

## 白山火山噴出物中のジルコンを用いたU-Th放射非平衡年代測定

宮本 光\*・長谷部徳子\*\*・東野外志男\*\*\*・荒井章司\*\*\*\*

### U-Th radioactive disequilibrium dating of zircons from Hakusan volcanic product

Hikaru Miyamoto\*, Noriko Hasebe\*\*, Toshio Higashino\*\*\*  
and Shoji Arai\*\*\*\*

\* 金沢大学理学部地球学科, Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences, Kanazawa Univ.

\*\* 金沢大学環日本海域環境研究センター, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ.

\*\*\* 石川県白山保護センター, Hakusan Nature Conservation Center, Ishikawa.

\*\*\*\* 金沢大学理工研究域自然システム学類, Division of Material Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa Univ.

#### はじめに

地球上におけるマグマの発生・移動・定置・固化に伴う諸プロセスを定量化することは地球の進化の解明に欠かすことの出来ない要素であり、また、火山噴火予知等、実用分野においても重要である。プロセスを定量的に理解する際に、欠かせない要素の一つに「時間」がある。火山の噴出年代を見積もるものとしてK-Ar法や<sup>14</sup>C法が挙げられ、更にマグマプロセスに時間軸を挿入する試みとして、<sup>238</sup>U-<sup>230</sup>Th系における放射非平衡を利用する年代測定法が注目を集めている。

マグマ溜りにおいて、物質を溶融する過程では元素の分別は起こりにくいと考えられ、一般に放射平衡が成立しているとされる。マグマ溜り中で結晶が晶出する際、元素の化学的性質の違いのために、分別が生じ、平衡状態が成り立たなくなることがある。このような放射平衡からのずれを利用したものがU-Th放射非平衡年代測定法である。このU-Th法の年代測定範囲は10~300kaであるので、第四紀に活動している火山に適用することができる。

ジルコンは、UやThの含有量が豊富で、風化に強いという特徴を持つ鉱物であり、結晶晶出する時に、Uを優先的にとりこみ、比較的Thをとりにこまないという性質がある。今回はこのジルコンを用いて結晶晶出年代を求める。初生<sup>230</sup>Th量は、結晶晶出前のマグマ中における<sup>230</sup>Th量と同等と考え、マグマが急冷してできたと考えられるガラス質石基の値で代用する。

#### 目的

本研究では、第四紀の火山である白山火山を研究対象とし、溶岩やテフラのもととなるマグマの起源を年代学的に明らかにする。得られた年代と従来の白山火山の噴出年代を組み合わせることによって、白山火山の地下深部におけるマグマの振る舞いを、放射年代をもとに議論する。

#### 白山火山, サンプルについて

白山火山は、加賀室(300~400ka)・古白山(100~140ka)・新白山・うぐいす平火山(~40ka)と呼ばれる、活動時期の異なる成層火山の総称である。各火山体の噴出中心は異なっていると考えられている。白山火山の噴出物は、基盤岩類を覆って薄く分布し、現在の厚さは最大400m程度である。噴出物はカルクアルカリ系列に属する安山岩質岩石からなり、一部デイサイト質岩石も含まれる。斑晶の量はおよそ15~35容量%程度で、斜長石、斜方輝石、ホルンブレンドが常に含まれる。これらの鉱物のほかに、カンラン石、石英、黒雲母、不透明鉱物が斑晶として含まれることがあるが、その量は少ない。石基鉱物は斜長石、斜方輝石、オーゾサイト、不透明鉱物である。鉱物組み合わせは各火山体で違いはない。

今回は、古白山火山噴出物から5個、新白山火山I期(30~40ka)噴出物から2個、新白山火山II期(~10ka)噴出物から6個、計13個の岩石を用いて年代測定を行う。

## 実験方法

岩石粉碎・ふるいがけ・磁性分離・重液分離・ハンドピックを行い、それぞれの岩石からジルコンとガラス質石基を取り出した。その後、マウント・研磨を行い、実体顕微鏡、光学顕微鏡の下で本研究に適したものを選び出した。調整した粒子中の各同位体元素を、LA-ICP-MSを用いて測定した。

## 結果・議論

全13岩石試料中のジルコン337粒子、ガラス質石基102粒子からデータを得た(表1)。各試料とも $^{230}\text{Th}$ が検出限界未満の粒子、( $^{238}\text{U}/^{230}\text{Th}$ )放射能比が1未満の粒子が含まれていた。放射平衡に達している粒子はU-Th法の年代測定範囲を超えていて、300ka以前に晶出が起こったということが分かる。今回はこのような粒子について、U-Pb法により年代測定を試みたところ、ほとんどが1000kaよりも若いということが示された。そのため放射平衡に達した粒子は300~1000kaに晶出したものとして考えることとする。加賀室火山噴出期が300~400kaであることを考えると、放射平衡に達した粒子は、加賀室火山噴出期に晶出したものである可能性がある。 $^{230}\text{Th}$ が検出限界未満の粒子は年代が若い可能性がある。

図1~3のダイヤグラム・スペクトラから、ジルコンの晶出年代の分布が、その火山の噴出時期(図中に網枠で示した)と同じかまたは少し古い年代を示すことが分かる。古白山火山、新白山火山II期のスペクトラはモノモーダルな曲線を描き、晶出が多く起こった年代として、それぞれ130ka、80kaを指し示している。これらの二つの噴出期の間当たる新白山火山I期のスペクトラは、バイモーダルな曲線を描き、そのピークは上記の2つの年代とおおよそ一致する。これは新白山火山噴出物中にも古白山火山噴出期に晶出した粒子が含まれていることを示す。このことから古白山火山と新白山火山では噴出中心は異

なっているが、同じマグマ溜りを經由しているということが分かった。

新白山火山噴出物中に含まれる、放射平衡に達した古い粒子、100~150kaの古白山火山噴出期に晶出した粒子、80ka前後の新白山火山噴出期に晶出した粒子の個数を比較すると、古い時代ほど、粒子数が多く結晶晶出が盛んであるため、火山の活動が活発であったと考えられる。これは、古白山と新白山を比較すると、古白山の火山体体積が新白山火山のそれよりも有意に大きいことと整合的である。つまり晶出粒子の多さと火山噴火の規模は比例していると考えられる。放射平衡に達した粒子が加賀室火山噴出期に晶出したと仮定すると、古・新白山火山噴出物のどちら共にこのような粒子が多いことから、加賀室火山の活動は非常に活発であったと考えることも可能である。加賀室火山期、古白山火山期、新白山火山期とジルコンの晶出が少なくなっていることから、だんだんと白山の活動は弱まりつつあるのかもしれない。

## 参考文献

- Bourdon B., Henderson G. M., Lundstrom C. C. and Turner S. P., 2003, Uranium-series geochemistry. Reviews in mineralogy and geochemistry, 52. Geochemical Society, Mineralogical Society of America, Washington, DC, 565 pp.
- 東野外志男・長尾敬介・板谷徹丸・坂田章吉・山崎正男, 1984, 白山火山及び大日ヶ岳火山のK-Ar年代. 石川県白山自然保護センター研究報告, 34, 1-9.
- 北原哲郎・堀伸三郎・小川義厚・前川秀和・石田孝司, 2000, 新白山火山の層序区分一年代測定結果による検討. 日本火山学会2000年秋季大会講演要旨, 153.
- 横山哲也, 2005, ウラン系列短寿命核種の精密分析法の開発とマグマプロセス解明への応用. 地球化学, 39, 27-46.

表1. 各火山活動期におけるジルコン粒子の情報

	年代算出 可能粒子	放射平衡	検出限界 未満	$^{238}\text{U}/^{230}\text{Th} < 1$	粒子数
古白山火山	39	71	16	15	141
新白山火山I期	22	24	2	6	54
新白山火山II期	57	58	19	8	142
合計	118	153	37	29	337

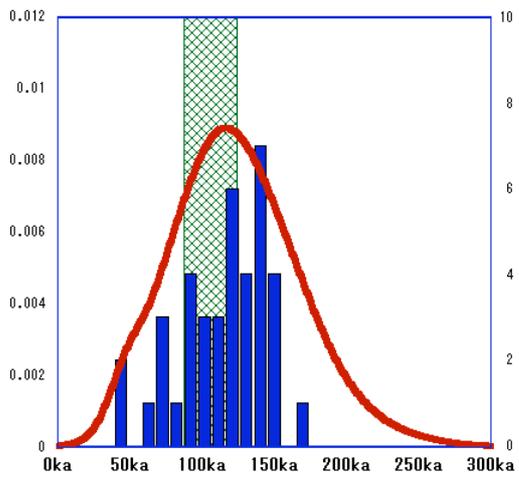


図1. 古白山火山のダイヤグラム・ヒストグラム

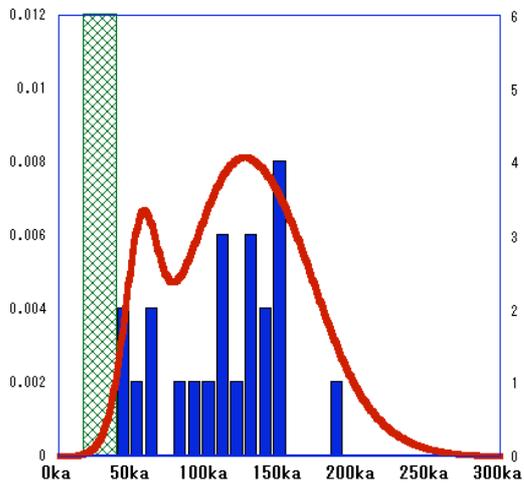


図2. 新白山火山I期のダイヤグラム・ヒストグラム

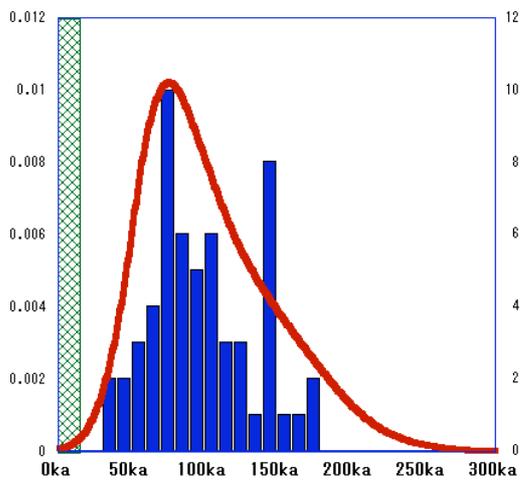


図3. 新白山火山II期のダイヤグラム・ヒストグラム