

雲仙掘削井を利用したサイスミック・トモグラフィの検討

Numerical experiments for seismic tomography using deep holes planned at Unzen volcano

中村 めぐみ [1], 林田 智宏 [1], # 竹中 博士 [1], 清水 洋 [2], 鈴木 貞臣 [3]

Megumi Nakamura [1], Tomohiro Hayashida [1], # Hiroshi Takenaka [2], Hiroshi Shimizu [3], Sadaomi Suzuki [4]

[1] 九大・理・地惑, [2] 九大・理・島原地震火山観測所, [3] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ., [3] Shimabara Earthq. and Volcano Observatory, Kyushu Univ, [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ

『雲仙科学掘削プロジェクト』では、掘削井を利用したサイスミック・トモグラフィが予定されている。本研究の目的は、プロジェクト実施に先立ち、最も効果的な成果を得るための掘削位置及び測定装置の配置とはいかなるものかを検討することである。そのため、既知の情報から予想される雲仙火山の地下構造モデルを作成し、サイスミックトモグラフィの数値実験を行った。作成したモデルをもとに受振点及び振源を配置し、差分法を用いて計算した理論記象から観測走時を得て、観測方程式をたてた。特異値分解を用いて観測方程式を解析し、掘削位置及び測定装置について検討した。

約200年ぶりに噴火を再開した雲仙火山は、噴火活動が収束するまでの間に大量の溶岩を噴き出し、普賢岳山頂付近に溶岩ドームを形成した。この噴火現象は、地球物理学・地質学・地球化学・測地学等の様々な方面から観測や研究が進められ、マグマ上昇・噴火モデルに大いなる進歩をもたらした。ここでさらに科学的発展を追究するためには、雲仙火山を良く知り、精度の高いモデルを構築するための実質的検証が必要である。そのために雲仙火山において科学掘削を行い、それを中心とした噴火機構などの実態解明に関する調査を行うこととなった。この『雲仙科学掘削プロジェクト』は現在計画中であるが、固体地球科学において科学掘削は有力な手段であり、その実証的研究への応用も必要とされている。研究への応用の一例として、掘削井を利用したトモグラフィ探査を行うことにより地下構造を解明することが挙げられる。だが、ある程度は得られる結果の予測をつけて計画を立てなければ、むやみに掘削しても意味がない。

本研究では、トモグラフィ探査のひとつであるサイスミックトモグラフィを用い、雲仙火山を対象とした数値実験を行った。数値実験では、既存の情報から予想される雲仙火山の地下構造モデルを作成し、それをもとにしてトモグラフィ解析を行った場合、掘削位置や地震計・人工振源の配置の仕方によってどのような推定地下構造結果が予想されるかを検討した。

普賢岳山頂の溶岩ドームと、山頂から60度ほど西へ傾斜して存在すると考えられる火道とをターゲットと定め、それぞれの地震波速度を予想し、ターゲットを含む地下断面を単純化することによって仮想構造モデルを作成した。この仮想モデルをもとに、地形や掘削井の状態を考慮したうえで受振点や振源を配置し、トモグラフィ探査を行うと想定した。まず差分法を用いて各受振点における理論記象を計算し、これからP波の初動を読み取り、これを観測初動走時データとした。続いて、雲仙火山下の対象断面をセルに分割することによって離散化した。トモグラフィでは各セルの速度は一定とし、初期モデルは均質構造を仮定した。線形の最小二乗法を用いて各セルの速度（またはスローネス）の初期モデルからのずれを求めた。最小二乗法には特異値分解法を用いることにより、解として可能な構造モデルの空間パターンについて調べた。その結果、このパターンは地下のターゲットの形状や向きに対しても大いに関わることがわかった。実際のトモグラフィ探査において最も効果的な成果を得るための掘削位置及び測定装置の配置とはいかなるものかを考察するには、今回の数値実験で用いた特異値分解法による検討は有効である。