

霧島火山で観測される地震波減衰異常波形：薄いシル状シートモデルによる波形説明の試み

Anomalous seismic attenuation waveforms observed in Kirishima volcano: trial to explain by thin sill-like sheet model

山本 圭吾 [1], 井田 喜明 [2]

Keigo Yamamoto [1], Yoshiaki Ida [2]

[1] 京大・防災研, [2] 東大・震研

[1] D.P.R.I., Kyoto Univ., [2] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo

霧島火山直下には、周波数依存性を持つ地震波減衰領域が推定され、この特徴の説明に薄いシル状のシートを地震波が通過するモデルが提唱されている。本講演では、この様なシートの厚さやシート内の物性の違いが通過する地震波形に与える影響について考察し、このモデルで観測減衰波形の説明を試みる。解析の結果、概ね観測波形の再現に成功した。その時、周りの岩石のP波速度を6km/sec、密度を2.5g/立方cmとすると、シート厚約100m以下、P波速度約1.5km/sec、密度約1g/立方cmという結果を得た。得られたパラメーターの値は、非常に発泡したマグマまたは水などの存在を示唆するが、検討の余地が残されている。

霧島火山においては、地震観測波形中に減衰を強く受けたものが存在することが従来から知られている。及川・他(1994)は、霧島火山周辺で起こる近地地震波形の減衰の度合いを定性的に分類し、減衰波線の地理的分布から地震波減衰領域が韓国岳(霧島火山中央部)直下に存在することを示唆した。Yamamoto and Ida (1997)は、霧島火山で観測されたやや遠地地震波形に対し、バンドパスフィルターを通して周波数帯を限った波形のP波初動振幅をデータとしてトモグラフィを行い、P波減衰構造を周波数帯域ごとに求めた。その結果、P波を顕著に減衰する領域が韓国岳直下の深さ3~8km程の所に存在し、またこの領域は8Hz付近の周波数帯域のP波を選択的に減衰することを明らかにした。彼らは、上記の減衰を説明するモデルの1つとして薄いシル状のシートを地震波が通過するモデルを提唱している。本講演においては、この議論を更に進め、このようなシートの厚さやシート内の物性の違いが、それを通過する地震波形にどのような影響を与えるのかをモデル計算する。また、結果を霧島火山で実際に観測された減衰地震波形と比較し、このモデルでそれらの波形がどれだけ説明できるかを検討する。

モデルとして、P波速度 v_0 密度 ρ_0 の媒質中に水平に薄く広がる厚さ a のシル状のシート(内部では、P波速度 v_1 密度 ρ_1)に地震波が垂直に入射することを考える。地震波は、シートの上面および下面それぞれにおいて反射および透過する。入射波のエネルギーは、シート内部と外部の間のインピーダンスコントラスト $z = (\rho_1 \cdot v_1) / (\rho_0 \cdot v_0)$ の値に応じて反射波および透過波のエネルギーに分配される。シートに入射した波は、シートの両面で反射と透過を繰り返し、上面からシート外部に透過した波を重ねあわせたものが最終的な透過波として観測される。すなわち、インピーダンスコントラスト z に応じて振幅が減少した波が、 $2a/v_1$ の整数倍の時間差で重ね合わされる。シートの厚さがシート内部での地震波の波長と同程度に薄いとき、重ね合わされた透過波は干渉をおこし、周波数成分が変化する。上記のパラメータにさまざまな値を与え、それらに応じて透過波がどのような波形になるかを検証した。

次に、霧島火山に展開されている定常地震観測網において観測された減衰波形を、上記のモデルで説明することを試みた。減衰波形の特徴としては、P波初動振幅が減少するのに加えて、その周波数成分が減衰しない波形と比べて変化する。霧島火山から見て南方深部、西方、東方から到来する3つの地震について解析を行った。これらの地震の震源は霧島火山から十分遠方(100km程度)であるので、各観測点間での発震機構や距離減衰による波形への影響の違いは小さいと考えられる。そこで、入射波はそれぞれの地震について減衰領域を通らずに観測された観測点の波形をガウシアンで近似したものを仮定した。この入射波に対し、上記のパラメーターを試行錯誤的に変え透過波を計算、観測された減衰波形をなるべく再現するパラメーターの組み合わせを探した。その結果、概ね観測波形を再現することができることがわかった。また、そのときのパラメーターとして周りの岩石のP波速度を6km/sec、密度を2.5g/立方cmとすると、シートの厚さ約100m以下、P波速度約1.5km/sec、密度約1g/立方cmという結果を得た。得られたパラメーターの値は、非常に発泡したマグマまたは水などの存在を示唆するが、検討の余地が残されている。

今後は、減衰波形の事例を増やし、パラメーターの確度を上げてゆきたいと考えている。また、他のモデルと比較検討を行い、より現実性を反映した議論を行っていく予定である。

謝辞：本研究にかかる費用は東京大学地震研究所共同利用(課題番号1997-G0-16)により賄われた。記して感謝いたします。