

火山学と科学掘削 Volcanology and scientific drilling

中田 節也^{1*}
Setsuya Nakada^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

火山の地下構造は、古くから、地表踏査や火山噴出物に含まれる岩片の解析などから推定されてきた。世界的には、まれに、古い火山の地下構造が浸食されて1km以上の高度差で露出することもある。しかし、そのような火山の地下構造の化石からは、現在活動的な火山のマグマの通路・蓄積場所や温度構造などについての生の情報を得ることはできない。地球物理学的な探査手法（地震波速度構造、電磁気構造、重力分布、宇宙線透視法による密度解析など）で火山の大まかな地下構造モデルを得ることはできる。しかし、それらの手法によって得られる情報には、解析精度や推定されたものの実体に関する問題があり、地下物質の構造や物性などについての詳細な情報を得ることはできない。掘削によって、火山の地下の物質を得るとともに、3次元的な地質構造や温度構造および物性などを理解することは、火山学的に重要なだけでなく、大陸地殻の発達過程という地学的課題や、将来のエネルギーとしての地熱開発に関する課題、さらには、火山災害の軽減や核廃棄物処理に関する課題としても重要である。

火山体掘削はこれまで国内外で数多くなされてきた。その多くが地熱開発によるものであり、その解析結果は火山学的にも利用されてきた。科学目的が中心の火山体掘削としては、これまでハワイ、カリフォルニア州のロングバレー、雲仙火山、アイスランドなどにおいて、陸上科学掘削計画（ICDP）プロジェクトとして数km長の掘削が実施されている。このうちロングバレーとアイスランドの掘削では地熱流体の調査が主なテーマとなっており、ここでも地熱開発との結びつきが大きい。

火山掘削が重要と考える理由は主に以下の5点にまとめることができる。

(1) コア試料、検層、その場観測による、地下の物質科学的実体、物性、応力状態等の把握。地上調査や地上探査では得られない情報が取得できる。雲仙普賢岳の火道の構造や、濁川カルデラ・阿蘇カルデラの成因は掘削なくしては解釈できなかった。また、検層結果を用いて探査結果を再評価する上でも有効。

(2) 火山・マグマ発達史を理解。ハワイや富士山で行われた掘削成果で示されたように、火山の発達過程やマグマの進化、さらには、地殻の発達過程やホットスポットの進化の理解を助けることにつながる。

(3) 火山地域における熱的構造の把握および熱水循環系の理解。葛根田の地熱掘削、ロングバレー探査井掘削、雲仙科学掘削、さらにはクラフラ超臨界流体掘削の結果が示すように、掘削なくして熱的構造や熱水系の詳細な理解はあり得ない。

(4) 掘削坑を用いた火山活動の監視。火山現象の発生源に接近した監視・観測は、火山噴火のメカニズムを理解する上だけでなく、噴火を予測し火山災害を軽減する上でも重要である。特に、マグマ貫入場所や通り道および、火道の周囲環境を理解することも、噴火のメカニズムや推移予測の上でも重要である。

(5) 地球規模で甚大な環境変動をもたらす可能性のある超巨大噴火に対する災害予防。カルデラ噴火による影響は国家どころか人類の存続をも脅かす。そのため、超巨大噴火の前兆現象や環境への影響を深部火山体掘削によって理解しておくことが重要である。

キーワード: 陸上科学掘削計画, 火山地下構造, 火山発達史, 火山観測, 火山防災

Keywords: International Continental Scientific Drilling Program, subsurface structure of volcano, development history of volcano, volcanic observation, volcanic disaster prevention