

[はじめに]

重イオンを試料に照射した後にエッチングすることによってConfined fission trackの検出効率を大幅に高めるという方法が渡辺ら（1992）によって提案された。筆者が渡辺らと同様の実験を行ったところ、Horizontal confined fission trackの検出効率は20倍から50倍、試料によってはそれ以上に改善され、渡辺らの手法が極めて画期的なものであることが確認された。

FT法による温度履歴解析をわが国のような若い時代の堆積盆試料に応用しようとする場合、試料の自発トラック密度が極めて低いことからConfined fission trackが検出されないという壁につきあたってしまうが、前述の手法はそのような視点からも極めて画期的なものである。ただし実際に試料に重イオンを照射しようとする、大規模な加速器施設を占有しなければならないこと、装置のセットアップや運転のための専門知識を持った方々の協力が必要不可欠であることなどの条件を伴う。

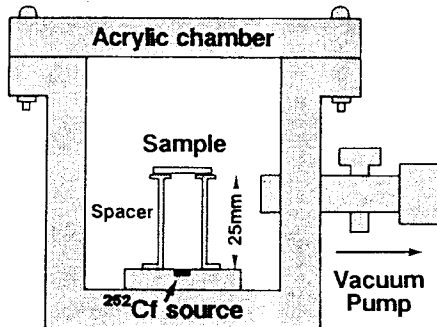
そこで今回、より簡単に検出効率を高めるために、252Cf線源からの核分裂片を試料に照射するという方法を試みたので報告する。

[試料および実験]

試料は南部阿武隈山地に分布する塊深成岩体の花崗閃緑岩相（大平、1992）の異なるふたつの亜相から抽出した密度の異なるアパタイト試料である。アパタイトの自発トラック密度は $3 \times 10^6/cm^2$ および $1.8 \times 10^6/cm^2$ であり、いずれも約50MaのFT年代を示す。アパタイトを一般的な重鉱物抽出法によって抽出したのち、塩化ビニールシートに埋め込み、ダイヤモンドスプレー（3および $1 \mu m$ ）を用いて研磨した。

照射手順はおおよそHashimoto et al. (1980)に従った。照射はR I実験室内で行われる。真空中で試料と線源をある距離に設置するという比較的簡単な方法であるが線源の取扱いには注意を要する。使用した252Cf線源は0.4MBqであり、常压下で試料との距離が2mmのとき1時間あたり $40 \times 10^6/cm^2$ の密度の核分裂片を入射することが可能である。核分裂片は線源からあらゆる方向に飛び出すので、スペーサーを用いて試料との距離を2.5cmとし、真空ポンプで排気しチャンバー内の圧力を 1×10^{-4} torrに保った。チャンバーは1cm厚のアクリル板とガラス製の2方向コックによって作成されたものである。装置の概要を第1図に示した。

照射後2日間放置することによって試料の放射能はバックグラウンドの2倍程度まで冷却した。7%硝酸（常温）によって約1分30秒間エッチングをおこなった後、顕微鏡下（ニコンオプチフォト、1000倍）で測定を行った。



第1図

[結果と考察]

前述の条件下で核分裂片は試料に対しておおよそ垂直に、深いもので $15 \mu m$ 程度入射され、6時間あたり $4 \times 10^6/cm^2$ の入射密度を得たことが確認できた。Niイオン照射の場合と同様に、入射されたトラックと交差するHorizontal Confined Fission Trackが明瞭に観察された。

(1) 自発トラック密度が $3 \times 10^6/cm^2$ の試料の場合

未照射でエッチングした場合、2020粒子を観察して39個のHCFTの長さの測定が可能であった。一方 $4 \times 10^6/cm^2$ の核分裂片照射後にエッチングを行うと195粒子を観察して70個のHCFTが観察された。1粒子あたり検出されるHCFTの数はそれぞれ0.019個、0.359個であるので、極単純に考えると検出効率が20倍に増加したことになる。測定されたFT長頻度分布を第2図に示す。未照射でエッチングした場

合のFT長分布(A)は、約 $15\mu\text{m}$ と約 $12\mu\text{m}$ にふたつのピークを有する、いわゆるバイモーダルピークのような分布を示す。一方核分裂片照射後にエッチングした場合のFT長分布(B)は、 $15\mu\text{m}$ にピークを有し左側(短い方)に尾を引く、いわゆるスクードピーク(skewed peak)の形態を示す。核分裂片照射によって測定にバイアスが生じたとも考えられないこともないが、その可能性は少ないと思われる。両者のFT長分布が異なることは、未照射試料のHCFTの測定個数($n=39$)が少ないために真のFT長分布を示していないことによると考えられる。真に近いFT長分布を得るには最低限 $n=100$ 程度の測定個数が必要であることを示しているであろう。

(2) 自発トラック密度が $1.8 \times 10^6/\text{cm}^2$ の試料の場合

この試料は未照射でエッチングした場合でも146粒子の観察により200個のHCFTが測定されたので、本来は核分裂片を照射しなくとも容易にHCFTの検出が可能な試料である。照射時間(照射密度)ごとのFT長分布を第3図に示した。いずれも200個のHCFTの長さを測定した。それぞれ $13\sim 14\mu\text{m}$ に単一ピークを有する。しかし、核分裂片を照射した場合、約 $11\mu\text{m}$ の長さのものがより多く認められた。

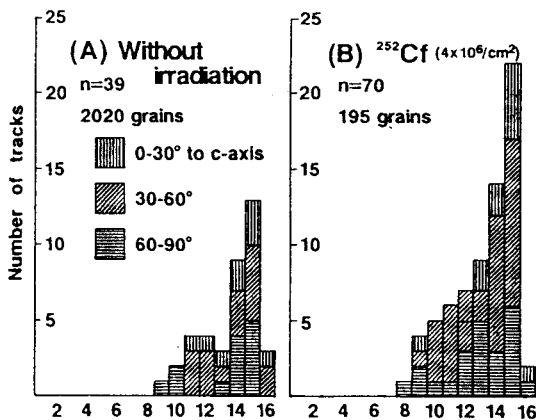
1粒子あたり測定されたHCFTの個数はそれぞれ、1.4(未照射), 4.3(6時間), 5.0(12時間), 4.3(24時間)であった。6時間の照射後、HCFTの検出効率は単純に約3倍に増加したことになるが、照射時間を長くしても検出効率はそれ以上増加しなかった。この理由は以下の2点が主なものである。

- (a)核分裂片の照射密度が高くなると、エッチングした後、HCFTの端の部分の観察が困難になる(核分裂片の穴とHCFTの端の部分が重なってしまう場合が多い)。
- (b)エッチングに対する異方性が強調される。つまり、ひとつのHCFTが多数の核分裂片トラックと交差するようになると、C軸に直交した方向のHCFTがより早くエッチングされてしまう(太くなりすぎる)傾向がある。またそのため「あまりエッチングを行いたくない」という心境となるため、逆にC軸に直交するもの以外がアンダーエッチングとなる傾向にある。
- (c)表面のダメージが大きく、観察が困難となる。

このうち(a)については回避されないが、(c)については、エッチング後、 $1\mu\text{m}$ の手研磨を10~20秒行うことにより改善される。

核分裂片照射による測定バイアスの変化は今のところはっきりしていない。少なくとも、天然のアパタイトであって、自発トラック密度が極めて低く、かつ種々の長さのHCFTを有する試料について、同様の実験を行う必要がある。その際、測定対象とする個々のHCFTのエッチングによる異方的効果を最小に抑える必要がある。

第2図



Confined fission track length (μm)

第3図

