

火山活動解析手法の高度化をめざして — マグマの動きをとらえる —

地震火山研究部 山本 哲也

1. はじめに

火山噴火の仕組みが未だ十分に解明されていない現状では、噴火予知は過去の噴火に関する経験則に頼らざるを得ない部分が多い。2000年に相次いで起きた、北海道の有珠山と伊豆諸島の三宅島の噴火では、過去の噴火活動がよく調査されていたために、噴火に先立って発生した火山性地震などを検知し、噴火前に緊急火山情報を発表し住民に避難を促すなど、噴火予知にこれまでにない成功を収めた。しかしながら、噴火後の活動推移の予測が難しいことも広く認識された。このことは、経験則を重視した噴火予知の限界を示すものであり、地下のマグマの活動を表すモデルの構築と、それに基づく噴火予知が必要であることを示している。

この有珠山・三宅島の噴火を契機に、気象庁は、全国4カ所に火山監視・情報センターを設置し、管内の火山に関する観測データの集中監視を行う体制を整え、それまでの火山性地震や噴煙などの表面現象の観測に加え、GPSや傾斜計などの地殻変動観測、地磁気の観測など観測項目の多角化と強化を図っている。

このような状況に鑑み気象研究所では、各種の観測データを用いて火山活動を総合的に評価する手法の開発、経験則に加え火山噴火の物理的モデルに基づく噴火予知の実現を目指し、特別研究「火山活動評価手法の開発研究」(平成13年度～平成17年度)に取り組んでいる。今回は中心的な課題として取り組んでいる地殻変動の有限要素モデルを中心に成果を紹介する。

2. 特別研究「火山活動評価手法の開発研究」

2.1 地殻変動観測

地下のマグマの動きを示すと考えられる地殻変動は色々な時間空間スケールを持っているが、微小な変化までを効率的に検知するためには、観測点の配置や観測機材に特に工夫が必要となる。

特別研究では、最近火山活動に活発化の兆しがある霧島山を観測対象の中心に選び、GPSや傾斜計による地殻変動観測を実施している。微小な地殻変動まで観測するために、小型の観測装置を火口近傍に設置した。そのような状況の中で2003年12月から霧島御鉢火口では噴火活動が活発化し、火口周辺で火山性微動が観測され、微動の発生と同時に火口が収縮するような微小な傾斜変動が観測された(図1)。これは新噴気孔からの噴気が強まったために地下の圧力が減少して発生した現象とみられる。

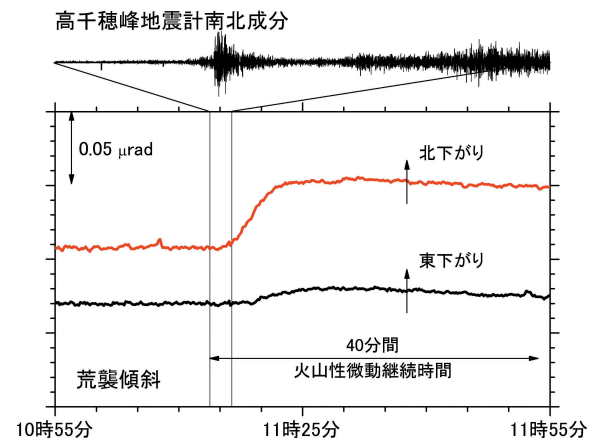


図1 2003年12月12日の霧島山荒襲(あらし)観測点の傾斜変動。御鉢火口付近の火山性微動と対応して発生した。

2.2 火山の地殻変動の精密な解析

2.2.1 地殻変動量の計算手法改善

地下のマグマの状態を把握し、噴火予知に結びつけるためには、地殻変動観測による結果を詳細に解析し、正確に評価する必要がある。これまでは観測データが少なかったため、解析は単純でおおまかなモデルをもとに進められていたが、地下のマグマの動きや量を正確に知るには、多数の観測データとそれに見合った精密な解析方法を取り入れる必要がある。特別研究では、従来火山学分野ではあまり用いられていなかった有限要素法の適用に取り組んでいる。有限要素法を用いることにより、火山特有の複雑な地形や地下構造を考慮した地殻変動の解析が初めて可能になる(図2)。ここでは、地殻変動や地下構造についての情報が豊富な三宅島と伊豆大島についての解析結果を紹介する。

2.2.2 三宅島の例

三宅島の山体や火口の近似地形とともに、地震波の伝搬から推定された地下構造を与えた有限要素モデルを作成して計算を行った。その結果、従来の方法に比べ、同じマグマ溜まりがある場合でも地殻変動が大きくなることがわかり、特に水平方向の変動について違いが顕著であることがわかった。三宅島の主要なGPS観測点がある海岸線近くの変動量を調べると、倍近い違いも認められる。また、推定されるマグマ溜まりの深さにも、30%ほどの違いを生じることがわかった。さらに、

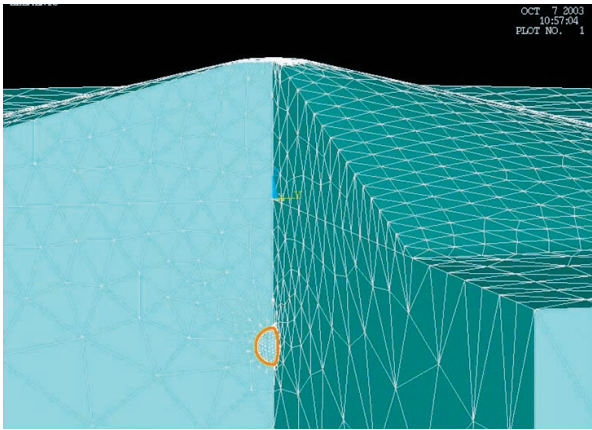


図2 有限要素モデルの例

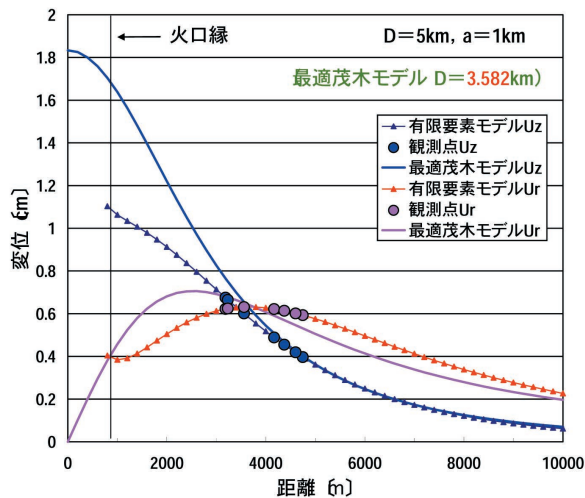


図3 三宅島を例にした地殻変動の比較。横軸：火口からの距離、縦軸：地殻変動量。地下構造、地形を考慮した有限要素法によって求めた地殻変動（▲）と従来の単純なモデルによる地殻変動（実線）は、観測点付近（●）で類似していても、火口付近の様子は大きく異なっている。

解析方法だけでなく、観測点の配置など観測方法の工夫も重要であることも示された(図3)。

2.2.3 伊豆大島の例

伊豆大島では、1986年11月の規模の大きい噴火後今日に至るまで、地下でマグマの蓄積が進み島全体が膨張する地殻変動が続いていることが知られている。1998年から実施しているGPS繰り返し観測により、詳しい地殻変動の様子が見えている。観測された地殻変動は複雑であり、単純なマグマ溜まりの存在では説明出来ないことから、実地形を取り込んだ有限要素モデルによって、様々な圧力源を仮定しての計算を行った。その結果、観測された地殻変動が三つの圧力源でうまく説明できることがわかった。深さ7kmに存在する深部の球状圧力源、深さ2-3kmにある岩脈状の圧力源、山体内部の海拔0mよりも高い場所にある極めて浅部の球状の圧力源である。深部の圧力源や岩脈状の圧力源では圧力が増加しており、浅部の圧力源では減圧している。これらが、伊豆大島の複雑な地殻変動を作り出していると考えられる(図4)。

3. まとめ

これまでの研究から、地形や地下構造を含んだ有限要素モデルを用いることで、火山の精密な地殻変動が推定できるようになってきた。三宅島の例では、解析の際に地下構造や地形を考慮することの重要性が改めて確認された。伊豆大島の例では、マグマの蓄積が進んでいる場所など火山活動監視をする上で重要な知見が得られた。

これらの成果を気象庁の火山監視業務に生かしていくためには、現象が観測されてからすぐに解析結果を出すなど実践面での工夫が必要となる。今後手法の改善等を進め、全国の火山の活動監視に活用されるよう努めたい。

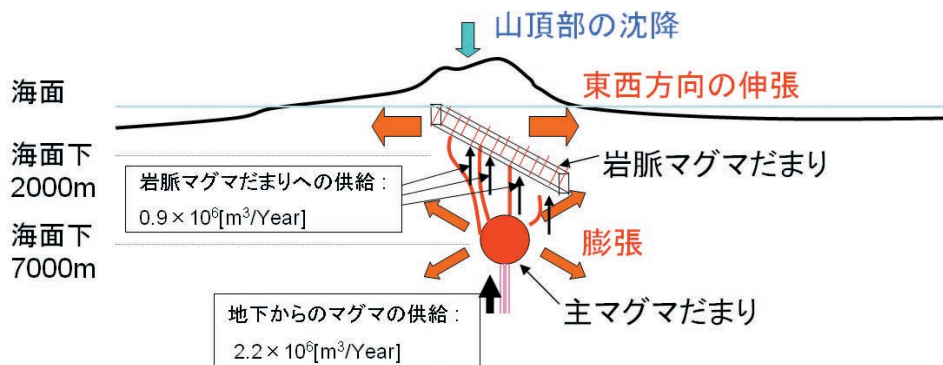


図4 推定された伊豆大島のマグマ供給システム