

(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 24 年度成果の概要：

活動的火山の地殻変動源推定の高精度化に関する研究

・火山監視評価手法の開発とマグマ供給系の解明に向けて、伊豆大島で GPS、光波の繰り返し及び連続観測、傾斜の連続観測、及び繰り返し重力観測を実施した。本期間は 1～2 年周期で発生する短期的な収縮・膨張のほぼ収縮期に当たり、GPS や光波観測によってカルデラ北部を中心に収縮していることが明瞭に捉えられた。

伊豆大島のマグマ蓄積過程を解明するために過去 10 年以上の GPS データを整理し、再解析を行った。この結果、全島的には期間を通した長期的な伸長と 1～2 年程度の周期を持つ短期的な短縮・伸長が重乗していること、山頂の三原山においては、全島的な変動によらず局所的な沈降・収縮が継続していることが明瞭にわかった。

2009 年以降の全島にわたる短期的な短縮・伸長に伴うひずみ分布はカルデラ北部を中心としたほぼ等方的なパターンを示しており、深さは海水準下 3.7 km から 5.1 km の範囲の球状圧力源の収縮・膨張で説明される。各期間ともに変動量は 10^6m^3 のオーダーに達するが、積算体積変化量は収縮、膨張の繰り返しによりほぼ相殺され、次期噴火に向けたマグマ蓄積量を見積もる上ではほとんど寄与しないと推定される。

一方、長期的な伸長については、単一の球状圧力源を適用した場合、短期的収縮、膨張と同様にカルデラ北部下であるが、それらより深い海水準下 6.7 km に推定された。ただし、水平成分、上下成分ともに誤差範囲を超える残差が認められ、今後、マグマ蓄積量やマグマだまりの物理条件の精度向上のためには、等方圧力源以外の変動源モデルの導入、短期的変動源との分離等が必要である。

・伊豆大島において、より高感度・高分解能の地殻変動観測を行うために、新たにボアホール式多成分ひずみ計を、南西部の千波崎付近に設置した。ひずみ計を埋設する深さは、掘削によって採取したコアの調査等から、泉津層群（伊豆大島先カルデラ火山・古期山体、後期更新統）と見られる凝灰角礫岩層の深度 76 m 付近とした。

また、伊豆大島の既設の体積ひずみ計のデータを 1980 年代までさかのぼり再解析した。一般にボアホールひずみ計はドリフトの評価が困難なことから、数年以上の長期的なデータの解析には不向きと考えられているが、1990 年代以降の GPS 観測による面ひずみと比較したところ、体積ひずみ計で観測された変化は 2～3 年の周期帯まで GPS と良く整合していた。近年みられている火山性の収縮・膨張変動と地震活動の対応が 1986 年噴火の前にも見られ、またひずみの振幅は最近の変動の約 2 倍であった。

・浅間山の詳細な火山性地殻変動を把握するため、山頂周辺における GPS 繰り返し観測を 4 年振りに 2 回実施した。その結果、2009 年浅間山噴火に伴う地殻変動に加え、2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動も含む数 cm の変動量を把握した。

・伊豆大島では GPS などによる地殻変動観測から火山全体が長期間にわたって膨張していることが知られているが、膨張に伴う山頂付近の隆起量には、茂木ソース（球状の地殻変動源）から期待されるものよりも、有意に小さいという特徴がある。地形、地下構造を考慮した軸対称の有限要素モデルに基づく地殻変動の解析を行い、変動源が縦長の回転楕円体の形状をしている場合、観測されている特徴が説明できることが明らかにした。また、茂木ソースの場合に比べて、変動源の深さは浅く、変動源の体積変化は小さいことを示した。

噴火シナリオに関する研究

・フィリピンマヨン火山において観測した GPS 繰り返し観測結果から、2009 年噴火前後のマグマの蓄積と噴火に伴う地盤変動と、地震活動に推移の相関について明らかにした。

・多くの火山では想定する噴火シナリオに地殻変動の異常が位置付けられていないことから、噴火シナリオの高度化に向けた調査として、霧島山新燃岳 2011 年噴火前後の地殻変動事象について検討を行い、一連のイベントを説明し得るマグマ供給系、地下密度構造と関連するマグマ頭位、マグマだまりの圧力変化、さらにはこれらから示唆されるマグマだまりの大きさについて推定を行った。

(8) 平成 24 年度の成果に関連の深いもので、平成 24 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

小久保一哉, 2013, 火山の短周期成分を含む地殻変動モデルに対する傾斜計の応答, 駿震時報, 投稿中.
気象研究所地震火山研究部, 2013, マグマ活動の定量的把握技術の開発とそれに基づく火山活動度判定の高度化に関する研究, 気象研究所技術報告第 69 号, 投稿中.
鬼澤真也, 2013, 伊豆大島の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 112, 印刷中.
高木朗充・福井敬一・鬼澤真也・山本哲也・加藤幸司・近澤心・藤原健治・坂井孝行, 2013, 2011 年霧島山新燃岳噴火前の山頂部地殻変動, 駿震時報, 投稿中.

(9) 平成 25 年度実施計画の概要 :

活動的火山の地殻変動源推定の高精度化に関する研究

・伊豆大島において GPS, 光波測距, 傾斜, ひずみ, 重力の稠密地殻変動観測を, 浅間山において GPS 観測等を行う. また, 伊豆大島をはじめとする全国の火山を対象として, 気象庁総合観測点データの収集を行い, GPS, 傾斜データなどを用いて地殻変動の解析を行う. 特に, 伊豆大島については GPS 解析の時間分解能向上のための導入試験を行う.

・伊豆大島の地殻変動データの解析において, 圧力源推定の精度・時間分解能の向上を図るとともに, 地下のマグマの状態・挙動の推定を行う. また, 地殻変動が観測された活動的火山について地下の圧力源モデルの推定を行う.

・ SAR の過去データによる地殻変動解析を行うとともに, 平成 25 年度に打ち上げられる予定の衛星 ALOS-2 によって得られる SAR データの解析に向けて準備を進める.

噴火シナリオに関する研究

・地殻変動, 地震活動, 表面現象異常事例についての内外火山についての事例調査を行う.

・伊豆大島などの地殻変動観測データについて異常検知力を調査する.

(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

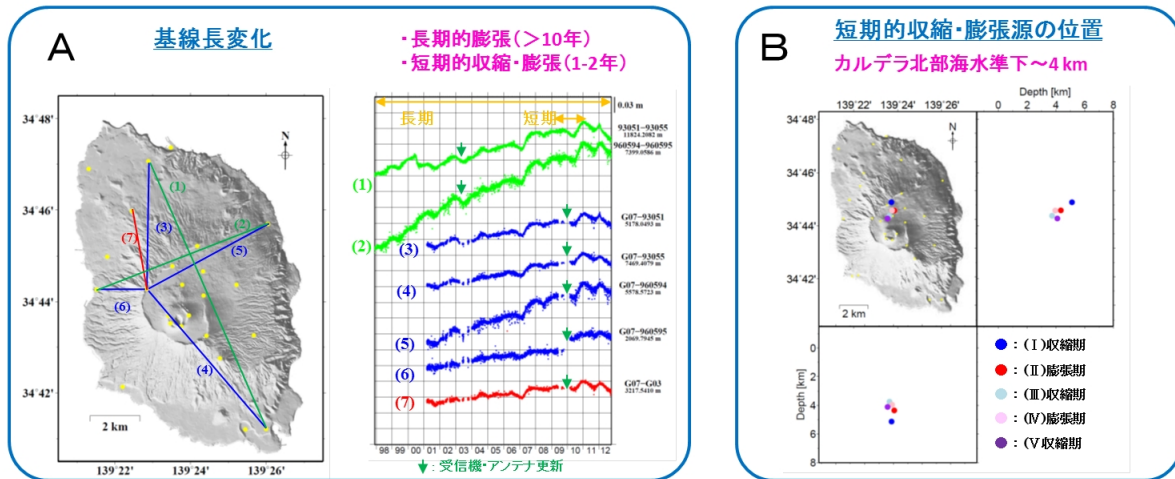


図 1. GPS 観測で捉えられた伊豆大島の地殻変動.

(A 図) GPS 観測点と基線の配置(左)と 1998 年~2012 年の各基線長の変化(右). 緑が山麓間の基線, 青がカルデラ縁 - 山麓間の基線, 赤がカルデラ縁 - 山腹間の基線に対応する. 各基線とも長期的膨張に対応する伸びと短期的収縮・膨張に対応する縮み・伸びの変化が見られる.

(B 図) 2009 年以降の 5 期間について GPS 基線の短期的縮み・伸びから推定した収縮源・膨張源の水平位置と深さ. 各収縮源・膨張源とも, 水平位置はカルデラ北部に, 深さは海水準下 3.7km~5.1km に推定された.

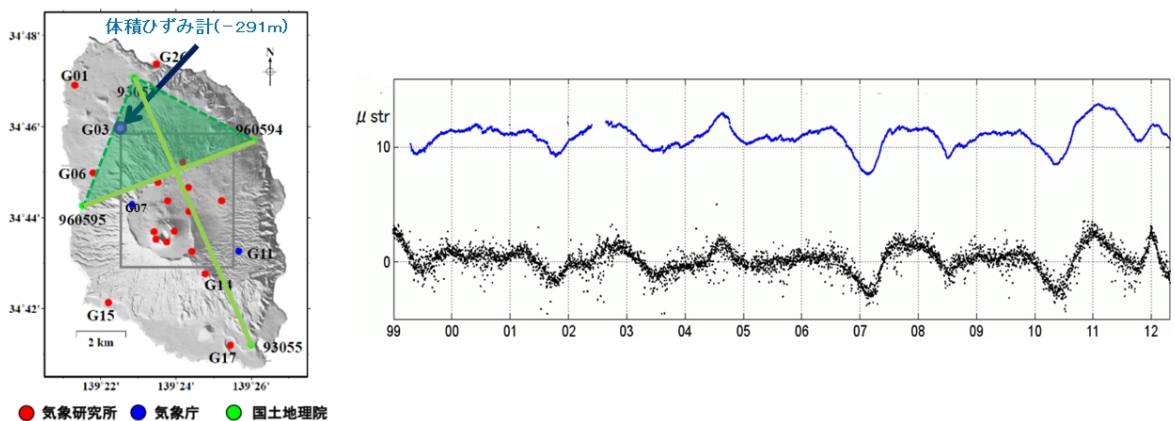


図 2. 体積ひずみ計データと GNSS (GSI) による面積ひずみの比較 (1999 年~2012 年 4 月)

(左) 伊豆大島における気象庁の体積ひずみ計(津倍付)と国土地理院(GSI)の GNSS, 及びその他の観測点の配置を示す.

(右) 1999 年から 2012 年にかけての体積ひずみ計(気圧及び温度補正)及び GNSS による面積ひずみの時系列. 青色が体積ひずみ計のデータを表す. 経年的なトレンドを除去するためハイパスフィルタ(カットオフ 3 年, ゼロ位相)で処理し, 遠地地震波による広域ひずみへの校正係数と, 地表を仮定した面積ひずみへの変換係数を乗じてある. 黒色が GNSS によって求められた, 左図の緑色の三角形の面積ひずみを表す. 体積ひずみ計と同じハイパスフィルタで処理した. 顕著に見られる周期 1~2 年程度の変動パターンについて, 両者は良く一致している. ボアホールひずみ計はドリフトの評価が困難なことから長期的なデータの解析には不向きと考えられるが, 少なくとも 2~3 年の周期帯までは解析に有用であることが明らかになった.