

氏 名	おく やま さとし 奥 山 哲
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3001 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学位論文題目	Application of SAR Interferometry to Detection of Local Deformation in Izu-Oshima (SAR 干渉法の伊豆大島における局所的変動検出への応用)
論文調査委員	(主 査) 教 授 竹 本 修 三 助教授 福 田 洋 一 教 授 橋 本 学

論 文 内 容 の 要 旨

D-InSAR (Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry: 差分合成開口レーダー干渉法) は、広範囲の地殻変動の面的特徴を把握できる衛星測地技術である。申請者はこの手法を伊豆大島に適用し、1992—1998年に JERS-1 衛星で得られた23ペアの L-band 画像データの詳細な解析から、伊豆大島の火山活動と関連した地殻変動の推移を検討した。D-InSAR 技術は地上の観測点を必要とせず、また、その空間分解能が約 10m と水準測量や GPS 観測に比べて格段に優れていることから、地上からのアクセスが困難な火口周辺などの局所的変動の監視に適した技術である。

伊豆大島はフィリピン海プレート上、ユーラシア、太平洋両プレートとの境界に位置する日本でも有数の活火山であり、最も新しい噴火イベントは、1986-87年に起こり、三原山 (A 火口)、三原山北のカルデラ底 (B 火口列)、カルデラ外西北部 (C 火口列) から噴火した。1986-87年噴火に伴う主だった噴出物は、A 火口から北西のカルデラ底に溶岩流、火口周辺にスコリア丘 (CA)、B 火口列からは北東、北西、及び北方向への溶岩流、C 火口からは元町に向かう北西方向の溶岩流が見られた。噴火以降の GPS 観測からは島全体の膨張、また、水準測量からは島の南東部および C 火口列上で局所的な沈降が検出されている。

本論文では、JERS-1 SAR データの解析から、島全体の膨張を示すパターンと、カルデラ内に3つのピークをもつ沈降のパターンを見だした。これらのうち、島全体の膨張と A 火口付近の沈降については点震源モデルによって説明が可能である。グリッド・サーチによって求めた変動源のパラメータは、島全体の膨張については変動源の位置が三原山の北方約 2km、深さ 4.8km で、体積変化は $1.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ であった。また、A 火口付近の沈降については、変動源の位置が A 火口直下の深さ 900m で、体積変化は $-7.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ であった。スコリア丘上の沈降パターンは、線状の収縮源により説明可能であり、その深さは 500m、体積変化は $-4.2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ となった。これらの変動パターンを元の干渉画像から除去すると、B 火口列から北東に向かう溶岩流 (LB I) 上の沈降が残った。なお、時間間隔の長いペアでは植生のある地域でのノイズの影響が強いため、パラメータの推定にあたっては、画像を小領域に分割し、その中で相関の高い点を評価に用いることでノイズの影響を軽減した。

得られた変動パターンのうち、島全体の膨張は地下のマグマ溜りへのマグマの蓄積、A 火口付近の沈降は貫入した岩脈の沈降もしくは収縮で物理的に説明可能である。しかし、スコリア丘上の沈降は、その速度が観測期間を通じてほぼ一定であり、このような大きな体積変化率を弾性変形モデルで説明するのは難しく、熱弾性による変動の可能性が考えられるが、SAR の分解能をもってしてもこの2つを得られた変動パターンから区別することは困難である。これが D-InSAR の現時点の限界と考えられる。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

伊豆大島を含む国内外の活火山では火山活動のメカニズム解明をめざした地球物理学的研究のほか、防災上の観点からも

各種の計器を用いた地殻変動が行われている。しかし水準測量や GPS 観測などの地上観測では、その性質上、一点の詳細な変化を追うには適していても、空間的な変化を捉えるには分解能が十分ではない。この点、D-InSAR（差分合成開口レーダー干渉法）は、数 10m という非常に高い空間分解能で地表変動のパターンを検出することができるため、従来の地上観測ではわからなかった局所的な地殻変動を明らかにすることが可能となる。さらに、D-InSAR の手法は、地上の観測点を必要としないことも火山活動をモニタリングする上で大きな長所である。

申請者は、D-InSAR 技術の手法を伊豆大島に適応し、1992—1998年に JERS-1衛星で得られた23ペアの L-band 画像データの詳細な解析から、島全体の膨張を示す変動パターンと、カルデラ内に3つのピークをもつ沈降のパターンを明らかにした。

まず、マグマ溜りへのマグマの蓄積を反映する島全体の膨張については、変動源の位置を三原山の北方約 2km、深さ 4.8km に特定し、体積変化を $1.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ と見積もっている。この結果は、これまで伊豆大島で行われてきた地質学的及び地球物理学的研究とも整合性がある。さらに、カルデラ内の局所の変動に関して、A 火口付近に沈降域が存在することを見出し、その変動源は A 火口直下の深さ 900m に位置し、体積変化は $-7.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ であることを推定した。この変動パターンは、貫入した岩脈の沈降もしくは収縮で物理的に説明可能であることを示した。これらの結果から、植生のない地域で空間スケール 1-2km の現象であれば、それより変動量の小さい地殻変動も D-InSAR 技術を用いて定量的な議論が可能であることを明らかにした。さらに、時間間隔の長い D-InSAR 画像のペアでは植生のある地域でのノイズの影響が強いため、パラメータの推定にあたっては、画像を小領域に分割し、その領域内の相関係数を考慮してノイズの影響を評価するなど、D-InSAR の解析方法についても新たな試みを行っている。

以上述べたように、本申請論文は、JERS-1 衛星で得られた伊豆大島の D-InSAR データを用いて、詳細な解析を行った結果、島全体に及ぶ広域地殻変動のみでなく、火口周辺の局所の変動パターンも明らかにしたことで、D-InSAR 技術の火山研究への有効性を示した。また、植生のある地域でノイズの影響を軽減するための解析方法についても多くの新たな知見を与えており、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文および参考論文に示されている研究業績のほか、関連する分野について試問を行った結果合格と認めた。