

新規研究課題提案書

1. 研究課題名：新規研究課題名を記入
地形・地下構造を組み込んだ火山性地殻変動の力源推定に関する研究
2. 研究制度名
特別研究
3. 研究期間：平成28年 4月 ～ 平成31年 3月 （3年間）
4. 課題分類
(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究
5. 研究開発の背景・必要性

2014年9月の長野県・御嶽山や2015年5月の口永良部島で発生した噴火、2015年箱根山・大涌谷の火山活動の活発化等を受け、国内の火山噴火災害軽減へ向けた対策の必要性が迫られている。こうした噴火災害を軽減するためには、地下にあるマグマ等の火山性流体の状態（位置や挙動）を事前に正確に把握することが必要不可欠である。地殻変動は、マグマ等の挙動を直接的に反映する観測量であり、火山活動を評価する上で最も重要な要素の1つである。こうした地殻変動の情報を使い、地下のマグマ等の位置・挙動を正確に推定することは、火山活動の的確な評価につながり災害の軽減に資すると期待される。

地殻変動とその原因となる地下の力源の位置・膨張量は、ある関係式により結び付けられるため、地殻変動データから地下の状態を定量的に推定することができる。これまでの地殻変動の力源推定では、計算精度や速度の制約等から、地形や地下構造を単純化した理論式に基づく推定が行われてきた。しかし、近年の研究では、地形の起伏や地下構造の不均質性が地殻変動に影響することが指摘されており、より正確な推定のためには、これらを考慮した解析が不可避である。特に、火山のごく浅部にマグマが貫入するような緊迫した事態が発生した場合には、その位置を定量的に正確に把握することが重要な状況であるにもかかわらず、従来の手法では力源よりも低い位置にある観測点の地殻変動計算が不可能となる問題が顕在化する。GNSSやSAR等の観測技術が高度化され、山頂域の変動も高い時空間分解能や計測精度で捉えられるようになってきた中、これら高度化された観測データの情報を生かして、より正確な力源の推定を可能とすることは喫緊の課題である。

課題の克服には、実地形・不均質な地下構造を組み込んだ解析が必須である。発生源の推定の際にはしばしば、解析解・差分法・境界要素法等で計算される地殻変動が用いられるが、これらの手法では上記の効果を全て組み込んだ計算は不可能である。このような背景の下、有限要素法は、計算対象が複雑な形状や物性を持っていても、計算可能であるという利点を持ち、上記課題を解決する有効な手段である。連続体の変形の問題に強い特長を有しており、地殻変動のような静的な変形の計算に最適である。一方で、力源推定を含めた地殻変動解析への適用には、幾つかの技術的課題もある。有限要素法では、計算精度を上げるためには、細かい要素へと分割する必要があるが、要素分割から変形計算までの一連の処理には多大な労力及び計算コ

ストを必要とする。また、有限要素法を用いた力源推定では、位置やサイズの多数の組み合わせパターンから最適な解を探索していく必要があるが、位置やサイズを変える度ごとに領域全体の要素分割が必要になり、現状では計算効率の悪さが推定の大きな障害の1つとなっている。さらに、力源パラメータの推定は非線形性の強い逆問題であるが、有限要素法で計算した地殻変動データを利用しての解法は未だ発展途上である。地殻変動計算の精度を保ちつつも、現実的な時間で正確に力源パラメータを見積もることができる効率的な推定方法が求められる。

6. 研究開発の目的・目標

本研究では、数値シミュレーションによる火山性地殻変動計算手法を高度化し、より正確にマグマ等の位置や挙動を推定可能とすることで、噴火の危険度評価に貢献することを目的とする。そのために、実地形や不均質な地下構造を組み込んだ地殻変動計算を基にした効率的かつ高精度な力源推定技術を開発し、実利用可能な解析システムを構築することを目標とする。さらに、開発したシステムを用いて、地形や地下構造が及ぼす影響の定量的評価や過去の火山活動の際に得られた観測データへ適用して地殻活動の再評価を行う。

7. 研究開発の内容

本研究では、初めに、有限要素法を用いた地殻変動計算システムの開発を実施する。続けて、力源の位置や膨張/開口量を推定するための最適技術の開発を行う。これら開発した技術を用いて、数値シミュレーションによる地形・地下構造の影響評価、実際の観測データへの適用による過去の地殻変動解析の再評価を行う。実際の観測データへの適用・検証試験を通じて逐次改良を行い、システムを完成させる。詳細な実施内容は以下のとおり：

- (1) 効率的かつ高精度な火山性地殻変動の力源推定のための技術開発と解析システムの構築
 - 1) 有限要素法による地殻変動計算システムの開発
実地形や不均質な地下構造を組み込んだ地殻変動計算を可能とするシステムを開発する。自動メッシュ生成機能や無限要素等を取り込んだ計算機能を実装させ、操作性の向上や計算コストの低減を図る。
 - 2) 効率的かつ高精度な力源推定手法の開発
計算精度を確保しつつも計算コストを省力化した力源パラメータ推定の手法を開発する。力源パラメータ推定に適した順/逆解析的な解探索手法を開発し、システムに組み込む。また、力源位置を推定する際のモデル領域内のメッシュ再構築処理を効率化させるための新規技術を組み込み、その実用性評価を行う。
 - 3) 実データを利用した検証と手法の調整
- (2) 開発した解析システムの火山性地殻変動研究への適用
 - 1) 数値シミュレーションによる地形及び地下構造の影響の定量的評価
標高、傾斜、火口地形、速度・密度構造、粘弾性構造等が地殻変動に及ぼす寄与を、数値シミュレーションにより定量的に評価する。
 - 2) 過去の火山活動における地殻変動データを用いた力源の再推定と再評価
今後の解析や火山活動評価に本研究成果の知見を活かすことを目的に、既存の観測データの再解析を実施して、過去の火山性地殻変動解析結果の再評価を行う。

8. 研究開発の方法、実施体制

上記7. については、地殻変動データ解析やそれを基にした力源推定に関する研究を担当して

いる地殻変動研究室の主任研究官が中心となって実施する。7. (1)に関しては、有限要素法計算部を含むシステム構築を外注で行うことにより、高度な技能を必要とする有限要素法の計算精度を確保し、効率的に実施する。

9. 研究開発の種類

(3)技術開発

10. 現在までの開発段階

(1)研究段階

11. 想定される成果と活用方針

想定される成果：

- ・実地形及び最新の地下構造の知見を組み込んだ火山性地殻変動を計算する技術が開発され、より正確なマグマの位置や挙動の推定が可能となる。
- ・複雑かつ計算コストのかかる有限要素法の処理を、簡便かつ統合的に実行可能とする解析システムの構築により、効率的に高精度な地殻変動計算及び力源推定が実施可能となる。
- ・従来の手法では解析困難なごく浅部へのマグマ貫入の際も、地殻変動の計算が可能となり、正確性を増した力源の位置推定等が可能となる。

想定される活用方針：

- ・火山噴火予知連絡会等の各専門機関での火山活動の評価や気象庁による情報発信の際の検討等に活用。
- ・マグマ蓄積の状態（東北地方太平洋沖地震後の地殻活動等）の推定に活用。

その他波及効果：

- ・火山監視のための観測網構築の際の、効果的な観測点配置の事前評価に利用。
- ・噴火準備/発生過程のメカニズムの理解の進展に貢献。

12. 研究に協力が見込まれる機関名

気象庁、気象研究所等

13. 関係部局等との調整

GNSS や SAR により火山監視を行っている測地観測センターや測地部宇宙測地課・機動観測課等の院内関係部署からの意見を汲み取りながら、監視業務や観測網の構築・整備等にとって有用なシステムとなるよう開発を実施する。

14. 備考

特になし。

15. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター地殻変動研究室

茨城県つくば市北郷1番

TEL : 029-864-1111(内8232)

FAX : 029-864-6156

e-mail : kobayashi-t96dv@mlit. go. jp

担当者名 : 地殻変動研究室 (氏名) 小林 知勝