

Magma transport along structure boundary in the upper crust: Insight from Broadband Magnetotelluric surveys in Unzen volcano

アグニス, トリアハディニ

<https://hdl.handle.net/2324/4495998>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (理学) , 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名	Agnis Triahadini			
論 文 名	Magma transport along structure boundary in the upper crust: Insight from Broadband Magnetotelluric surveys in Unzen volcano (上部地殻におけるマグマの移動：雲仙火山における広帯域 MT 観測からの示唆)			
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授	相澤広記
	副 査	九州大学	教授	松本聡
	副 査	九州大学	准教授	松島健
	副 査	北海道大学	教授	橋本武志

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

地盤変動や地質学的研究から、活動的火山地下には多くの場合、複数のマグマだまりが存在していると考えられている。マグマは、深部マグマだまりから浅部マグマだまりへと移動し、最終的には地表へ噴出する。マグマだまりの存在場所やマグマの上昇経路は GNSS 観測等により地下に推定された地盤変動の圧力源の場所をつなぐことで推定することができる。これまでに推定されてきたマグマの上昇経路は多くの場合、単純な鉛直方向ではなく、45° 程度の斜め方向であることが多い (Lerner et al., 2020)。その一方で、最新の地質学的知見では、火山地下には結晶度が高く動くことができないマッシュ状マグマが大量に存在し、噴火に寄与するマグマはその中央部を鉛直に上昇すると推定されている (Cashman, 2017)。この地質学的知見から得られたマグマ供給系の描像と、地盤変動から得られているマグマ供給系の描像は必ずしも一致していない。また、45° 程度の斜め方向へのマグマ上昇についても、地下構造不均質の効果や、火山体の加重の効果が提唱されているものの、その理由は明らかではない。

マグマ供給系を探るために地下構造を推定することは有効である。大量のマグマが蓄積されている領域は地震波低速度、地震波高減衰、低電気比抵抗領域としてイメージングされることが期待できる。過去の研究では地震波低速度領域と低比抵抗領域の存在場所は、大まかに一致するという報告例が多かったが、近年の地下構造の高空間解像度化に伴い、両者が一致しない例が報告され (Cordell et al., 2018, Bowles-Martinez and Schultz, 2020)、マグマ供給系と地下構造の関連や、地下構造の解釈について考え直す必要性に迫られている。また、地盤変動源から推定されるマグマ上昇経路と、地下構造の関連については報告例がほとんどないのが現状である。

以上のような研究背景の中、研究者は 1990–1995 年に 0.2 km³ のマグマを噴出した雲仙火山の比抵抗構造を推定し、雲仙火山地下のマグマ供給系について独自のモデルを提唱した。雲仙火山を対象とした理由は、1991 年噴火直前の明瞭な震源の移動と、1991-1995 年の地盤変動により、雲仙火山西側の橘湾地下深さ 10km 以深から雲仙岳へ向かって斜め 45° で上昇するマグマの移動経路がほぼ確定されており、比抵抗構造との比較を行える点である。第 2 の理由は、島原半島とその周囲に展開されている地震観測網から地震波速度構造が推定されており (Miyano et al., submitted)、比抵抗構造と比較できることにある。研究者は修士課程から博士課程の 4 年間を通じて、雲仙火山が位置する島原半島において広帯域 MT 観測を実施し 99 観測点においてデータを取得した。得ら

れた観測データを最新の手法により解析することにより地下 15km までの高空間解像度の 3 次元比抵抗構造を推定した。

得られた比抵抗構造の主要な特徴は、雲仙岳直下の海拔下 3~15 km に 100-3000 Ωm 程度の円錐状の巨大な高比抵抗領域が存在し、その上部、深さ 3~7 km には 2 つの 1-10 Ωm 程度の低比抵抗が存在しているという点である。地盤変動と震源の移動から推定されたマグマの上昇経路は、高比抵抗体、およびその上部に位置する低比抵抗体、いずれとも一致せず、両者の境界付近と一致した。地震波速度構造との比較からは、高比抵抗領域が低 V_p 領域と空間的に一致している一方、低比抵抗領域には顕著な速度異常は存在しないという予想外の結果が得られた。研究者は円錐状の高比抵抗-低 V_p 領域について、岩石学的研究から推定したメルトの比抵抗値と流体連結度モデルの計算を行い、5%以下とメルトの存在量が極めて低く、固結しかかっているマグマだまりであると解釈した。また、その上部に存在する低比抵抗領域はマグマ上昇経路と一致しないことから、マグマだまりではなく塩水やグラファイトが存在する比較的低浸透率な領域と解釈した。研究者は固結しかかっているマグマだまりの上部境界には破碎が発達して高浸透率となっており、マグマの通り道として機能するという考えを提案した。

研究者が提案したマグマ上昇と地下構造との関係性は新規なものである。固結しかかっているマグマだまりの上部に沿ってマグマが上昇するという考えは、噴火に寄与するマグマはマッシュ状マグマだまりの中央部を鉛直に上昇するという地質学的研究で現在主流となっている考えに一石を投じる成果である。以上のモデルは充実した観測データと注意深い解析に支えられたものであり、信頼性が高いと評価できる。研究者は以上の成果を博士論文および 1 件の投稿論文として科学的にまとめ上げた。修士課程の成果については筆頭著者として国際誌に出版されている (Triahadini et al., 2019)。以上のことから研究者として独立できる能力があると評価できる。

よって、本研究者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。