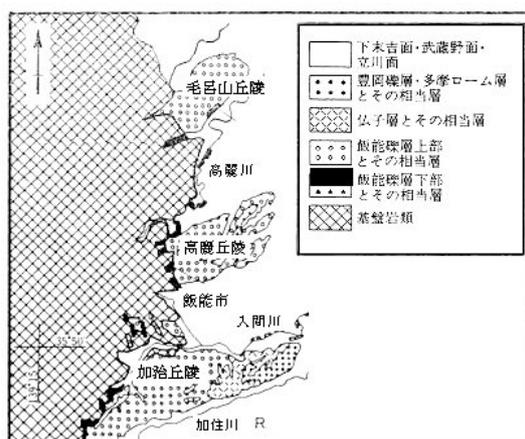


図1. 調査地域の地質図（正田ほか（2005）より引用）

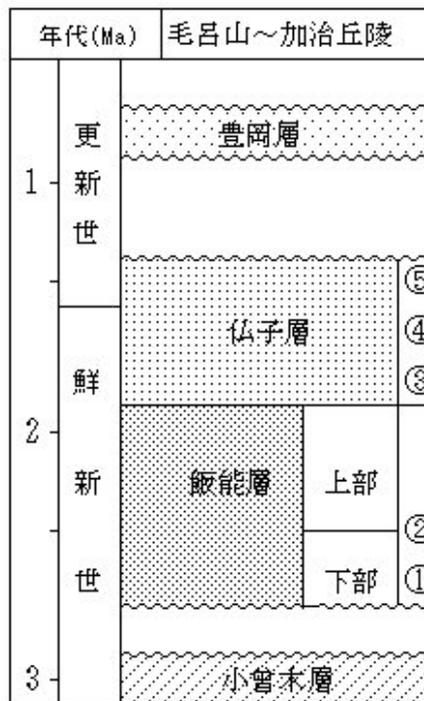


図2. 地質層序図及び採取試料番号

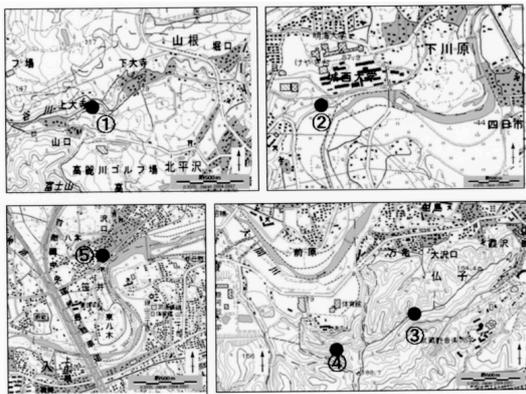


図3. 試料採取地点 (国土地理院 1/2.5 万地図使用)

東ローム層が分布しているがこの地域ではあまり見られない。このうち飯能層は上部層と下部層に分けられている。仏子層と飯能層には多くの特徴的なガラス質火山灰層を含んでいる。今回の調査では図2に示されたように飯能層より (Skg⑤, Sig④), 仏子層より (AZU100③, MMC②, E1①) の試料を採取した。Skg は毛呂山丘陵南端の宿谷川流域にある細粒パミス火山灰層で、Sig は城西大グラウンド下の崖に見られ厚さ約 2 m のパミス火山灰層である。AZU100 はシャリタフとも呼ばれ加治丘陵北部駿河台大近くの沢で見いだされガラス質パミス火山灰層である。また、MMC はそこから東に約 1 km 離れた武蔵野音楽大近くの沢にあり、白色細粒ガラス質火山灰層である。この地域で一番上部にある E1 は、狭山ゴマシオ火山灰層に対比されている連続性のあるガラス質パミス火山灰層である。今回はこれら 5 種類の試料を採取して年代測定を行った。試料採取地点は図3に示してある。

実験手法

この地域の試料はパミスを含んだ酸性質の火山灰層が多く、ジルコンを含む割合が大きく、淡桃色の結晶のはっきりしたジルコンが多く取り出すことができた。このジルコンを使用して、F T 年代測定を試みたが、実験では、IUGS 勧告 (Hurford, 1990) によるゼータ較正法で行った。使用したジルコンは比較的新しい年代のものであることや結晶面がきれいなことを考え、ジルコンの外部面を利用する外部ディテクター法 (2π法) で行った。ジルコン及び標準ガラスに貼附するディテクター

表1. ジルコンの結晶軸方向別エッチング速度

Etching Time	a,b-axis	c-axis
	Average	Average
144 h	31.28 μ	68.10 μ
120	31.72	75.13
96	32.12	83.21
72	32.52	91.44
48	32.88	98.10
24	33.30	104.22
5 d- Etching	2.02 μ	36.12 μ
1 h- Etching	0.017 μ	0.301 μ

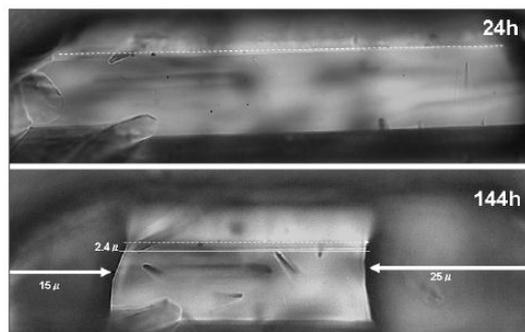


図4. ジルコンの 120 時間エッチング後の形状

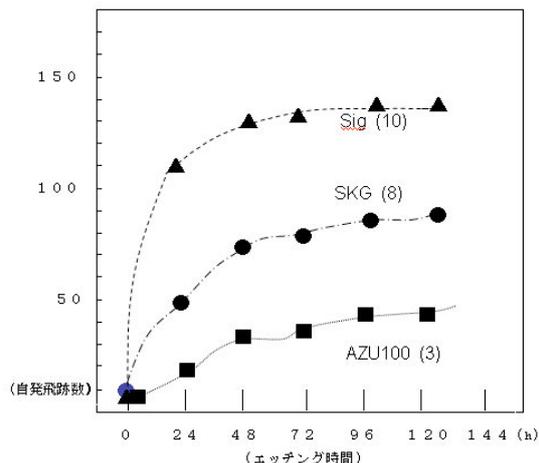


図5. エッチング時間と自発飛跡数の関係
()内の数字は処理したジルコン数

に白雲母を使用した。ジルコンの自発飛跡密度を求めするため、KOH-NaOH (同モル) 共融液を 225°C でエッチングした。このとき、エッチング時間が短いと自発飛跡が観察されないこともあり、長過ぎると自発飛跡以外のディスロケーション、インクルージョン、傷などを飛跡と間違えたりすることがある。また、バルクエッチングにより結晶

表 2. 火山灰層の F T 年代測定一覧表

Sample Name	Count Zircon	Fossil Track $\rho_s(Ns)$	Induced Track $\rho_i(Ni)$	Standard glass $\rho_d(Nd)$	P(χ^2) (%)	U (ppm)	r	F.T Age (Ma)
E1	55	1.25(365)	2.65(7717)	9.27(4164)	21.7	361	0.05	1.64±0.1
MMC	63	0.71(182)	1.05(2046)	6.87(3504)	24.9	192	0.07	1.81±0.1
ZJ100	57	1.62(367)	2.14(4855)	6.87(3504)	19.9	378	0.08	1.98±0.2
Sig	51	2.60(478)	2.57(4722)	6.87(3504)	15.9	460	0.10	2.60±0.2
SKG	50	2.36(531)	2.23(5015)	6.87(3504)	16.2	400	0.11	2.72±0.2

ρ_s : spontaneous track density ($10^5/cm^2$), Ns: spontaneous track total, ρ_i : induced track density ($10^6/cm^2$), Ni: induced track total, ρ_d : 962a induced track density ($10^4/cm^2$), Nd: 962a indecement track total, P(χ^2): probabiliyt oy obtaining χ^2 value for v degree of freedom (where v = No. crystals - 1; Galbraith, 1981), U: uranium content, r: correlation coefficient between ρ_s and ρ_i .

面の下にある自発飛跡があらわれたりして正確な年代にならないことが指摘されている。そこで、最も適切なエッチング時間を求めるため、先ず、結晶面のバルクエッチング速度を結晶軸方向別に求め、エッチングオーバーになる限界時間を求めた。次に、エッチング時間と飛跡密度の関係を確かめるため 24 時間間隔で自発飛跡数を求めた。その実験結果を表 1 及び図 4、5 に示している。図 4 の写真に見られるようにエッチング時間の増加とともにジルコン結晶が小さくなり、c 軸方向が大きく a b 軸方向は非常に小さいことが分かった。それを数量的に求めるために、3 試料から 30 粒子のジルコンを選び 24 時間ごとの a b 軸、c 軸方向の結晶面の長さを測定し、120 時間 (5 日) 後の長さの差の平均値からエッチング速度を求めた。その結果 a b 軸方向では 0.01 $\mu m/h$ 、c 軸方向に 0.3 $\mu m/h$ となった (表 1)。このことは、自発飛跡が観察される a b 面が 48 時間エッチングすると約 1 μm 程度バルクエッチングされることになり、自発飛跡の長さ (12 μm) から考えると、それ以上のエッチングをしなければ結晶面下にあるトラックのことは考慮する必要が無いと思われる。ただ、c 軸方向の自発飛跡のエッチングが a b 軸方向より時間がかかることと、c 軸方向のエッチング速度が大きいこととの関係については今後の課題である。

また、自発飛跡数はエッチング時間とともに増加することは、分かっているが、最も適切なエッチング時間に関しては、図 5 の実験から分かるよ

うに 24 時間ではまだエッチング不足であり 48 時間近くが必要と思われる。

以上のことより、今回の実験では、前述したアルカリ溶液を正確に 225°C の状態を保ちながら 48 時間のエッチングを行った。次に誘発飛跡密度を求めるためにディテクターを貼附した試料と標準ガラス (SRM962a) を日本原子力開発機構 JRR-4 原子炉の気送管で 15 秒間熱中性子照射した。照射された白雲母のエッチングには 48% フッ化水素酸の溶液を使い、20~25°C の常温で 15~20 分行った。

自発飛跡、誘発飛跡の検鏡には油浸対物レンズ ($\times 100$) を使い、トリニティー社製の「USB」カメラアダプターを顕微鏡筒に付けてパソコン画面上で飛跡の有無や結晶面積の測定、自発・誘発飛跡数のカウントなどを行った。

ξ 値については FCT などの標準試料から求めた 374.2 ± 12.2 (村松, 2006) を使用した。得られたデータは「Trackky ver.4.2f (Dunkel, 2002)」ソフトで処理し、年代、ラジアルプロット図、ヒストグラムなどを求めた。

測定結果と考察

前述したように適正なエッチング時間と自発飛跡の識別に注意して処理をしてきた結果、表 2 に示されている F T 年代測定結果が得られた。各試料とも約 50~60 粒子を処理したが、「ラジアルプロット図」(図 6) や「ヒストグラム」(省略) などから考えて異質粒子の混入が少なかったと考え

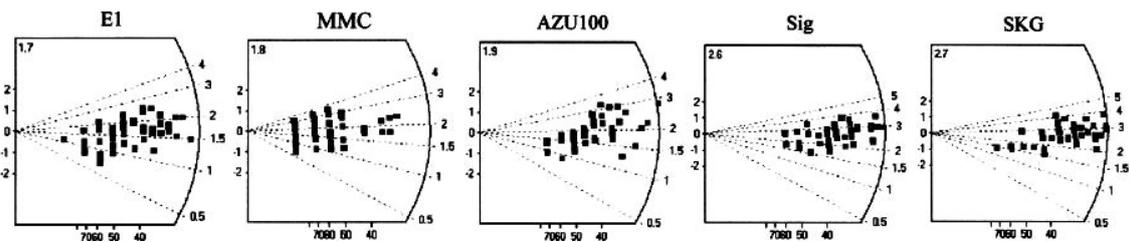


図6. 各試料の「ラジアルプロット図」(横軸: Rel.error (%), 左縦軸: 誤差 ($\pm 2\sigma$), 右縦軸: 粒子年代 (Ma))

られる。また、カイの二乗検定でも各試料とも合格しており、良好な結果が得られたと考えている。また、得られた年代を地質層序図(図7)にも示してある。それによると、飯能層下部層にあるSKG(宿谷川火山灰層)は2.72 Ma, その上部にあるSig(城西大火山灰層)は2.60 Maを示した。正田ほか(2005)によると、Sigは広い地域で見いだされる広域火山灰層と指摘しており、その年代もこれに近い値を示している。この地層には以前から知られている矢風凝灰岩のFT年代に2.5 Maが報告されている。また、仏子層の下部に含まれる火山灰層のAZU100(シャリ火山灰層)の年代が1.98 Maを示し、その上にあるMMCは、狭山丘陵のSYG(狭山ガラス質火山灰層)及び新潟のTsa(津池1.72 Ma)に対比されているが、それに近い1.81 Maの年代を示した。最も上位にくるE1は狭山丘陵のSGOに対比されているが、1.64 Maの年代が求まった。今回の年代は化石や古地磁気や他地域の火山灰層との対比などを考慮して、大きな矛盾もなく、従来の層序を確認することができたと考えている。

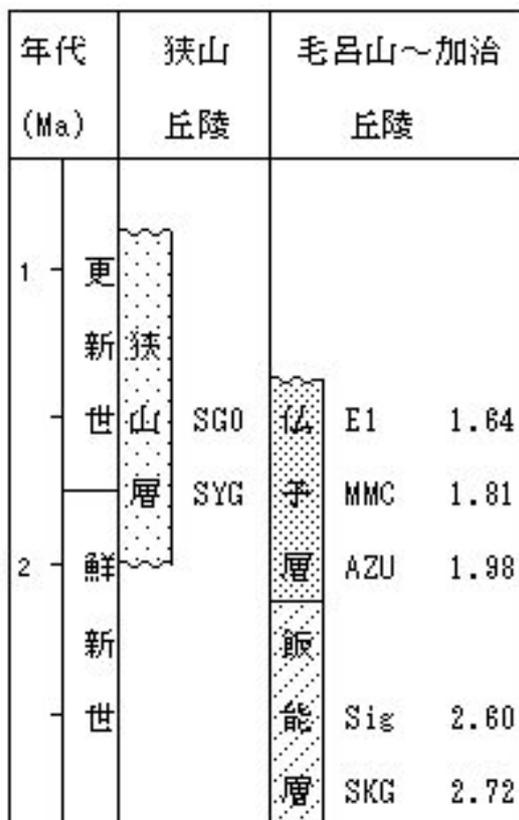


図7. 地質層序図及びFT年代

参考文献

Galbraith, R. F., 1981, On statistical models for fission track counts. *Mathematical Geology*, 13, 471-488.

Hurford, A. J., 1990, Standardization of fission track dating calibration recommendation by Fission Working Group of IUGS Subcommittee on geochronology. *Chemical Geology*, 80, 171-178.

Dunkel, I., 2002, Trackkey: a Windows program for

calculation and graphical presentation of fission track data. *Computers and Geosciences*, 28, 1, 3-12.

正田浩司・菊池隆男・鈴木毅彦・竹越 智, 関東平野西縁丘陵団体研究グループ, 2005, 関東平野西縁に分布する飯能層下部層のテフラ層序と広域対比. *地球科学*, 59, 339-356.

村松敏雄, 2007, 新潟市新津丘陵に分布する凝灰岩及び火山岩のフィッション・トラック年代. *フィッション・トラックニュースレター*, 20, 44-47.