

桜島人工地震構造探査にみる地震波モード変換・エネルギー分配

Mode conversion and energy partitioning revealed by an active seismic experiment at Sakurajima volcano

山本 希 [1]; 西村 太志 [1]; 井口 正人 [2]; 筒井 智樹 [3]

Mare Yamamoto[1]; Takeshi Nishimura[1]; Masato Iguchi[2]; Tomoki Tsutsui[3]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 京大・防災研; [3] 秋田大, 工学資源

[1] Geophysics, Science, Tohoku University; [2] SVO; [3] Akita Univ.

火山は地殻において最も不均質性の強い場のひとつであり、その不均質の様相・成因を理解することは活火山における流体移動など各種プロセスの解明の一つの手がかりになると考えられる。一方、不均質媒質中においては、地震波はその伝播過程において散乱の影響を強く受けることとなり、特に火山体のような強い不均質場においては多重散乱が地震波エネルギー伝播を大きく支配することとなる。著者はこれまで2006年に実施された浅間山構造探査稠密観測によってとらえられたエネルギー伝播の時空間分布などを用いてP/S波のモード変換・多重散乱による地震波伝播過程の様相を明らかにし、火山浅部の散乱パラメータの定量化を進めてきた(山本・佐藤, 2008年連合大会)。しかしながら、これまでの解析ではP/S波の分離が不十分であり、観測記録からのP/Sモードのエネルギー比の直接推定が課題として残されていた。

そこで本研究では、2008年11月に桜島において実施された人工地震構造探査(為栗他, 本大会)に並行して3成分地震計アレイ観測を行い、P/Sモードの分離・波動伝播過程におけるエネルギー分配の定量化を試みた。本構造探査では桜島内外において屈折法解析用8点・屈折法解析用7点の発破が行われたが、このような発破による人工震源はP波放射が卓越するため、S波放射が卓越する自然地震に比べモード変換・分離がより明瞭となり本研究に適したものである。伝播エネルギーのモード分離を行うためには、波動場の発散・回転を得る必要があるため、本観測では3成分地震計(Mark Products/Sercel L-22D, 固有周期2Hz)を用いた4点からなる小スパンアレイを一辺約10mの正方形に展開した。各地震計は手掘りによる埋設とし、その出力は増幅後DATAMARK LS-7000を用いて1kHzサンプリング連続収録を行なった。地震計の特性差の影響を最小限とするため、各地震計の特性は観測現地および回収後の二度Signal-coil calibration法(Rogers et al, 1995)を用いて検定を行った。

アレイ観測によって得られた発破記録は継続時間10~20秒に渡るコーダ波に特徴付けられるものであったが、P/Sモードの分離の結果、P波初動直後からS波エネルギーが急速に増大し、初動後約2秒にはP/S波のエネルギーが逆転し、時間とともにエネルギー比が平衡状態へ遷移する様子が明らかとなった。この振舞いは、浅間山と同等の散乱パラメータをもつ媒質中における多重等方散乱・変換を輻射伝達理論に基づき予測した結果と良い一致を示し、桜島浅部における強い不均質性とその不均質による強いP/Sモード変換の存在を示唆する。また本観測では震央距離約50km、深さ約150kmで発生した自然地震(M3.8)や複数の火山性地震も観測されたが、これらは震源放射特性の差異・SP変換の影響を反映し、そのエネルギー分配は人工地震とは異なる平衡過程を示した。一方、観測された平衡状態におけるP/Sエネルギー比は $E_s/E_p = 5 \sim 7$ であり、その比は周波数依存性を示した。この結果は、今後のより詳細な解析により浅部速度構造が推定できる可能性を示唆する。

これらの結果は、不均質性の強い火山体における地震波動伝播においてモード変換が重要なファクターであることを改めて示すとともに、得られたエネルギー分配・その時間変化は活火山における地震波干渉法や擬似反射法の適用妥当性を検討する基礎データとなると考えられる。

謝辞: 本研究は火山体構造探査の一環として実施させていただきました。関係各位に御礼申し上げます。