

特別講演

我国でのフィッション・トラック法の研究の歩み

西村 進 *

1.はじめに

1964年この年は、私にとっては大変に記念すべき年でした。大学の卒論から博士論文の研究まで、花崗岩体やその接触部での放射性元素の分布の研究を、測定器まで自作して行って来た。その後、JRR-1, KUR-1での放射化分析を火山岩の成因の研究に応用する研究を始めました。故永井武郎博士と花崗岩中のジルコンを採りだしアルファ鉛法による年代測定法の開発を始めたばかりであった。1964年Fleisher, Price, Walkerのfission-trackの研究の多くの論文が洪水のようにだされた。その中でもetchingによって、鉱物表面のfission-trackが光学顕微鏡で観察出来る、またその応用として年代測定も可能になろうと示唆するものまであった。鉱物の鑑定にetchingの手法も採用していたので、手さぐりでまずジルコンのfission-trackのetchingを永井とともに白金ルツボを用い磷酸をetchantとして450℃程度で悪戦苦闘して実験をくりかえし、800倍の光学顕微鏡でトラックをみたとき、二人で大喝采したことを思い出します。中性子照射を京都大学原子炉実験所のKUR-1でお願いしたとき、ウランを照射

することは出来ないと言うことで、種々説明をして、そのような実験なら認めようとなり、それ以後、KURの共同利用の申請書に鉱物のfission-trackの研究の中性子照射が可能であると明記されるようになった。我国におけるfission-track法全体についてのまとめは難しいので、京都を中心にどのように研究を進めてきたかを、以下に述べることにする。

2.1960年代のfission-track法の研究

1960年代はfission-track法の開発の時代で、我々の実験で、はじめて年代の論文を出したのはNagai(1968), Nisimura(1969)である。前者で興味ある結果は(1)ウランの定量にポリカーボネイトの外部detectorを用いている。(2)zircon中のウラン分布は対数正規分布をしている。(3)花崗岩のzirconではウラン分布に層状に不均一分布が認められる。(4)年代を出すのに、標準年代試料を作りその比較によっている点である。後者ではfission-track年代に年代とともにnatural fadingがあると指摘している。橋本他(1969)では中性子束の測定に天然ウランをアルミ板に電着しポリカーボネイトまたはインド・

*京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、現在(株)京都自然史研究所

ビバル産のウラン含有の極めて少ない白雲母の外部detectorを用いている。fission-track法の検討は西村(1970)にまとめている。それによると、(1)etchantによるtrackの表れ方にガラスのような等方性のものと一般の鉱物のように異方性のものがあり、年代を求めるときに自発核分裂と誘導核分裂の飛跡はおなじ結晶面か劈開面で計数する必要をのべている。(2)鉱物中のウラン分布が偏在することがあるので、年代を求めるとき、なるべく均一に分布するものを用いること。(3)etchantの濃度に注意すること、etching時に超音波をかけると早くできる、etching温度は低い方が異方性があらわれにくい、etchantに微量成分の汚染があるとetching時間が早くなることがある。(4)温度に対する核分裂の飛跡密度の現象はその成分元素の配置分配関数にほぼ比例するのでその結果はアーレンニウス図表で直線に表わされる。(5)ガラスでも80kb程度では飛跡数は減少しないが、雲母では偏圧で減少する。(6)飛跡数は放射線の照射では減少しないが、長年たつと自然に減少する。(7)照射した中性子束の測定法としては天然ウランの電着板を用いインド・ビバル産のウラン含有の極めて少ない白雲母の外部detector法が良い。とまとめている。現在では心配のないものもあるが、自分ながらよく調べたものだった。

3.1970年代の研究

生層序に年代をつけるのはには急冷した火山灰が良いと考えつき火山灰のfission-track年代を求めだした。例えば西村・笹嶋(1970)。この年代も出来る試料を自分で選ぶという状況で、与えられた試料をこなすということではなかつ

た。この研究で問題となって来たのは(1) ^{238}U の自発核分裂の壊変定数の未定の問題があり、独自の方法で求め出した(西村,1972)。(2)火山灰のジルコンに古いものが混在していることがある(西村;1977,1980)。この両者をまとめたのがNi shimura(1981)であった。この論文で自発核分裂の壊変定数をsolid state track detectionで求めた値は $7.0\sim 7.2\times 10^{-17}\text{g}^{-1}$ で他の直接・間接に求める手法で約 $8.5\times 10^{-17}\text{g}^{-1}$ であった。solid state track detection法にはsystematic errorがあるのではないかと指摘した。(現在岩野氏(京都フィッション・トラック)により外部detectorを用いたときにtrackを作るしきい値があるとの指摘があり、それで説明出来るようになる。)また古い年代を示すジルコンの混在するものから火山灰の年代を求めだす手法を提案した。

この時期にはfission-track年代測定法がやっと認められて来た。1976年フィッション・トラック研究会を作り、日本のフィッション・トラックの研究者の横の連絡を密にしようとした。

4.1980年代の研究

fission-track年代の研究者が国内外にも多く出てきて研究室ごとの相互検討などの必要性がさげばれ、標準試料を作ることがなされ出した。物理定数の未決定なものが多くそれをさける方法が検討され出した。1985年ごろから京都大学でも研究者が増加して来て、物理定数が未決定のものが多いこともあり、標準試料を用いる外部ディテクター法が盛んになって来た。しかし、本多他(1985)の様に物理定数を正しく求めようとする動きもある。

1985年にフィッション・トラック研究会も

10年目になり、古い求め方をしていた年代値は今後使わないでほしい、年代をつかう場合は当分ゼータ法が最良であろうとのべて、世話人を交代することにした。その後世話人は次々と交代して運営されることとなり、現在まで続いている。このころからの研究の動向はフィッション・トラックニュースレターを順に読むなり、多くの論文が出ている。また多くの利用法が出来、熱年代学として盛んになって来ていることを研究者の方々も良く存じておられるのでここでは省略することとする。

5. 今後の研究

筆者自身、fission-track法について興味を強くもっているが、現在研究はつづけていないので次のことを強く望みたい。

- (1) ^{238}U 自発核分裂の壊変定数を決定すべきである。岩野(京都フィッション・トラック)の研究はこの面で大きな貢献をするものと思う。
- (2)原子炉の照射設備の中性子エネルギー分布を測定し、 ^{238}U 、 ^{232}Th の寄与を正確に求めることをすべきである (Tagami and Nishimura, 1992)。
- (3)本多他(1985)の研究を進め、中性子束の正確な求め方を開発する必要がある。これらは物理定数を正しく求めて行く必要がある。
- (4)鉱物の飛跡のエッチング効率を正確に求める必要がある。
- (5)Watanabe et al. (1991)の研究を更に進め飛跡長を多く正しく求める方法の開発が望まれる。
- (6)Yamada et al. (1995)の研究を更に進め鉱物のannealing特性を正確に求める必要がある。

現在の日本の研究が特に進んで来ている様に見えるので国際的にも多に活躍されること

が望ましい。

最後に、現在の研究者の努力により1965年頃からなされて来た研究のこのような急速な進展に敬服するとともに、今後の活躍を祈りたい。

文 献

- Fleischer, R.L. and Price, P.B., 1964, Techniques for geological dating of minerals by chemical etching of fission fragment tracks, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, **28**, 1705-1714.
- Hashimoto, T., Iwata, S., Nisimura, S., Nakaniishi, T. and Sakanoue, M., 1969, Measurements of reactor neutron flux by fission-track method, *In Proc. 9th Jap. Conf. Radio-isotopes*, 133-194.
- 本多照幸, 雁沢好博, 野崎徹也, 1985, フィッション・トラック年代測定法における中性子フルエンスの測定とZETA値の決定の検討, 武蔵工大原研, 研究所報告, **9**, 64-75.
- Nagai, J., 1968, Etude des traces de fission dans le zircon - lage, la repartition et la concentration en uranium -, *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Geol. & Min.*, **35**, 119-130.
- Nishimura, S., 1969, The determination of ages and uranium content of some minerals and glasses by fission-track registration, *9th Jap. conf. Radio-isotopes*, 223-225.
- 西村 進, 1970, 核分裂片の飛跡の計数による年代決定. 岩鉱, **64**, 173-181, .
- 西村 進, 笹嶋貞雄, 1970, Fission-track 法による大阪層群とその相当層中の火山灰の年代決定. 地球科学, **24**, 222-224.
- 西村 進, 1972, ^{238}U 自発核分裂の壊変定数の検討. 岩鉱, **67**, 139-142.
- 西村 進, 1980, フィッション・トラック年代決定法についての最近の問題. 化石, **5**, 1-7.
- Nishimura, S., 1981, On the fission track dating of tuffs and volcanic ashes, *Nucl. Tracks*, **5**, 157-167.
- Tagami, T. and Nishimura, S., 1992, Neutron dosimetry and fission-track age calibration: Insights from intercalibration of uranium and

- thorium glass dosimeters, *Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sec.)*, **102**, 277-296.
- Watanabe, K., Izawa, E., Kuroki, K., Honda, T. and Nakamura, H., 1991, Detection of confined ^{238}U fission tracks in minerals and its application to geothermal geology. *Annual Rep. Tandem Accelerator Lab., Kyusyu Univ.*, **3**, 151-155.
- Yamada, R., Tagami, T., Nishimura, S. and Ito, H., 1995, Annealing kinetics of fission tracks in zircon: an experimental study, *Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sec.)*, **122**, 249-258.