Counting of fission tracks in volcanic glass using image processing

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/16981

画像処理を用いた火山ガラス中のフィッショントラック計測

伊藤健太郎[1]，長谷部徳子[2]
[1]〒920-1192　金沢市角間町　金沢大学大学院自然科学研究科；
[2]〒920-1192　金沢市角間町　金沢大学環日本海域環境研究センター
K. Ito and N. Hasebe

Counting of fission tracks in volcanic glass using image processing

はじめに

日本も含め世界中には様々な広域テフラが存在しており，この広域テフラを同時間面として用いることで空間的に離れた地層同士の層序関係を読み解くことが可能となる(町田・新井, 1992)．このテフラの年代決定には火山ガラスを利用したフィッショントラック(以下 FT)年代測定法が利用されてきた(Westgate, 1989 ;Walter, 1989)．しかし，火山ガラスは常温下でトラックが小さくなるという性質がある．そのため，観察面に交差するトラック数の減少を引き起こし，結果として平面観察で行われていた従来の FT 年代は真の年代よりも若くなることがあった．その補正方法として代表的なものが Isothermal plateau(ITP)-FT 法である(Gentner et al., 1969; Westgate, 1989 など)．しかし，この方法は補正に長時間(30ー90 日間)必要なことや熱中性子照射による放射能物質を取り扱うため，決して使い勝手が良いと言うわけではない．そこで伊藤・長谷部(2006)は段階エッチングにより，常温での縮小化の影響を受けない単位体積中のトラック密度を求めることを提案した．しかし火山ガラス中のウラン２３８濃度は約 9 ppm ほどでトラック密度が低いため広い面積を測定する必要がある．先行研究である北田ほか (1994)では自発トラックの計測におよそ 3,000 視野を測定している．さらに段階エッチング実験を行なえば，観察面数の増大は著しい．そこで本研究は画像処理技術を利用し，トラック計測の簡便化を目的とした．

試料準備；画像取得およびその処理

長野県和田峠産の黒曜石を樹脂に埋め込み，研磨した．研磨は 15μm，3μm，1μm のダイヤモンドペーストを利用し，出来る限り表面に傷が付かないようにした．エッチングは 24%HF で 30℃，60 秒間行なった．観察面の写真の撮り方，その後の画像処理方法，計数法などを吟味した後，さらに 60 秒のエッチングを計４回，120 秒のエッチングを計２回追加で行った．

画像は Focus studio 2100 を用いて取得した．その際，対物レンズは 40 倍と 100 倍の 2 種類，光源の明るさは 40 倍が 2 段階(明・暗)，100 倍が 3 段階(明・中・暗)，ピントは表面に合わせた場合とその前後にデフォーカスした場合の 3 種類，光源は透過光と反射光(40 倍のみ)を考慮したその組み合わせにより計 72 通りの条件で撮影した．

画像処理は Photoshop CS™を用いた．まず，写真を 256 階調のグレースケール画像に変換し，自動レベル補正を行なった．その次に色域指定を行なって，トラック以外の部分を画像中から検出した．ここまでの処理を procedure 1 とした．それに加えて色域指定で選択した範囲を 3 ピクセルずつ拡大・縮小することで，トラックより小さなノイズを除去する項目を追加し procedure 2 (拡大・縮小を２回)，procedure 3 (拡大・縮小を５回)として，それぞれ画像を２階調化して保存した．

次にその画像を用いて，ImageJ でトラック数の計測を行なった．二値化の閾値は画像ごとに自動で計算させた．指定するピクセルサイズは伊藤・長谷部 (2006)で測定した誘導トラックの直径の 0.35 倍，

0.50 倍，0.75 倍の３つ場合を考え，そこから推定したトラック面積(1.4-5.2 μm^2, 3.4-10.2 μm^2, 10.3-16.1 μm^2)をピクセルサイズとして指定した．さらに真円度も３種類(0.50-1.00, 0.75-1.00, 0.85-1.00)を考えて測定を行なった．また，このとき観察したトラックの真円度も測定した．

さらに上記の実験で求めた画像処理および計測の最適条件を用いて，段階エッチング実験をした試料のトラック数計測を行なった．また，この時のトラック直径の増加量から，バルクエッチング速度も求めた．

結果と議論

(1) 画像取得条件

(A) ピント；表面にピントを合わせた時が最も良かった．ピントが表面からずれるとトラック数の見積もりに誤差を生じやすくなった．

(B) 明るさ；明るさは人間が観察する時とほぼ同じくらい，もしくはわずかに暗めが最も良かった．明るすぎるとハレーションが起こり，トラック数を少なく見積もってしまった．

(C) 対物レンズの倍率；対物レンズの倍率は 100 倍を使った時が良い結果となった．40 倍の時にはトラック数を多く見積もってしまい，正確に計測することが出来なかった．これは真円度の値がうまく機能しなかったことにより，ノイズをも計測してしまったために起こったと考えられる．

(D) 光源；透過光を使ったときにトラック数を正確に見積もることが出来た．反射光で計測させた時には実際のトラック数と全く異なるトラック数を計測した．これは反射光を使ったことで表面の汚れをトラックとして誤認したことが原因であると考えられる．

(2) 画像処理条件

Photoshop CS™での画像処理はどの条件を用いてもあまり最終的なトラック数に大きな変化はなかった．一方，ImageJ の条件はトラック検知に大きく影響を与えた．特に指定した面積の値にトラック数は大きく依存した．真円度については 0.85-1.00 を指定した時に他の２種類の真円度に比べて検知したトラック数が減少した．また，別途測定したトラックの形状から真円度を求めると 0.86±0.14（2σ）であり，誤差範囲を含めると真円度が 0.75-1.00 の範囲にトラックが最も多いことがわかった．よって，最適なトラック検知条件は面積が 1.4-5.2μm^2，真円度が 0.75-1.00 であると考えられる．

(3) 段階エッチング実験

段階エッチングした試料のトラック数計測を上述の条件を用いて行なった．比較のために真円度 0.50-1.00 でも計測した．どちらの真円度でも実際のトラック数に比べて多く見積もってしまったが，真円度 0.75-1.00 の時には真円度 0.50-1.00 に比べて少なかった．これは上述の通りトラックの真円度が 0.75-1.00 の範囲に多くあるためと考えられる．また，合計 480 秒のエッチングを行なったが，トラックの増加はほとんど確認できなかった．これは視野数が少なかったことも原因であるだろうが，より長い時間のエッチングも必要であると考えられる．さらに，合計 120 秒エッチングした試料において，計測したトラックの重複が起こってしまった．これは 60 秒ずつのエッチングでは一度観察したトラックが ImageJ で指定した面積範囲(1.4-5.2μm^2)に存在する可能性があることを示しており，段階エッチング実験をするには 60 秒では短いと考えられる．したがって，エッチング時間は 60 秒ではなく，120 秒もしくはそれ以上でエッチングすることが望ましいだろう．さらに，求めたバルクエッチング速度は長径で 0.017±0.006 μm/sec.，短径で 0.013±0.005 μm/sec. であった．この速度は伊藤・長谷部（2006）

で誘導トラックを用いて測定したバルクエッチング速度のおおよそ 0.35 倍であった．これは中性子照射したことでガラス中に傷を与え，その結果，誘導トラックがエッチングされやすくなりバルクエッチング速度が大きくなった可能性があり，今後さらなる議論が必要である．

参考文献

Gentner, W., Stozer, D., and Wagner, G. A. (1969), New fission track ages of tektites and related glasses, *Geochim. Cosmochim. Acta* 33, 1075-1081.

John A. Westgate (1989), Isothermal plateau fission-track ages of hydrated glass shards from silicic tephra beds, *Earth and Planetary Science Letters*, 95, 226-234.

伊藤健太郎，長谷部徳子，2006，フィッショントラックニュースレター，19，71-73

町田洋，新井房夫，1992，新編火山アトラス

北田奈緒子，弘原海清，Giulio Bigazzi，1994，ガラス標準試料 JAS-G1 の ITP-FT 年代，フィッション・トラック　ニュースレター，7，5-6.

Robert. C. Walter (1989), Application and limitation of Fission-track geochronology to Quaternary tephras. *Quaternary International*, Volume 1, 35-46.