

伊豆大島三原山地区自動測距測角装置による点膨張・点収縮源推定 に関する研究（第4年次）

実施期間 平成29年度～令和2年度
測地観測センター地殻監視課 澤田 正典

1. はじめに

国土地理院では2002年9月以降、伊豆大島三原山地区自動測距測角装置（以下「当観測システム」という.）として、三原山外輪山の北西部に設置された器械点を中心に、カルデラ内部及び内輪山上に設置されたミラー点（全11点）に対して放射状に観測基線を構築し、主にその基線長変化からミリ単位の精度で地殻変動を捉えている。また各ミラー点に対して $\pm 2\sim 5''$ の精度で水平角・天頂角の計測を行い、 $\pm 2\sim 5\text{cm}$ 程度の精度で三次元的な変動を計測している。本報告では2020年4月から発生した山体の膨張期を対象として、当観測システムで捉えた基線長変化量と島内のGNSS観測点から得られた水平・上下変動量を元に点膨張源の推定を行った結果を示す。また2020年3月にトータルステーション（以下「TS」という.）をSOKKIA製SRX1からトプコン製SOKKIAブランドのiX-505に更新したのでTSの交換前後における観測値の品質を確認する目的で、水平角・天頂角観測値及び三次元的な変動の計測値について示す。

2. 研究内容

伊豆大島三原山では膨張トレンドを主とした長期的な変動と共に、数ヶ月～数年単位の膨張期及び収縮期が繰り返し観測されている。2020年4月から発生した山体の膨張期における点膨張源の大きさ及び位置について、火山用地殻活動解析支援ソフトウェアMaGCAP-V（ver1.7.3）（気象研究所地震火山研究部，2013；気象研究所地震火山研究部，2008）を用いて推定した。また2020年3月に実施したTSの交換前後における観測値の品質を確認する目的で、交換時期を挟んだ期間における水平角・天頂角観測値及び三次元的な変動の計測値を求めた。

3. 得られた成果

2020年4月～2021年1月において全ミラー点について基線長の伸びを観測し、山体膨張を確認した。例として7番ミラー点における基線長変化グラフを示す（図-1）。

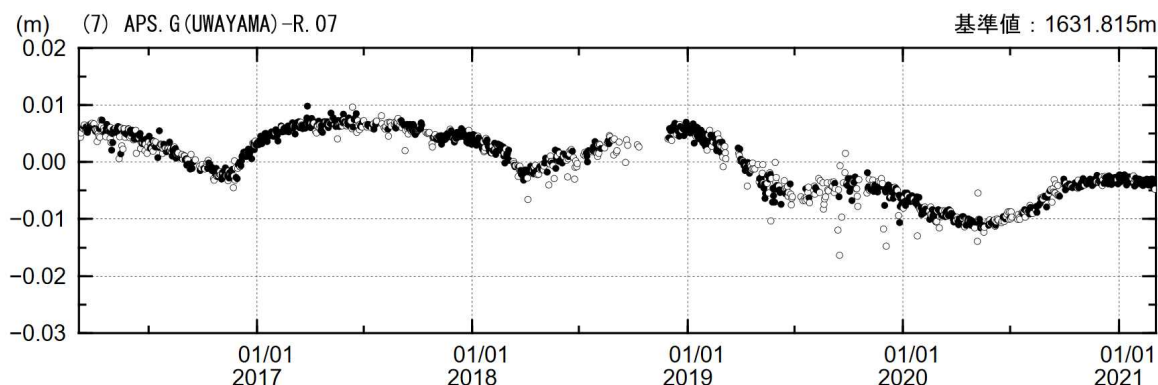


図-1 2020年4月～2021年1月に発生した膨張期における器械点～7番ミラー点の基線長変化グラフ

この膨張期における点膨張源の推定結果（表-1）を，ほぼ同時期における火山性地震の震源プロットに重ねた図を示す（図-2）．また，このモデルから推定された計算値と，当観測システムで得られた基線長観測値及び GNSS 観測点で得られた水平・上下変動量との比較結果を示す（図-3）．

表-1 2020年4月～2021年1月に発生した膨張期におけるモデル推定結果

基準日	比較日	モデル緯度[deg]	モデル経度[deg]	モデル標高	モデル半径
2020/04/01	2021/01/01	139.3965238	34.74445306	-3,660m	74.071m

2020年4月～2021年1月の膨張期については，以前に発生した膨張期に多く見られた傾向と同様に，カルデラ直下に発生する火山性地震の震源域の下側の，震源域に近い位置に点膨張源が推定された．

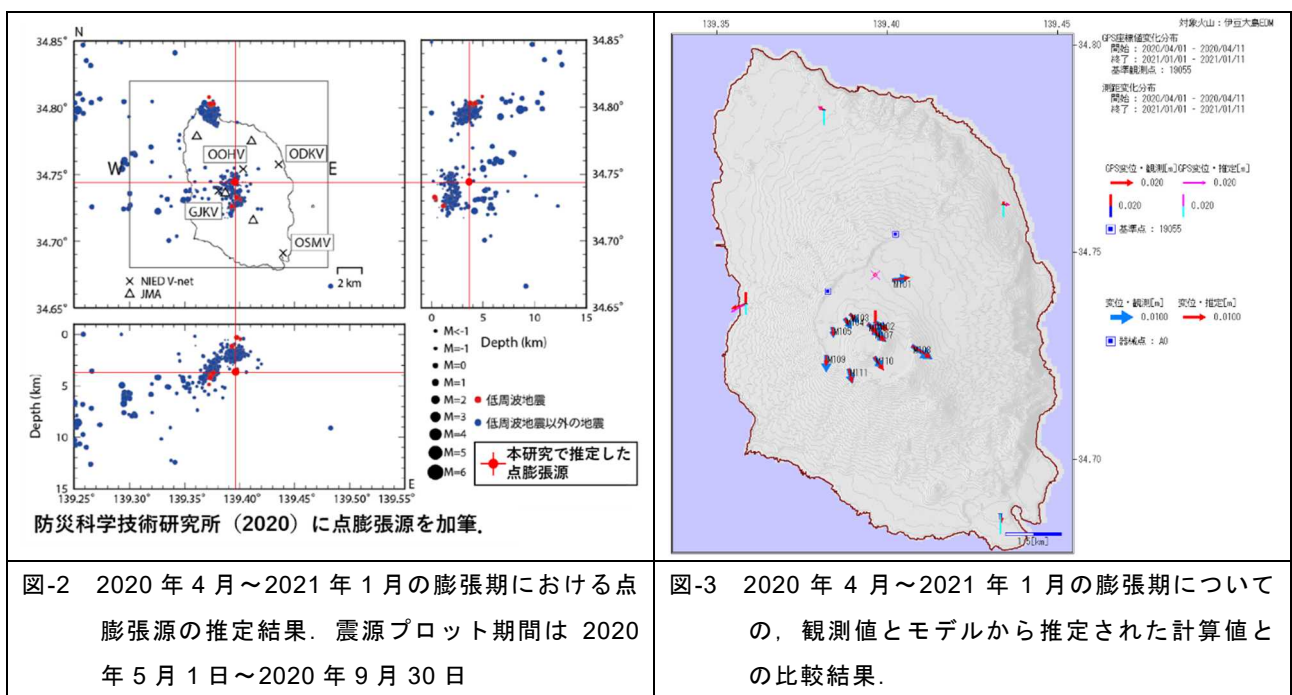


図-2 2020年4月～2021年1月の膨張期における点膨張源の推定結果．震源プロット期間は2020年5月1日～2020年9月30日

図-3 2020年4月～2021年1月の膨張期についての，観測値とモデルから推定された計算値との比較結果．

当観測システムにおいては2020年3月3日にTSを更新した．更新後のTSにおけるスペック上の理由により自動測角観測が可能な最大距離が短くなった影響を受けて，器械点及びミラー点の配置図（図-4）において最も長い基線長を持つ8番ミラー点については自動測距観測のみ継続し，他のミラー点については自動測距測角観測と三次元的な変動量の計測を継続している．三次元的な変動量の算出にあたっては，まず，おおむね中央付近に位置し観測成功率も高い6番ミラー点を固定点とし，他のミラー点との間における水平角・天頂角それぞれの夾角の値を求め，次に基線長観測値と合わせてそれぞれのミラー点における東西・南北・上下成分の変動量を算出している．

例として7番ミラー点の測角観測結果（図-5～図-6）及び三次元的な変動量（図-7～図-9）を示す．



図-4 三原山カルデラにおける器械点及びミラー点の配置図

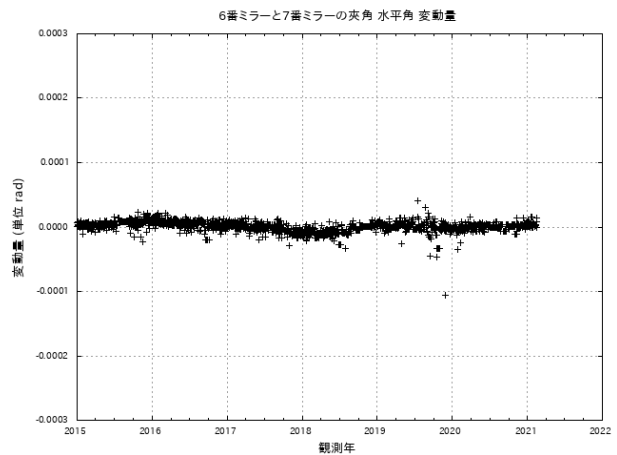


図-5 6番ミラー点と7番ミラー点の夹角の変動量. 水平角成分.

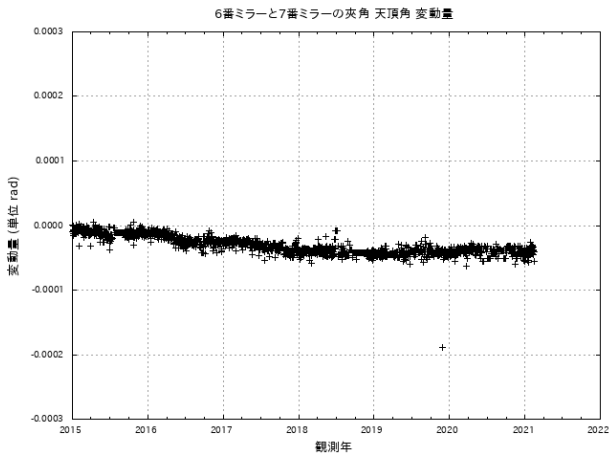


図-6 6番ミラー点と7番ミラー点の夹角の変動量. 天頂角成分.

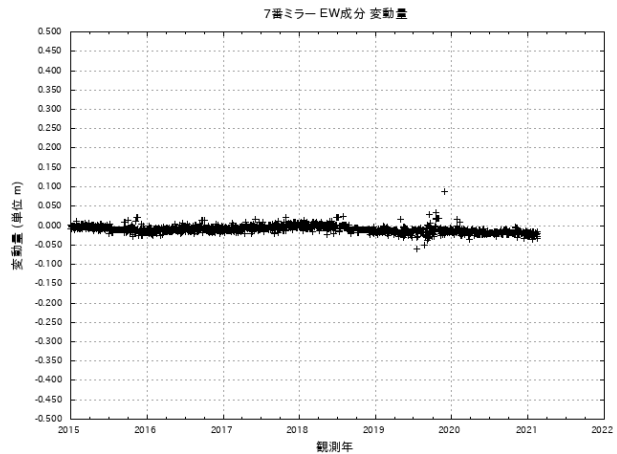


図-7 7番ミラー点における東西成分の変動量. 東方方向を+とする. 6番ミラー点を固定.

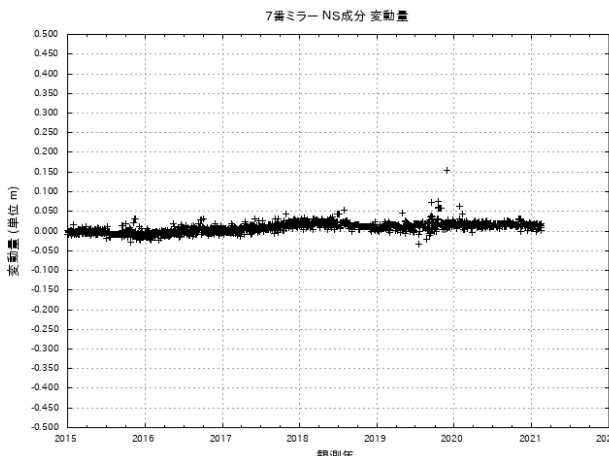


図-8 7番ミラー点における南北成分の変動量. 北方方向を+とする. 6番ミラー点を固定.

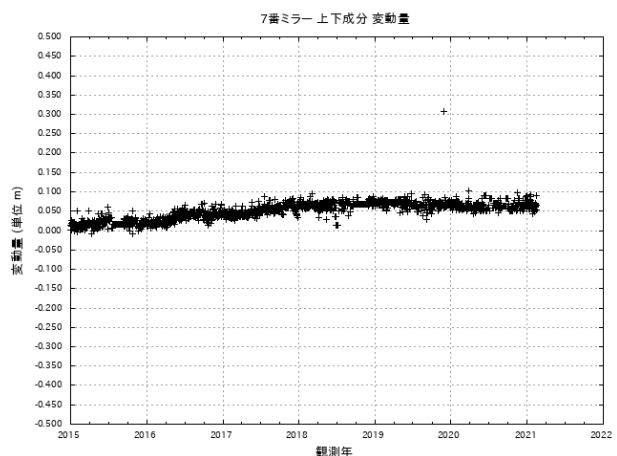


図-9 7番ミラー点における上下成分の変動量. 上方方向を+とする. 6番ミラー点を固定.

2020年3月3日に実施したTSの更新後においても、測角観測値及び三次元的な変動量についての計測精度はおおむね同じであることが確認された。しかし、測角観測値及び三次元的な変動量については注意点がある。ミラー点においては2020年3月以降における3番～5番及び8番ミラー点を除き、かねてより3つのミラー素子を合わせた3素子のミラー点として運用してきたが、厳しい自然環境に曝されている各ミラー素子においてはすべてのミラー素子が均一に劣化することはまれであり、多くの場合不均一に劣化が進むことからTSの自動視準時における視準中心位置が変動するリスクを抱えている。従って年単位の長期的な変動量について評価する場合は慎重な判断を要する場合がある。ミラー素子の劣化はほとんどの場合1年以上の時間をかけてゆっくり進行すること、最も極端な形で不均一な劣化が進んだ場合であっても理論的には±4cm以内の計測誤差に収まることから、火山活動の活発化等によって短期間に大きな地殻変動が発生するケースにおいては観測精度上の問題は無い。また対策としてミラー点保守作業時において各ミラー点の劣化の度合いを確認し、劣化が強く認められたミラー素子については予防的に交換を実施している。

4. 結論

2020年4月～2021年1月の膨張期については、点膨張源の出現位置やモデル半径の大きさが2018年4月～12月の膨張期における点膨張源と近い形で求められた。地震発生回数において特に目立った増加が見られなかった期間に発生した膨張期という点においても似た面が見られた。

当観測システムは2020年3月にTSをこれまでのSOKKIA製SRX1からトプコン製SOKKIAブランドのiX-505へと更新した。8番ミラー点において自動測距観測に移行した点を除き、TSの更新前後において自動測距測角装置としての品質は維持されていることを確認した。

今回のTSの更新においてはTSの自動測角観測が可能な最大距離を抑えたことでTSの調達コストが著しく改善された。火山活動の監視には長期的な取り組みが求められることから観測システムの運用コスト改善は非常に重要である。今後も長期的に観測システムを維持するための努力を継続する。1986年の噴火から数えて35年目を迎え、次の噴火活動へ向けたプロセスが既に始まっている可能性についても除外することなく警戒を続ける。火山活動の機序については未解明な点が非常に多く、1986年の噴火時とは異なる進行プロセスを経過しながら伊豆大島における次の噴火が起きる可能性についても注意する。

謝辞：気象研究所からは火山用地殻活動解析支援ソフトウェアMaGCAP-V（気象研究所地震火山研究部，2013；気象研究所地震火山研究部，2008）を提供して頂いた。

参考文献

気象研究所地震火山研究部（2008）：火山用地殻活動解析支援ソフトウェアの開発，気象研究所技術報告，53，123-140。

気象研究所地震火山研究部（2013）：火山用地殻活動解析支援ソフトウェアMaGCAP-Vの機能強化，気象研究所技術報告，69，168-179。

防災科学技術研究所（2020）：伊豆・小笠原諸島の主な活火山（その3の4），伊豆・小笠原諸島，第147回火山噴火予知連絡会資料，33-35。