

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題(または観測項目)名：

地殻変動観測による火山活動監視評価と噴火シナリオの高度化に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-2) 火山噴火準備過程

ア．マグマ上昇・蓄積過程

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

ア．噴火シナリオの作成

3. 新たな観測技術の開発

(2) 宇宙技術等の利用の高度化

ア．宇宙測地技術

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

全国の主な火山を対象に、地殻変動源の推定によりマグマ等の蓄積状態を把握する。そして、地殻変動による火山監視手法及び定量的な評価手法を開発し、地殻変動データの時間的推移も含めたシナリオを作成する等、既存の噴火シナリオの高度化を行う。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

・地殻変動に基づくマグマ供給系の解明

対象火山の地下のマグマ供給系を解明して、想定される種々の圧力源に対する地殻変動量を計算し、火山活動の定量的な評価手法を開発する。このため、マグマに起因する地殻変動が現在観測されている火山を対象に、GPS、光波測距、傾斜観測、重力観測、SAR(合成開口レーダー)や地震など多項目の詳細な観測を行う。これらの結果をもとに、有限要素法を用いた応力場のモデリングを行い、マグマの移動、成長、蓄積を定量的に見積もることにより、詳細なマグマ供給系の解明を行う。

全国の主な火山を対象に、地殻変動源の推定によりマグマ等の蓄積状態を把握する。そして、地殻変動による火山監視手法及び定量的な評価手法を開発し、地殻変動データの時間的推移も含めたシナリオを作成する等、既存の噴火シナリオの高度化を行う。

(7) 平成 23 年度成果の概要：

活動的火山の地殻変動源推定の高度化に関する研究

・伊豆大島で GPS、光波、傾斜、繰り返し重力観測を、浅間山で GPS、光波観測を引き続き行った。伊豆大島ではカルデラ地域に展開した稠密な GPS 観測網のデータから主歪・面積歪分布の時間変化を求め、カルデラ北部を中心に膨張・収縮を繰り返していることを明らかにした。2009 - 2010 年収縮期と 2010 年膨張期の変動源推定を行ったところ、体積変化量はそれぞれ $-1.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $2.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、位置はともにカルデラ北部に求められ、深さは 3.6 km と過去の膨張・収縮の変動源よりも浅く推定された。

・伊豆大島における地震の連続観測を行い、膨張期に発生する地震の地殻変動との関連説明および発震メカニズムからの膨張源情報の抽出に向けてデータ蓄積を行った。

・気象庁総合観測点の GPS、傾斜などのデータを伊豆大島、浅間山、霧島山などについて収集し、これまでに得られている観測データとあわせて地殻変動の解析を行った。2002 年以降の霧島山新燃岳の GPS 繰り返し観測データを精査したところ、山頂部では 2005 年 12 月頃から山体が膨張し、2007 年中頃まで継続したことがわかった（圧力源：火口下約 600m、体積増加約 $9 \times 10^4 \text{ m}^3$ ）。ところが、2007 年中頃から山体は収縮に転じ、収縮は 2009 年 12 月頃まで継続していたことがわかった（圧力源：火口下約 500m、体積減少約 $12 \times 10^4 \text{ m}^3$ ）。この山体収縮の過程で 2008 年 8 月の最初の水蒸気噴火が発生した。GEONET によると、深部マグマだまりの蓄積は、2009 年 12 月頃から始まったが、山頂部の地殻変動はこれに先行していた。

・霧島山、伊豆大島等において SAR 干渉解析を行った。霧島山では新燃岳北西部の領域に沈降域を検出し、噴火に伴うマグマだまりの収縮に伴う地殻変動であることを明らかにした。噴火中の新燃岳の SAR 強度画像解析では、火口内の溶岩蓄積を検知した。

また、アフリカ、ニヤムラギラ火山の 2010 年噴火に伴う溶岩流出と地殻変動を SAR 解析により検知した。強度画像解析から推定される溶岩流出量は、 $4 \times 10^7 \text{ m}^3$ にも達したが、地殻変動に伴う体積量の変化は $1.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 程度であったことを明らかにした。これらの結果は 1996 年噴火に伴う活動と同規模であった。

・不均質構造を取り入れた有限要素法による地殻変動源推定に向けて、霧島山周辺の密度構造について 2 層モデルによる予察的な解析を行った。密度基盤の深度は新燃岳下で海水準下 1~2km と推定され、北方の加久藤、小林カルデラへ向い深く、南に向かい浅くなる結果が得られた。2009 年 12 月よりマグマ蓄積による膨張が観測された変動源は高密度の基盤内に位置し、一方、それに先行する膨張、収縮のあった新燃岳直下の変動源は低密度の表層に位置することがわかった。

また、樽前山について、圧力源が山頂直下の極めて浅いところにある場合の山体の地殻変動を、有限要素法によって推定した。圧力源が収縮した場合、通常予想される地殻変動は沈降と山頂下がりの傾斜であるが、このケースでは山腹から山麓かけてそれとは逆に隆起や山頂上がりの傾斜がみられる領域があることを明らかにした。

噴火シナリオに関する研究

・これまでの火山噴火の事例について地殻変動、地震、空振、噴煙などの資料を調査し、また、噴火シナリオの進行を判断する上で重要となる噴火規模の即時的判定についての調査を行った。現在の噴火シナリオの課題のひとつに、噴火に先行する地殻変動がどの程度まで進行したときに噴火が発生するかがあげられる。霧島山新燃岳噴火の事例について、噴火時にマグマ供給系がどのような状態であったかを検討した。マグマ溜りの膨張が地下のマグマ頭位の上昇による圧力増加と釣り合っていたと仮定すると、噴火時のマグマ溜りの半径と噴火に至るまでの圧力増加は、それぞれ 1.2km 及び 75MPa と推定された。

・火山用地殻活動解析支援ソフトウェア (MaGCAP-V) を機能強化して、体積ひずみ計と多成分ひずみ計のデータ解析を可能にするため、ひずみに関する解析および表示機能の組み込みを行った。これにより、一般的な主ひずみ等のデータ処理に加え、ひずみデータを用いた火山の地殻変動モデルの解析も活用可能となった。

- (8) 平成 23 年度の成果に関連の深いもので、平成 23 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :
安藤忍, 2011, ALOS データを用いた InSAR 解析により捉えられた 2010 年 Eyjafjallajokull 火山噴火に伴う地殻変動, 測地学会誌, 57, 49-59.
吉田友香, 舟越実, 西田誠, 近江克也, 高木朗充, 安藤忍, 2012, GPS 観測で捉えられた吾妻山の地殻変動, 駿震時報, 印刷中.
鬼澤真也, 2012, 伊豆大島火山の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 109, 印刷中.
鬼澤真也, 2012, 霧島山(新燃岳) の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 109, 印刷中.
鬼澤真也, 2012, 伊豆大島火山の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 110, 印刷中.

(9) 平成 24 年度実施計画の概要 :

- ・ ひずみ計用観測井の掘削及びひずみ計の設置、観測開始
- ・ 気象庁総合観測点データの収集と解析
- ・ GPS (伊豆大島、浅間山)、光波測距、傾斜、重力、地震観測 (伊豆大島)
- ・ 地震活動の解析 (伊豆大島)
- ・ マグマ蓄積モデルの精密化 (伊豆大島)
- ・ SAR の過去データによる地殻変動解析 (全国の活火山)
- ・ 地下の圧力源モデルの推定 (全国の活火山)
- ・ 地殻変動, 地震活動, 表面現象異常事例についての内外の事例調査
- ・ 現噴火シナリオの課題整理

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

地震火山研究部

他機関との共同研究の有無 : 無

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 気象研究所企画室

電話 : 029-853-8536

e-mail : ngmn11ts@mri-jma.go.jp

URL : <http://www.mri-jma.go.jp/>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 山本 哲也

所属 : 気象研究所地震火山研究部第 3 研究室

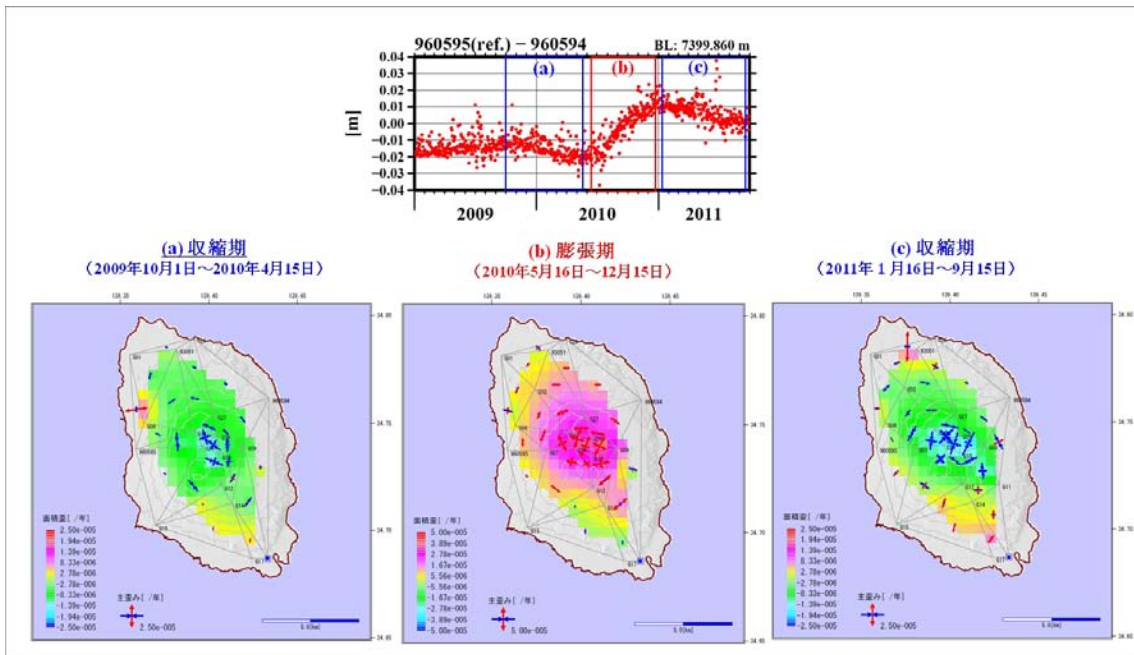


図1. GPS観測点960595 - 960594間の基線長変化(上)と、(a)-(c)の収縮期、膨張期の主歪・面積歪分布(年率)(下)
暖色系が膨張を、寒色系が収縮の面積歪を表す。

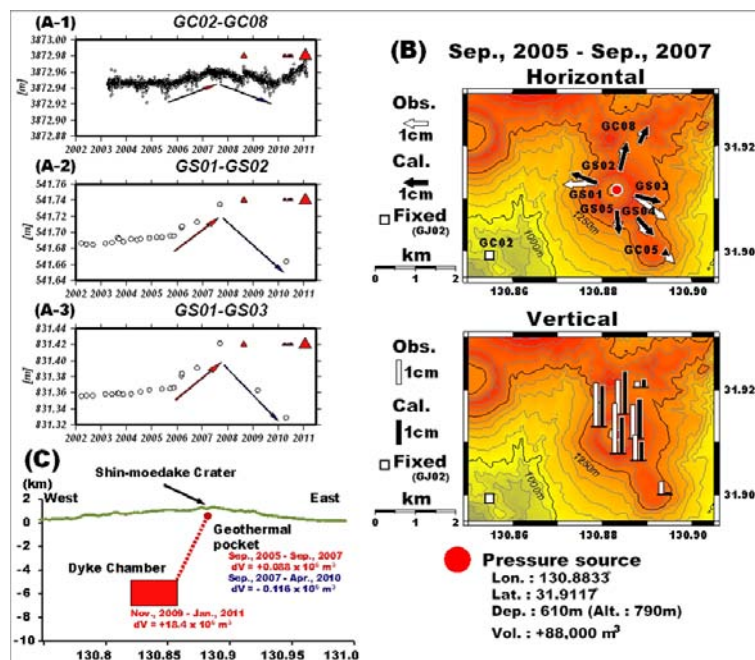


図2. 2002年から2011年にかけて霧島山新燃岳におけるGPS観測で明らかになった地殻変動と推定される地下の圧力源。
(A)GPS観測点間の基線長変化、(B)各観測点の水平、鉛直変位の観測値と圧力源モデルによる推定値の比較、
(C)圧力源モデルを示した断面図。