

電気伝導度構造が示唆するプチスポットメルトの起源 Origin of the petit-spot melt suggested from electrical conductivity structure

馬場 聖至^{1*}, 阿部 なつ江², 平野 直人³, 市來 雅啓⁴
Kiyoshi Baba^{1*}, Natsue Abe², Naoto Hirano³, Masahiro Ichiki⁴

¹ 東京大学地震研究所, ² 独立行政法人海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域, ³ 東北大学東北アジア研究センター,
⁴ 東北大学大学院理学研究科地震・火山噴火予知研究観測センター

¹ Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ² Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ³ Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, ⁴ Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Tohoku University

北西太平洋のプチスポットは約 130 Ma と非常に古い太平洋プレート上に生じた若い火山活動で、アルカリ玄武岩を噴出した小規模な海丘群として分布する。プチスポットは、プレート境界に関連した火山やホットスポットとは異なる新種の火山活動と考えられている。この成因を調査するために、様々な地球物理学的・地球化学的な共同調査が立ち上げられた。我々は、2005年の5月～8月および2007年の5月～2008年8月に、合計9観測点で海底電位磁力計 (ocean bottom electromagnetometer; OBEM) を用いた電磁気探査を実施し、7観測点で良好なデータを取得した。これに2003年7月～2004年11月にかけて別のプロジェクトで取得された2観測点のデータを加えて、9観測点の電磁場データを解析した。まず全観測点のデータを平均的に説明する1次元電気伝導度構造モデルを求めた。1次元構造解析においては、Baba et al. (2010) の手法を用いて海陸地境界と海底地形の効果を適切に取り除いて、より尤もらしいモデルを構築した。この1次元構造モデルを初期モデルかつ先見モデルとし、3次元インバージョン解析を実施した。インバージョンは、WSINV3DMT (Siripunvaraporn et al., 2005) を海底 MT データ用に拡張した Tada et al. (2012) のプログラムを用いた。したがって、海底地形および海陸境界がモデルに組み込まれている。

得られた3次元電気伝導度構造モデルは、以下の特徴を示す。1) 北緯 37.5 度、東経 149.8 度のプチスポット火山群 (湯川海丘群) 周辺のリソスフェアは周囲よりも電気伝導度が高い。電気伝導度値は深さ約 70 km で約 0.003 S/m である。この特徴は、鉛直断面図においては低電気伝導度層がプチスポット周辺の海底下でその周囲に比べて薄くなっている様子として確認できる。2) 深さ約 200 km をピークとする高電気伝導度層 (約 0.1 S/m) は、湯川海丘群直下に孤立しているのではなく、観測海域の広い範囲に分布する。ただし湯川海丘の北西側は比較的低電気伝導度である。チェッカーボードテストおよびフォワードモデリングテストからは、これらの特徴はデータにより比較的良好に分解できているものと考えられる。

電気伝導度値は、適切な仮定の下でオリビンやメルトの電気伝導度測定の結果を適用することで、温度構造やメルト量に変換することができる。本研究では、Hirschmann (2010) に基づき、オリビンおよびメルトへの水や二酸化炭素の分配とマントルペリドタイトの相平衡を考慮して、マントルの部分溶融条件とも整合的な温度およびメルト量を電気伝導度値より見積もった。その結果、湯川海丘下深さ 200 km の電気伝導度は、含水ペリドタイトとごく少量 (0.004-0.033%) の含水ケイ酸塩メルトで説明できるが、そのときの温度は 1600~1720 と非現実的に高い。一方マントルが二酸化炭素を含むとすれば、より現実的な温度 (1400) で 0.25% の炭酸塩メルトで電気伝導度を説明できる。プチスポット玄武岩は発泡度が高く、水に加えて二酸化炭素も豊富に含んだことが見積もられており、電気伝導度の解釈と矛盾しない。以上の議論より、高電気伝導度異常の分布は、アセノスフェアが部分溶融しており、プチスポット活動によってメルトがリソスフェア内に上昇したことを示唆していると考えられる。

キーワード: プチスポット, 北西太平洋, 電気伝導度, 海底電位磁力計, マグネトテルリック法

Keywords: petit-spot, northwestern Pacific, electrical conductivity, ocean bottom electromagnetometer, magnetotellurics