

電磁誘導による地震発生場と火山の比抵抗構造イメージング

Electromagnetic Imaging of Seismogenic Zones and Volcanoes

東京科学大学¹, 小川康雄¹

Institute of Science Tokyo¹, ^oYasuo Ogawa¹

E-mail: ogawa.y.f4a7@m.isct.ac.jp

地震や火山噴火現象の理解のためには、その周辺の地殻構造を明らかにすることが重要である。近年これらの現象には、流体の存在が深く関わっていることが認識されつつある。地殻の構造は、地震波・電磁波によって、地震波速度構造・比抵抗構造として間接的に知ることができる。地震波速度が岩石を構成するマトリックスの地震波速度に大きく支配されるのに対して、比抵抗構造は岩石中の空隙に存在する少量の流体の存在とその繋がりに支配されるため、流体を探索するには電磁波を用いる電磁探査が有利である。地殻の深部を探索するには、magnetotelluric(MT)法という自然信号を用いる方法が用いられる。本発表では、最近の事例研究について紹介する。

沈み込むプレートによって発生する地震に関しては、沈み込むプレートとその上面のプレートとの間の固着度が場所によって異なることがわかってきた。この原因として、「流体が存在する低比抵抗部は固着度が低く大地震を発生しにくく、流体が存在しない高比抵抗部は固着度が高く大地震を発生する」という仮説を立てて、ニュージーランド国北島のヒ克蘭ギ沈み込み帯の陸域で稠密な電磁探査によって検証した。プレート面上の高比抵抗部分と、GPS から求まる歪み速度の大きな部分が対応することが示された (Heise+ 2019, 2023)。内陸地震に関しては、断層深部の流体リザーバーが存在することによる歪み集中や、流体リザーバーからの流体放出による地震のトリガーがあることがわかってきた。トルコのアナトリア断層は長さ 1600km の巨大活断層で、巨大地震が東から西に向かって移動しながら進行している。1999 年のイズミット地震(M7.6)の次の地震が、首都イスタンブールの南に広がるマルマラ海で想定されているが、断層が海底に入るために構造が不明であった。海底での MT 測定と 3 次元解析を通じて、マルマラ海下の地殻の流体分布が 3 次元的に明らかになり、マルマラ海中央部の断層固着域の存在が解明された (Kaya+, 2022, 2025)。

活火山に関しては、東北日本で稠密な観測データを解析することによって、最上部マントルのメルトが、島弧に沿ってチャンネル状に連続的に存在すること、それが深度 10km から各活火山に分岐することが 3 次元描像として得られた。地震波速度構造と比較することによってそれより浅い部分には流体が存在している部分があることも明らかになった(Masuda+ 2024)。比抵抗構造と地震波速度構造とを入力として、地殻を構成する岩石・マグマ・メルトを定量的に求める研究も進んでいる (Iwamori+ 2025)。日本のような沈み込み帯の火山ではなく、リフト（プレートの裂け目）にある南極のエレバス火山では、雪上での MT 観測によって、マントルから地殻を貫いて地表に至る低比抵抗マグマがイメージされた (Hill+ 2022)。

以上のように、地殻深部流体の 3 次元イメージングが重要な地球科学情報を提供している。