

伊豆大島で進行するマグマ蓄積

～火山性地殻変動は何を明らかにしたか～

○山本哲也(火山研究部)

1. はじめに

気象庁では、噴火予報及び警報をはじめとして様々な火山防災情報を発表している。この業務のためには、観測データに基づいて、火山が現在どのような状態にあるのか、噴火は差し迫っているのかなどの火山活動評価を行う必要がある。火山の噴火は地下のマグマによって引き起こされる。マグマの蓄積や移動によって火山性地殻変動が生じ、地面のわずかな移動や傾斜、ひずみ、変形が生じる。これらを地殻変動観測でとらえることは、マグマの蓄積の様子を直接的に捉えることになるため、今日最も有力な火山監視手法のひとつとなっている。我々の研究では、火山における地殻変動のデータを活用することで火山活動モニタリングや火山活動評価を高度化することを目指している。

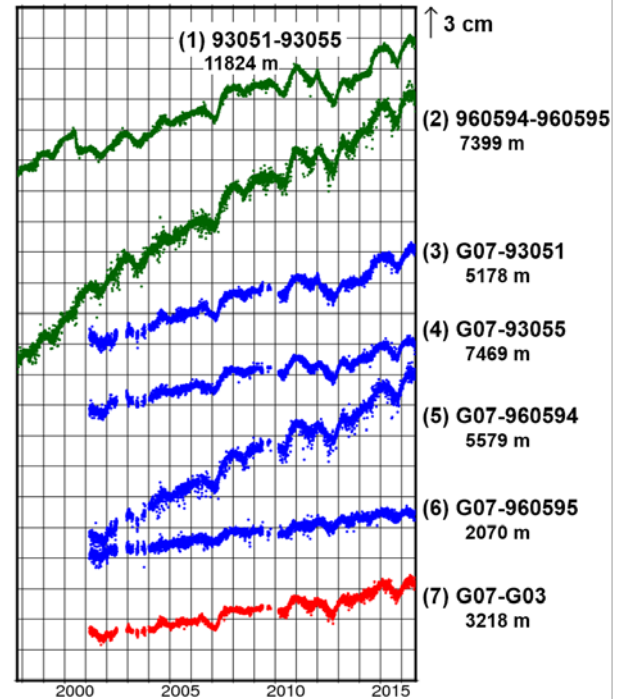
2. 伊豆大島の火山性地殻変動

2. 1. 伊豆大島火山と地殻変動観測

伊豆大島は繰り返し噴火を引き起こしている活火山である。過去3回の中規模噴火は36～38年の間隔で発生しており、前回の中規模噴火は1986年に発生した。噴火の多くは中央火口丘(三原山)からの噴火であり、山頂部のカルデラ域に影響範囲とする程度の規模である。ただし、1986年噴火の際にはカルデラ外の北西山腹にかけて割れ目噴火が発生したため、全住民が島外に避難する措置がとられた。地質学的な調査によれば、過去には山腹、山麓における噴火も度々発生しており、また約1700年前には全島に影響をおよぼすような火砕流を伴う噴火が山頂部で発生したことが知られている。伊豆大島は、現在のところ地表では目立った火山活動の兆候はなく、静穏な状況であるが、前回の噴火から約30年が経過し、次の噴火は近づいているとみられる。

伊豆大島では火山監視や研究のために様々な観測が行われている。その中で気象研究所は火山性地殻変動の研究のためにGNSS(Global Navigation Satellite System)、光波測距、ひずみなどの観測を行っている。今回はGNSSによる成果を中心に紹介する。GNSSは米国が運用するGPSなどに代表される衛星からの電波を利用した測位システムである。精密な解析を行うことで観測点の位置を1cm以内の精度で決定することができ、また、解析結果の長期安定性にも優れている。解析では、我々の観測データに加えて、気象庁の火山

監視のためのデータや国土地理院の電子基準点のデータも用いた。



第1図: 伊豆大島における1997～2016年のGNSS観測点間の距離変化(緑: 山麓—山麓、青: 山頂部—山麓、赤: 山頂部—山腹、の観測点間の距離、観測点の位置は第2図を参照)

2. 2. 長期的膨張とマグマの蓄積

第1図に伊豆大島における過去約20年におよぶGNSS観測点間の距離(基線長)の変化を示した。いずれの基線長をみても長期的にはほぼ一定の年率で伸びの傾向がみられ、顕著なものではこの間に約25cm伸びがあった。島の様々な部分が一緒に伸びていることから、伊豆大島は全体として膨張を続けていることがわかる。

第2図に、約10年間の各観測点の水平方向の動きを示した。この間に累積した長期的膨張の様子を表している。地下に球状の圧力源が存在し、それが膨らんだためにこのような動きが生じたと考え、圧力源の位置はカルデラの北部の深さ5.5kmに推定される。この圧力源はマグマ溜まりに相当し、マグマの継続的蓄積によって膨張を続けていると見られている。推定される10年間で蓄積されたマグマの体積は $1.9 \times 10^7 \text{ m}^3$ に及ぶ。1986年の噴火後、この割合で蓄積がすすんでいたとすると、過去30年間の蓄積量は約 $6 \times 10^7 \text{ m}^3$ に達し、前

回の噴火で噴出したマグマの量に匹敵もしくは上回る。マグマの量だけを考えれば次の噴火のためのマグマは既に十分に準備されているとみられる。

2. 3. 短期的収縮・膨張とその推移

第1図の基線長の変化でもう一つ特徴的なのは、周期1～2年程度の縮み・伸びの変化が、各基線長変化に繰り返し見られることである。その縮み・伸びはすべての基線長で同じタイミングで発生しており、伊豆大島全体の短期的な収縮・膨張の変動があることを示している。また、短期的な膨張期には島内の地震活動が活発化することも知られている。

観測点を増強した2009年以降について、短期的な収縮および膨張の変動それぞれについて圧力源を求めると、その位置は長期的膨張と同様にカルデラ北部に推定される。ただし、圧力源の深さは約4km程度と浅い場所に推定されるので、長期的膨張とは別の圧力源である可能性が高い。1回の収縮・膨張で生じる圧力源の体積変動は $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ に及ぶ。

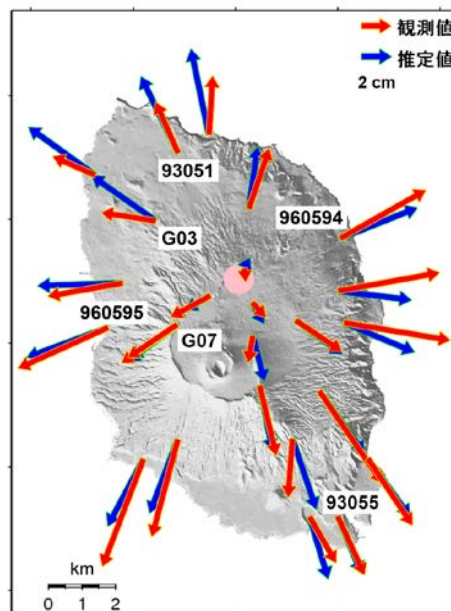
この短期的な収縮・膨張は伊豆大島北部山腹に設置された気象庁の体積ひずみ計の観測でもひずみの変動として捉えられている。第3図に、体積ひずみ計の記録から周期3年以下の帯域の変動を抽出し、面積ひずみに換算したものを示した。同様に伊豆大島北部のGNSS観測点3点の動きから求められた面積ひずみの変動も示した。両者で短期的な変動が発生するタイミングや、その振幅の経年的な変動がよく一致しており、同じ現象を捉えていることが分かる。GNSS観測の開始以前に遡って体積ひずみ計の記録を見ると1990年代前半にはすでに小振幅の短期的変動が発生しており、振幅は2000年代にかけて次第に大きくなっている。また、現用測器ではなく更新前の体積ひずみ計による観測ではあるが、1986年噴火前にも同様の短期的変動があり、しかも振幅がより大きかったことが推定されている。短期的変動の様相は、次の噴火にむけて今後も推移していく可能性があるため、注視していく必要がある。

なお、この短期的な収縮・膨張がどのようなメカニズムで

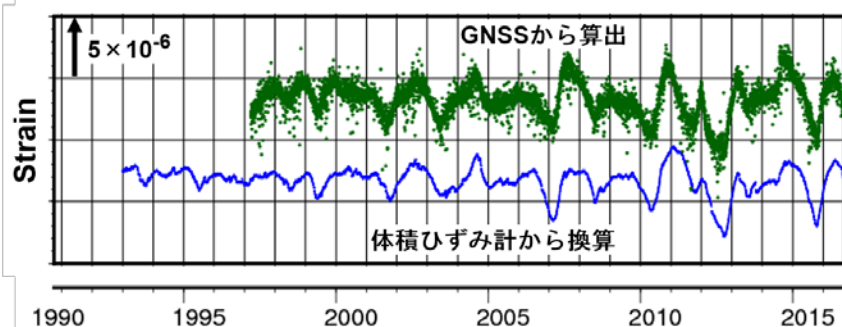
発生しているかは、まだ解明されていない。仮説として、マグマから分離した揮発性成分(火山ガス)が地下で蓄積することで膨張を引き起こし、それが地殻内に散逸することで収縮するというメカニズムが考えられているが、観測データや数値実験などによる検証はこれからである。

3. まとめ

現在静穏な状況の伊豆大島であるが、火山性地殻変動の観測データをみると、マグマの継続的な蓄積に伴うとみられる島全体の長期的な膨張が続いている。膨張するマグマ溜まりはカルデラ北部の地下に推定されている。前回の噴火以降のマグマの蓄積量は、すでに前回の噴出量に匹敵するとみられる。また、火山性地殻変動として周期1～2年程度の短期的収縮・膨張が1990年代から繰り返し起こっている。噴火にむけて変動の振幅が大きくなっている可能性があることから、今後の推移に注目している。



第2図: 長期的膨張に対応する各観測点の動き(2001年3月～2011年2月)。赤矢印: 観測値、青矢印: 球状圧力源による推定値、丸印: 圧力源の推定位置(深さは5.5km)



第3図: (左) GNSSおよび体積ひずみ計から求めた面積ひずみの短期的変動、(右) 体積ひずみ計および算出に用いたGNSS観測点の位置(緑丸)

