

氏名	伊藤 久敏
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	論理博第1298号
学位授与の日付	平成8年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Application of the fission-track dating method to evaluate the thermal history of three geothermal areas, North Kurikoma (Japan), Hijiori (Japan) and Valles caldera (USA) (北部栗駒(日本), 肘折(日本), バイアスカルデラ(米国)の3つの地熱地域の熱史を評価するためのフィッション・トラック年代測定法の適用)
論文調査委員	(主査) 教授 西村 進 教授 坂野昇平 教授 瀬戸口烈司

論文内容の要旨

本研究はフィッション・トラック年代測定法を地熱地域の熱履歴の解明に適用したものであり、調査地域は東北日本の北部栗駒地域、同じく肘折地域、および米国ニューメキシコ州のバイアス・カルデラ地域である。これらの地域では、地熱エネルギーを抽出する新しい方法である高温岩体発電(HDR)の研究が行われている。高温岩体発電を確率させるために克服しなければならない課題のひとつは調査地域の地質、特にその地域の熱史を明らかにすることである。

本研究を通して、多くの放射年代測定法の中で、フィッション・トラック法は地熱地域の熱史を解明するうえで他の方法では得られない貴重な情報を提供しうることをまとめた。その理由は以下の点にある。
1) ゆっくりした冷却を考える場合、閉鎖温度がアパタイトやジルコンを用いると100~200°Cの範囲の低温度である、2) 年代値に影響を及ぼす要因は熱のみである、3) 年代値が個々の粒子から得られる、4) 年代値のみでなく、自発トラックの長さを用いた熱史の解析が行える。

本研究は3つの部分からなる。第1部では北部栗駒地熱地域、第2部では肘折地熱地域、第3部ではバイアスカルデラ地域を取り扱う。

第1部では、フィッション・トラック法を北部栗駒地熱地域に分布する新第三紀の珪長質火山岩、新第三紀の貫入岩、先第三紀の花崗岩質基盤岩に適用した。新第三紀珪長質火山岩は約2 Ma (Maは100万年前を表わす)の年代値となり、カルデラを形成したと考えられる火山活動がこの時期に起こったことが推定された。新第三紀貫入岩は約22 Maの年代値となった。3つの地域でこの時期の年代値を示すことから、約22 Maの同時期に貫入岩の生成をもたらした火成作用が起こったことが推定された。地下0.5~1 kmから得られたマイロナイト化した花崗閃緑岩のジルコンのフィッション・トラック年代値は 31.2 ± 3.9 Maとなり、熱による若返り年代を得た。フィッション・トラック年代値に影響を及ぼした熱は岩体の側方からのものと考えた。さらに、この地域に分布するいくつかの火成岩の熱史についての考察を行った。

第2部では、フィッシュン・トラック法を肘折カルデラの地下とカルデラの外側に分布する先第三紀の花崗岩質基盤岩に適用した。地下1.5~2.2 kmの花崗閃緑岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代値は48~35 Maとなり、熱による若返り年代であった。深度1.5 kmの年代値を若返らせた熱は岩体の側方からのものと考えた。カルデラの地下と外側に分布する花崗閃緑岩の冷却曲線を推定し、花崗閃緑岩はカルデラの外側では、 4.3 ± 0.9 Maに約100°C以下に冷却し、カルデラの地下1.5~2.2 kmでは約1万年前以降約240~270°Cの温度が保たれたことが推定された。

第3部では、ジルコンを用いたフィッシュン・トラック法をバイアスカルデラから得られた深さ1.76 kmのボーリングコア試料に適用した。試料の現在の温度は222~294°Cである。二畳紀の砂岩から先カンブリア紀の石英モンゾニ岩までのすべての年代値は熱により部分的に若返った年代値である約450~600 Maとなった。ジルコンの年代値と試料採取深度との間には相関関係が見られず、このことから最近の火山活動に関連した熱水や高温の岩脈の貫入が年代値の若返りをもたらしたのと考えた。

以上の結果に加え、以下の点についても推論した。

- 1) カリ長石を用いたK-Ar法は二次的な再加熱に対しては、ジルコンのフィッシュン・トラック法よりも安定である(年代値の若返りの程度が小さい)。
- 2) ジルコンのフィッシュン・トラック法の閉鎖温度はこれまでに地質学的に求められたものよりも高い。

論文審査の結果の要旨

本研究では、多くの放射年代測定法の中で、フィッシュン・トラック法は地熱地域の熱史を解明するうえで他の方法では得られない貴重な情報を提供しうることをまとめた。それは1) ゆっくりした冷却を考える場合、閉鎖温度がアパタイトやジルコンを用いると100~250°Cの範囲の低温度である、2) 年代値に影響を及ぼす要因は熱のみであり、3) 年代値が個々の粒子から得られる、4) 年代値のみでなく、自発トラックの長さを用いた熱史の解析が行える点にある。

このフィッシュン・トラック年代決定法の地熱地域の熱履歴の解明のための適用したのは次の3地域であり、第1部では北部栗駒地熱地域、第2部では肘折地熱地域、第3部ではバイアスカルデラ地域を対称としている。

第1部では、フィッシュン・トラック法を北部栗駒地熱地域に分布する新第三紀の珪長質火山岩、新第三紀の貫入岩、先第三紀の花崗岩質基盤岩に適用した。新第三紀珪長質火山岩は約2 Ma (Maは100万年前を表わす)の年代値となり、カルデラを形成したと考えられる火山活動がこの時期に起こったことが推定された。新第三紀貫入岩は約22 Maの年代値となった。3つの地域でこの時期の年代値を示すことから、約22 Maの同時期に貫入岩の生成をもたらした火成作用が起こったことが推定された。地下0.5~1 kmから得られたマイロナイト化した花崗閃緑岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代値は 31.2 ± 3.9 Maとなり、熱による若返り年代を得た。フィッシュン・トラック年代値に影響を及ぼした熱は岩体の側方からのものと考えた。さらに、この地域に分布するいくつかの火成岩の熱史についての考察を行っている。

第2部では、フィッシュン・トラック法を肘折カルデラの地下とカルデラの外側に分布する先第三紀の

花崗岩質基盤岩に適用し、地下 1.5~2.2 km の花崗閃緑岩のジルコンのフィッシュン・トラック年代値 48~35 Ma で、熱による若返り年代であった。深度 1.5 km の年代値を若返らせた熱は岩体の側方からのものと考えた。カルデラの地下と外側に分布する花崗閃緑岩の冷却曲線を推定し、花崗閃緑岩はカルデラの外側では、 4.3 ± 0.9 Ma に約 100°C 以下に冷却し、カルデラの地下 1.5~2.2 km では約 1 万年前以降約 240~270°C の温度が保たれたことが推定した。

第 3 部では、ジルコンを用いたフィッシュン・トラック法をバイアスカルデラから得られた深さ 1.76 km のボーリングコア試料に適用した。試料の現在の温度は 222~294°C である。二疊紀の砂岩から先カンブリア紀の石英モンゾニ岩までのすべての年代値は熱により部分的に若返った年代値である約 450~600 Ma となった。ジルコンの年代値と試料採取深度との間には相関関係が見られず、このことから最近の火山活動に関連した熱水や高温の岩脈の貫入が年代値の若返りをもたらしたものと考えた。

更に次の点についても推論した。

- 1) カリ長石を用いた K-Ar 法は二次的な再加熱に対しては、ジルコンのフィッシュン・トラック法よりも安定である（年代値の若返りの程度が小さい）。
- 2) ジルコンのフィッシュン・トラック法の閉鎖温度はこれまでに地質学的に求められたものよりも高い。

以上のように、この一連の研究は高温岩体のゆっくりした冷却を伴う熱履歴の解明にはフィッシュン・トラック法が最適であることを示したもので、高温岩体の研究に新しい知見を与えたものとして注目される。

参考論文 4 は、熱年代学としてのフィッシュン・トラック法の基礎的研究であり、1, 2, 3, 5 は、深成岩の岩脈の熱年代学としてのフィッシュン・トラック年代測定の実用であり、主論文の基礎的研究となるものである。よって申請者の研究は博士（理学）の称号に値するものであることを認める。なお、主論文および参考論文に報告されている研究業績を中心に、これと関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。