

電磁アクロスデータの時系列解析

芹田創平¹・小川康雄¹・曾國軒^{1*}・石須慶一¹・國友孝洋²・南拓人³・市原寛²・T.G. Caldwell⁴

1:東京工業大学 2:名古屋大学 3:神戸大学 4:GNS Science *(現在)住鉱資源開発

Time Series Analyses of EM-ACROSS Data

S.Serita¹, Y. Ogawa, K-H Tseng^{1*}, K. Ishizu¹, T. Kunitomo², T. Minami³, H. Ichihara², T.G.Caldwell⁴

1:Tokyo Institute of Technology 2:Nagoya University 3:Kobe University 4:GNS Science

*(currently)Sumiko Resource Exploration & Development Co.

火山噴火予知研究では、マグマや熱水系の存在をイメージし、その時間的な変動を監視観測する事が重要である。比抵抗はマグマ、熱水、粘土鉱物に敏感な物理量であり、電磁気探査によって地下の比抵抗分布やその時間変動を検知することができる。草津白根火山では、これまでMT法探査によって比抵抗構造が解明されてきた(Nurhasan et al., 2006; Matsunaga et al., 2020; Tseng et al., 2020a)。比抵抗構造の時間変化を検出するには、time-lapse MT観測も1つの方法である(Aizawa et al., 2011; Peacock, 2012)が、信号の安定性やノイズ対策のためには、人工電磁信号を利用する方法が有利である(Utada et al., 2007; 日野ほ, 2014; Minami et al.2018)。われわれのグループでは、白根山の南麓に2方向の接地ダイポールを設置し、僅かに周波数の異なるラインスペクトルからなる2つの信号系列を、それぞれ独立な送信機から同時に送信する電磁アクロス(EM-Accurately-Controlled-Routinely-Operated Signal System)送信システムを構築した(Tseng et al., 2020b)。この信号を受信することによって、常時、2系列の信号に対する受信信号が測定可能となり、テンソル電磁探査システムが構築された。

これまで、電磁アクロスデータは、以下の様に解析されてきた(Tseng et al., 2020b)。まず信号の繰り返し周期である100秒を10セットつなげた1,000秒のdata windowを解析の単位とした。ついで1,000秒のデータ窓ごとのデータについて、1次トレンドを除去してcosine-taperをかけたのちに、それをフーリエ変換する。このフーリエ成分をdata windowごとに求めて、それをスタックするのであるが、当然ながらこれにはノイズも含まれている。そこで、ある信号の周波数に注目して、1,000秒のdata windowごとに得られるフーリエ成分を複素平面上にプロットすると、クラスターとそれから外れた異常値認識できる。ここで中央絶対偏差を使って判別して、異常値をスタックから除外する。この結果、良好なデータのみ選択的にスタックすることができる(Tseng et al., 2020b)。一方、データを除外することでスタック数が減少する問題がある。

一方、本研究では、時系列に対して、データを信号成分からなるサイン波と、ドリフト成分との和として表現し、ドリフト成分がスムーズに変動することを制約条件とすることによって、微弱な定常信号を取り出すこととした。講演では、実際に取得されたデータの解析の前段階として、既知の信号に

対して、振幅にして 100 倍程度のノイズを混入させたテストデータを作成し、解析を行いその結果を示した。

参考文献

Aizawa, K. et al., Temporal Changes in Electrical Resistivity at Sakurajima Volcano from Continuous Magnetotelluric Observations, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 199, 165-175, 2011

日野 裕太, 小川 康雄, 神田 径, 長谷 英彰, 関 香織, 草津白根火山における Volcano Loop 観測, 地球惑星科学連合大会、横浜、2014

Matsunaga, Y. et al., Magmatic hydrothermal system inferred from the resistivity structure of Kusatsu-Shirane Volcano, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 390, 106742, 2020.

Minami, T. et al. Temporal variation in the resistivity structure of the first Nakadake crater, Aso volcano, Japan, during the magmatic eruptions from November 2014 to May 2015, as inferred by the ACTIVE electromagnetic monitoring system. *Earth Planets Space* 70:138, 2018.

Nurhasan et al., Two electrical conductors beneath Kusatsu-Shirane volcano, Japan, imaged by audiomagnetotellurics and their implications for hydrothermal system, *Earth Planets Space*, 58, 1053-1059, 2006.

Peacock, J.R., et al., Magnetotelluric monitoring of a fluid injection: Example from an enhanced geothermal system, *J. Geophys. Res.*, 39, L18403, 2012.

Tseng, K-H et al., Anatomy of Active Volcanic Edifice at the Kusatsu-Shirane Volcano, Japan, by Magnetotellurics: Hydrothermal Implications for Volcanic Unrests, *Earth Planets Space*, 72:161, 2020a.

Tseng, K-H et al., A tensor measurement with simultaneously transmitted Electromagnetic Accurately Controlled, Routinely Operated Signal System: utilization of distortionless response tensor, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, July 12, 2020b.

Utada, H. et al., ACTIVE system for monitoring volcanic activity: a case study of the Izu- Oshima Volcano, Central Japan. *J. Volcanol. Geother. Res.* 164, 217-243, 2007.