

氏名 Asep Saepuloh

主論文審査の要旨

《本文》

本論文は、マイクロ波を用いた高度なリモートセンシング技術である合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar: SAR) に注目し、地球観測衛星と航空機搭載 SAR データの新しいデータ解析法の開発と活火山への応用に関する一例の成果を纏めたものであり、緒論と結論を除く 5 つの章から構成されている。世界で最も危険な活火山の一つであるインドネシア・ジャワ島中部のメラピ火山、および日本の代表的な活火山である桜島を研究対象に選んだ。マイクロ波は雲を透過するので SAR は全天候型のリモートセンシングであり、熱帯域の火山や常時噴煙を伴う活火山の観測に適している。

第 1 章では、研究の背景と目的、本論文に関連する従来の SAR リモートセンシング研究のレビュー、SAR の特長、および研究対象地域の地質や解析に用いた SAR データなどを述べた。

第 2 章では、JERS-1 と RADARSAT 衛星によるメラピ火山周辺の SAR データを用い、後方散乱強度から火砕流堆積物の分布域を詳細に抽出できる画像処理法を開発した。これを 1996~2006 年までの 10 年間の SAR データに適用したところ、分布域はメラピ火山西側斜面に限定され、火砕流の流出方向は南西から西方向へと時計回りに回転していることを明らかにできた。抽出結果の妥当性は現地での岩石サンプリングと地質調査によって検証した。また、この流出方向の変化は基盤岩の構造、火道の東側への傾斜、および浅部と深部の 2 つのマグマ溜まりの存在によって解釈できることがわかった。

第 3 章では、光学センサによる ASTER 衛星データと SAR データとを組み合わせ、データの相関構造を考慮した空間分布モデリング法である地球統計学、および画像融合法を用いてメラピ火山での熱水変質帯の分布を明らかにした。さらに変質の大きさも推定できるようになり、火道から分岐した熱水湧出の経路と湧出の程度が解釈できた。これはメラピ火山の活動推移を把握するのに役立つ。

第 4 章では SAR の後方散乱強度データから表層地質を分類するのに適した手法を開発した。光学センサでは分光反射率データが得られるので、光学センサ画像は表層地質の識別に有効であるが、熱帯域では対象火山が雲で覆われている場合が殆どである。SAR は全天候型であるが、主に地表面の凹凸に支配される後方散乱強度は表層地質との関連は弱く、従来は妥当な画像分類結果を得ることができなかった。そこで、第 3 章と同様に光学センサによる Hyperion データと SAR データとを組み合わせ、ベイズ理論に基づいた分類法を適用したところ、植生に厚く覆われた箇所でも火砕流堆積物、溶岩、ラハールなどの分布を抽出することが可能になった。

第 5 章では桜島の航空機 SAR データを用い、第 4 章で開発したベイズ理論に基づく分類法と偏波信号解析法を適用した。その結果、地表の凹凸に関連した地形分類が可能になり、光学センサ衛星画像として代表的な Landsat ETM+ データよりも溶岩分布域が詳細に抽出でき、流出の新旧も判定できるようになった。光学センサ画像とは異なって、SAR データによれば植生下の地質も推定できることが確かめられた。現地調査により、地形分類結果の妥当性を検証できた。

第 6 章では、同一シーンにおける観測日の異なった SAR 衛星データの可干渉性に注目し、差分干渉処理によって噴火活動に伴う地形変化の抽出を行った。メラピ火山において最大規模であった 2006 年の噴火を対象とし、噴火前後の ALOS PALSAR データに差分干渉処理を適用したところ、火口西側で広域的に数十 cm 程度の隆起を明らかにできた。Mogi モデルを用いることで、この地形変化から噴火に伴うマグマ溜まりの圧力変化が算定できた。

第 7 章の結論は、各章で得られた成果を総括した。

以上、本論文は活火山における表層地質、地形、地殻変動の特徴抽出のために、SARデータの新しいデータ解析法を提唱するとともに、その応用によって活火山の火道やマグマ溜まりの構造、地質構造などに関して新たな知見が得られたという独創的、特色ある研究であり、学術的に十分価値あるものと認められる。各章の内容は火山学の分野では権威があり、インパクトファクターも高い国際誌への査読付き論文1編、地熱分野では最も権威があるWGCを含む査読付き国際会議論文7編などに掲載され、高い評価を受けている。したがって、本審査委員会は、本論文が学位を授与するに十分な内容を有していると判断した。

審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当教授	小池 克明
審査委員	複合新領域科学専攻生命環境科学講座担当教授	嶋田 純
審査委員	環境共生工学専攻広域環境保全工学講座担当教授	尾原 祐三
審査委員	環境共生工学専攻社会環境マネジメント講座担当教授	北園 芳人