

# 伊豆大島の地殻変動\*

## Ground Deformations in Izu-Oshima Volcano

気象研究所\*\*・気象庁

Meteorological Research Institute and Japan Meteorological Agency

### 1. はじめに

伊豆大島火山では、これまでの観測から収縮、膨張のゆらぎを伴いながら長期的にはマグマの蓄積を示唆する山体膨張が続いていることが知られている。ここでは、気象研究所、気象庁観測点、国土地理院のGPS観測データ（第1図）を用いて行った基線解析結果とともに、全島の変動をもたらす変動源についてその推定結果を示す。さらに、山頂三原山で継続している局所的な沈降・収縮現象についても観測結果を示す。

### 2. 全島の変動

1997年12月1日から2012年6月2日までの国土地理院、気象庁観測点データによる基線長変化を第2図に示す。山麓間、北西カルデラ縁ー山麓間の基線ともに、期間を通した伸長が認められ、これに数ヶ月間継続する短期的な短縮、伸長が重乗していることがわかる。第3図には気象研究所がカルデラ域に整備したGPS観測網のデータも含めた2009年3月1日から2012年6月2日までの基線長変化を示す。山麓間だけでなく、カルデラ域内の基線でも短期的な変動が捉えられており、最近では2012年1月頃から収縮を示す基線の短縮が認められる。以下ではまず高密度な観測データを利用できる2009年以降の短期的収縮・膨張に関してその変動源の推定を行う。さらに長期的変動についても、変動源に関する予察的な解析結果を示す。

#### 2.1. 短期的収縮・膨張

第3図に示した基線長変化から、2009年10月以降を収縮期、膨張期の5つの時期に分け、それぞれについての主歪、面積歪を年率で表したものが第4図である。なお、3.で記す局所的沈降・収縮が続く三原山のデータは除いた。これらから収縮、膨張はカルデラ北部を中心に起こっていること、歪分布はほぼ等方的なパターンを示していることがわかる。変動が等方的なパターンであることから、茂木ソースを仮定し各期間の変動源の推定を行った。相対変位3成分を用いて推定した変動源位置が第5図である。歪分布から予想されるようにどの期間もその変動源はカルデラ北部に推定され、深さは海水準下3.7 kmから5.1 kmの範囲であった。これら各期間の変動源位置が有意に異なるかを確かめるために、変動源位置のグリッドサーチによる残差RMS分布を調べたところ、変動量の大きい期間(2)膨張期を除き位置の制約は弱かった。このため時期毎の位置の分離は困難と考えられる。

変動源を期間(2)の膨張源位置に固定して各期間の体積変化量を推定した（第6図）。この結果、各期間ともに変動量は $10^6 \text{ m}^3$ のオーダーに達するが、積算体積変化量は収縮、膨張の繰り返しのよりほぼ相殺される。すなわち、マグマ蓄積量を見積もる上で、少なくとも本期間中に短期的収縮、膨張をもたらした変動源はほとんど寄与しないと推定される。また収縮期と膨張期の平均体積変化率はそれぞれ $-2.6 \sim -3.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ 、 $5.1 \sim 5.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ であり、それぞれ概ね一定の大きさであった。

#### 2.2. 長期的膨張

伊豆大島では長期的な膨張が継続している（第2図）。繰り返しGPS観測データも併せ、2001年3

\* 2012年7月31日受付

\*\* 鬼澤真也

月から2010年1月までのデータを用い変動源の推定を行った。単一の茂木ソースを適用した場合、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(第7図)。このモデルを用いた場合、8年10か月間の体積増加量は $2.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ となる。1986年噴火による噴出量は $7.9 \times 10^7 \text{ ton}$  (DRE $\sim 3 \times 10^7 \text{ m}^3$ )であるから、仮に膨張率を一定とした場合、約10年でこれに相当するマグマが蓄積されていることが推定される。

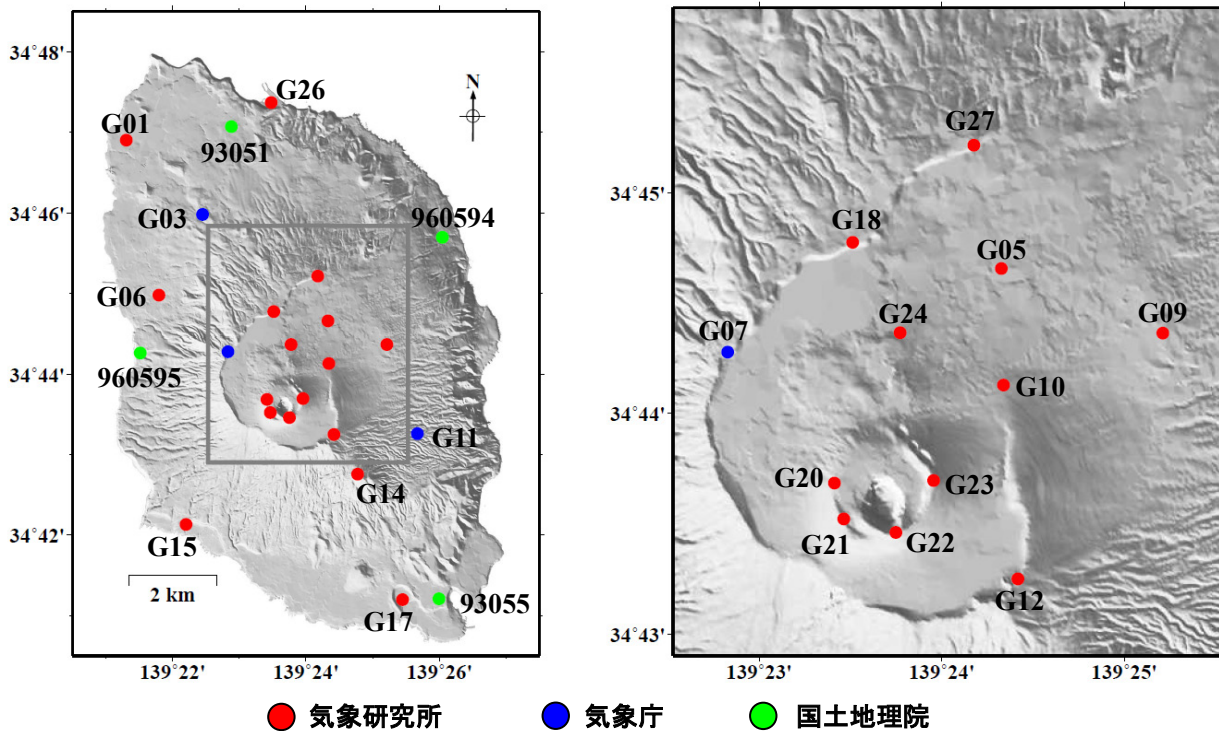
ただし、水平成分、上下成分ともに誤差範囲を超える残差が認められ(第8図)、今後、等方圧力源以外の変動源モデルの導入、短期的変動源との分離等が必要である。

### 3. 三原山における局所的沈降・収縮

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。2009年3月1日から2012年6月2日までの三原山北東麓のG10を基準とした水平変位、上下変位を第9図に示す。G10に対して三原山火口縁の4観測点(G20~G23)は年率約8~12 mmで沈降しており、火口が収縮するセンスの水平変位が認められる。また、第10図は同期間の三原山火口西縁G20に対する三原山の他の観測点の基線長変化を示す。比較のために2.1.で記した短期的収縮・膨張源を挟む基線(G20-G27)についても掲載した。G20-G27では短期的収縮・膨張に応じて15 mmを超える基線長変化が認められるが、三原山観測点間の基線はほぼ定常的に短縮していることがわかる。基線長短縮率は基線が長いほど大きいですが、線歪に換算すると基線によらず年率 $0.9 \sim 1.0 \times 10^{-5}$ でほぼ一定している。

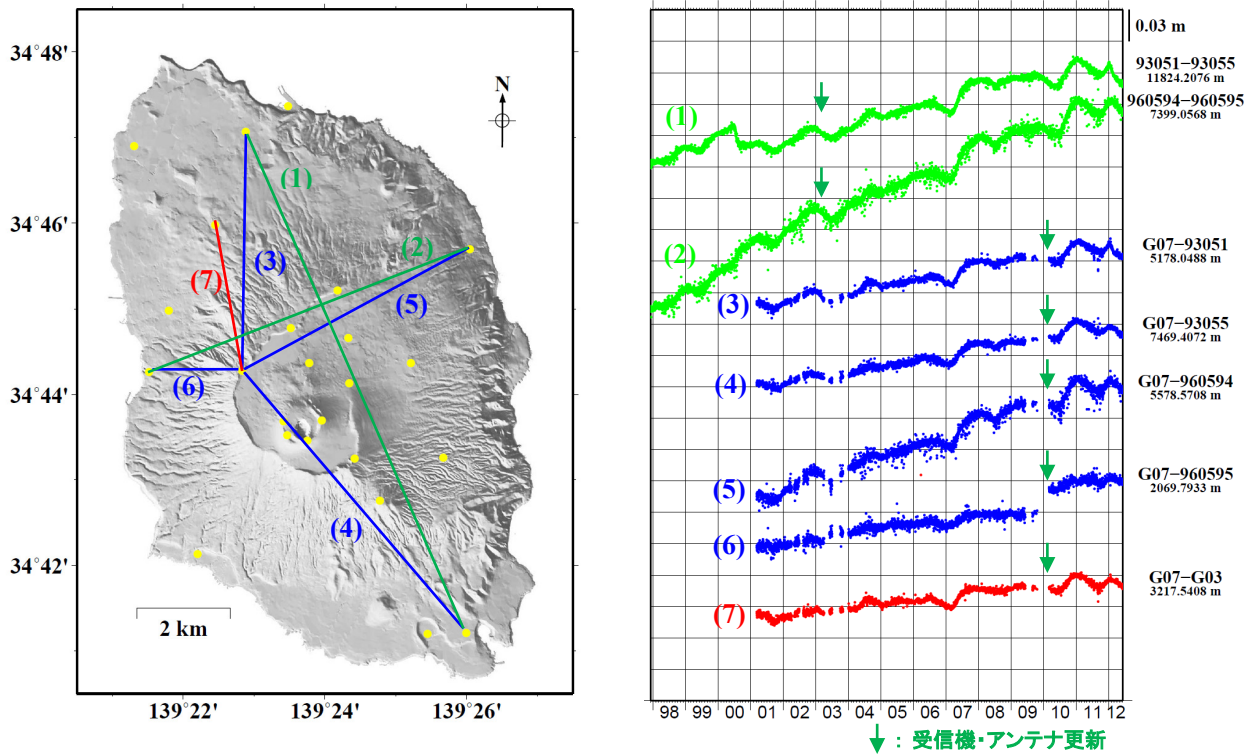
### 謝辞

解析には国土地理院電子基準点のデータを利用させていただきました。



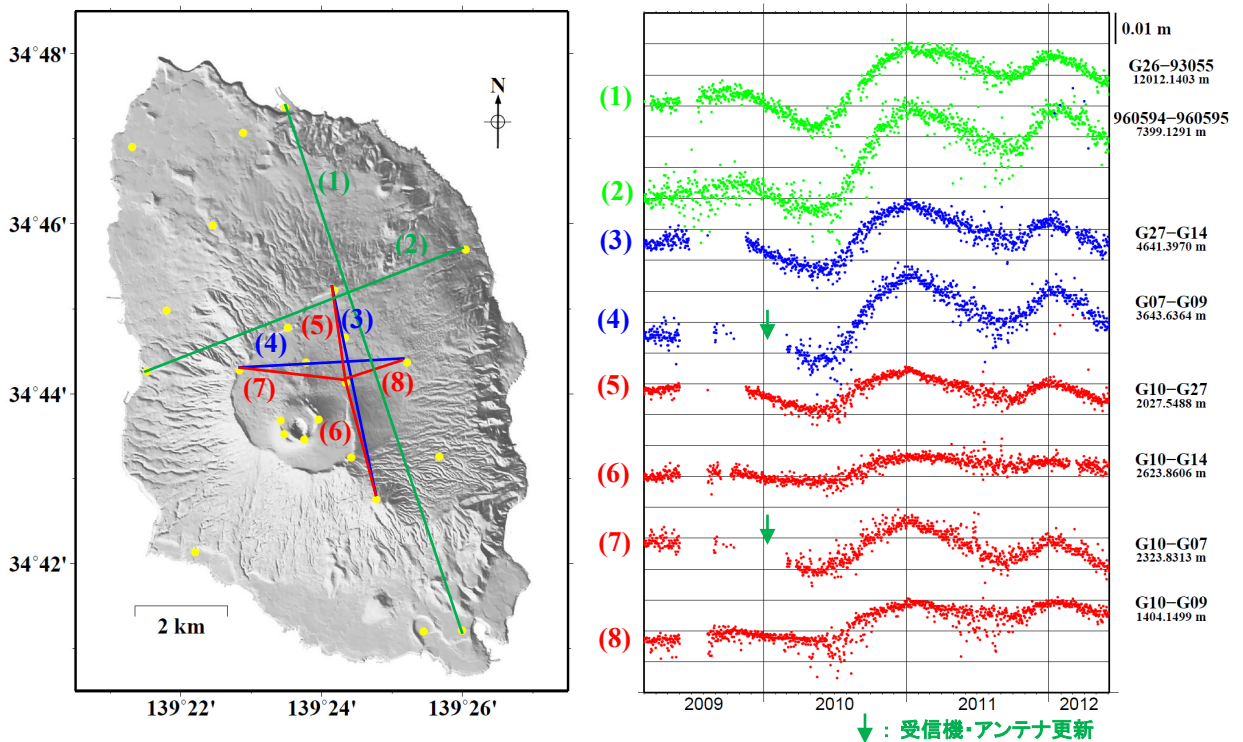
第1図 GPS連続観測点位置。

Fig. 1 Locations of continuous GPS sites.



第2図 1997年12月1日から2012年6月2日までの基線長変化。

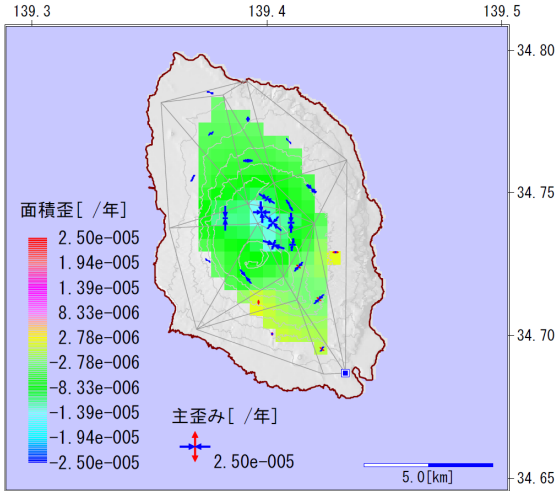
Fig. 2 Temporal changes of baseline lengths during a period from December 1, 1997 to June 2, 2012.



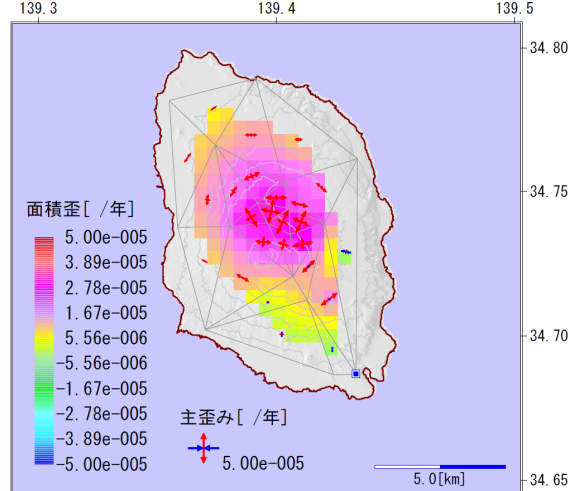
第3図 2009年3月1日から2012年6月2日までの基線長変化。

Fig. 3 Temporal changes of baseline lengths during a period from March 1, 2009 to June 2, 2012.

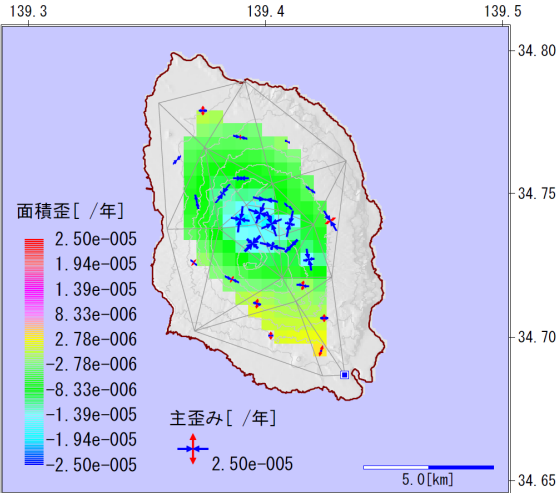
(1) 収縮(2009年10月1日~2010年4月30日)



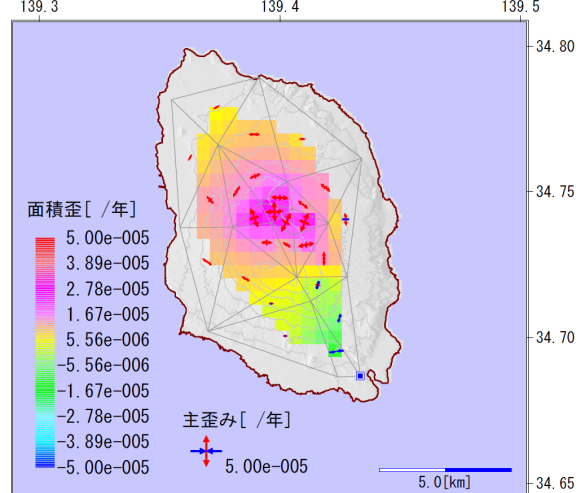
(2) 膨張(2010年5月1日~12月31日)



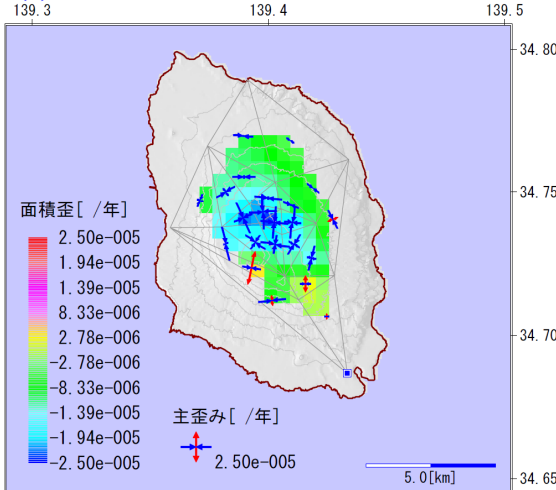
(3) 収縮(2011年1月1日~9月30日)



(4) 膨張(2011年10月1日~12月31日)

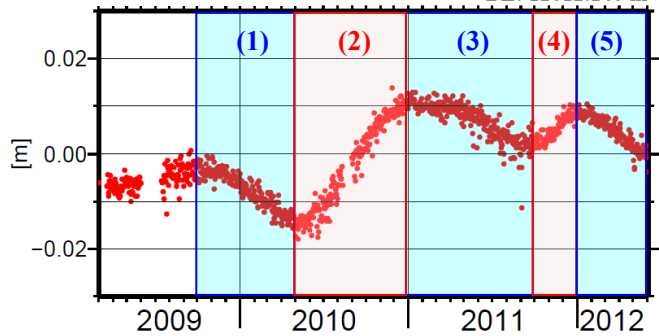


(5) 収縮(2012年1月1日~6月2日)



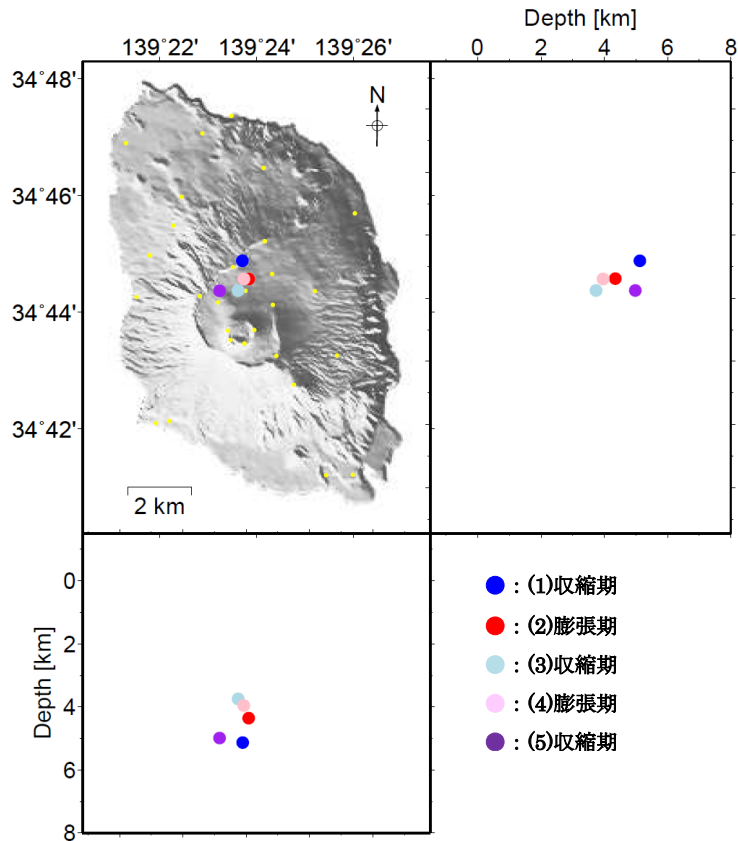
G26-93055

BL: 12012.140 m



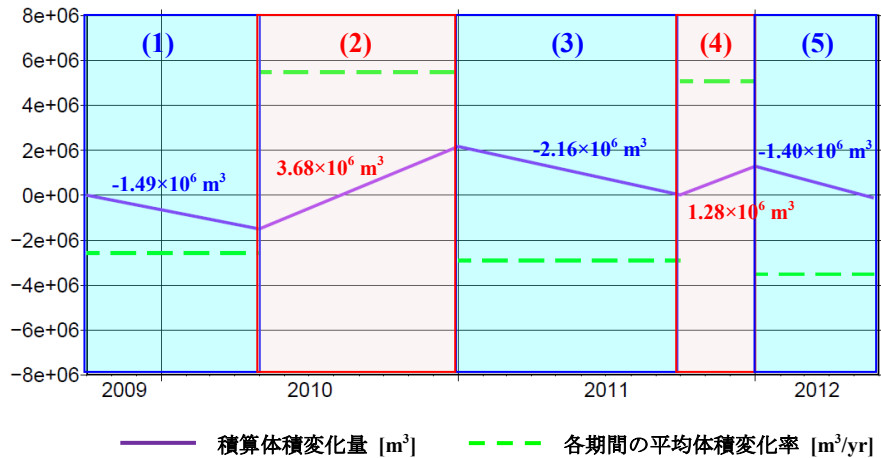
第4図 GPS データから作成した短期的収縮、膨張の主歪・面積歪分布(年率)。収縮期(1),(3),(5)のスケールは膨張期(2),(4)の2倍に拡大した。

Fig. 4 Principal and areal strain rates for the short-term deflations and inflations as derived from GPS observation.



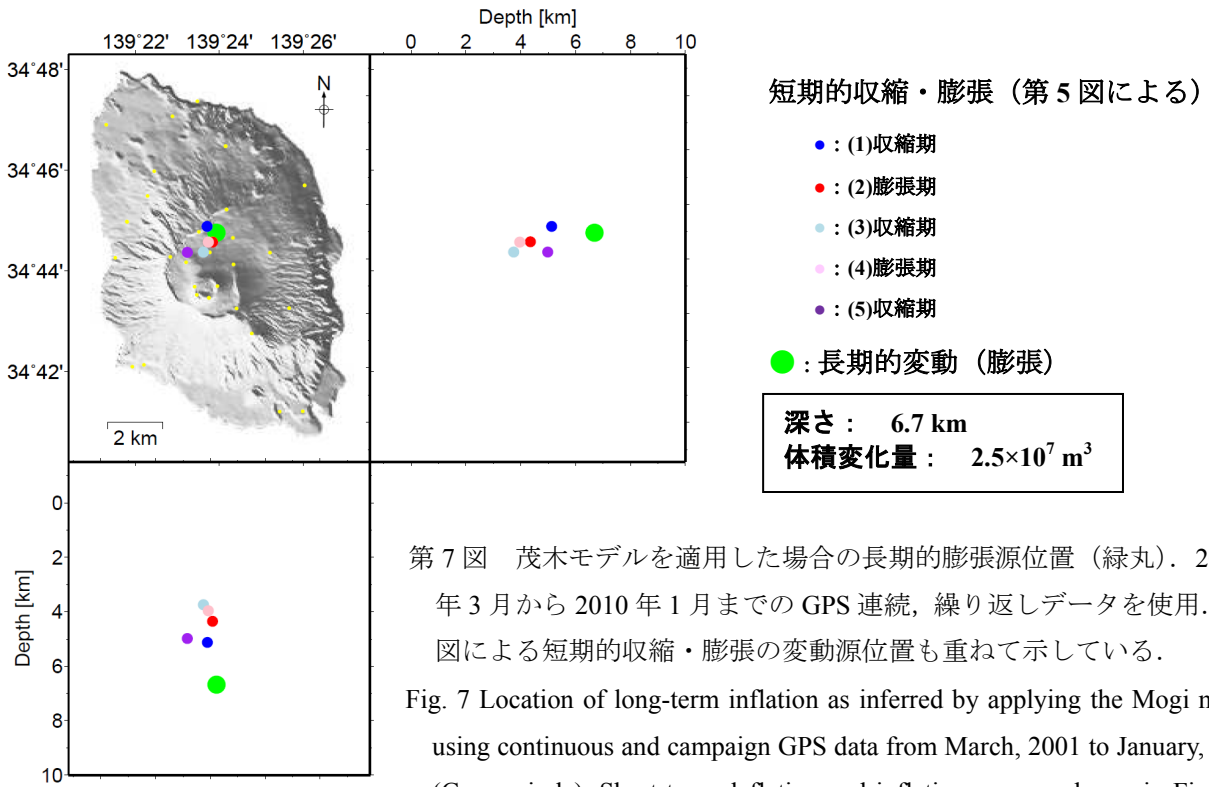
第5図 期間(1)~(5)について推定された収縮源・膨張源の位置.

Fig. 5 Locations of short-term deflation and inflation sources for the periods from (1) to (5) as inferred by applying the Mogi model.

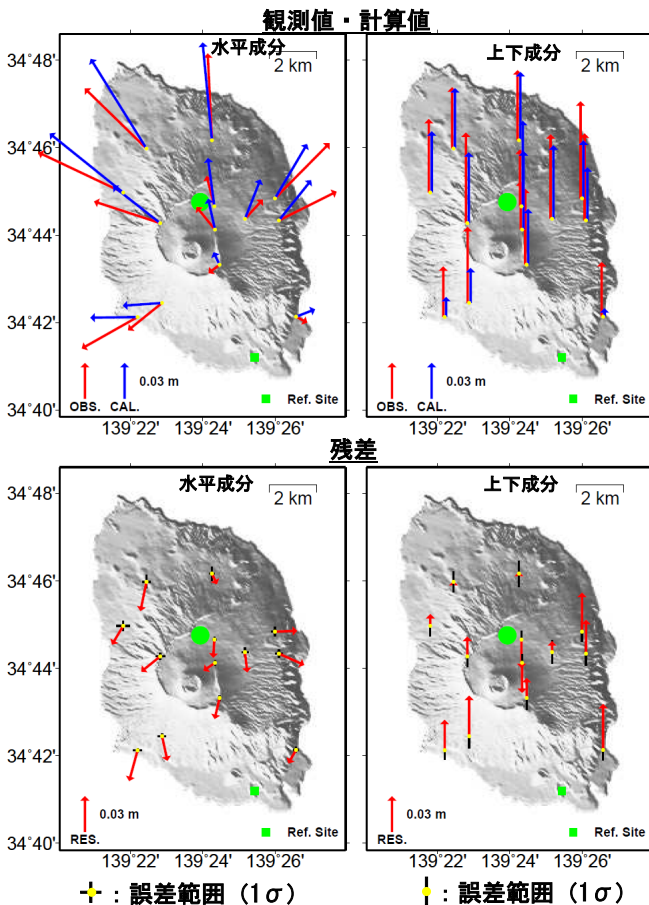


第6図 2009年10月からの積算体積変化量(実線)および各期間の平均体積変化率(破線). 各期間の変化率は一定と仮定.

Fig. 6 Cumulative volumetric change during the period from October, 2009 to May, 2012 (purple solid line) and averaged volumetric changes for the periods from (1) to (5) (green broken line).

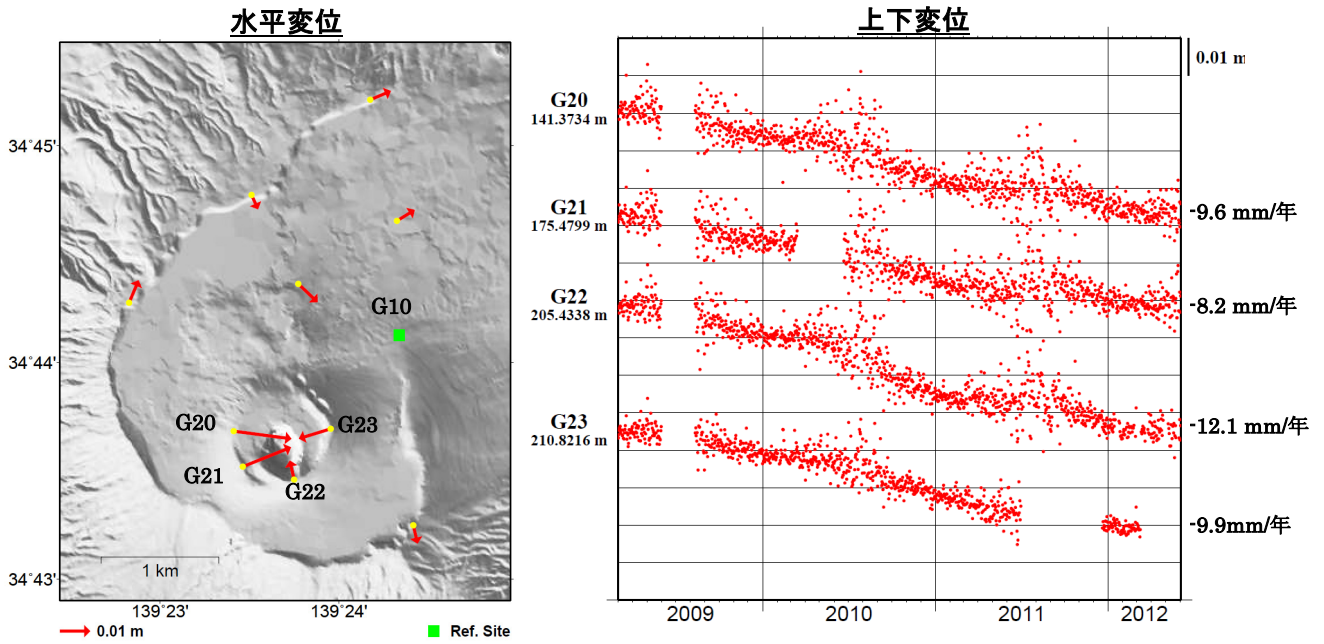


第7図 茂木モデルを適用した場合の長期的膨張源位置 (緑丸). 2001年3月から2010年1月までのGPS連続, 繰り返しデータを使用. 第5図による短期的収縮・膨張の変動源位置も重ねて示している.  
 Fig. 7 Location of long-term inflation as inferred by applying the Mogi model using continuous and campaign GPS data from March, 2001 to January, 2010 (Green circle). Short-term deflation and inflation sources shown in Figure 5 are also plotted.



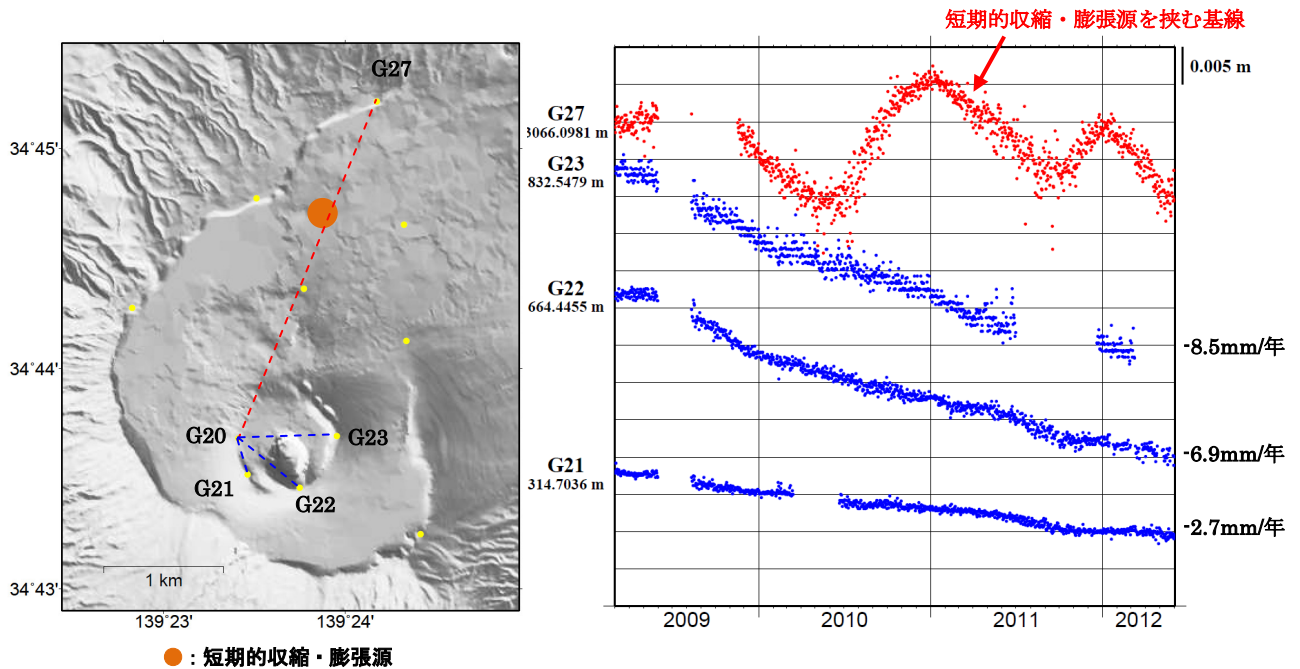
第8図 (上) 長期的変動の相対変位観測値 (赤矢印) と茂木モデル最適解による計算値 (青矢印). (下) 観測値と計算値との残差. 矢印付け根の十字線, 縦線はデータ誤差を示す. 図中の緑丸は茂木ソースの位置.

Fig. 8 Observed, calculated displacements and residuals for the inferred long-term inflation source. Green circle indicates the source location. (Top) Observed and calculated displacements. (Bottom) Displacement residuals.



第9図 三原山北東麓 (G10) を基準とした三原山観測点の相対変位 (2009年3月1日から2012年6月2日まで)。(左) 水平変位。(右) 上下変位。

Fig. 9 Horizontal and vertical displacements of stations equipped on the central cone Mt. Mihara relative to G10, NE foot of Mt. Mihara during a period from March 1, 2009 to June 2, 2012. (Left) Horizontal displacements. (Right) Vertical displacements.



第10図 (左) 基線と短期的収縮・膨張源との位置関係。(●: 短期的収縮・膨張源)。(右) 三原山火口西 (G20) を基準とした基線長変化 (2009年3月1日から2012年6月2日まで)。

Fig. 10 Temporal changes of baseline lengths between the western crater rim (G20) and the other sites on Mt. Mihara (G21, G22, G23), and the northern caldera rim (G27) during a period from March 1, 2009 to June 2, 2012.