

## $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定法による地殻内フラクチャーの形成プロセス 渡辺公一郎・実松健造

### Formation process of fracture in the shallow crust using $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating Koichiro Watanabe and Kenzo Sanematsu

九州大学大学院工学研究院 Faculty of Engineering, Kyushu University

地殻浅部において応力の集中・破断により生成する断裂のうち、裂かについては、ずれがないためじきに閉塞してしまうとそれらの存在すら分からないと思われる。一方、裂かの形成に伴い裂かを高温流体あるいは鉱液が移動することがあれば、裂か中に沈殿した鉱物が裂かを保存し、裂かは鉱物脈として保存される。したがって、熱水性鉱脈の生成過程を調べれば、地殻浅部の裂か系についての様々な情報を入手することも可能と考えられる。また鉱脈中の鉱物の年代を詳細に調べれば、裂か系の形成史についての重要な知見を得ることもできる。

鉱脈中の鉱物を用いた様々な放射年代測定法が、第三紀以前の鉱脈型鉱床に適用されてきた。しかしどの手法を用いても絶対年代誤差を小さくすることは非常に困難であり、裂か形成史の解明に年代測定法を利用した例はない。また活地熱系では裂かを充填する鉱物の年代測定を行っても、年代が若い場合誤差が大きいという別の問題が生じる。今回、研究の対象とした鹿児島県の菱刈金鉱床は生成年代が100万年前後であり、鉱脈中に熱水性のカリ長石（氷長石）を多産する。このため $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法を用いることにより、絶対年代誤差を5千年以下まで小さくすることも可能である。しかし、後の熱水活動のオーバープリントが年代に与える影響や、初成 $^{40}\text{Ar}$ が年代誤差に与える影響などはよく分かっていない。

菱刈鉱床を構成する含金石英脈より分離した氷長石42試料について、段階加熱法により $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定を行った。段階加熱は各試料について700℃から1400℃まで8~14ステップ

に分けて行った。これらの中には第26回フィッション・トラック研究会にて既に発表したものも含む（渡辺，2002）。

段階加熱による測定の結果、ほとんどの試料が良好なプラトーを示した。同一鉱脈内の複数個の年代を求めると、プラトー年代に10~40万年の差を示すものがあり、これらはどれも脈の中心部に近いほど年代が若い。流体包有物の均質化温度は200℃前後を示すので、初期にできた氷長石はこの程度の温度まで繰り返し加熱されていることになるが、プラトー年代にはその影響による若返りがほとんどあるいはまったく見られない。プラトー年代の2 $\sigma$ の相対標準誤差は多くが0.5~2%で、年代精度は裂かの形成史を議論するために十分と考えられる。

次に1つの裂か（鉱脈）を構成するそれぞれのバンドが生成した年代を測定することによって、裂かの形成過程についていくつかの裂か（鉱脈）について検討した。

菱刈鉱床は本鉱床 - 山神地区と山田地区とに大きく二分される。本鉱床 - 山神地区の芳泉1脈では4個、大泉3脈では2個、山田地区にある成泉2脈では2個の試料から裂か（鉱脈）の形成期間を求めた。左右対称のバンドから構成されるこれらの脈は、菱刈鉱床を代表する典型的な脈であるといえる。芳泉1脈は大きく3つのバンドに分けることができる。この3つのバンドを、盤際から鉱脈の中央に向かって(1)、(2)、(3)とした。

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代を求めた結果、(1)、(2)、(3)の順にそれぞれ94、91、78万年であった。2 $\sigma$ の誤差はおよそ1~3万年である。(1)と(2)の年

代が異なっていたことは、幅 2cm 程度のバンドも裂かの形成とそれに伴う熱水の侵入によって形成されたことを示している。また、合計幅 120cm の裂か（鉍脈）の形成が 3 度にわたって行われ、形成が終了するまで約 16 万年かかったことになる。一方、大泉 3 脈では幅 30cm の裂か（鉍脈）が形成されるのに約 14 万年、成泉 2 脈では幅 120cm の裂か（鉍脈）が形成されるのに 30~40 万年を要したことが分かった。

また得られた 42 個の  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代より裂か（鉍脈）の時空分布を調べると、菱刈鉍床での裂か（鉍脈）の生成年代は本鉍床 - 山神地区で 88

~101 万年に集中し、山田地区では 64~121 万年であった。また裂か形成が北西部で始まり南東方向へ推移していったことも分かった。

今回の結果から、浅熱水性鉍床の氷長石を用いた  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代は非常に信頼性の高いものであり、十分に氷長石に富む鉍脈があれば、各バンドの鉍化した年代から裂か形成のインターバルや活動開始から断続的な裂か形成を経て収束するまでの履歴を求めることが可能であることが分かった。またその形成史は同じ鉍脈群でも裂かによって大きく異なることが分かった。