

4. 三宅島火山における精密水準測量の調査結果（平成21年度）

Result of Precise Leveling Survey of Miyake-Jima Volcano in 2009

技術支援課 石原成幸、長谷川治雄、川島眞一

1. はじめに

三宅島は図-1に示すとおり、東京の南186km、伊豆諸島の中ほどに位置し、周囲35km、面積55.50km²の温暖かつ緑豊かな島で、別名バードアイランドと呼ばれるほど野鳥が多く生息する島である。同時に、約20年周期で噴火を繰り返す富士火山帯（古い呼称）に属する活火山の島という側面も有している。

同島では、古来より幾多の噴火が繰り返されており、直近では平成12年7月8日に、昭和58年以来18年ぶりとなる雄山の噴火に伴う多量の降灰と泥流により、主要な都道・林道の流出や家屋の損壊など、全

島に及ぶ被害が発生した。

また、同年8月30日頃からは多量の火山ガス（主に二酸化硫黄）の噴出があり、9月4日には全島避難に至った。その後、平成17年2月1日に至り、災害対策基本法第60条第4項に基づく避難の必要がなくなった旨の公示がなされたことにより、避難指示の解除とともに帰島が実現した。しかしながら現在でも、「三宅島火山ガスに対する安全確保条例」等に基づく立入禁止区域・危険区域が設定されており、ガスマスクの携行が義務付けられている箇所がある。

本報告では、以下に記す火山噴火予知に関する調査の一環として実施されている精密水準測量のうち、平成21年度調査の結果について、その概要を報告する。

2. 火山水準測量調査の目的と経緯

東京都防災会議では、周期的に噴火を繰り返す三宅島火山の噴火予知の基礎資料収集を目的として、昭和58年の噴火後の昭和62年から、過去の記録を含む資料等による噴火史の調査、並びに地下構造解明のための地質調査などの各種調査を実施してきた。

本調査は、当該調査の一環として、土木技術支援・人材育成センター（以下「センター」という）の前身である土木技術研究所（以下、「研究所」という）時代に、三宅島の地殻変動の状況を把握するため、昭和63年に総務局からの執行委任として精密水準測量を実施したことが端緒となっている。

本調査を執行委任されている理由は、同火山に噴

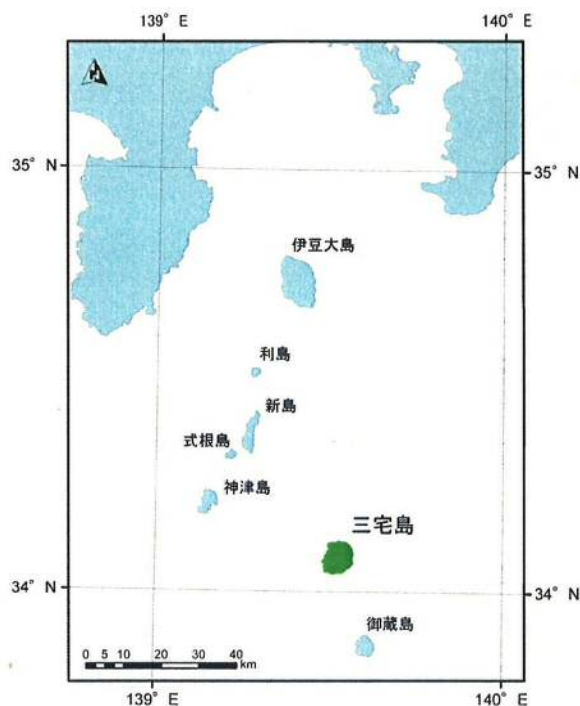


図-1 三宅島位置図¹⁾

火の前兆現象が見られず、その予測が困難な状況にあって、水準点毎の変動量を基に分析を行い、地下マグマの上昇状態を把握することが非常に有効なためである。また、当時の研究所には、地盤沈下調査に伴う高精度な水準観測調査に実績があったことから、調査を担当することとなった経緯がある^{2),3),4)}。

その後、本調査は平成2～同11年度まで隔年で行われ、都合6回の調査が行われたところで平成12年7月の噴火が発生した。

同年の噴火後には、現地の復旧状況や火山ガス対策等を勘案し、平成14年1月（平成13年度）に調査を再開した。引き続き、平成15～21年度には、改めて隔年での調査を実施してきており、平成23年度も平成12年噴火後では6回（通算12回）目の調査が予定されている。

3. 三宅島の地形

三宅島は図-2に示すとおり、複式成層火山の島であり、山頂や山腹に多くの爆裂火口の痕など、特有

の火山性地形・景観を有し、以前は豊かな自然に恵まれていた。しかし、平成12年の噴火に伴う土石流などにより、現在でも多くの斜面が荒廃した状況にある。

爆裂火口は、海岸付近に数多く見られる陥没した地形であり、マグマが地下水に接触した結果、「マグマ水蒸気爆発」により生じたものである。

また、島の大半は成層火山体斜面であり、無数の火山開析谷が発達する。このため、河口付近にあっては、ほとんど平野が見られず、海岸線も切り立った海蝕崖が形成されている。

4. 水準測量の観測状況

前述のとおり、現在でも雄山は活発に火山活動を継続しており、図-3、写真-1に示すように林道部では災害復旧工事後の再被災のため、一部区間の通行ができない状況にある。また、山頂部に取り付く林道も写真-2のように各所で寸断・荒廃が続いており、有毒な火山ガスの発生と相俟って、火口部直近



図-2 火山土地条件図（平成7年時点）⁵⁾

路線名	区間	距離(km)
一周都道	(1)	32.18
一周都道	(2)	
一周都道	(3)	
一周都道	(10)	18.51
林道雄山環状線	(4)	
林道雄山環状線	(5)	
林道雄山環状線	(8)	
林道雄山環状線	(9)	
林道雄山環状線	(11)	
林道雄山環状線	(13)	7.60
取り付け路線	(6)	
取り付け路線	(7)	
取り付け路線	(12)	
計		58.29

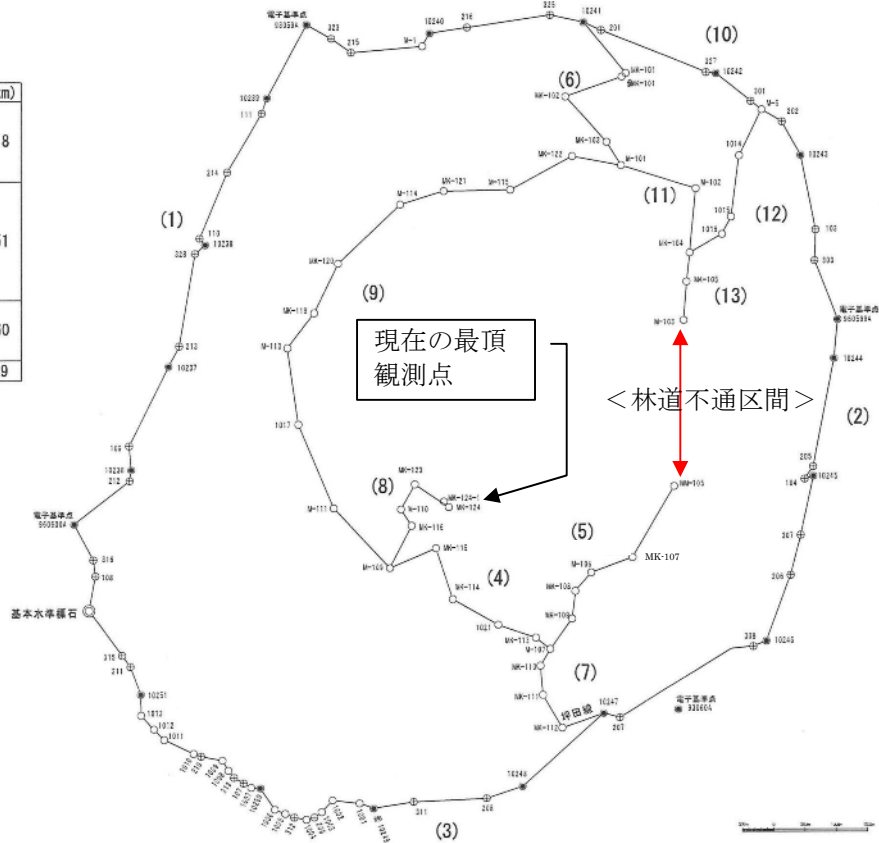


図 - 3 精密水準測量 路線網図



写真-1 林道雄山環状線の再被災状況



写真-2 現在の最頂観測点付近の状況

までの精密水準測量を行える状況には至っていない。

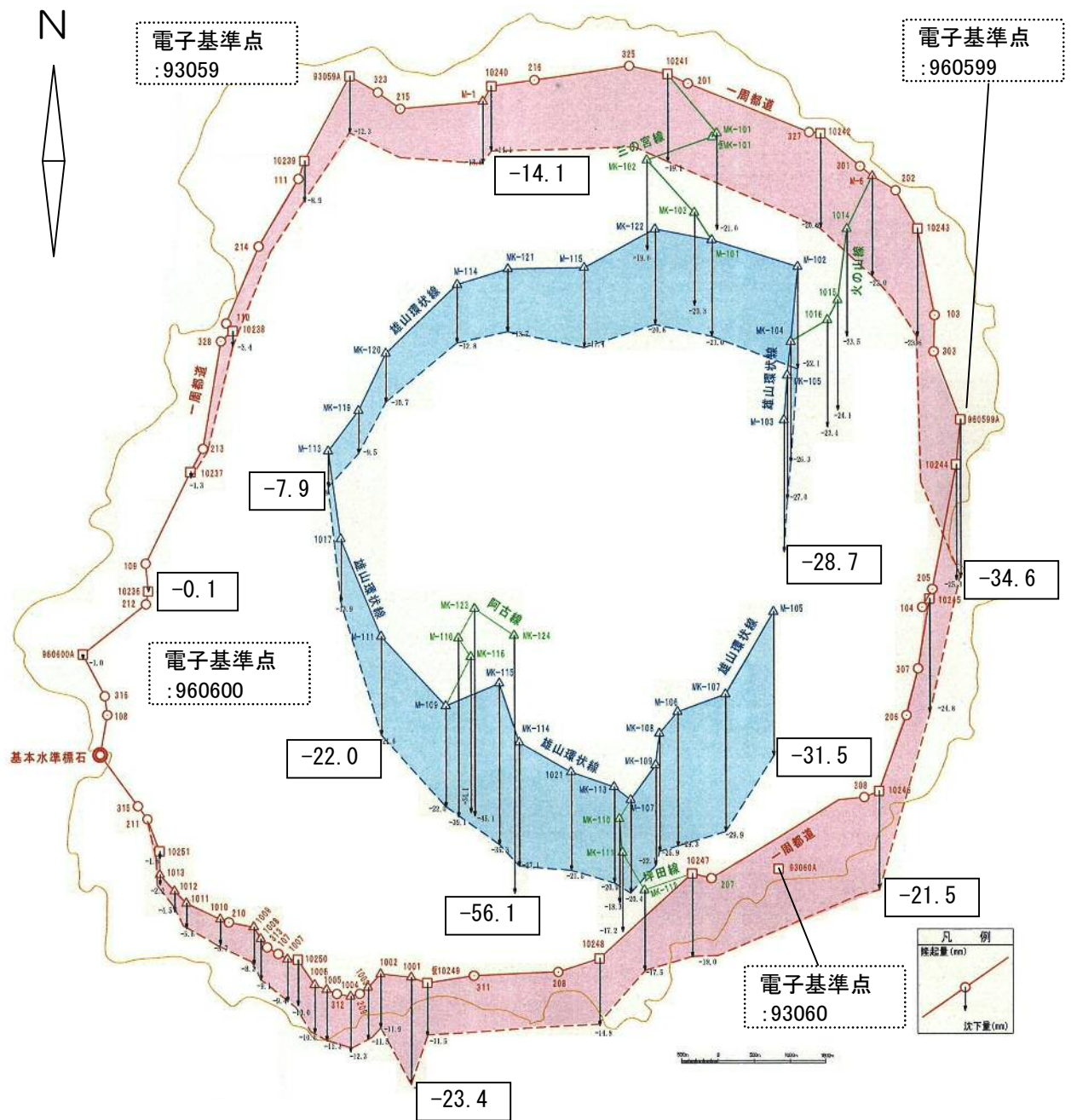
平成21年度調査で観測できた路線及び水準点数は、図-3に示す延長約58km、108点（点検測量を含む）となっている。

5. 地盤変動状況調査の結果

今回の測量調査における計画の諸元、並びに前回の測量調査である平成19年度の調査結果と比較した変動量の概要等については、次に示すとおりである。

(1) 計画諸元

- 1) 準拠規程 : 東京都公共測量作業規程 (H14版)
- 2) 承認番号 : 平21 関公 第397号
- 3) 基準面 : 三宅島験潮所 基本水準標石
(H = 2.4490m 不動点扱い)
- 4) 測量種別 : 1級水準測量 (直接水準)
- 5) 観測期間 : 平成21年11月23日～同年12月29日
- 6) 基準日 : 平成22年1月25日
- 7) 使用機器 : ウイルド NA3003 電子レベル
(全て検定済) // GPCL3 1級水準標尺



基本水準標石 T.P.+
 平成 19 年 : 2.4490m
 平成 21 年 : 2.4490m

※上図のベクトル量 : 単位 : mm

凡 例	
	一週都道
	雄山環状線
	取付路線
	基本水準標石
	国土地理院水準点
	東大震研水準点
	三宅支庁基準点

図-4 変動ベクトル図 (H21-H19 差分)

8) 成果検定：日測技発第F09-0473号 検定証明書

(2) 前回成果との比較概要

前回の観測成果（基準日：平成19年12月18日、成果検定：日測技発第F07-0295号）と今回の観測成果との比較結果については、図-4のとおりであり、観測路線ごとの概要は、次のとおりである。

1) 一周都道

前回の観測成果値と比較して、隆起した水準点は見当たらない。

また、最大の沈下量を示した点は、前回と同様に島東部のサタドー岬付近にある電子基準点の付点における $\Delta 34.6\text{mm}$ となっている。

変動ベクトルから見ると、島の西側においては、前回と前々回の変動量（H19-H17）に比べて今回の変動量は若干ではあるが減少しており、北側では前々回とほぼ同等量となっている。

これに対し、島の東側および南側においては、数ミリ程度ではあるが沈下量が増大する傾向にある。

2) 取付路線

全般としての取付路線の傾向は、一周都道の地域別傾向と調和的である。

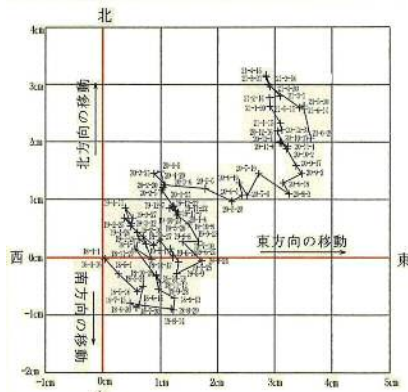
変動ベクトルからは、島の北側の三の宮線・火の山線が前回調査時とほぼ等しい沈下量を示している。

島の南側に位置する坪田線に関しては、若干ではあるが沈下量（5mm程度）が増大している。

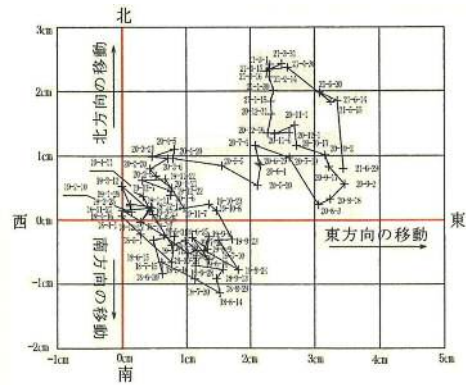
3) 雄山環状線

環状線に関しては、変動ベクトルを見た場合、島の東側から南側を中心に沈下量が増大傾向にある。

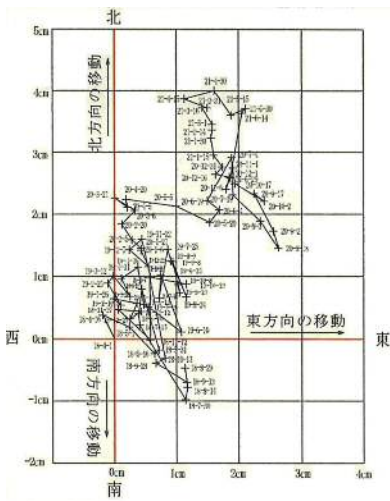
山頂への取付路線である阿古線に関しては、沈下量の増加は見られないが、他に比べてその沈下量は大きく、頂上に最も近いMK-124点の沈下量は、全点の最大値（ $\Delta 56.1\text{mm}$ ）となっている。



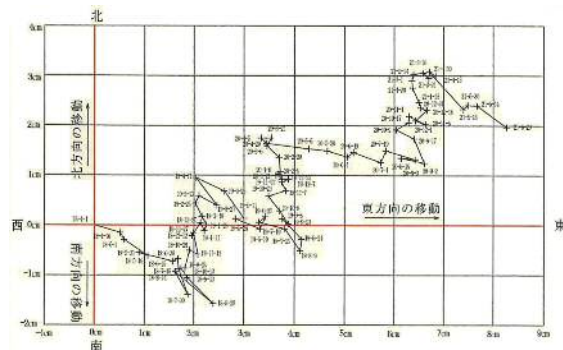
1) 93059 (島の北側)



2) 93060 (島の南側)



3) 960599 (島の東側)



4) 960600 (島の西側)

図-5 電子基準点 F2 解

(3) 電子基準点のF2解の解析結果

今回、初めての試みとして電子基準点の「日々の座標値」であるF2解の変動状況を確認した。

「日々の座標値」とは、電子基準点の日々の観測データを基線解析した結果の値のことであり、F2解は座標系にITRF2000(IGS00)、地上受信アンテナ位相特性モデルに相対検定モデルを用いたものである。

取得したF2解は、三宅島に設置された4つの電子基準点についてである。また、取得期間は、平成18年4月1日から平成21年6月30日までである。

データを取得した電子基準点番号は、以下に示すとおりである。

- ① 93059 (島の北側)
- ② 93060 (島の南側)
- ③ 960599 (島の東側)
- ④ 960600 (島の西側)

当該成果は図-5のとおりであり、おおよそ次のような傾向が把握できる。

平成18年4月より平成20年3月頃までは、電子基準点960600を除く3点は、全般に東または北方向へ2cm程度の変動を繰り返していたが、同年3月から21年6月までの成果に関しては、それまでに比べて倍近い変動量を示しており、東北方向への移動が顕著に現れている。

一方、960600に関しては、他の基準点と変動傾向は同じであるが、変動量がほぼ倍となっている。

他点の動向と合わせて考察すると、東北方向へ移動しつつも島全体が西から東方向へ動いていることが考えられる。

この結果と水準測量の成果と合わせて勘案すれば、

島全体が北東方向に移動しつつ、島の北東部で沈下する傾向にあることが読み取れる。

なお、F2解には、降雨等による大気の不均質に起因する誤差等が生じる可能性があることが知られており、当該成果は参考値としての位置付けである⁵⁾。

6. 今後の対応

平成23年度は、三宅島火山の精密水準測量の実施年次に該当しており、現在その準備を進めているところである。

本年3月11日には、東北地方太平洋沖地震が発生したため、関東地方においても地殻変動に伴う基準点等の変動が確認されている。現時点において、伊豆諸島の島々に関する基本水準標石に基づく基準値の変更等は、関係機関から公表されていない。

火山活動の把握を目的とする精密水準測量においては、ミリ単位での精度が要求されており、その基準としている標高値に変更が生じた場合には、少なからず変動量に差異が生じることとなる。このため、今後の関係機関の動向を注視していく必要がある。

このほか、国土地理院によるF2解の公表は平成21年6月で終了した。このため、今後は大気の不均質に起因した誤差や、年周変動、座標値のばらつきなどの軽減を図ったF3解(ITRF2005(IGS05)・絶対検定モデル)に基づく解析値を参考として、種々の検討を進めていく予定である。

なお、本報の作成にあたっては、総務局総合防災部、三宅支庁並びに建設局河川部関係者ほかの皆様より、数多くの資料の提供等を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 「平成12年三宅島火山災害への取り組み」編集委員会(2006)：平成12年三宅島火山災害への取り組み 平18年、都建設局・都三宅支庁、pI-1
- 2) 竹垣敏郎、富田実(2002)：三宅島火山2000年噴火後の精密水準測量結果、平14年 都土木技研年報、373-380
- 3) 富田実、川島眞一、山本浩一(2000)：三宅島火山における水準測量調査、平12年 都土木技研年報、371-376
- 4) 石綿伸行、富田実(1998)：平成9年度三宅島火山水準測量の概要、平10年 都土木技研年報、311-316
- 5) 国土地理院(1995)：1:15,000-火山土地条件図「三宅島」、平成7年、(注：現況地形と異なる)
- 6) 国土地理院(2009)：GPS連続観測システムの新しい解析戦略によるルチン解析システムの構築、平21年 地理院時報No.118、1-8