

# 硫黄島の火山性地殻変動に関する研究（第6年次）

実施期間 平成14年度～平成20年度  
地理地殻活動研究センター  
宇宙測地研究室 矢来 博司  
地殻変動研究室 福崎 順洋  
研究管理課 高野 和友

## 1. はじめに

硫黄島は、1889年以来小規模な水蒸気爆発が15回以上発生している非常に活発な火山である。ここでは長期的に20cm/yearを上回るような隆起が続いており、地殻変動が非常に激しいことが知られている。最近では、2001年9月、10月に噴火活動があり、電子基準点での観測によりこれらの活動に伴う地殻変動が捉えられた。また、JERS-1/SARデータを用いたSAR干渉解析の結果から、島内の地殻変動は時間的、空間的に非常に複雑な変化を示すことがわかっている。これらの地殻変動は火山活動と密接に関連していると考えられ、地殻変動を詳細に把握することは硫黄島の火山活動を考える上で重要である。

本研究では、硫黄島の地殻変動場を把握し、それに基づいて硫黄島の火山活動の時間的推移について考察を行う。

昨年度までの研究において、電子基準点「硫黄島1」の観測から、2001年の噴火に数ヶ月先行して始まった急激な隆起が2003年以降に沈降に転じ、その後2006年までほぼ定常的に沈降が継続したこと、2006年8月以降は沈降傾向が一転し、再び急激な隆起が始まったことが明らかとなっている（図-2）。そこでは、2006年8月からの隆起量が2008年3月末までに80cmを超え、現在も継続している。この急激な隆起は硫黄島の火山活動の活発化を反映している可能性がある。そこで、火山活動の時間的推移を考えるために、地殻変動の時間変化について把握することが重要である。

## 2. 研究内容

硫黄島において宇宙測地技術を用いて地殻変動を把握する。具体的には、GPSによる繰り返し観測および「だいち」のSARデータを用いた干渉解析を実施し、硫黄島の地殻変動場を詳細に把握する。これらの観測・解析により得られた地殻変動場から変動源を期間別に推定し、硫黄島の火山活動における変動様式とその推移を明らかにする。また、地形学的手法により、より長期間の地殻変動場を把握し、地殻変動様式の解明を進める。

## 3. 平成19年度実施内容

平成19年度は、GPS繰り返し観測および「だいち」PALSARデータの干渉解析を実施し、硫黄島の地殻変動を明らかにした。

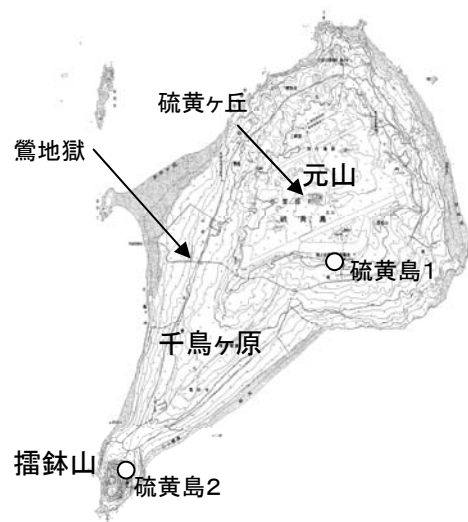


図-1 硫黄島の地名と電子基準点の位置 (○)

まず、GPS 繰り返し観測については、硫黄島島内の 16 箇所において、2007 年 8 月と 2008 年 1 月に実施した。観測時間は 12 時間、サンプリング間隔は 30 秒である。島内に設置されている電子基準点 2 点（硫黄島 1、硫黄島 2）の座標値を、それぞれの観測時期について観測開始日とその前後 7 日間の計 15 日間の平均値で固定し、繰り返し観測点および GPS 臨時連続観測点（M硫黄島）の座標を求めた。2007 年 1 月の観測結果と併せ、2 期間（2007 年 1 月～8 月、2007 年 8 月～2008 年 1 月）における地殻変動量を求めた。

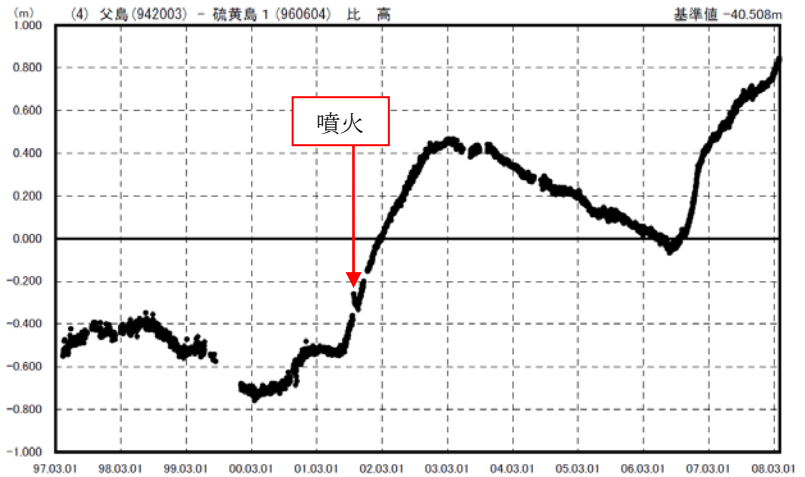


図-2 電子基準点「硫黄島 1」の上下変動。父島を基準としている。縦軸の 1 目盛は 0.2m。

次に、「だいち」PALSAR データの干渉解析については、2007 年 2 月から 2008 年 3 月にかけて観測された

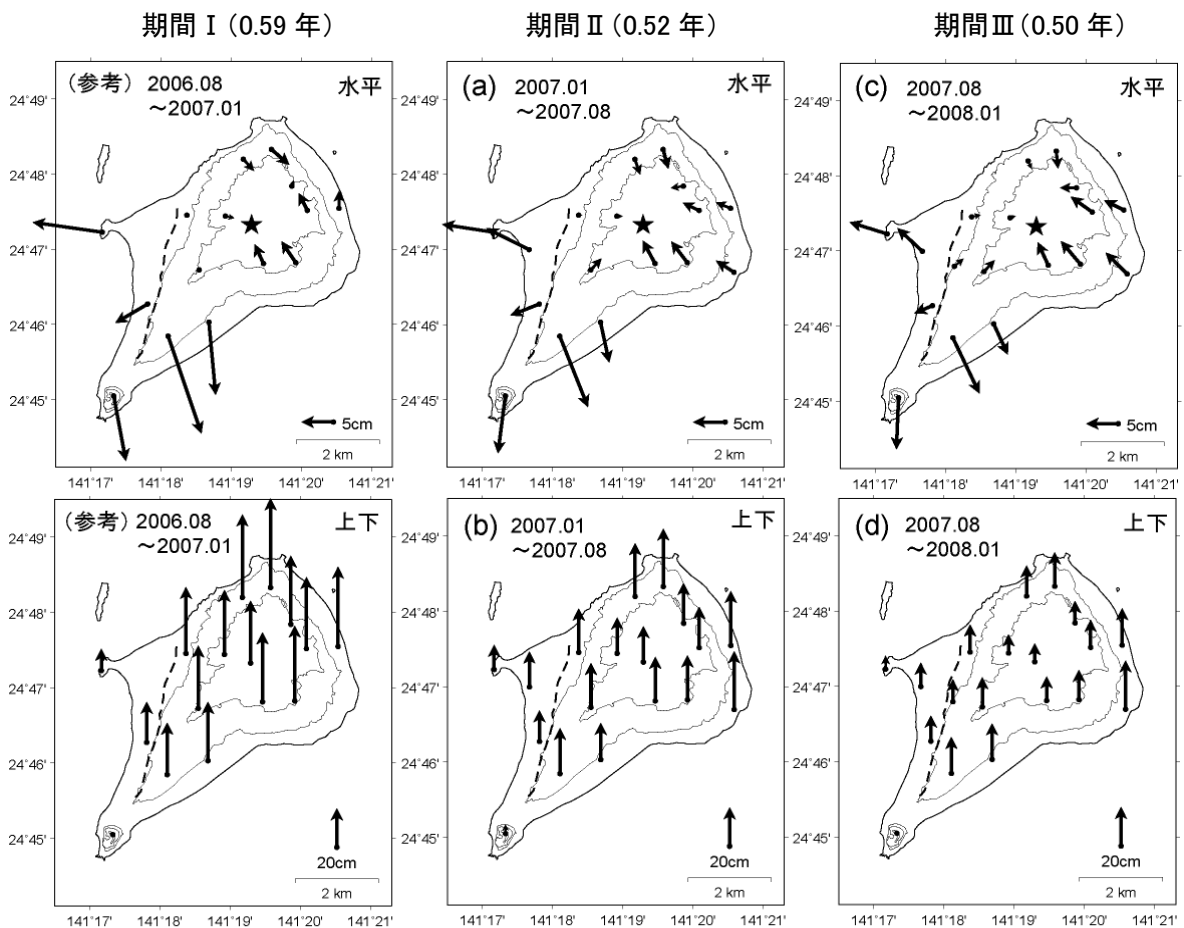


図-3 GPS キャンペーン観測および電子基準点により得られた硫黄島の地殻変動。水平変動については硫黄島東部の硫黄ヶ丘(★)を固定点とした。上下変動については楕円体高の変化をとった。図中の破線は地形判読で得られた阿蘇台断層の位置を示す。(a),(b):2007 年 1 月～2007 年 8 月(0.52 年),(c),(d):2007 年 8 月～2008 年 1 月(0.50 年)。(a),(c)水平変動,(b),(d):上下変動。

Descending 軌道 6 データ, Ascending 軌道 7 データを用いて解析を行った。これらはいずれもオフナディア角  $34.3^\circ$  で観測されたものである。解析には国土地理院で開発されたソフトウェア GSISAR を利用した。デジタル標高モデル (DEM) を用いて地形縞を除去する 2 パス法を適用し、国土地理院の 50m メッシュ標高データについて測地成果 2000 に適合するように調整したものを既存の DEM として用いた。

上記の GPS 繰り返し観測, SAR 干渉解析で得られた地殻変動の推移について、地殻変動源を推定するために重要となる特徴の抽出を行った。

#### 4. 得られた成果

##### 4. 1 GPS 繰り返し観測

GPS 繰り返し観測により得られた地殻変動の分布を図-3 に示す。図-3 下段の上下変動を見ると、平成 18 年度後半 (期間 I) の変動を含め、いずれの期間においても南端の播鉢山を除く島全体が大きく隆起していることが分かる。その中で、島東部の元山の中心部にあたる硫黄ヶ丘付近では隆起量が相対的に小さい。図-3 上段の水平変動では、いずれの期間においても硫黄ヶ丘を中心として収縮するような変動と、阿蘇台断層を中心とする膨張傾向の変動が見られる。

図-3 は、いずれも約半年間の地殻変動を示している。期間 I, II, III を比較すると、島全体の隆起と阿蘇台断層を中心とする膨張の変動速度は時間経過と共に明らかに減少している。地殻変動の向きや空間分布の特徴には変化が見られないことから、同じ変動源による変動が時間経過と共に減衰しながら継続していると考えられる。一方、東部の硫黄ヶ丘を中心とした収縮性の水平変動には大きな違いは見られない。

このような地殻変動の時空間変化様式は、本研究において既に明らかにした、噴火を伴う隆起現象が見られた 2001~2003 年における地殻変動と同じ特徴をもつ。従って、2006 年 8 月以降の急激な隆起変動は、2001~2003 年と同じ変動源によるものと考えられる。

##### 4. 2 SAR 干渉解析

「だいち」PALSAR データの干渉解析の結果を図-4 に示す。Ascending 軌道, Descending 軌道のそれぞれのデータを用いた解析結果から、島東部で衛星視線方向の距離 (スラントレンジ) が短縮する変動が見られる。また、2007 年 4 月以降では硫黄ヶ丘付近で周囲と比較して相対的にスラントレンジが伸びる傾向が見られる。この特徴は、GPS 観測で得られている変動 (島東部の隆起と硫黄ヶ丘付近を中心とする収縮・相対的な沈降) と調和的である。

図-4 において地殻変動速度の時間推移を見ると、2007 年 4 月以降、時間経過とともに島西部の変動速度は減衰しているのに対し、硫黄ヶ丘を中心とする収縮変動はほぼ一定速度で継続している。この硫黄ヶ丘を中心としたほぼ定常的な収縮は、1992~1998 年の JERS-1/SAR データの干渉解析および本研究で実施した 2002 年 8 月以降の GPS 繰り返し観測によっても観測されている。従って、硫黄ヶ丘を中心とする収縮は、2006 年 8 月から始まった急速な隆起の間も定常的に継続していたと考えられる。

GPS 連続観測により、2008 年 2 月下旬以降、電子基準点「硫黄島 1」の隆起速度が約 20cm/年から約 1 m/年へと急激に増加したことがわかっている (図-2)。この期間の干渉画像 (図-4 k) では、その直前の期間 (図-4 j) と比べ、島東部全域でスラントレンジの短縮量が大きくなっており、隆起速度の急増域が東部全体に及んでいることを示している。なお、この時期には、島の北端と南東端、鶯地獄付近の 3 箇所で、空間的広がりが 1~2 km の隆起が見られている。

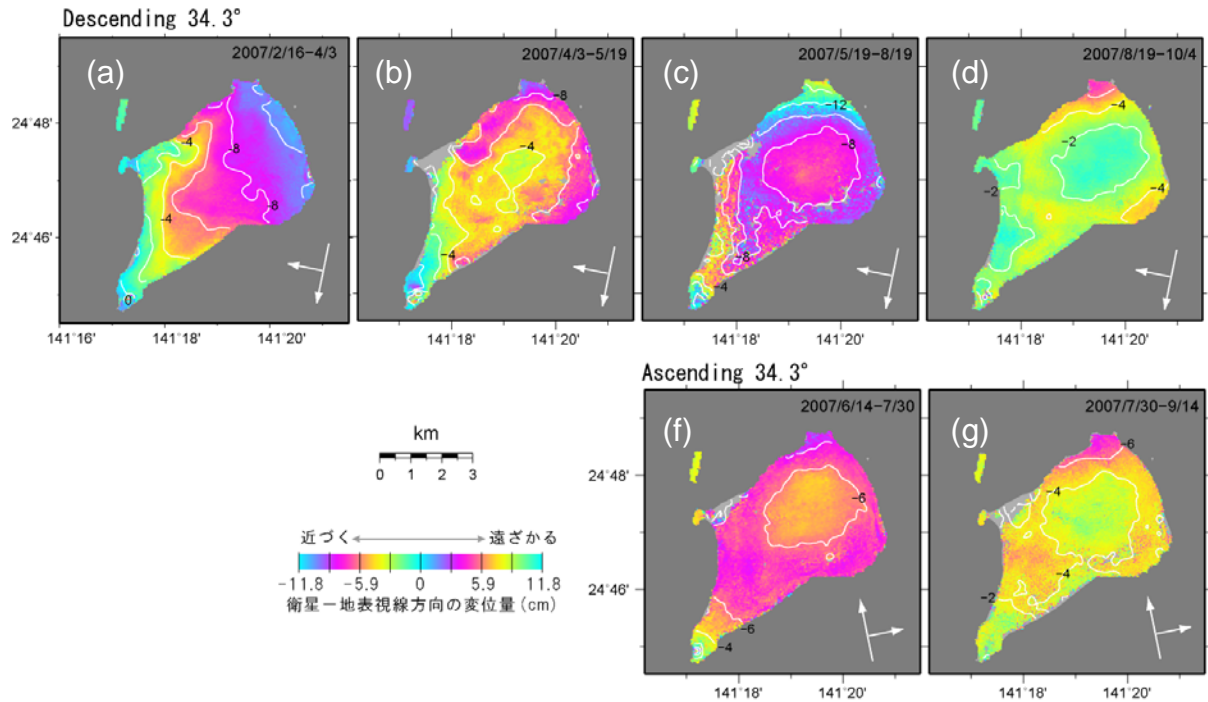


図-4 「だいち」PALSAR データの干渉解析で得られた硫黄島の地殻変動. 電子基準点「父島」に対する相対的な衛星視線方向の変動を示す. 上段 (a~d) が Descending 軌道, 下段 (f~g) が Ascending 軌道からの観測. 観測日はそれぞれ次の通り. (a):2007 年 2 月 17 日~4 月 3 日; (b):2007 年 4 月 3 日~5 月 19 日; (c):2007 年 5 月 19 日~8 月 19 日; (d):2007 年 8 月 19 日~10 月 4 日; (f): 2007 年 6 月 14 日~7 月 30 日; (g):2007 年 7 月 30 日~9 月 14 日.

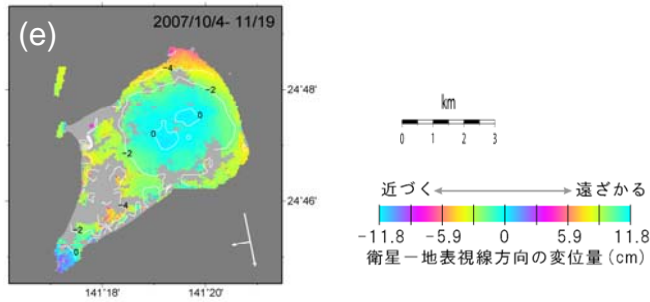
## 5. まとめ

硫黄島の地殻変動を把握するため, GPS 繰り返し観測と「だいち」PALSAR データを用いた SAR 干渉解析を行った.

GPS 繰り返し観測から, 2006 年 8 月以前に見られた硫黄島東部の元山付近を中心とする収縮が現在も定常的に継続しており, さらに 2006 年 8 月の隆起開始後は島のほぼ全体が大きく隆起し, 阿蘇台断層を中心として膨張していることが明らかとなった. 2006 年 8 月以降の地殻変動は, 2001~2003 年に噴火を伴う隆起を示した時期の変動様式と類似しており, 今回の変動は 2001~2003 年の活動と同様の変動源によるものと考えられる. 島全体の隆起と阿蘇台断層を中心とする膨張は, 2006 年 8 月からの隆起開始後, 時間経過と共に変動速度が低下している.

「だいち」SAR 干渉解析により, 硫黄島の地殻変動が空間的に詳細に明らかになった. 得られた変動は GPS 観測で得られている変動様式と調和的である. 2008 年 2 月下旬に始まった電子基準点「硫黄島 1」にみられる急激な隆起は, その変動域が東部全体にわたっていることが分かった. この変動の空間スケールから, 隆起の変動源は地下数 km よりも深い位置にあると考えられる. なお, この時期において, 島の北端と南東端, 鶯地獄付近の 3 箇所空間的広がり 1~2 km 程度の局所的な隆起が見られた. 島の北端の隆起については, 2007 年 4 月以降のほぼ全ての時期で見られる. この場所では, 1940 年代に海岸線付近にあったと考えられる段丘面が周囲と比較して約 15m 程度上昇しており, 過去にも隆起が発生していたことを示唆している.

Descending 34.3°



Ascending 34.3°

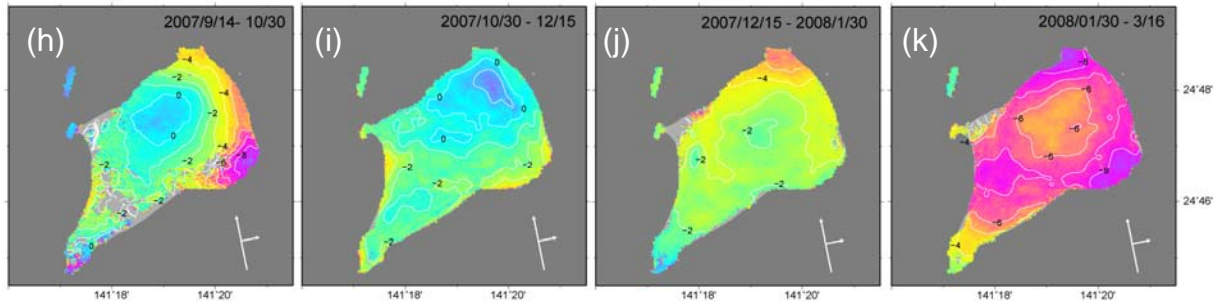


図-4 (続き) 「だいち」 PALSAR データの干渉解析で得られた硫黄島の地殻変動。電子基準点「父島」に対する相対的な衛星視線方向の変動を示す。上段 (e) が Descending 軌道, 下段 (h~k) が Ascending 軌道からの観測。観測日はそれぞれ次の通り。(e):2007年10月4日~11月19日;(h):2007年9月14日~10月30日;(i):2007年10月30日~12月15日;(j):2007年12月15日~2008年1月30日;(k):2008年1月30日~3月16日。

これまでの GPS 繰り返し観測の結果と「だいち」 SAR 干渉解析の結果から、硫黄島の変動は、島東部の硫黄ヶ丘付近を中心とする沈降・収縮が定常的に見られ、隆起時はほぼ島全体が隆起、阿蘇台断層を中心として膨張し、その変動速度は時間経過と共に減衰していく、という特徴があることが分かった。今後、得られた地殻変動から、各期間の変動源の推定を行い、その推移を明らかにしていく。

硫黄島には地形的に明瞭な海岸段丘が見られ、最近の数百年間で急激に隆起していることが明らかにされている。地形学的な調査により、過去数百年間の変動速度やその時間変化を明らかにすることは、現在の隆起変動の時間推移をより長期間の変動の中で考える上で重要な情報となる。今後、測地学的手法に加え、地形学的手法も適用し、より長期間の平均的な地殻変動場を調べ、地殻変動様式の解明を進める予定である。

(データについて)

「だいち」 PALSAR データの所有権は経済産業省および (独) 宇宙航空研究開発機構にある。