

K-Ar年代測定における初期Ar同位体比について 山崎誠子*

Initial Ar ratios on K-Ar dating Seiko Yamasaki*

* 産業技術総合研究所, 活断層・火山研究部門, Geological Survey of Japan, AIST

はじめに

どんな年代測定手法にも前提条件や年代算出上の仮定がある。得られた年代値は、それらの前提条件、仮定が満たされていないと、意味がない数字となってしまう。K-Ar法で注意すべき点には、例えば、(1) 試料形成時に放射起源 ^{40}Ar が含まれない（過剰 ^{40}Ar が存在しない）こと、(2) 試料形成後にK, Arの出入りが無い（閉鎖系が成立している）こと、(3) 試料に含まれる放射起源 ^{40}Ar 以外のAr同位体比が既知であること、などが挙げられる。本報では、(3)について、特に火山岩試料の初期Ar同位体比について、これまでの研究と今後の課題について検討する。

K-Ar年代測定と初期Ar同位体比

K-Ar年代測定において、試料中の放射起源 ^{40}Ar 量は、希ガス質量分析計による同位体組成分析によって求める。試料中の ^{40}Ar には ^{40}K の放射壊変による放射起源 ^{40}Ar のほかに、試料形成時に内部に含まれていた初期Ar中の ^{40}Ar が存在するため、放射起源 ^{40}Ar 量を求めるには、この初期 ^{40}Ar を差し引かねばならない。従来用いられてきた同位体希釈法では、既知量の ^{38}Ar を内標準（スパイクと呼ばれる）としてAr同位体組成を測定し、「初期 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比が現在の大気比（ $=295.5$ ）と等しい」という仮定のもとで差し引き、年代値を算出してきた。火山岩試料では、噴出して固結するまでの間にAr同

位体組成が大気の組成と平衡になると考えられていたが、K-Ar年代がほぼ0と見なせる歴史溶岩のアルゴン同位体比の多くは大気Arの値とは一致せず、従来の仮定が厳密には成立しないことがわかっている（例えば、Dalrymple, 1969）。この初期比のずれは、基本的には質量分別と呼ばれる質量差に比例した同位体変化によるものであり（例えば、Krummenacher, 1970）、大気アルゴン同位体比を通る理論的な質量分別直線の上に分布することが分かっている（例えば、松本ほか, 1989）。そこで、 ^{38}Ar スパイクを添加しない感度法によって、試料中に含まれる ^{40}Ar , ^{38}Ar , ^{36}Ar を直接定量し、安定同位体である ^{38}Ar と ^{36}Ar の比と理論式である質量分別直線を用いて、初期 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比を補正する方法が開発された（高岡ほか, 1989）。特に、数十万年より若い試料やカリウム含量の少ない試料は、放射起源 ^{40}Ar の蓄積量が極微量であるため、初期比の大気値からのずれがK-Ar年代測定結果に及ぼす影響は大きく、補正の有効性も示されてきた（例えば、Matsumoto and Kobayashi, 1995; 山崎ほか, 2014）。

一方で、質量分別が起こるメカニズムについては未だ解明されておらず、マグマだまりから噴出、冷却固結までの脱ガス過程の特徴を含めて、初期値の変動幅と傾向を検討することが重要である。同位体の質量分別は動的な現象で起こると考えられ、火山噴

火においては、マグマからの脱ガス過程における分別がもっとも考えられる現象であるが、その場合には拡散した火山ガス中に軽い同位体が濃集し、溶岩中では高い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$, $^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ を保持することが期待される。しかし、これまで報告された日本各地の火山及びハワイ火山の歴史溶岩の同位体組成は大気の数より低い比を持つものが多い傾向がある（松本ほか，1989；Ozawa et al., 2006）。地下水や温泉ガスについてこれまで報告されているAr同位体組成を同様のグラフにプロットすると、多くが大気の組成とマンツルの高い $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ との混合直線上に分布し、1割以下のデータが質量分別直線上に分布するが、 $^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ のずれの方向には傾向はないように見える（図1；草野ほか，2012）。火山ガスについては $^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 比のデータまで揃って報告されている例は少ないため、今後、系統的に採取した歴史溶岩や火山ガス等の希ガス組成分析から質量分別のメカニズムについて検討することが、信頼性の高い年代測定（補正）法や火山周辺における脱ガス過程の理解のために重要であると考えられる。

文献

- Dalrymple, G. (1969) Potassium-argon ages of Recent rhyolites of the Mono and Inyo Craters, California, *EPSL*, 3, pp.289-298.
- Krummenacher, D. (1970) Isotope composition of argon in modern surface volcanic rocks. *EPSL*, 8, 109-117.
- 草野友宏・浅森浩一・梅田浩司 (2012) 日本列島における地下水・温泉ガスのヘリウム同位体比データベースの作成, *JAEA-Data/Code*, 2012-017.
- 松本哲一・宇都浩三・柴田賢 (1989) 歴史溶岩のアルゴン同位体比—若い火山岩のK-Ar年代測定における初生比補正の重要性—, *質量分析*, 37, 353-363.
- Matsumoto, A., Kobayashi, T. (1995) K-Ar age determination of late Quaternary volcanic rocks using the “mass fractionation correction procedure”: application to the Younger Ontake Volcano, central Japan, *Chem. Geol.*, 125, 123-135.
- Ozawa, A., Tagami, T., Kamata, H. (2006) Argon isotopic composition of some Hawaiian historical lavas, *Chem. Geol.*, 226, 66-72.
- 高岡宣雄・今野幸一・大場与志男・今田正 (1989) 蔵王火山溶岩のK-Ar年代測定, *地質学雑*, 95, 157-170.
- 山崎誠子・星住英夫・松本哲一 (2014) 九重火山溶岩の感度法によるK-Ar年代測定, *FTNL*, 27, 4-8.

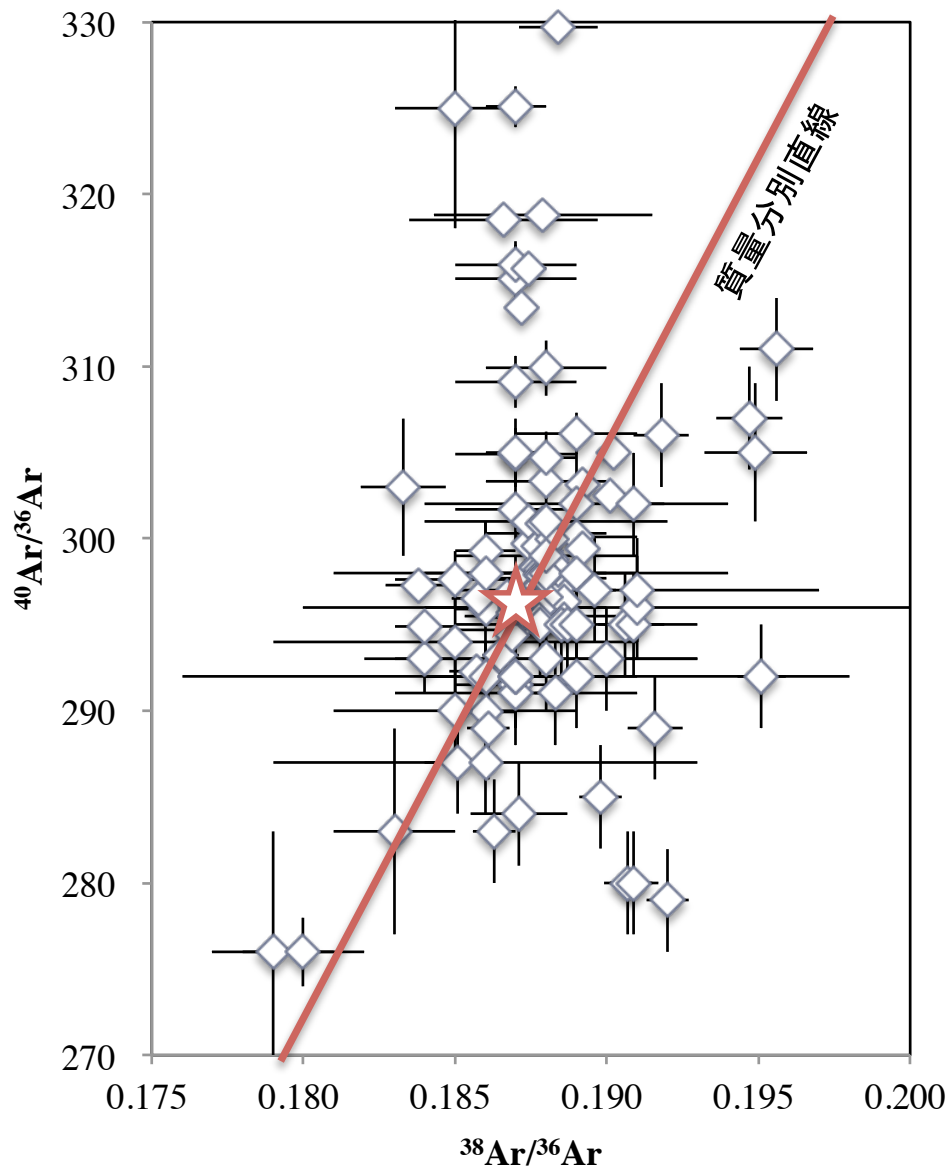


図1. 日本列島の地下水・温泉ガスのアルゴン同位体組成（データは草野ほか，2012による）