

一粒のジルコンのU-Pb年代からマグマ活動履歴を評価可能か？

伊藤久敏*

Can we estimate magma history using a single zircon U-Pb ages?

Hisatoshi Ito*

* 電力中央研究所地圏科学領域, Geosphere Science Sector, Central Research Institute of Electric Power Industry

はじめに

ジルコンを用いたU-Pb年代測定法は火成岩のみならず、堆積岩や変成岩にも適用され、多くの知見をもたらしている。このうち、火成岩を対象とした場合、ジルコンのU-Pb法は閉鎖温度が高い(900°C以上)ことから、その年代は概ねマグマの固結時の年代を示すとされている。ジルコンのU-Pb法でマグマの活動履歴を評価する場合、一般的には多数のジルコン年代から、最も若い年代を示すジルコン粒子群の年代がマグマの最新活動時期と見做されている(例えば, Wotzlaw et al., 2013)。

ジルコンのU-Pb法のうち、LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)を用いる手法は、一回の分析でジルコンの表面から深さ20 μm以上の年代分布を連続的に取得できる特徴を有する。これは、他の手法(TIMS, SIMS)にない特徴である。特に、未研磨ジルコンを用いれば、ジルコンの(最も遅くに晶出した)最外殻から(最も早くに晶出した)中心部(コア)に至る年代情報が取得できることになる。

今回、地球史上最も噴出量が多かったとされる酸性火山岩であるFish Canyon Tuff (FCT)を対象に、LA-ICP-MSにより、①未研磨ジルコンを用いた結晶の最外殻→コアの年代測定を行った後、ジルコンを研磨し、②研磨ジルコンのコア→最外殻の年代測定

を行った。さらに、②で用いたジルコンを対象に、③レーザー径を小さくし、研磨ジルコンのコアとリムの年代を求めた。ここでは、①と②の結果について述べる。

実験と結果

図1に未研磨ジルコンの結果を示す。図1Aに示すように、未研磨ジルコンでは $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 比が時間とともに大きくなる傾向が見られる。従って、U-Pb年代は最外殻で若くコアで古い。30粒の平均で見た場合、リムで約27Ma、コアで約30Maを示した(図1B)。

図2に研磨ジルコンの結果を示す。図2Aは図1Aのジルコンを研磨後、再びレーザー照射を行った結果を示す。 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 比はほぼ一定であるため、コアからジルコンの裏側(底)にかけてU-Pb年代がほぼ一定であることを示し、10粒の平均で見た場合も同様の結果が得られた(図2B)。

考察

以上の結果から、FCTのマグマの活動履歴を推定する。まず、Pb/U比は、試料のPb/U比が一定であったとしても、レーザーの照射時間とともに上昇する傾向があることが知られている(down-hole fractionation)。この効果による見掛けのU-Pb年代をX(単位:百万年=m.y.)とする。次に、ジルコンがコアからリムにかけ

て成長したとし、その間の時間をYとする。
 この場合、未研磨ジルコンでは、
 $X + Y = 3$ (m.y.)であり、研磨ジルコンでは
 $X - Y = 0$ である。従って、 $Y = 1.5$ (m.y.)
 と計算される。

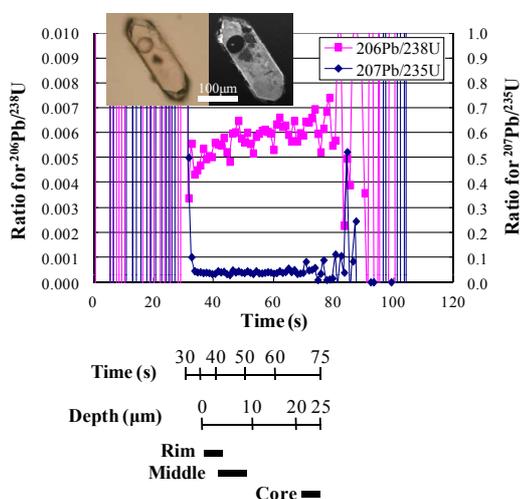
以上より、大雑把な計算ではあるが、FCT
 のジルコンの成長には約1.5 m.y.を要してい
 ると考えられ、従来の説（最大で0.4 m.y.:
 例えば、Wotzlaw et al., 2013）よりもマグ
 マの活動期間が長いことが推定される。今

後、以上のことを③でも検証していく予定
 である。

文献

Wotzlaw, J.-F., Schaltegger, U., Frick,
 D.A., Dungan, M.A., Gerdes, A., and
 Gunther, D., 2013. Tracking the
 evolution of large-volume silicic
 magma reservoirs from assembly to
 supereruption. *Geology*, 41, 867–870.

A



B

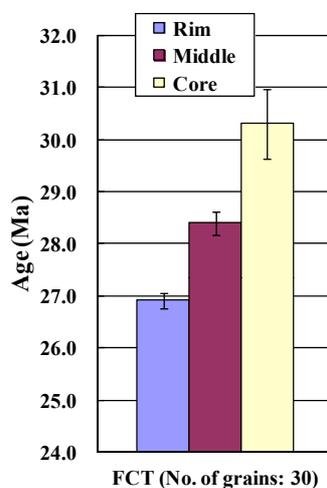
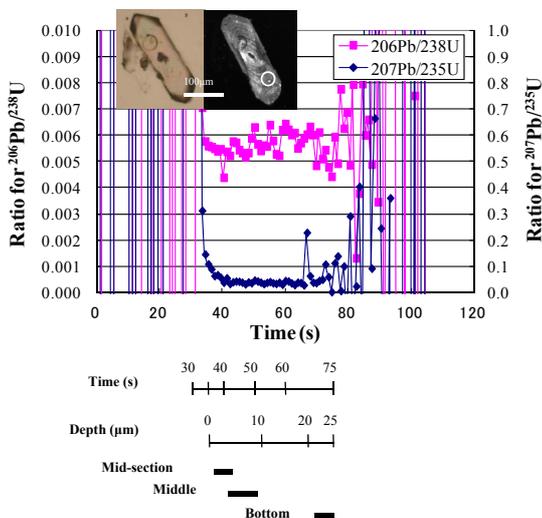


図1. 未研磨のFCTジルコン。A：Pb/U ratio図（生データ）。写真の丸い孔がレーザー照射箇所。B：30粒の平均から求めたFCTのリム、中間、コアの年代。

A



B

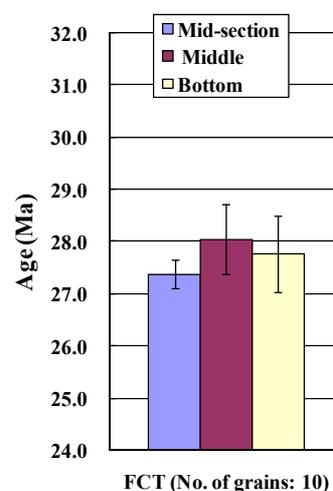


図2. 研磨したFCTジルコン。A：Pb/U ratio図（生データ）。右側のCL画像に示した白丸箇所をレーザーを照射した。B：10粒の平均から求めたFCTのコア（Mid-section）、中間、リム（Bottom）の年代。