

## 火山体地下の時間的・空間的变化の能動監視 - 波形シミュレーションによる能動監視の可能性評価

### Feasibility study for the active monitoring of the temporal change and spatial movement of a magma reservoir beneath a volcano

# 鶴我 佳代子 [1]; 笠原 順三 [2]; 藤井 直之 [3]

# Kayoko Tsuruga[1]; Junzo Kasahara[2]; Naoyuki Fujii[3]

[1] 日本大陸棚調査 KK / 東大海洋研; [2] 日本大陸棚調査; [3] 静岡大・理・客

[1] JCSS/ORI; [2] JCSS; [3] Geosci., Shizuoka Univ.

#### <はじめに>

本研究は、火山における噴火メカニズムの解明および予測に向けた常時能動監視の実現を目指す。地震や噴火の際の地下の微小かつ急激な状態変化の予測には、連続的な能動監視が有効である。その為には、地下構造の精密なマッピングと、地下を常時能動監視できる手段が必要である（鶴我ほか, 2006; Kasahara et al., 2006）。構造のマッピングは、人工震源（火薬やエアガンなど）や自然地震を用いて多くの研究がなされている。例えば、東海沖～中部日本爆破探査では、海洋プレートからの反射波の検出（Iidaka et al., 2003）などの成果を得ている。また、主な火山では構造探査が行われ、構造の概略がわかってきた（例：伊豆大島、岩手山、富士山など）。火山体深部からの強反射体の存在も示唆されている（例えば、Matsmoto and Hasegawa, 1996）。

一方、熊沢ほか（2000）は、常時能動監視の手法としてアクロスの開発を進めてきた。弾性波送信システムでは、すでに2年以上の連続送信を行い、ほぼ実用化の段階に達した（国友・熊沢, 2004）。2004-5年には、このシステムを用いた東海地域でのプレート監視のための受信実験を行った（Kasahara et al., 2004）。人工爆破記録解析から得た2次元速度構造モデルを用い計算された波相との照合で、地殻内の屈折波、プレートや地殻内部反射帯からの反射相を捉えることに成功した（Tsuruga et al., 2006）。このことは、アクロスが地下深部のターゲットの監視に対しても有効であることを期待させるものである。

そこで本研究では、このアクロスを火山地下の常時能動監視に適用したいと考え、事前評価として、数値シミュレーションによる地下のマグマ溜りからの地震波伝播の定性的・定量的評価を試みる。

#### <モデルによる数値シミュレーション>

Larsen (2000) により開発された有限差分法を用い、マグマ溜りを想定したモデルにおける地震波伝播や観測波形を検討する。モデルは、火山表層の高減衰体を模擬する実際の特徴に近いものを最終モデルと考えるが、ここでは、水平多層構造内にマグマ溜りを模した低速度体（層）を想定した単純なケースから紹介する。

地殻モデルは、幅 150km、厚さ 30km の島弧型地殻を想定した。マグマ溜りは、モデル空間の中央（距離 75km）の深さ 9 km を中心に、(A) 薄いシート状のマグマ溜り（幅 10km、厚さ 0.5km）、(B) レンズ状のマグマ溜り（幅 6km、厚さ 3km）を仮定した。溜り内の地震波速度は 2.0km/s または 3.0km/s の場合を計算した。震源は、マグマ溜りの中心より 10km 離れた地表の地下 30m に、等方（爆破）震源またはアクロス震源を想定した水平方向の単一力を設定した。ただし震源時間関数は、4 Hz のゼロ位相リッカ - ウェーブレットを使用した。

#### <結果>

モデル A と B について得られた結果は次のとおり：

1) モデル A と B、いずれの場合にも、マグマ溜り上面からの大振幅の S 波の反射および変換波、比較的小振幅の P 波の反射波が観察される

2) 走時・振幅の出現の仕方は、マグマ溜りの形状と位置に依存する

3) 反射波振幅は、マグマ溜り内と周囲の地震波速度のジャンプが大きいほうが顕著になる

4) 大振幅を持つ S 反射波は、マグマ溜りからのオフセット距離が特定の場所（ここでは 10km 付近）で出現する

5) 水平方向の単一力で励起した場合の S 反射波の振幅は、爆破震源のそれよりも顕著である

6) 深さ 9 km にあるマグマ溜りからの S 反射波の特徴は、水平成分より鉛直成分に現れる

これらの結果は、マグマ溜りの形状や物性や深さ・周辺の火山体内部の構造によって、観測走時や波形が大きく異なることを示し、実際の記録を観察する上で有効な情報となる。特に、顕著な S 波反射の出現は、火山において、アクロスのような S 波を励起できる震源の有効性を示すものと考えられる。さらに、地震波の伝播する媒質の物性、特に、表層に強い減衰の層を仮定したモデルでは、観測波形はより複雑な様相を呈することから、表層の減衰効果も観測の事前評価には不可欠であることがわかった。

#### <まとめ>

火山は、繰返し噴火によって複雑かつ強い減衰を有し非常に不均質な構造をもつことから、地下のマグマ溜りの監視を行うには、（人工）震源や受信点の種類・配置・観測方法などのデザインが重要なキーになる。本研究では、マグマ溜りを想定した低速度体をもつ幾つかの構造モデルについて観測波形と波動伝播の様子を検討した。その結果、地下の状態の変化とマグマ溜りの位置によって生じる観測振幅のバリエーションは、震源と受信点アレイのデザインの重要性を

示し、かつ、アクロスのような人工震源による連続的なリアルタイム能動監視の高い有効性を示唆するものとなった。