

SEM037-01

会場:301B

時間:5月26日 10:45-11:00

海域・陸域データを用いた西南日本背弧域の地下比抵抗構造

On the electrical conductivity structure beneath the back arc region of SW Japan based on both land and seafloor data

南 拓人^{1*}, 藤 浩明¹, 笠谷 貴史², 下泉 政志³, 大志万 直人⁴

Takuto Minami^{1*}, Hiroaki TOH¹, Takafumi Kasaya², Masashi Shimoizumi³, Naoto Oshiman⁴

¹ 京都大学理学研究科, ² 海洋研究開発機構, ³ 九州職能大学校, ⁴ 京都大学防災研究所

¹ Graduate School of Science, Kyoto Univ., ² JAMSTEC, ³ Kyushu Polytechnic College, ⁴ Disaster Prevention Research Institute

西南日本背弧域は地震学的にも火山学的にも活動が活発な地域である。2000年に起こった鳥取県西部地震などはまだ記憶に新しい。この地域では地震/火山活動が活発であるのに加え、その様相は非常に複雑である。この地域における30km以浅の震央分布をみると、震央は大山火山の西側では面的、また東側では海岸線に平行に線的分布をしており、大山火山の東西で分布が明瞭に異なる(塩崎他, 2003)。また火山学的には、第三紀のアルカリ質マグマによる隠岐の島や瀬戸内の火山の間に、第四紀のアダカイト質マグマを産する大山火山や三瓶山が存在しており、第三紀火山の中に第四期火山が割って入った形の分布となっていることも特徴的である。

これら地震学的・火山学的特徴を理解するために、地震学、地球電磁気学などの分野では、数多くの研究が行われてきた。西南日本下の地震波構造を示す地震波トモグラフィ(Nakajima and Hasegawa, 2007) や、地下電気伝導度構造(塩崎他, 2003) などが得られており、その結果、西南日本背弧域においては、下部地殻に見られる低速度体や高電気伝導度体が、地震発生メカニズムに強く関連していることがわかってきた。しかし、これまでの研究では、陸上観測データのみを用いている場合が多く、海陸沿岸部地下に存在する低速度体や高電気伝導度体の成因を突き止めるには、沿岸付近の推定精度が不足している。鳥取大学と京都大学をはじめとする共同研究グループはこのことを考慮し、2006年に山陰沖における海底電磁気観測を開始した。この海域観測により、現在では山陰沖計10点における海底電磁場データが得られており、既存の陸域データと併用することで、海陸沿岸域の地下電気伝導度構造が詳細に推定できると期待される。

本研究では、これら海陸共同観測データを用いて、西南日本背弧域における二次元解析を行った。地磁気地電流(MT)法解析において、地下の電気伝導度構造は一般にインバージョンにより推定される。しかし、海陸境界域で任意の実地形を精度良く表現できる二次元、三次元のインバージョンコードは、現段階では存在しない。例えば、よく用いられる Ogawa and Uchida (1996) の二次元有限要素法(FEM)コードでは、海陸データを同時に扱う場合には、海岸線付近の地形を長方形要素で表現しなくてはならないという制約が発生する。そのため本研究では、海陸データの併用と海岸線付近の滑らかな地形表現を目的に、二次元FEM順計算コードの改良と精度の評価を行った。本研究では任意の地形線表現しやすい三角形要素を用いる Utada (1987) の順計算コードを採用し、改良を施した。本研究で行った改良点を以下に挙げる。

(1) Li et al. (2008) の微分法を採用し、応答関数の計算精度を向上させた。

(2) 電場と磁場の座標を別々に与えることを可能にし、電場のみの観測点においても、実際の観測応答に対応する理論応答の計算が可能になった。

(3) Utada (1987) コードに適用できる三角メッシュ生成コードを新たに開発し、海陸境界域における滑らかな地形表現を実現した。

本研究では次に、半円筒を用いた海陸境界における解析解(Ward and Hohmann, 1988)を用いて改良したコードの計算精度を評価した。その結果、計算結果は海陸境界域において解析解と非常によく一致することを確認できた。

本研究ではさらに、改良したコードを用いた二次元モデリングを行い、鳥取県と兵庫県の県境から北に伸びる海陸測線における観測データの解釈を試みた。その結果、RMSが3.3の構造断面が得られ、海岸線付近の地下10-25kmに存在する高電気伝導度体が陸側から沖合約100km辺りまで伸びていること、また沖合200kmの地下50km以深には広く高電気伝導度体が分布することを示唆する結果が得られた。

本発表では、以上で述べた Utada (1987) コードの改良と西南日本背弧域で行った二次元モデリングの結果について報告する。

キーワード: MT法, 電気伝導度構造, 海陸測線, 有限要素法

Keywords: magnetotellurics, electrical conductivity structure, land-sea array, finite element method

SEM037-02

会場:301B

時間:5月26日 11:00-11:15

海底地形効果の3次元海底MTインバージョンへの組み込み Incorporation of seafloor topographic effects into marine 3-D MT inversion

多田 訓子^{1*}, 馬場 聖至², 歌田 久司²

Noriko Tada^{1*}, Kiyoshi Baba², Hisashi Utada²

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京大学地震研究所

¹JAMSTEC, ²ERI, University of Tokyo

In recent years, seafloor magnetotelluric (MT) observation is carried out by using an increasing number of ocean bottom electromagnetometers (OBEMs) not only along a line but also in 2-D array. Thus, imaging electrical conductivity structures under the seafloor in 3-D is now feasible, if we have a capable tool to invert obtained EM responses.

We would like to emphasize that a 3-D treatment is indispensable especially for marine MT, because the electric and magnetic fields observed at the seafloor are heavily distorted by the rugged seafloor topography and the distribution of land and sea which are generally 3-D. It is very important to properly treat the distorted electric and magnetic fields for an accurate estimation of the conductivity structure beneath seafloor that is generally more resistive than seawater by several orders of magnitude. This problem may be solved by making a huge forward calculation covering a sufficiently wide area, but it is not practical simply because of the computational burden. Here we assume that the distorted electric and magnetic fields are separated into long-wavelength (more than a few tens of km) and short-wavelength (less than a few tens of km) components. Then we propose their separate treatment: The long-wavelength parts are incorporated into a 3-D inversion code (WSINV3DMT; Siripunvaraporn et al., 2005), and effects of the short-wavelength topographies are corrected with other 3-D forward code (e.g. FS3D; Baba and Seama, 2002).

The WSINV3DMT is one of 3-D inversion codes that are now of practical use, but the original WSINV3DMT is not applicable to marine MT data because of two reasons. 1) MT responses are calculated only at flat Earth surface. 2) We have to use fine mesh design because an observation site must locate exactly at the center of the top surface of a block, which needs large memory that even a highest performance computer can not handle. We coded an extended version of the WSINV3DMT by solving the two problems shown above so that it can be applied to the marine MT responses. Topographies longer than length of calculation blocks (the long-wavelength topographies) are incorporated into the extended version of the WSINV3DMT by converting the lateral change in volume fraction of seawater and crustal rock in a calculation block into the lateral change in conductivity, conserving horizontal conductance.

For the treatment of the effect for the short-wavelength topographies, we tested two ways through the inversions of synthetic data. In either case, we assume that the effect is expressed as a complex coefficient matrix to the MT impedance tensor for regional structure. The synthetic data is generated based on a real observation array and topography in the Philippine Sea (Shiobara et al., 2009). 1) Correction method: The data is corrected for effect according to Baba and Chave (2005) and then the corrected MT responses are inverted using the extended version of the WSINV3DMT. 2) Incorporation method: We further modified the extended version of the WSINV3DMT to input both MT responses and the topographic effect term which is separately simulated by forward modeling. In the inversion, sensitivity of the full (non-corrected) MT impedance to the conductivity is calculated, neglecting the coupling between the topographic effect term and subsurface structure. Both tests show that the inversions recovered given anomalies (a resistive and a conductive anomalies) beneath the seafloor. However, the second method is found to provide better result than the first one because the second one rather than the first one has good agreements in the amplitude and size of anomalies. In this presentation, results of synthetic test will be presented and the importance of taking into account the topographic effect will be discussed.

キーワード: MT 法, 3次元インバージョン, 地形補正, 上部マントル電気伝導度構造, 海底電位磁力計

Keywords: Marine magnetotellurics, 3-D inversion, Topographic effects, Upper mantle resistivity structure, Ocean bottom electromagnetometer

SEM037-03

会場:301B

時間:5月26日 11:15-11:30

桜島火山の浅部比抵抗構造 - 桜島集中観測データの再解析

Shallow resistivity structure of Sakurajima volcano - Re-analysis of the audio-frequency magnetotelluric data

神田 径^{1*}, 小川 康雄¹, 相澤 広記², 高倉 伸一³, 桜島電磁気構造探査グループ⁴

Wataru Kanda^{1*}, Yasuo Ogawa¹, Koki Aizawa², Shinichi Takakura³, Sakurajima Volcano EM field experiment group⁴

¹ 東京工業大学火山流体研究センター, ² 東京大学地震研究所, ³ 産業技術総合研究所, ⁴ 大学および産総研

¹ VERC, Tokyo Institute of Technology, ² ERI, University of Tokyo, ³ Inst. Geo-Resour. Env., AIST, ⁴ Universities and AIST

平成 19 年度の火山噴火予知事業により、桜島火山における集中総合観測が実施された。桜島電磁気構造探査グループは、集中総合観測の一項目として AMT 法 (audio-frequency magnetotellurics) を用いた浅部比抵抗構造調査を行い、2008 年の連合大会において推定された 2 次元比抵抗断面を発表した (桜島電磁気構造探査グループ, 2008)。しかしながら、予察的な構造解析を行っているなど、構造についての検討が不十分なままであった。今回、再解析を行ったので、その結果について報告する。

測定は、2007 年 10 月 30 日から 11 月 4 日にかけて実施された。桜島火山では、爆発的な噴火を繰り返す南岳山頂火口から 2km 以内が立ち入り禁止となっているため、山体を取り囲むような 3 測線が設定され、山麓の合計 27 観測点で AMT 法による電磁場データが取得された。測定周波数が 1 ~ 10400Hz であるので、地表付近から深さ 1 ~ 2km 程度までの比抵抗構造についての情報を得ることができる。データは概ね良好で、一部の観測点を除いて数千 ~ 2Hz までの周波数帯のデータを用いて解析が行われた。

解析の結果、以下のような比抵抗構造の特徴が明らかにされた。(1) 表層は高比抵抗でその下が低比抵抗という 2 層構造でほぼ近似できるが、山体北側の方が南側よりも高い比抵抗値を示した。(2) 桜島の南東に設定した測線において、1914 年の大正噴火の際に溶岩流を流出した火口から、764 年に溶岩流出したとされる鍋山にかけての領域において、表層付近の高比抵抗領域が厚く分布していることがわかった。(3) 大正噴火時に西側山麓で溶岩流を流出した火口付近では、そのような分布は見られなかった。

これらの結果は、2 次元インバージョンにより得られたものであるが、2 次元構造を測線方向に仮定して解析を行っていた。しかし、Groom-Bailey Decomposition により推定される構造走向は、3 測線ともほぼ南北方向を示した。測線によっては、データが示す構造走向とほぼ直角な方向に 2 次元走向を仮定していたことになる。3 測線は、山体を取り囲んでいるので、全てのデータを矛盾なく説明するためには三次元解析が必要である。以上を踏まえ、本講演では、三次元構造モデルによる検討を加える予定である。

キーワード: 比抵抗構造, 桜島火山, 熱水系

Keywords: resistivity structure, Sakurajima volcano, hydrothermal system

SEM037-04

会場:301B

時間:5月26日 11:30-11:45

MT 連続観測による桜島火山浅部の比抵抗変化 (2010年2月~7月)

Temporal changes in electric resistivity at Sakurajima volcano from magnetotelluric observation (February to July, 2010)

相澤 広記^{1*}, 小山 崇夫¹, 長谷 英彰¹, 上嶋 誠¹

Koki Aizawa^{1*}, Takao Koyama¹, Hideaki Hase¹, Makoto Uyeshima¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ ERI, the Univ. of Tokyo

はじめに

2008年5月から2009年7月にかけて、桜島火山の2観測点で地磁気地電流(MT)の連続観測が行われ、数週間から数か月続く電場・磁場のインピーダンス変化がたびたび検出された(Aizawa et al., 2011, JVGR)。変化の大きさは見掛け比抵抗で ± 20 パーセント、位相で ± 2 度程度であった。観測が行われたのは昭和火口から、東に3.3km離れた黒神地域と、西北西に3km離れたハルタ山であるが、両者の変動は逆相関を示し、また変動開始時期には1週間程度のタイムラグが存在した。以上のインピーダンス変化は降雨では説明できず、地下から上昇してきた揮発性成分が帯水層に混入することによって比抵抗が変化したと解釈された(Aizawa et al., 2011)。しかしながら観測点数の不足や測定した周波数の制約上、変動が桜島のどの位置から始まっているのか明らかでなく、変動メカニズムについても不明な点が多い。本発表では2010年2月~7月の期間に、これまでよりも高周波を観測できる測定装置(metronix社製ADU07)を用い、さらに観測点数を6点に増やし連続観測を行った結果を報告する。

MT 連続観測

2010年2月~7月に昭和火口から約2~3.5kmで火口を取り囲むような配置の6観測点を設置した。Metronix社製ADU07と周期10000Hz~10000秒に感度があるインダクションコイルを用い、地磁気3成分・地電位差2成分を測定した。連続観測の電源は80Wソーラーパネル4枚と充電コントローラ、100Ahのディープサイクルバッテリー3つを組み合わせ使用した。サンプリング周波数は32Hz (15:00~20:00 UT), 1024Hz (17:00~18:00 UT), 及び32768Hz (23:10~23:11)である。

解析

観測点は商用電源からできるだけ離れた場所を選定したが、電場・磁場のスペクトルには60Hz、及びその奇数倍の高調波、3次の低調波が認められた。解析ではこれら人口ノイズの影響を小さくするため、時系列に対しフーリエ変換及び逆変換を用いたFFTフィルタを適用し、60Hzおよびそのharmonics成分をゼロとした時系列を作成した。その後BIRRP(Chave and Thomson, 2004, GJI)を適用し相互リモトリファランス処理によって10000~1Hzのインピーダンス時間変化を求めた。S/N比の目安としてEx, Eyのprediction coherenceを見ると、10~300Hzは概ね0.8を超え、インピーダンスの決定精度が高いことを示唆するのにに対し、その他の周波数帯では0.2~0.8となり誤差も大きい結果が得られた。

結果

現在までの解析においてS/N比が高い10~300Hzに注目すると、見掛け比抵抗で ± 20 パーセント、位相で ± 3 度程度の時間変化が認められる。また、ある観測点で見掛け比抵抗が増加する期間に、別の観測点では減少というように変動の極性は必ずしも全観測点で一致しない。また変動開始時期には1週間程度のタイムラグが存在する。これらの観測事実は全て過去の結果(Aizawa et al., 2011, JVGR)と同様であった。本発表では、さらに精度の高いインピーダンス時間変化を試み、その結果からインバージョンによる比抵抗構造時間変化推定を行い、桜島の比抵抗変動の要因を考察する予定である。

SEM037-05

会場:301B

時間:5月26日 11:45-12:00

Active による伊豆大島三原山の比抵抗構造探査

Survey of resistivity structure of Izu-Oshima volcano by using Active, a kind of CSEM method

長竹 宏之^{1*}, 小山 崇夫¹, 上嶋 誠¹

hiroyuki nagatake^{1*}, Takao Koyama¹, Makoto Uyeshima¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute

ACTIVE is the system proposed for monitoring of resistivity changes in the underground structure of an active volcano (Utada et al.2007). The system consists of a transmitter, that is grounded wire and making alternative pulse DC current, dipole used to generate a controlled transient electromagnetic (EM) field and an array of receivers, that is induction coil and monitoring induction current with 1000Hz sampling, used to measure the vertical component of the transient magnetic field at various distances, with automatic operation of both units. We can estimate the resistivity structure and its changes by requiring response functions, which is the ratio of magnetic field of each sites divided by current of transmitter for each frequency.

We carried out a resistivity survey by using Active over the caldera of the Izu-Oshima Volcano, Central Japan, in January 2011. This survey aimed to monitor temporal changes in underground resistivity structure. At the same time we carried out MT survey there. So we could also compare the result with MT survey. This study will show the result of this survey and required techniques, 3D modeling, inversion and so on.

SEM037-06

会場:301B

時間:5月26日 12:00-12:15

電磁波パルス検出による地中媒質の電気伝導度の算出 Electrical conductivity of sedimentary medium measured by electromagnetic pulses in the earth

筒井 稔^{1*}, 神谷 宗利¹, 中谷 太環¹, 長尾 年恭²

Minoru Tsutsui^{1*}, Munetoshi Kamitani¹, Taka Nakatani¹, Toshiyasu Nagao²

¹ 京都産業大学, ² 東海大学

¹ Kyoto Sangyo University, ² Tokai University

地殻活動に関連していると考えている地中電磁波パルスを確認するために、深さ 100 m のボアホールを確保し、そこに電磁波センサーを挿入して観測研究を続けている。この一連の観測により、地中で検出される電磁波パルスの殆どが雷放電によるものである事が明らかとなった。電気伝導度が高いと予想していた海岸付近（京都大学瀬戸臨海実験所）に構築したボアホール内底部での測定では、地上からの電磁波の減衰が極めて大きい事が確認されたが、それでも雷の多い梅雨時期では一日当たり 10000 個に近い検出個数を確認している。本研究ではこの電磁波パルスを利用して、地中媒質の電気伝導度を求めた。

一般に電磁波パルスが地上から地中に浸入する時、地上で直線偏波をしていても、地中では楕円偏波になる事が多い。そこで本研究では、3 方向磁界成分を検出する 3 軸磁界サーチコイルを深さ 100 m のボアホールの底部と地上の両方に設置し、上下 2 点での電磁波パルスの波形を取得し、その比較を行った。

上下 2 点での計 6 成分の磁界波形の同時検出を必要とするので、16 ビットの多チャンネル高速同時サンプリングの AD 変換器を用いていた。AD 変換開始用タイミングとしては、地下 95 m に設置の東西方向サーチコイルが検出した磁界パルスを用いた。雑音レベルよりも僅かに大きい値をしきい値とし、それを越えた磁界パルスをトリガーとして AD を開始し、32 マイクロ秒のサンプリング周期でデータ取得を行っている。この場合、プリ・トリガーサンプリング方式を採用し、トリガー時刻以前の波形をも得ている。

地上で観測される電磁波パルスの偏波状況と地下 96 m のボアホール内でのその偏波状況は電磁波パルスの入射角度によって異なってくる。垂直入射では地上および地中の両方で直線偏波を示すが、斜め入射の場合は、地上で直線偏波であっても、地中では楕円偏波を示す。波形から地中媒質の電気的パラメータを求めるためには、上下 2 検出点では同一偏波状況である事が必須であるので、本研究のためには、地上および地中で直線偏波をしている垂直入射波の波形のみを選んで解析した。

本観測装置で検出した雷放電パルスの波形を見ると周波数 5.1kHz 付近の成分が卓越している事が判った。ボアホール内の地下 95m で検出された波形の振幅は地上でのそれに比べて 1/22 となっており、位相に関しては約 83 マイクロ秒の遅れとなっていた。垂直入射の電磁波の場合、媒質中を伝搬する電磁波の振幅の減衰状況や位相の遅れを表わす式は簡単になり、その式を用いて厚さ 95m の表層部分での電気伝導度を 0.067 S/m と算出した。

この電気伝導度を用いてその層中での電磁波の伝搬速度を計算すると光速の 1/345 である事が判った。この速度で 95 m を伝搬すると位相の遅れはほぼ 83 マイクロ秒となり、2 点で検出した波形間に現れた遅れ時間と一致した。この事からこの方式で算出された電気伝導度は妥当である事が証明された。これにより、更に深いボアホールを構築して、深さの異なる複数の位置に 3 軸磁界サーチコイルを設置しパルス波形を取得し、同様の解析をすれば、深さの異なる地層での電気伝導度を求める事ができる。

地中の深い領域での電気伝導度を求める方法としては、本研究が現在行っている地中起源の電磁波パルスの検出とその波源位置を特定する方法がある。この研究は複数の観測点を確保し、地中で励起した電磁波パルスを同時に検出すると共に、夫々で算出された電磁波パルスの到来方位の交点から、波源の位置を特定し、地殻活動と電磁波パルス励起の関係を明らかにしようとするものである。この場合、電磁波パルスの波源位置から夫々の観測点までの距離は異なるため、その距離差と検出波形の時間差から波源位置近傍での伝搬速度が算出でき、その結果としてその位置での電気伝導度を求める事ができる。

キーワード: 電磁波パルス, 地中媒質の電気伝導度算出, ボアホール内電磁波検出

Keywords: electromagnetic (EM) pulses, measurement of electrical conductivity, detection of EM waves in a borehole

SEM037-07

会場:301B

時間:5月26日 12:15-12:30

山崎断層系安富断層・暮坂峠断層の AMT 探査 (2010 年東測線)

An audio-frequency magnetotelluric survey along the 2010-East-profile across the Yasutomi and Kuresaka-touge faults

山口 寛^{1*}, 窪田 高宏², 上田 哲士³, 村上 英記⁴, 加藤 茂弘⁶, 大志万 直人⁵

Satoru Yamaguchi^{1*}, Takahiro Kubota², Satoshi Ueda³, Hideki Murakami⁴, Shigehiro Katoh⁶, Naoto Oshiman⁵

¹ 大阪市立大学大学院理学研究科, ² 大阪市立大学理学部地球学科, ³ 神戸大学大学院理学研究科, ⁴ 高知大学理学部, ⁵ 京都大学防災研究所, ⁶ 兵庫県人と自然の博物館

¹Graduate School of Sci., Osaka City Univ., ²Faculty of Science, Osaka City Univ., ³Graduate School of Science, Kobe Univ.,

⁴Faculty of Science, Kochi Univ., ⁵DPRI, Kyoto Univ., ⁶Museum of Nature and Human Activities

1. はじめに

山崎断層系は、岡山県美作市から兵庫県三木市にかけて北西-南東方向に 80km 以上にわたってのびる西南日本を代表する活断層系である。活動時期の違いから北西部 (大原断層, 土万断層, 安富断層, 暮坂峠断層) と南東部 (琵琶甲断層, 三木断層) に区分されている (活断層研究会, 1991)。本研究をおこなった安富断層・暮坂峠断層は、両者ともに確実度 B の断層である (岡田・東郷, 2000)。歴史的には 868 年に播磨地震 ($M=7.1$) が発生したと報告されており (岡田ほか, 1987), また、現在も多くの微小地震が発生している (渋谷, 2004)。

活断層に沿って顕著な低比抵抗帯が存在することは、世界に先駆けて、山崎断層系安富断層において、地殻比抵抗研究グループ (ERGAF) によって見いだされた (ERGAF, 1982)。その後、同様の低比抵抗帯の存在が世界各地で報告されている (例えば, Unsworth et al., 1997; Yamaguchi et al., 2002, 2010; Ritter et al., 2005)。

本講演では、2010 年夏に行った安富断層・暮坂峠断層の AMT 探査 (audio-frequency magnetotelluric survey) の探査概要と予察的な結果について報告する。

2. 安富断層・暮坂峠断層東部の AMT 観測

安富断層・暮坂峠断層東部をほぼ南北に横切る約 15km の観測測線を設定し、この測線上の 9 地点で AMT 観測を行い、8 地点で観測データを得た。また、Remote reference 解析を可能にするために、観測測線の中央から北東に約 20km 離れた笠形山を参照磁場点として、同時に観測を行った。

解析ソフトウェアパッケージ (SSMT2000) を用いて幅広い周波数帯域 (10,400Hz ~ 0.35Hz) の MT 応答関数を算出した。この中で信頼性が高いと判断された周波数の MT 応答関数のみを以降の解析に用いた。比抵抗構造の次元とその走向を判定した後、TE, TM 両モードの見かけ比抵抗値と位相差を元に、平滑化拘束付き 2 次元比抵抗構造解析プログラム (Ogawa and Uchida, 1996) のコードを用いて断層を横切るプロファイルの地下比抵抗構造モデルを求めた。

現時点で得られているモデルは、(1) 安富断層と暮坂峠断層の間の表層付近、(2) 安富断層の地表位置の南側約 1km 付近、(3) 暮坂峠断層の地表位置の南側約 1km 付近に位置する 3 つの低比抵抗領域で特徴づけられる。

キーワード: 電気伝導度構造, 活断層, 地磁気地電流法

Keywords: conductivity, active fault, magnetotelluric

SEM037-08

会場:301B

時間:5月26日 12:30-12:45

Network-MT 法データによる九州地方の広域比抵抗構造の推定 - 沈み込み帯での火山形成イメージング -

Resistivity Structure beneath Kyushu by the Network-MT Data: Imaging of the Volcanic Formation along the Subduction Zone

畑 真紀^{1*}, 大志万 直人², 吉村 令慧², 上嶋 誠³

Maki Hata^{1*}, Naoto Oshiman², Ryohei Yoshimura², Makoto Uyeshima³

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, ² 京都大学防災研究所地震防災研究部門, ³ 東京大学地震研究所

¹ Graduate School of Science, Kyoto Univ., ² DPRI, Kyoto Univ., ³ ERI, Univ. of Tokyo

九州地方の地形を区分し特徴付けるものは、中央部をほぼ東西に走る中央構造線と南北方向に存在する火山フロントである。九州の基盤岩類は、中央構造線を境に南北で異なる。また、火山フロントは、フィリピン海プレートの沈み込みと関連して形成されており、第四紀の火山のほとんどは、この火山フロントに沿って存在する。さらに、九州に沈み込むフィリピン海プレートは、北部と南部で形成年代に差があり、その沈み込む角度も異なる。このようなことから、九州地方の大規模な地下構造の解明は、火山形成やその要因の理解にとって重要であると考えられる。

本研究のデータ取得に用いた Network-MT 法 (上嶋, 1990) は、Magnetotelluric (MT) 法と同様に、地磁気変動を信号源として地下に誘導された自然電場変動を計測し地下の構造を捉える方法である。Network-MT 法観測では、電極に NTT の通信局舎アースや独自に設置した電極を用いる。さらに、電極をつなぐケーブルには、NTT の通信回線 (メタル線) 網を用いて、数 km ~ 数 10km という長基線で電位差変動の測定を行っている。また、Network-MT 法による探査深度は、扱う周期がおおよそ 1 ~ 10000 秒であるため、上部マントルに至る広い範囲をカバーする。よって、沈み込むプレートや火山の深部構造といった大規模構造を知るのに最適の観測方法といえる。

使用したデータは、広域的な地下の構造を推定する目的で 1997 ~ 1998 年の期間に取得された観測データと、火山や断層といった局所的な構造の時間変化の検出を目指し 1993 ~ 1995 年の期間に取得された高密度観測 (雲仙・阿蘇・霧島地域) データである。これらのほぼ九州全域にわたる広範な地域で観測されたデータを活用し、沈み込むプレートと火山フロントに沿って存在する火山との関連を電磁氣的イメージングの立場から推定した。2 次元比抵抗構造解析には、2 次元インバージョンコード REBOCC (Siripunvaraporn and Egbert, 1999) を使用した。また、海陸分布の影響だと考えられる不整合な 2 次元解析の結果を補完する意味で、Network-MT 用に改良された 3 次元インバージョンコード WSINV3DMT (上嶋, 2007) を使用した 3 次元比抵抗構造解析も実施した。

得られた比抵抗構造モデルの特徴は、「火山帯の下部に低抵抗な領域が存在し、その低抵抗は背弧側深部から連なる。沈み込むフィリピン海プレートは、高抵抗である。前弧域の地殻下部に高抵抗な領域が存在する。」ことであった。また、この特徴は、大局的に九州地域の沈み込み領域の南部と北部で同様であり、さらに、沈み込み帯における火山形成について、沈み込むプレート年代の違いを考慮して Iwamori (2007) が提唱した背弧側から火山フロントへの水循環 - マグマ供給システムにより理解できるのもであろう。今回は、得られた比抵抗構造モデルから考察した九州におけるプレートの沈み込みと九州北部と南部の火山下での比抵抗構造の詳細について報告する。