

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月19日現在

機関番号：32687

研究種目：若手研究B

研究期間：2009～2012

課題番号：21740365

研究課題名（和文） ITP-FT 法および DC-FT 法による中期更新世テフラの火山ガラスの高精度年代測定

研究課題名（英文） Accurate dating for volcanic glass shards of middle Pleistocene widespread tephra determined by ITP-FT method and DC-FT method

研究代表者

青木かおり (AOKI KAORI)

立正大学・大学院地球環境科学研究科・研究員

研究者番号：30513163

研究成果の概要（和文）：

本研究で、ITP-FT 法および DC-FT 法による年代測定のための顕微鏡システムを導入し、年代標準試料の系統誤差の算出および繰り返し計測を継続しその信頼度を検討した。反射光を用いることで、測定対象となるフィッション・トラックの形状が鮮明になったことから、トラックの大きさを計測する作業の効率が上がり、さらに測定精度が向上した。ITP-FT 法および DC-FT 法で新たに年代測定を行ったテフラについて、その年代測定値の精度と他の年代測定値との比較に基づいて年代の確度について検討をする必要があるため、平成 21 年度に北西太平洋～ベering 海を対象とした研究航海で採取された海底コア試料中のテフラ試料（138 試料）について、化学組成分析を行った。現在、それらの分析値を精査して、上記の年代測定を行うテフラ試料と対比される可能性のあるテフラの有無を検討しているところである。これまでのところ、北西太平洋におけるテフラの層序と放射年代値や海底堆積物の酸素同位対比層序や生物相序等と比較したところ、ITP-FT 法および DC-FT 法による中期更新世火山灰（テフラ）の火山ガラスのフィッション・トラック年代測定は整合的であり、本方法は火山ガラスの年代測定を行う上できわめて有効な方法であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：

In this study, I innovated Isothermal Plateau Fission Track (ITP-FT) method and Diameter Correction Fission Track (DC-FT) method to date the volcanic glass shards of early to middle Quaternary tephra. First of all, it was necessarily to check the precision of counting system on the basis of standard dating samples. The reflecting light of microscope is effective to identify the edge of each fission track and improve the precision to measure the track diameter. Then, in order to compare age determined by ITP-FT and DC-FT to age determined by another dating method, 138 tephra beds in marine sedimentary cores, which collected by S0202-INOPEX cruise in 2009, were employed. Geochemistry of such marine tephra was determined by the electron microprobe analyzer. In this point, the eruptive age determined by ITP-FT and DC-FT dating methods seems to match with tephrostratigraphy, radiometric age, biostratigraphy, and oxygen isotopic stratigraphy in northwest Pacific. Hence, ITP-FT and DC-FT dating methods is useful to date early to middle Quaternary glass materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
2011年度	400,000	120,000	520,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：地質学

科研費の分科・細目：第四紀学

キーワード：テフロクロノロジー，第四紀学，年代測定

1. 研究開始当初の背景

日本列島の第四紀の広域テフラ（火山灰）は、鉱物組成や火山ガラスの化学組成をもとに広域に対比されて、地層の年代指標層としてさまざまな研究分野で利用されている。このような広域に分布するテフラの噴出年代を得る方法として、給源火山近傍で採取された鉱物や火砕流堆積物の放射年代測定、埋没している樹木の年代を炭素 14 年代測定法、あるいは連続した海底堆積物中の有孔虫の酸素同位体比層序から介在するテフラの年代を算出するといった方法が考えられる。一方、中・前期更新世の広域テフラでは、給源火山を特定できないために年代測定に適した試料が得られず、広域対比されるテフラの高精度な放射年代が得られない例が多い。火山ガラスのフィッション・トラックは、常温環境下においても自然に消失していく（フェーディング）ために、徐々にトラック密度が低下し、結果として噴出年代が実際の年代よりも若く算出されるという問題は古くから知られていたが、その対策としてトラック密度の減少を補正して年代を測定する方法が考案されている。特に、テフラ層の年代を求めることを目的として、より実用的に改良されたのが Isothermal Plateau Fission Track (ITP-FT) 法と Diameter Correction Fission

Track (DC-FT) 法である。この2種の補正方法を用いてニュージーランドや北米、インドネシアのテフラ層の年代測定が行われ、そのほかの放射年代測定法で求められた年代値と比較された結果、極めて信頼性の高い年代値が得られていることが分かっており、層位・年代学上の大きな成果として報告されている。日本では、フェーディングの影響を補正したうえで日本のテフラ層の年代を測定するための一連の実験を行うための機材をそろえた実験室はまだ作られていない。まず火山ガラスのフィッション・トラック年代を測定するための機材を整え、減少したトラック密度の補正を行うシステムを導入し、さらにこれまでに年代測定がなされていない第四紀テフラの年代測定を行う必要がある。

2. 研究の目的

現在のところ、フェーディングによるトラック密度減少を補正したフィッション・トラック年代測定法は、ガラス質試料の年代を決定するための唯一の方法であり、第四紀の年代論をより精緻に構築する上で大いに貢献できると考えられる。そこで、本研究では特にすでに複数の手法で放射年代値が得られており、かつ海洋域でも広く確認される中期更新世テフラの年代を測定することを目的

とし、測定装置の精度と誤差の検討を行う。さらに、ITP-FT 法および DC-FT 法で得られる年代値を、海底堆積物の酸素同位体比層序から推定される年代値と比較検討するために、海洋域に分布する中期更新世テフラの対比研究をすすめた。

3. 研究の方法

まず火山ガラスのフィッション・トラック年代を測定するための機材を整え、減少したトラック密度の補正を行うシステムを導入する必要がある。そして第一に、導入したシステムをテストするために、ITP-FT 法および DC-FT 法の考案者である Westgate らが使用しているマクマスター大学（カナダ・オンタリオ州）の実験用原子炉で照射した年代標準試料の測定をくりかえした。この年代標準試料の年代が正確にもとめられるならば、Westgate らが求めたゼータ値（原子炉や計測システムなど実験室の条件によって変わる）をそのまま利用することが可能である。また、年代標準試料の年代に系統的な差が出るならば、その補正するための係数を求める。

研究の当初の予定では、日本国内の実験用原子炉を使用して、新たにゼータ値を求める実験を行う予定であったが、東日本大震災の影響で茨城県東海村にある日本原子力機構の実験用原子炉が使用不可能に陥ったため、本実験は中止した。そのかわり、すでに ITP-FT 法および DC-FT 法での年代測定の準備が整っている海底のテフラについて、給源火山の特定を再検討した。また、北西太平洋からベーリング海にかけて分布する中期更新世テフラの対比を再検討するために、平成 21 年にドイツの研究船で採取した海底堆積物試料中に介在したテフラ試料の主元素組成の分析をすすめた。

4. 研究成果

研究を開始した段階で発生した問題の主な原因は、測定に用いた顕微鏡のステージに関する点である。試料中のフィッション・トラックを数える作業中に、トラックの数、トラックが観察される火山ガラスの面積、観察した視野の数を同時に数える必要がある。同一試料を繰り返し測定していく中で、これらの作業過程で、人為的な計測ミスが発生していることがわかったため、それらを低減させるための検討を行った。作業過程で、誤認が頻発しやすい場面で必ず記録を残す習慣にすることで、計測ミスの減少につながった。操作上の問題点を解決するための作業を増やしたことで、作業時間は大幅に拡大しているものの、引き続き年代標準試料の系統誤差の算出および繰り返し計測を継続しその信頼度について検討した。

また、新たな年代測定試料を用いて実験用原子炉での熱中性子線の照射実験を行うことを計画していたが、東日本大震災で破損した東海村の実験用原子炉の補修工事の経過を見守っていたところ、本研究計画の年度内には完了しないことが明らかになり、照射実験については中止することを余儀なくされた。そこで、現行の試料の処理方法と計測方法の効率化を図るために、作業工程を改良することに重点をおくことにした。まず、試料の前処理の効率化のために、現在使用中の顕微鏡に反射照明ユニットを装備した。顕微鏡に反射照明ユニットを装備したことにより、これまでの透過光のみの観察に比べて、測定対象となるフィッション・トラックの形状が鮮明になったことから、トラックの大きさを計測する作業の効率が上がり、さらに測定精度が向上した。以前にカナダのトロント大学の顕微鏡システム（本年代測定法の創始者の研究室）でフィッション・トラックを測定したことのある試料について、本研究で導入し

た顕微鏡システムでの測定を開始した。

ITP-FT 法および DC-FT 法で新たに年代測定を行ったテフラについて、その年代測定値の精度と他の年代測定値との比較に基づいて年代の確度について検討をする必要があるため、特に海洋域に分布する広域テフラの年代測定の準備を行った。本計画以前に原子炉での熱中性子線の照射実験が完了している中期更新世の火山灰と対比されるテフラを見つけるために、平成 21 年度に北西太平洋～ベーリング海を対象とした研究航海で採取された海底コア試料中のテフラ試料 (138 試料) について、化学組成分析を行った。現在、それらの分析値を精査して、上記の年代測定を行うテフラ試料と対比される可能性のあるテフラの有無を検討しているところである。これまでのところ、北西太平洋におけるテフラの層序と放射年代値や海底堆積物の酸素同位対比層序や生物相序等と比較したところ、ITP-FT 法および DC-FT 法による中期更新世火山灰 (テフラ) の火山ガラスのフィッショソ・トラック年代測定は整合的であり、本方法は火山ガラスの年代測定を行う上できわめて有為な方法であると考えられる。

本研究で、明らかになった問題点としては、ITP-FT 法および DC-FT 法による年代測定は、きわめて時間がかかるということである。作業の効率化のため、いくつかのプロセスを自動化していく必要があることが認識された。計測中に発生するミスは、年代を計算するときの誤差に直結する問題であるので、その低減化には最も注意を払わなくてはならない。作業過程での記録を丹念にとることで、ミスは問題が無い程度に低減できるものの、作業効率は圧倒的に悪くなった。この点を解決するには、試料ステージを高精度に移動しその移動回数を記録する自動試料ステージ

の導入が必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- 1) 青木かおり, 2011, 日本列島周辺の深海底に分布するテフラ. 月刊地球, 13, 745-751.

[学会発表] (計 4 件)

- 1) 青木かおり, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 火山ガラスの化学組成に基づくテフラ層の対比のための統計的手法の適用とその問題点, 幕張メッセ, 2009/5/21 (口頭発表)
- 2) 青木かおり, 質量分析学会同位体比部会, ITP-FT 法と DC-FT 法によるガラス試料の年代測定, 箱根高原ホテル, 2009/12/2 (ポスター発表)
- 3) Aoki, K., 2010 Ocean Sciences Meeting, Portland, Oregon, USA, February 22th-26th, 2010, The outlook of tephrochronology in the northwest Pacific, the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk. *Eos Trans. AGU*, 91(26), Ocean Sci. Meet. Suppl., Abstract, G045A-07. (poster)
- 4) Aoki, K., International Union for Quaternary Research, Mid-congress of INTAV "Active Tephra 2010", 9th May-17th May, 2010, A review: middle to late Quaternary tephrochronology in the northwest Pacific, the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk. (oral)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木かおり (AOKI KAORI)

研究者番号 : 3 0 5 1 3 1 6 2

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()