

令和 8 年 2 月 24 日  
火山調査研究推進本部  
火山調査委員会

## 三宅島の現状の評価及び調査研究方策

## 三宅島の現状の評価

### 活動履歴

- ▶ 最近約500年間には、17年から69年の間隔で13回のマグマ噴火が発生した。有史以降1983年までの噴火は、山頂から北-東南東、西-南南西の方向の山腹の割れ目火口からの短期間の噴火であり、山頂噴火を伴うこともあった。山腹火口からのスコリアの放出、溶岩の流出が主であり、割れ目火口が海岸近くに達した場合には、激しいマグマ水蒸気噴火が発生した。噴火活動後や噴火活動を伴わない場合でも、近隣海域でマグニチュード (M) 6 程度の地震が発生した事例がある。
- ▶ 2000年6月に始まった噴火活動では、山頂噴火が発生するとともに大規模な側方貫入により小型のカルデラ (山頂火口) を形成した。また、周辺海域では地震が多発した。カルデラ形成に伴うマグマ水蒸気噴火が発生し、全島に多量の細粒火山灰が降下したほか、低温の火砕サージが海まで到達した。さらに高濃度の二酸化硫黄を含む多量の火山ガスの放出が続いた。細粒火山灰の堆積の結果、降雨により二次的な土石流が島内全域で発生した。
- ▶ なお、約2,500年前に発生した八丁平 (はっちょうだいら) 噴火では、中腹からの準プリニー式噴火とそれに続く山頂での大規模なマグマ水蒸気噴火が発生し、八丁平カルデラを形成した (津久井・鈴木, 1998)。八丁平噴火の直後100年以内には、山頂付近から準プリニー式噴火による伊豆スコリアの噴出や、東山腹での割れ目噴火が発生している (Geshi et al., 2022)。カルデラ内で発生した溶岩流出活動により、約1,300年前までには八丁平カルデラはほぼ溶岩で埋没した。
- ▶ 1983年などの過去の山腹割れ目噴火においては、噴火開始の数時間程度前から地震の多発、地殻変動が認められた。

### 調査観測結果

- ▶ 2000年6月に始まった噴火活動以前には、GNSS観測や水準測量により、島が膨張する地殻変動が観測されていた。2000年6月26日18時30分頃に傾斜変動を伴う群発地震が観測され、同日21時00分頃に島の西側に地震活動が移動し、同時に島西部で大きな地殻変動が観測された (Uhira et al., 2005)。6月27日朝に西方海域で海底噴火が発生した後、地震活動はさらに西方に移動し、三宅島と神津島との間の海域で激しい地震活動が続くとともに、神津島-新島間が伸長する地殻変動が観測された。三宅島では、地震活動の西方移動以降に急激な収縮が観測され、7月8日に山頂噴火が発生した後のカルデラ形成

中に、ステップ状の傾斜変動や超長周期の地震動が繰り返し観測された。8月に入って以降の山頂での比較的規模の大きい噴火などの、一連の噴火における総噴出量は $1 \times 10^7 \text{m}^3$ 程度 (Nakada et al., 2005; Geshi and Oikawa, 2008) で、カルデラ陥没量 ( $6 \times 10^8 \text{m}^3$ 程度, 長谷川・他, 2001; Geshi et al., 2002) に比べて著しく少ない。9月以降、山頂火口から多量の火山ガス(二酸化硫黄)が放出され、一時は1日あたり5万トンを超える放出量が確認された。その後、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は徐々に低下しながら、山頂での小規模な噴火と、山頂直下での微小な地震活動が続いた。

- GNSS観測によると、海岸近くにある観測点間の基線長は、2006年頃に縮みから伸びに転じ、現在まで伸びが続いている。一方、中腹にある観測点間の基線長は、2015年頃から伸びに転じている。阿古の潮位計記録によると、2000年噴火時に顕著な潮位の上昇が認められ、約50cmの沈降があったと考えられる。その前後の期間は経年的な潮位の低下が認められる。火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は徐々に低下し、2016年8月頃に放出量が検出限界未満に低下した。同時に低周波地震及びやや低周波地震の発生数も低下した。
- 山頂火口内の南側に位置する主火孔(しゅかこう)周辺の地熱域では、2022年以降、温度や放熱率のわずかな増加傾向が認められるが、最近約1年間における地震活動及び噴煙活動は低調であり、火山ガス(二酸化硫黄)の放出量も極めて少ない状態が続いている。また、山体浅部の膨張を示すと考えられる村営牧場南一雄山(おやま)北東間での基線長の伸びは、2023年に入り停滞しており、だいち2号及びだいち4号による干渉SAR時系列解析でも、主火孔周辺の収縮を示唆する衛星から遠ざかる変動が認められているが、山体深部の膨張を示す地殻変動は続いており、地下深部のマグマの蓄積が進んでいると考えられる。2025年6月には山頂火口直下を震源とする微小な火山性地震が一時的に増加し、それに同期して山頂付近の隆起を示すと考えられる傾斜変動が認められた。

#### 現象の解釈及びメカニズムの推定

- 2000年噴火やそれ以前の噴出物の岩石学的解析から、三宅島のマグマシステムは深さ約10kmの深部のマグマだまりに貯留された玄武岩マグマと、深さ約3km付近の浅部のマグマだまりに貯留した安山岩マグマに駆動されていると考えられている (Amm-Miyasaka and Nakagawa, 2003; Saito et al., 2010)。
- 火山観測データ等の解析により、2000年6月以降の火山活動の推移は、次のように解釈されている (Nakada et al., 2005; Geshi and Oikawa, 2008など)。三宅島の南西部の深さ3~10km付近にあるマグマだまりから、6月26

日18時30分頃にマグマがダイク状に貫入して上昇を始めたが、同日21時00分頃に多量のマグマが島の西方に水平貫入し始め、島内でのマグマの上昇は停止した (Ueda et al., 2005)。マグマだまりから西方海域への多量のマグマ流出によりマグマだまりは大きく収縮した (Nishimura et al., 2001)。その結果、深さ2～5 km付近にある浅部のマグマだまりが崩壊し、山頂にカルデラが形成された (Geshi et al., 2002; Kumagai et al., 2001; Munekane et al., 2016)。カルデラ形成に伴い山頂火口に続く火道が形成され山頂噴火が発生するとともに (Geshi et al., 2002)、火山ガスを含むマグマの火道内対流により多量の火山ガスの放出が続いた (Shinohara et al., 2003)。

- 2000年の噴火以降、海岸近くにあるGNSS観測点間の基線長変化、及び中腹にあるGNSS観測点間の基線長変化は、どちらも伸びの継続を示していることから、マグマだまりへのマグマの蓄積が進んでいると考えられる。阿古の潮位計に見られる潮位変化も噴火時のマグマ流出とその後のマグマ蓄積を表している可能性がある。
- GNSS観測による2014年から2019年を対象とした地殻変動解析によると、カルデラの南西約1 km、深さ約4 kmに位置する膨張圧力源が推定されている (Himematsu et al., 2022)。2000年の噴火時にGNSS観測や地震活動に基づいて推定された圧力源もカルデラの南西約1 km、深さ2～5 kmに位置している (例えば、Nishimura et al., 2001; Fujita et al., 2004; Kobayashi et al., 2012; Munekane et al., 2016) ことから、三宅島では2000年の噴火から現在に至るまでカルデラの南西部にマグマの蓄積場が存在し続けていることが示唆される。また、2019年から2020年の臨時地震観測で推定された火口から南西方向に延びる火山構造的な地震分布の南西端は、カルデラ南西部に推定された圧力源近傍に位置しており、この南西部における活動が継続していることが示唆される。
- 2000年の噴火以降、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は徐々に低下し、2016年8月頃に放出量が検出限界未満に低下した。火山ガスの組成変化から、2004年頃から帯水層あるいは浅部熱水系の影響が顕著になり、2007年以降は帯水層や浅部熱水系を介した脱ガスに移行した (Shinohara et al., 2017)。2016年8月に火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が検出限界未満に低下した時期は、低周波地震及びやや低周波地震の発生数の低下に加えて、GNSS観測点間の基線長の伸びのトレンドが変化するなど、この時期の前後で地下の状態が変化した可能性がある。
- 2011年に実施された比抵抗構造調査によると、海面下0～2 km付近に水平方向に広がった低比抵抗層があり、それよりも浅部及び深部では高比抵抗である結果が得られており、低比抵抗層は、熱水変質により生成された粘土層と

地下水層と考えられている (Gresse et al., 2021)。また、2014年、2016年、2021年にドローンを用いた空中磁気測量が実施され、カルデラ下における深部からの熱の供給を示唆する消磁が観測されている (Koyama et al., 2022)。

- 2025年6月における火山性地震の一時的な増加とそれに同期する山頂付近の隆起を示す傾斜変動の解析によると、震源は山頂火口のやや南側、海面下の深さ1～2km付近に位置し、傾斜変動源については、地震活動域からやや東側の深さ約2.2kmに位置し、北側が最も深く南東方向に向かって浅くなるシル状変動源 (体積変化量 $7.1 \times 10^4 \text{m}^3$ ) が推定されている。2014年3月にも火山性地震を伴う傾斜変動が観測されており、また、2016年5月、2018年10月には火山性微動を伴う傾斜変動が観測されている。これらは、地下から供給される熱水や火山ガスなどの一時的な増加によって生じた可能性がある。

#### 想定される火山活動の推移等

- 有史以降、VEI 3程度の噴火を繰り返し、特に最近500年間には17年から69年の間隔で噴火が発生している。前回の噴火から25年が経過している。さらに、マグマだまりへのマグマの蓄積が進んでいることから、将来的に有史以降の噴火と同規模程度の噴火が発生する可能性がある。また、カルデラ形成を伴った2000年の噴火以後の現在においては、八丁平噴火の直後100年以内に発生した山頂付近での準プリニー式噴火等、より規模の大きな噴火も想定する必要がある。また、一連の火山活動において、マグマ貫入の位置に応じて、以下の活動推移が想定される。
- 山腹や山麓部にマグマが貫入し山腹割れ目噴火が発生する場合には、噴火に先行してマグマ貫入による地震活動や地殻変動の発生が予想される。噴火開始後は、スコリアの放出や溶岩流の発生が考えられる。海岸付近で噴火が発生した場合は、マグマ水蒸気噴火による火砕流や火砕サージ、大きな噴石の飛散を伴う可能性がある。
- 火口直下の既存の火道をマグマが上昇して山頂でマグマ噴火が発生する場合、噴火前に地下水層へのマグマやガスの侵入に伴う低周波地震の増加、地殻変動、火口の温度上昇、火山ガスの増大が観測される可能性がある。また、先行して水蒸気噴火等が発生する可能性がある。マグマ水蒸気噴火も発生する可能性があり、火砕流や火砕サージ、大きな噴石の飛散を伴う場合がある。マグマ噴火に移行した後は、山頂火口からのスコリアの放出や山頂火口内での溶岩流出が発生する可能性がある。
- また、島内で噴火が起こらず、マグマだまりから近隣海域へマグマが貫入し、

群発地震が発生する可能性がある。この場合、やや沖合での海底噴火が発生する可能性もある。

- ▶ 上記の3つの活動推移が、一連の噴火の中で複雑な組合せで発現する可能性がある。

## 引用文献

- Amma-Miyasaka, M., and Nakagawa, M. (2003) Evolution of deeper basaltic and shallower andesitic magmas during the AD 1469-1983 eruptions of Miyake-Jima Volcano, Izu-Mariana arc: Inferences from temporal variations of mineral compositions in crystal-clots. *J. Petrol.*, **44**, 2113-2138. <https://doi.org/10.1093/petrology/egg072>
- Fujita, E., Ukawa, M., Yamamoto, E. (2004) Subsurface cyclic magma sill expansions in the 2000 Miyakejima volcano eruption: Possibility of two-phase flow oscillation. *J. Geophys. Res.*, **109**, 1-22. <https://doi.org/10.1029/2003JB002556>
- Furuya, M., Okubo, S., Sun, W., Tanaka, Y., Oikawa, J., Watanabe, H., and Maekawa, T. (2003) Spatiotemporal gravity changes at Miyakejima Volcano, Japan: Caldera collapse, explosive eruptions and magma movement. *J. Geophys. Res.*, **108(B4)**, 2219. <https://doi.org/10.1029/2002JB001989>
- Geshi, N., Shimano, T., Chiba, T., and Nakada, S. (2002) Caldera collapse during the 2000 eruption of Miyakejima Volcano, Japan. *Bull. Volcanol.*, **64**, 55-68. <https://doi.org/10.1007/s00445-001-0184-z>
- Geshi, N., Oikawa, T., Weller, D. J., and Conway, C. E. (2022) Evolution of the magma plumbing system of Miyakejima volcano with periodic recharge of basaltic magmas. *Earth Planets Space*, **74**, 20. <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01577-7>
- Gresse, M., Uyeshima, M., Koyama, T., Hase, H., Aizawa, K., Yamaya, Y., Morita, Y., Weller, D., Rung-Arunwan, T., Kaneko, T., Sasai, Y., Zlotnicki, J., Ishido, T., Ueda, H., and Hata, M. (2021) Hydrothermal and magmatic system of a volcanic island inferred from magnetotellurics, seismicity, self-potential, and thermal image: An example of Miyakejima (Japan). *J. Geophys. Res. : Solid Earth*, **126(6)**, e2021JB022034. <https://doi.org/10.1029/2021JB022034>
- Himematsu, Y., Aoki Y., and Ozawa, T. (2022) Inter-eruptive spatiotemporal variation of caldera contraction on Miyakejima volcano revealed by PALSAR and PALSAR-2 time-series data. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **426**, 107548. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107548>
- Kobayashi, T., Ohminato, T., Ida, Y., Fujita, E. (2012) Intermittent inflations recorded by broadband seismometers prior to caldera formation at Miyake-jima volcano in 2000. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **357-358**, 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.09.039>
- Koyama, T., Kaneko, T., Ohminato, T., Watanabe, T., Honda, A., Akiyama, Y., Tanaka, T., Gresse, S., Uyeshima, M., and Morita, Y. (2022) Magnetization structure and its temporal change of Miyakejima volcano, Japan, revealed by uncrewed

- aerial vehicle aeromagnetic survey. *J. Disaster Res.*, **17(5)**, 644-653. <https://doi.org/10.20965/jdr.2022.p0644>
- Kumagai, H., Ohminato, T., Nakano, M., Ooi, M., Kubo, A., Inoue, H., and Oikawa, J. (2001) Very-long-period seismic signals and caldera formation at Miyake Island, Japan. *Science*, **293**, 687-690. <https://doi.org/10.1126/science.1062136>
- Munekane, H., Oikawa, J., and Kobayashi, T. (2016) Mechanisms of step-like tilt changes and very long period seismic signals during the 2000 Miyakejima eruption: Insights from kinematic GPS. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, **121**, 2932-2946. <https://doi.org/10.1002/2016JB012795>
- Nakada, S., Nagai, M., Kaneko, T., Nozawa, A., and Suzuki-Kamata, K. (2005) Chronology and products of the 2000 eruption of Miyakejima Volcano, Japan. *Bull. Volcanol.*, **67**, 205-218. <https://doi.org/10.1007/s00445-004-0404-4>
- Nishimura, T., Ozawa, S., Murakami, M., Sagiya, T., Tada, T., Kaidzu, M., and Ukawa, M. (2001) Crustal deformation caused by magma migration in the northern Izu Islands, Japan. *Geophys. Res. Lett.*, **28(19)**, 3745-3748. <https://doi.org/10.1029/2001GL013051>
- Saito, G., Uto, K., Kazahaya, K., Shinohara, H., Kawanabe, Y., and Sato, H. (2010) Petrological characteristics and volatile content of magma from the 2000 eruption of Miyakejima Volcano, Japan. *Bull. Volcanol.*, **67**, 268-280. <https://doi.org/10.1007/s00445-004-0409-z>
- Shinohara, H., Fukui, K., Kazahaya, K., and Saito, G. (2003) Degassing process of Miyakejima volcano: Implications of gas emission rate and melt inclusion data. *Developments in Volcanology*, **5**, 147-161. [https://doi.org/10.1016/S1871-644X\(03\)80028-1](https://doi.org/10.1016/S1871-644X(03)80028-1)
- Shinohara, H., Geshi, N., Matsushima, N., Saito, G., and Kazahaya, K. (2017) Volcanic gas composition changes during the gradual decrease of the gigantic degassing activity of Miyakejima volcano, Japan, 2000-2015. *Bull. Volcanol.*, **79**, 21. <https://doi.org/10.1007/s00445-017-1105-0>
- 津久井雅志・鈴木祐一 (1998) 三宅島火山最近7000年間の噴火史. *火山*, **43**, 149-166. [https://doi.org/10.18940/kazan.43.4\\_149](https://doi.org/10.18940/kazan.43.4_149)
- Uhira, K., Baba, T., Mori, H., Katayama, H., and Hamada, N. (2005) Earthquake swarms preceding the 2000 eruption of Miyakejima volcano, Japan. *Bull. Volcanol.*, **67**, 219-230. <https://doi.org/10.1007/s00445-004-0405-3>
- Ueda, H., Fujita, E., Ukawa, M., Yamamoto, E., Irwan, M., and Kimata, F. (2005) Magma intrusion and discharge process at the initial stage of the 2000 activity of Miyakejima, Central Japan, inferred from tilt and GPS data. *Geophys. J. Int.*, **161**, 891-906. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2005.02602.x>

### 三宅島の調査研究方策

三宅島の評価のために機動的な調査観測を含めた以下の調査研究が必要である。

- 浅部比抵抗構造などからその存在が推察される火口直下の浅部熱水系の状態把握のための、火口周辺の熱活動の調査。
- 2000年のカルデラ形成後の火山体の構造変化や、長期的に活動しているカルデラ南西部のマグマ蓄積場などの把握のための、火山体構造の調査。
- 約2,500年前のカルデラ形成後の火山活動の特徴を詳細に把握するための、噴火履歴調査。