

薩摩硫黄島で観測された周期的微動の成因に関する一解釈

A MODEL FOR PERIODICAL SIGNALS OBSERVED AT SATSUMA-IWOJIMA VOLCANO, JAPAN

大湊 隆雄[1]

Takao Ohminato[1]

[1] 東大震研

[1] ERI

薩摩硫黄島は、九州南部に位置する活動的な火山島である。山頂火口からの大量の SO₂ ガス放出や火山灰の放出、微動などが観測されることから、地表浅部のマグマと熱水系の存在が示唆されている。

薩摩硫黄島において 1997 年に行なわれた広帯域地震観測により、特異な周期的地震波形が観測された。観測波形の最大の特徴は、周波数帯域毎に異なる周期変動が観測される点である。1 - 40 Hz の周波数帯域(中帯域)においては、微動振幅の周期的変動として観測される。その振幅変動は、15 分程度の時間でゆっくりと振幅の増加する相と、30 分程度の時間でゆっくり振幅の減少する相の 2 相が交互に現れることによって特徴付けられる。40 Hz より高い周波数帯域(高帯域)でもやはり周期的振幅変動が見られるが、その様相は大きく異なる。高帯域の変動は中帯域の変動と完全に同期しているものの、振幅の急速な立ち上がりとそれに続く 15 分程度のゆっくりとした振幅減少によって特徴付けられる。0.2 Hz より低い周波数帯域(低帯域)では、超長周期(VLP)の地震波パルスが観測される。この VLP パルスは高帯域、中帯域の周波数帯域の変動と完全に同期している。パルス幅は約 5 秒であり、それぞれのパルス波形はほぼ相似である。高帯域、中帯域に見られる振幅変動と低帯域のパルス発生は完全に同期しており、46 - 50 分程度の極めて一定した周期性を有することから、空間的に離れていない領域における非破壊的な周期的震動源の存在が示唆される。

薩摩硫黄島の実地形を考慮し、点震源を仮定した VLP パルスの波形インバージョンを行った。その結果、観測されたパルス波形は、山頂火口下極浅部に位置する傾いた円筒状の震源が急速に膨張することにより説明されることが示された。震源の地震モーメントはおよそ 10^{11} Nm である。

3つの周波数帯域における特徴的な波形を説明するために、浅部帯水層のすぐ下に位置する傾いた円筒状の水ポケットとそれから地表へつながるガスの通路からなるモデルを提案する。低浸透性の岩を通じて、上の帯水層から水ポケットへ水がゆっくりと供給される。水ポケットとガス通路の間は圧力によって開閉するバルブをはさんでつながっており、水ポケット全体はマグマあるいは高温の火山性ガスにより加熱されている。

VLP パルスの発生は過熱したポケット中の水が急速に気化する際に発生する。ポケット内の圧力が急増することにより、バルブが開きポケット内の水蒸気が流出を始める。これが高帯域の微動振幅の急速な立ち上がりに対応する。くびれを持つ通路を通る蒸気の流れが高帯域の微動を励起する。流量はポケットと地表を結ぶ通路の入り口と出口の圧力差に対応すると考えられるから、高帯域の微動振幅の低下はポケット内圧力の低下を表すと考えればよい。圧力があるレベルまで下がると、バルブが閉じてガスの流れは遮断される。中帯域の微動振幅の包絡線は、振幅が増加する領域では上に凸であり、振幅が減少する領域では下に凸である。これはパルス状の電圧を印加された抵抗 - コンデンサ直列回路に流れる電流の振幅変化が持つ特徴に一致する。従って、電気回路におけるパルス状の印加電圧、抵抗、コンデンサがそれぞれ、バルブの開放により通路にかかる圧力、くびれを持つガスの通路、通路途中のガス溜まりに対応すると考えれば、中帯域に見られる振幅変動の特徴は説明できる。

蒸気を放出しバルブが閉じられたポケットには周囲の低浸透性の岩を通じて水が徐々に供給される。再び過熱状態になるまでが、次のサイクルへの準備段階である。