

比抵抗構造で見る台湾北部・大屯火山群の熱水系 Hydrothermal system at Tatun Volcano Group, northern Taiwan, inferred from resistivity structure

小森 省吾^{1*}; 宇津木 充²; 鍵山 恒臣²; 井上 寛之²; 陳 中華¹; 江 協堂³; 吉村 令慧⁴; 神田 径⁵
KOMORI, Shogo^{1*}; UTSUGI, Mitsuru²; KAGIYAMA, Tsuneomi²; INOUE, Hiroyuki²; CHEN, Chang-hwa¹; CHIANG, Hsieh-tang³; YOSHIMURA, Ryokei⁴; KANDA, Wataru⁵

¹ 中央研究院地球科学研究所 (台湾), ² 京都大学火山研究センター, ³ 国立臺灣大学, ⁴ 京都大学防災研究所, ⁵ 東京工業大学

¹Institute for Earth Sciences, Academia Sinica (Taiwan), ²Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, ³National Taiwan University, ⁴Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, ⁵Tokyo Institute of Technology

台湾北部には、金山断層・嵌脚断層中に形成された20以上の火山体が存在し、大屯火山群と呼称される。七星山は、大屯火山群の中で現在最も活発な噴気・放熱活動を有している。歴史時代に噴火記録がないこともあり、本火山群の活動は終了したものと考えられていたが、比較的若い噴出物の発見 (Chen and Lin, 2002; Belousov et al., 2010)、高い³He/⁴He比を持つ噴気 (Yang et al., 1999; Ohba et al., 2010)、高温物質の存在・流体流動を示唆する震源分布・地震波形 (Konstantinou et al., 2007) から、七星山の深部に潜在的な噴火可能性を有するマグマが存在するのではないかとということが最近になって指摘されている。こうした結果に基づき、大屯火山群の将来の噴火可能性や活動様式について、マグマ脱ガスの観点から拘束条件を与えることを目的に、宇津木・他 (2012, JPGU) は AMT 法による浅部比抵抗構造調査を七星山において行った。宇津木らの研究を踏まえ、本研究では、低比抵抗領域がどの程度の広がりを持っているかを明らかにするため、七星山のおよそ2km北東の馬槽・大油坑 (擎天崗) 地域において AMT 法による浅部比抵抗構造調査を行った。

得られた時系列データは FFT により周波数領域に変換され、Gamble et al. (1979) によるリモートリファレンス処理とともに周波数ごとのインピーダンスを求めた。本観測によって良好なデータが得られた周波数領域は1 - 10,400Hzであった。比抵抗構造解析には、本研究で得られた馬槽・大油坑地域の他に、宇津木・他 (2012) で得られた七星山のデータを併せて用いた。本研究では、Caldwell et al. (2004) の手法による impedance phase tensor ellipse の主軸方向の特性などから、本調査地域を1) 七星山周辺、2) 馬槽温泉・大油坑 (擎天崗) 地域の2つに分けて2次元比抵抗構造を推定することを試みた。構造推定には、Ogawa and Uchida (1996) の ABIC 最小化法インバージョンコードを用いた。得られた比抵抗構造と掘削報告書 (MRSO, 1969, 1970, 1971, 1973)、噴気ガス・温泉水の酸素- 水素同位体比・硫黄同位体比 (Ohba et al., 2010; 大沢・他, 2013)、水準測量による浅部圧力源 (村瀬・他, 2013・I A V C E I) とを比較することで、以下に示すような熱水系の存在が推定された。

七星山直下では、深部から高溶存成分濃度 (~100,000ppm NaCl 等価濃度) の2相流体が供給されており、それが柱状の極低比抵抗 ($\leq 3\Omega\text{m}$) 領域を深度2 - 1kmに形成する。また、本領域に対応した減圧源が見られる。流体の浅部への上昇の過程で気相が液相より分離し、蒸気に卓越した、6 - 30 Ωm 程度の低比抵抗- やや低比抵抗の領域が深度1 - 0.5km程度に形成される。この蒸気卓越領域は、上層の3 Ωm 以下の不透水層により保持され、蒸気の一部は不透水層の切れ目から外部へ直接放出され、地表に小油坑と呼称される噴気地を形成する。また、上昇した蒸気は地表付近を流れる地下水と混合することで、いわゆる steam heated thermal water を生成する。この熱水は地形に沿って浅部 (0 - 1 km深) を流下し、10 Ωm 以下の比抵抗を持つ領域で表される馬槽温泉を形成する。

一方、擎天崗直下では、深部から蒸気に卓越した流体の供給があり、それが深度1km以深に4 - 30 Ωm 程度の低比抵抗- やや低比抵抗領域を形成する。また、本領域に対応する増圧源が見られる。その上層には3 Ωm 以下の極低比抵抗領域で表される不透水層が存在し、気相卓越領域が保持されている。蒸気の一部は北向きに上昇し、大油坑と呼称される噴気地を形成する。

本研究により、気相に卓越した領域が七星山から大油坑・擎天崗にかけた領域に広く分布していることが推定された。本地域では、約6千年前に火山灰放出を伴う水蒸気爆発を経験している (Belousov et al., 2010)。このことは、本地域では少なくとも過去数千年にわたり蒸気が維持されており、依然として水蒸気爆発の危険があることが示唆される。

キーワード: 大屯火山群, 熱水系, 2相領域, 蒸気卓越領域, 圧力源

Keywords: Tatun Volcano Group, Hydrothermal system, Two-phase region, Vapor-dominated region, Pressure sources