

平成 20 年 3 月 31 日運用開始
令和 7 年 3 月 26 日現在
気 象 庁

三宅島の噴火警戒レベル判定基準とその解説

目 次

1. 想定する噴火.....	2
2. 想定する噴火場所、火山現象.....	3
3. 噴火活動の推移.....	5
(1) 山頂噴火	5
(2) 山腹噴火	6
(3) 山頂噴火から山腹噴火、あるいは山腹噴火から山頂噴火への移行.....	6
4. 噴火警戒レベルの区分け.....	7
5. 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方.....	8
(1) 山頂噴火	11
(2) 山腹噴火	21
(3) 山頂噴火と山腹噴火が両方発生.....	24
6. 警戒が必要な範囲.....	27
7. 改善経緯と今後の課題.....	28
参考文献.....	29
参考図.....	30

1. 想定する噴火

三宅島の火山活動については、2000年噴火以降活発に調査研究が行われ、2017年の「三宅島の噴火警戒レベル判定基準とその解説」公表後も噴火史などについて新たな知見が得られた (Ushioda et al., 2018; Gresse et al., 2021; Geshi et al., 2022 など)。

新たな知見も加えてこれまでの得られた知見を整理すると、2000年より前の1469年～1983年の噴火は、深部に玄武岩質のマグマだまり、浅部に安山岩質のマグマだまりがあり、深部の玄武岩質マグマが上昇して浅部の安山岩質のマグマだまりに注入され、両者の混合の結果発生したと考えられる。噴出したマグマは安山岩質のみの場合、安山岩質および玄武岩質の両者が見られる場合があるが、安山岩質マグマが噴出しなかったことは無かった (Ama-Miyasaka et al., 2005)。

2000年噴火により、浅部のマグマだまりにあった安山岩質のマグマが島の北西方向に流出し、噴火の後半は玄武岩質マグマが単独で噴出するようになった (下司ほか, 2002)。1469年以降のマグマ供給システムは変わり、三宅島火山の活動は新たなフェーズに入ったと考えられる (Ama-Miyasaka et al., 2005; 新堀ほか, 2003 など同様の解釈が複数あり)。

一方、2000年の噴火で山頂火口にカルデラが形成されたが、約2300年前 (Geshi et al., 2022、約2500年前とする説もあり (津久井ほか, 2001)) の噴火によって同じ位置、大きさの八丁平カルデラが形成された。八丁平カルデラを形成した八丁平噴火は過去1万年で最も大きな噴火と考えられており、大量のスコリアや火山灰を放出し、火砕流が発生した。噴火の初期は安山岩質マグマが主体の噴火であったが、後半には玄武岩質マグマに変わり、玄武岩質マグマの噴出が卓越するマグマ供給システムに変わった (新堀ほか, 2003)。

このように、カルデラが形成されたことに加え供給されるマグマの変化も八丁平噴火と2000年噴火では類似することから、八丁平カルデラ形成後に起こった噴火活動を念頭に、今後の想定する噴火を検討することとした。

八丁平噴火及び八丁平カルデラ形成後の噴火では、初生玄武岩質溶岩を大量に噴出し、大量の噴出量を伴う爆発的噴火活動を引き起こした。八丁平カルデラ形成直後のカルデラ埋積活動中はその後には比べ高いマグマ噴出率を示した。噴出した玄武岩質マグマは揮発性物質に富み、大量のスコリアを生む噴火を発生させた。噴出量も量的評価がされている最近1874～1983年の噴火の噴出量よりはるかに多いとされる。その後のカルデラを埋める噴火活動では、カルデラ内に豊富に蓄えられた地表水ないし地下水とマグマが接触してマグマ水蒸気噴火が発生したほか、カルデラ内に溶岩を流出し、噴出物を堆積した (Geshi et al., 2022; 津久井ほか, 2001)。

八丁平カルデラ形成後～7世紀の噴火では浅部の安山岩質マグマだまりが関与した形跡は認められない。浅部の安山岩質マグマだまりの存在が顕著になるのは9世紀の噴火からと考えられ、これは玄武岩質マグマが結晶分化して形成されたものと考えられている (Geshi and Oikawa, 2016)。

最近の山腹噴火は、深部の玄武岩質マグマが浅部の安山岩質マグマだまりへ注入されることにより噴火が励起され安山岩質マグマを噴出したと考えられる。一方、八丁平カルデラ形成後～7世紀にも山腹噴火は発生したが、最近の噴火と異なり、玄武岩質マグマが深部から上がってきて山腹に直接噴出したと考えられる。安山岩質マグマを噴出した最近の噴火では NE-SW 方向に噴火場所が集中しているが、玄武岩質マグマを噴出した7世紀までの山腹噴火は全方位で噴火している。これは、浅部の安山岩質マグマだまりの有無が影響していたと考えられている。なお、山腹噴火のほとんどは山頂から一方向の割れ目噴火であったが、9世紀の噴火では、山頂を横切る東西に線状の割れ目から噴出した (Geshi and Oikawa, 2016)。

加えて、玄武岩質火山では、浅部に隠れた分化したマグマだまりが存在していることがあり、これらマグマだまりからの爆発的割れ目噴火の潜在的危険性も指摘されている (伊豆大島の1986年の噴火など、Geshi et al., 2022)。

以上から、三宅島で今後想定する噴火としては、山頂噴火と山腹噴火両方を考える必要がある。山頂噴火では、水蒸気噴火、マグマ水蒸気噴火、マグマ噴火が考えられ、マグマ噴火では、噴石や火山灰などの火砕物の噴出や火砕流、溶岩流の発生する噴火が考えられる。山腹の割れ目噴火では水蒸気噴火は確認されていないことから、山腹噴火の水蒸気噴火は想定せず、マグマ噴火のみ想定する。

八丁平カルデラ形成後は、カルデラを埋積する山頂噴火が中心となる中、山腹噴火が発生している。山頂噴火と山腹噴火が同時もしくは前後して起こった形跡は見つかっていないが、証拠となる露頭が少ないためなどが考えられ、山腹噴火発生時には山頂噴火が同時もしくは前後して発生した可能性は十分あると考える。

なお、山頂カルデラを形成した2000年の噴火については、今後想定する噴火の参考とするが、現在山頂カルデラが存在することから、カルデラの形成自体は想定しない。

2. 想定する噴火場所、火山現象

(1) 噴火場所：将来噴火が生じる可能性の高い以下の区域を想定。

(ア) 山頂カルデラ (2000年カルデラ)

注) 本文書における山頂火口は山頂カルデラ (2000年カルデラ) を指す。

(イ) 山腹

山腹噴火が発生する可能性は全方位にある。噴火は山頂から一方向の割れ目噴火となる可能性が高いが、山頂を横切る割れ目噴火が発生したことがあることも留意しておく必要がある。

(2) 噴火に伴う火山現象

(ア) 山頂噴火（山頂カルデラ内の噴火）

噴火様式：水蒸気噴火、マグマ水蒸気噴火、マグマ噴火

噴火に伴う火山現象としては、弾道を描いて飛散する大きな噴石（以下、大きな噴石）の放出、火山灰・風に流されて降下する小さな噴石（火山礫。以下、小さな噴石）等の放出、溶岩の流出、火砕流（火砕サージを含む）などがある。

マグマ水蒸気噴火やマグマ噴火で山頂カルデラ外まで影響が及ぶ現象は、小さな噴石を含む降灰やスコリア、大きな噴石の放出、火砕流の発生などが考えられる。八丁平カルデラ形成後の山頂噴火では、多量の降下スコリアが島内全域で確認されている。2000年8月18日の山頂噴火では、およそ16kmまで噴煙を上げ、全島に小さな噴石を含む火山灰を降らせ、また山頂カルデラから全方位に大きな噴石を放出した。伊ヶ谷付近の都道（一周道路）上に50cmほどの岩塊がアスファルトを貫通しているのが見つかった。また、8月29日の噴火では、低温の火砕流が北～北東山麓、及び南西山麓を流下し一部は海岸まで達した。

溶岩の流出は、山頂カルデラ内で発生する限り、その内側に留まると考えられるが、カルデラが埋積されれば、カルデラ外にあふれ出す可能性はある。

水蒸気噴火では、山頂カルデラ外に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。2000年の噴火以降、山頂カルデラ内で水蒸気噴火が時々発生したが、カルデラ外への大きな噴石の飛散が確認されたことは無く、島内で降灰が確認される程度であった。

なお、2000年の噴火では、全島避難になる前の段階で土石流による家屋への被害や配電設備への被害が発生し、避難勧告が発令されるなど島民の生活に著しい影響を及ぼした（三宅村、2008）。しかしながら、多量の降灰後の降雨に伴う土石流については、土砂災害の観点から警戒されるべき事項であるため、本想定では扱わない。

(イ) 山腹噴火

噴火様式：マグマ水蒸気噴火、マグマ噴火

噴火に伴う火山現象としては、大きな噴石の放出、火山灰・小さな噴石等の放出、溶岩の流出、火砕流（火砕サージを含む）などがある。

マグマ噴火では、山腹に多数の火口が列状に連なって割れ目噴火となることが考えられる。各火口付近に、放出された噴石（大きな噴石及び小さな噴石）などにより火砕丘が形成されるとともに、火口から溶岩流が流下し、海岸まで達することがある。

また、風下側の島内の広い範囲に厚くスコリアが堆積することもある。1940年、1962年及び1983年の噴火では、北東もしくは南西山腹で割れ目噴火が発生し、火口から流出した溶岩流は1940年及び1962年の噴火では海岸まで達し、1983年の噴火では阿古地区の集落を埋没させた。

マグマ水蒸気噴火では、大きな火口の形成に伴い、火口周辺に大きな噴石を飛散させたり、火砕流（火砕サージを含む）を発生させたりする。また、火山灰や小さな噴石を放出して風下側に降下、堆積することが考えられる。1983年の噴火では、火口付近に火砕丘（タフリング）を形成し、風下に当たった坪田地区では小さな噴石や火山灰が降下し、堆積した。噴火地点の標高が200m以下の場合、過去のマグマ水蒸気噴火によって形成された火口の分布から、マグマ水蒸気噴火の可能性が高まるとされる（三宅村総務課ほか、1994）。

3. 噴火活動の推移

（1）山頂噴火

三宅島には、噴煙活動や火山ガスの放出、地震活動は極めて低調な状況になっており、カルデラ底では噴気活動や地熱活動が続いているものの、火山活動の高まりを示唆する現象としては、地下深部でのマグマの集積を示唆すると考えられる膨張性の地殻変動のみである。

今後、マグマが上昇してくると、マグマの圧力によって山体内の地震活動の活発化が起きることが想定される。2000年噴火により山体内部に形成された火道が維持された状態にあるとすると、マグマの浅部への上昇がスムーズに行われ、2000年噴火前のような顕著な地震活動が起きないことも想定されるが、現在定常的に発生している山頂直下の地震活動の増加や定常とは異なる場所での地震活動、地下水との接触による火山性微動の発生、山頂火口底の地熱域の拡大など熱活動の活発化が見られることは想定できる。

噴火が発生すると、他の火山の事例から、水蒸気噴火あるいはマグマ水蒸気噴火を経由して本格的なマグマ噴火に移行する可能性がある。

水蒸気噴火では、大きな噴石の飛散などカルデラ外への影響する可能性は高くないと考えられ、影響しても山頂火口周辺に止まると考えられる。

マグマ水蒸気噴火では、中腹まで飛散する大きな噴石や山麓への多量の小さな噴石や火山灰の降下の可能性があり、火砕流が発生する可能性がある。居住地域近くまで影響を及ぼす噴火となり、火砕流が発生すれば、居住地域に重大な影響を及ぼすリスクも出てくる。八丁平カルデラ形成後の噴火では、マグマ水蒸気噴火が頻発した形跡がある。

山頂で発生するマグマ噴火でも、八丁平カルデラ形成後の噴火で多量のスコリアを噴出したように、山麓への多量の小さな噴石や火山灰の降下の可能性があり、火砕流が発生する可

能性がある。一方、ストロンボリ式の火砕物の噴出や溶岩流出が主体になれば、カルデラが埋積されない限り、山頂火口周辺もしくはカルデラ内に影響が止まる可能性が高い。

山頂噴火が起こるとすれば、小規模の火山灰の噴出から始まる可能性が高いと考えられるが、その後、噴火がマグマ水蒸気噴火やマグマ噴火に移行する可能性がある。

(2) 山腹噴火

三宅島の山腹噴火では、一般に前駆地震の発生から噴火開始までの猶予時間が短く最短では1時間程度しかない。他方、1940年の噴火では、少なくとも1週間前から噴火場所付近で人体に感じられる程度の地震や鳴動がしばしば確認され、海底では海水温度の上昇が確認されている。1940年の噴火では深部マグマだまりから上昇したマグマが噴出したと考えられていることから、今後は噴火前にこれらの現象が発生する可能性がある。

最近の1940年以降の噴火では、噴火は中腹で始まり、徐々に海岸に向けて火口を開口し火口列を形成して割れ目噴火となった。山腹ではストロンボリ式のマグマ噴火であるが、海岸に近くなるとマグマ水蒸気噴火が発生した。火口付近には大きな噴石が飛散し、マグマ水蒸気噴火では火砕流（火砕サージを含む）の発生、風下での多量の小さな噴石や火山灰の降下があった。また、各火口から溶岩が流出し、溶岩流となって海岸に向け流下した。

火口が居住地域に近いほど、重大な影響が及ぶリスクが高まり、火口が離れていても溶岩流の流下経路に当たる場合は、埋積の恐れがある。1983年の噴火では、溶岩流により阿古地区の集落が埋積し、火口列の風下に当たった坪田地区では多量の小さな噴石や火山灰の降下があった。

噴火は、中腹から海岸に向かって広がっていくと考えられるが、1940年の噴火では、中腹で噴火が始まった1~2時間後には海岸付近で噴火が発生したとの報告もあり、注意が必要である。噴火期間は一般に短く1日程度で終息するか、長くても数週間程度であることが多い。

三宅島の周辺では火山活動に関連して地震活動が活発になったことがある。1962年の噴火の1~3ヶ月前には島の西~北西沖10~20km付近で、1983年の噴火の半年~1年前には島の南~南西沖30~40km付近で地震が群発した。また、山腹噴火の終息期には、島内から周辺海域にかけて地震活動を伴うことが多く、地震の規模は最大でM6クラスに達する。噴火後の地震活動は1週間程度で収まることもあるが、1962年の場合、北西沖で約20日間継続し一部住民が島外避難するに至った。2000年の噴火では、三宅島の西~北西海域で多発した後、神津島・新島近海に移動して長期間継続し、三宅島では山頂部が陥没し、山頂噴火に移行した。

(3) 山頂噴火から山腹噴火、あるいは山腹噴火から山頂噴火への移行

三宅島では、山腹噴火が単独で発生するケースが多いが、1763年の噴火では山頂噴火に始まり山腹噴火に移行した。一方、1940年の噴火や2000年の噴火では、山腹噴火から山頂

噴火に移行している。また、八丁平カルデラ形成後は、カルデラを埋積する山頂噴火が中心となる中、山腹噴火が発生しており、山腹噴火発生時には山頂噴火が同時もしくは前後して発生した可能性が十分にある。今後の噴火では、片方が終了する前にもう一方が噴火を開始すること、もしくは同時に発生することも考慮する必要がある。

4. 噴火警戒レベルの区分け

居住地域への影響を考慮し、山頂噴火については、レベル2～レベル5について、山腹噴火についてはレベル4、5について設定する。

(1) レベル1（活火山であることに留意）

静穏な火山活動。火山性地震や振幅の小さい火山性微動が発生することもある。また、定常的な地震活動や地熱活動、地殻変動が見られる。山頂火口内（雄山山頂にある火口及び火口縁から海岸方向に約100mまでの範囲。以下同じ。）の南部にある主火孔における噴煙活動及び火山ガスの放出が継続していることから、状況により山頂カルデラ付近にのみに影響する程度の火山灰等（小さな噴石を含む）の噴出の可能性はある。山頂火口内及び主火孔から500m以内は火山灰等の噴出に警戒が必要である。

(2) レベル2（火口周辺規制）

山頂カルデラの活動が高まり、山頂火口周辺（雄山環状線内側（山頂カルデラ縁から約1km）、以下同じ）に影響を及ぼす山頂噴火の可能性。

- ・地震活動（浅部の火山性地震や低周波地震）の増大
- ・定常的な地震活動の発生場所とは異なる場所で地震活動が発生
- ・火山性微動の多発あるいは連続発生
- ・カルデラ底や側壁の地熱域の拡大、噴気活動の増大
- ・山頂カルデラ内だけに影響する程度の噴火の発生

山頂火口周辺に影響を及ぼす山頂噴火が発生。

- ・山頂カルデラ内のストロンボリ式噴火
- ・山頂カルデラ内での溶岩流出
- ・雄山環状線内側まで大きな噴石が飛散

(3) レベル3（入山規制）

雄山環状線より居住地域側（参考図1の三宅島の地図上に橙色で示された領域、以下同じ）に影響を及ぼす山頂噴火の可能性。

- ・レベル2の状態から、山頂カルデラ付近の定常的な地震活動の増大や火山性連続微動の振幅増大
- ・山頂カルデラ付近の浅部の山体膨張を示す明瞭かつ急激な地殻変動
- ・雄山環状線付近まで頻繁に大きな噴石が飛散

雄山環状線より居住地域側に影響を及ぼす山頂噴火が発生。

- ・山頂カルデラで噴火が発生し、雄山環状線より居住地域側に大きな噴石が飛散

(4) レベル4（高齢者等避難）

居住地域（参考図1の三宅島の地図上に示された黒太線（居住地域の境界）より海側、以下同じ）に重大な被害を及ぼす噴火の可能性。

(ア) 山頂噴火の場合

- ・雄山環状線を越え、山頂カルデラ縁から概ね2km以内まで頻繁に大きな噴石が飛散、もしくは山頂カルデラの近傍に影響を及ぼす火砕流が発生（規模の大きいマグマ水蒸気噴火あるいはマグマ噴火の発生）

(イ) 山腹噴火の場合

- ・山腹から山麓部において、マグマ貫入によると見られる地震活動や地殻変動の発生

(5) レベル5（避難）

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生あるいは切迫。

(ア) 山頂噴火の場合

- ・大規模なマグマ水蒸気噴火あるいはマグマ噴火が発生し、居住地域に大きな噴石が飛散、もしくは、雄山環状線付近に達する火砕流が発生
- ・大量の火山ガスが継続的に放出

(イ) 山腹噴火の場合

- ・山腹から山麓部においてマグマ貫入によると見られる地震活動や地殻変動が進行し、山腹噴火の可能性が高まる
- ・山腹あるいは居住地域で噴火が発生

5. 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

三宅島の噴火では、これまで山頂噴火と山腹噴火が単独もしくは両方で発生してきた（3. 参照）。近年の噴火事例を基に、噴火の開始から終息に至る過程を整理した噴火事象系統樹が作られている（参考図2）。本資料では、当該噴火事象系統樹の流れを基に、噴火警戒レベル判定の考え方を説明する。なお、噴火警戒レベルは、以下で説明する考え方で推移するのが有力と考えるが、火山活動の急激な変化により、例えば山頂噴火においてもレベル1→3など、順を追って推移しないこともあり得ることを留意しておく必要がある。

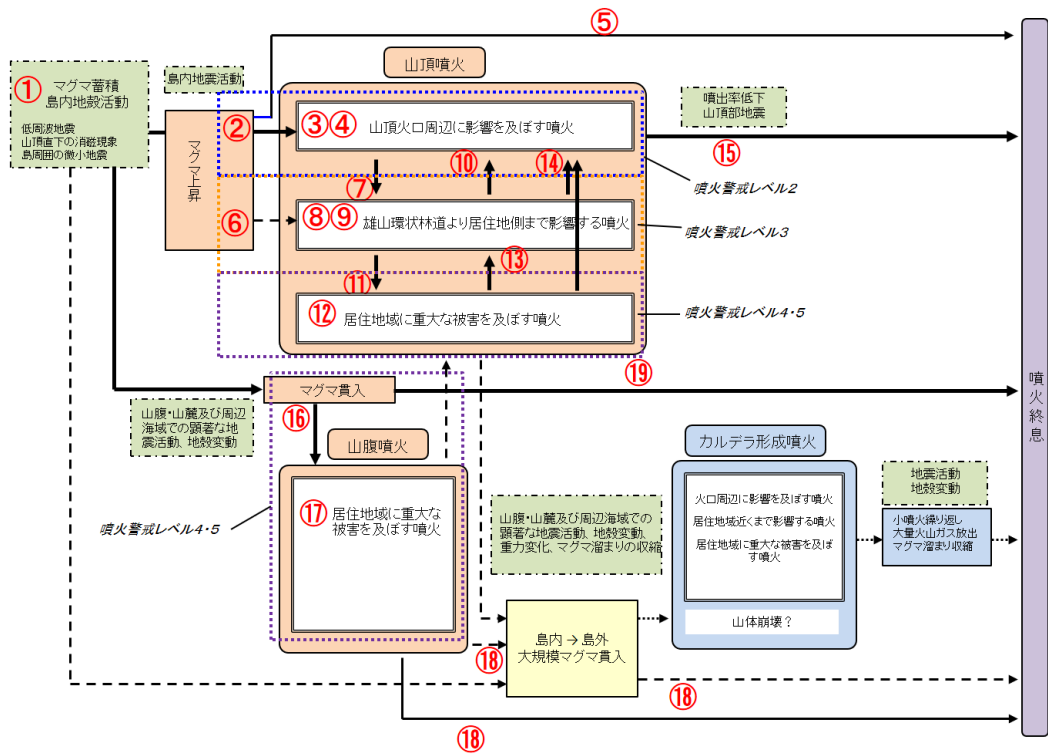


図1 三宅島の噴火事象系統樹と噴火警戒レベルの判定

- 噴火警戒レベルの判定を説明するため、参考図2に一部フローを追加し、噴火の規模をレベルの表現で記載
- 丸数字は各レベル判定場面の番号（本文中の項目番号）
- 表1～3には、各レベル判定場面の一覧を掲載

表1 噴火警戒レベル判定の各場面の活動状況とレベル

・丸数字は各レベル判定場面の番号（本文中の項目番号）

	活動の状況	レベルの状況
山頂噴火	① マグマの蓄積	レベル1
	② 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性が高まる（マグマの上昇）	レベル1→2
	③ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（レベルを2に引き上げる前に、レベル2相当の噴火が発生）	レベル1→2
	④ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（レベルを2に引き上げた後、レベル2相当の噴火が発生）	レベル2
	⑤ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性がなくなる（噴火せずに活動が低下）	レベル2→1
	⑥ 居住地域近くまで影響する噴火の可能性が高まる（マグマの上昇）	レベル2→3
	⑦ 居住地域近くまで影響する噴火の可能性（雄山環状線付近に影響を及ぼす噴火が頻繁に発生）	レベル2→3
	⑧ 居住地域近くまで影響する噴火が発生（レベルを3に引き上げる前に、レベル3相当の噴火が発生）	レベル2→3
	⑨ 居住地域近くまで影響する噴火が発生（レベルを3に引き上げた後、レベル3相当の噴火が発生）	レベル3
	⑩ 居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなる（噴火せずに、もしくは噴火の影響が雄山環状線内側に留まった状態で活動が低下）	レベル3→2
	⑪ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が予想される（可能性が高まる）	レベル3→4
	⑫ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、もしくは切迫	レベル3・4→5
	⑬ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性がなくなる	レベル4・5→3
	⑭ 居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなる	レベル3→2
	⑮ 噴火の可能性がなくなる、もしくは発生してもごく小規模な噴火に留まる	レベル2→1
山腹噴火	⑯ 山腹へのマグマの貫入（山腹噴火の可能性高まる）	レベル1→4・5 レベル4→5
	⑰ 山腹噴火の発生	レベル1・4→5
	⑱ 噴火活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる	レベル5→1
	⑲ 火山活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる	レベル4・5→1

(1) 山頂噴火

① マグマ蓄積：レベル1を継続

山体深部でのマグマの蓄積が継続しており、その状況は水準測量やGNSS観測で確認されている。この現象は、過去40年の観測から見ると、2000年の噴火後に一時停滞はしたが、定常的に継続していると考えられる。2000年の噴火以降、火山活動はかなり低下したが、現在は、山頂火口直下で火山性地震が時折発生し、振幅の小さな火山性微動が観測されることもある。山頂火口内では、主火孔を中心に弱い白色の噴煙活動が継続、地熱域も見られる。火山活動は比較的低調だが、2001年以降2013年まで発生した程度のごく小規模な噴火（以下、ごく小規模な噴火）は発生する可能性がある。

噴火警戒レベルは1（活火山であることに留意）とし、山頂火口縁から100m及び主火孔から500m以内は警戒が必要としている。

また、山頂で噴火が発生した2000年の噴火では、噴火の数年前から山頂直下の消磁現象や低周波地震の発生、島周囲の微小地震が観測されている。噴火に至る活動の始まりとして、山体深部に蓄積されたマグマの上昇に先行して火山ガスが上昇し消磁現象等を引き起こしたと考えられるが、この段階ではただちに噴火の可能性が高まったとは考えられず、レベル1の状態にあると考える。

② 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性が高まる（マグマの上昇）：レベルを2に引上げ

マグマが上昇してくると、マグマの圧力によって山体内の地震活動の活発化が起きることが想定される。2000年の噴火により山体内部に形成された火道が維持された状態にあるとすると、マグマの浅部への上昇がスムーズに行われ、2000年の噴火前のような顕著な地震活動が起きないことも想定されるが、現在定常的に発生している山頂直下の地震活動の増加や定常とは異なる場所での地震活動、地下水との接触による火山性微動の発生、山頂火口底の地熱域の拡大など熱活動の活発化が見られることは想定できる。

この状況になると、山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生してもおかしくないと考えられることから、噴火警戒レベルを2に引き上げる。

【レベル2への引上げの判定基準】（山頂噴火）

- (ア) 定常的に発生している山頂カルデラ付近の地震の増加（概ね50回/24時間）
- (イ) 山頂カルデラ付近の定常的な地震活動とは異なる場所で火山性地震が数日以上継続
- (ウ) 火山性微動の多発あるいは連続微動が数日以上継続
- (エ) カルデラ底や側壁の顕著な地熱域の拡大や噴気活動の増大
- (オ) 山頂カルデラ内だけに影響する程度の噴火の発生

(解説：判定基準)

三宅島では、2000年の噴火後から、カルデラ直下の深さ0～3kmを中心に活発な地震活動が継続したが、最近では、発生数は極めて少なくなっている（雄山南西観測点上下動で6 μ m/s以上の地震の年回数、2011年：1192回、2016年：482回、2023年：41回；ほとんどがカルデラ直下の地震である）。火山性微動は2018年10月を最後に観測されていない。

島の両端を結ぶGNSSの基線では2006年前後からゆっくりとした伸びの傾向が続いており、東京都が行っている水準測量や大学合同のGNSS観測による解析でも、島の深部（深さ6～10km以深）でマグマの蓄積が進行していることを示唆している。また、山頂カルデラ南部には定常的に噴気活動や地熱域が見られる。以上を三宅島の背景的な火山活動と認識した上でレベル判断基準を設定する。

(ア) 山頂カルデラ直下では、2000年の噴火以降定常的に火山性地震が発生しているが、カルデラ南部直下の浅部（深さ1km以浅）の地震活動とやや北寄りのそれより深い（深さ1～3km）地震活動に分かれる（図2）。前者の多くはS波が不明瞭なやや低周波の地震（以下「やや低周波地震」）であり、後者はS波が明瞭な高周波の地震（以下「高周波地震」）からなる。2001年以降、やや低周波地震が多発した後にごく小規模な噴火が発生して地震活動が終息するという活動がしばしば見られたが、やや低周波地震は徐々に減少し、最近ではほとんど観測されなくなり、ごく小規模な噴火も2013年を最後に観測されていない。やや低周波地震は、カルデラ形成後の火道内の不安定に起因した地震であると考えられ、最近では火道が安定して発生頻度が減少したと考えられる。一方、高周波地震もやや低周波地震ほどではないものの徐々に減少し、最近では多くても数回/日で推移している。高周波地震は2014年に数時間の多発事例がある（図3）。その際には、4時間程度地震活動が活発化し、地震回数は約50回に達し、地震活動と同期した火口方向上がりの傾斜変化が複数の傾斜計で観測された。この現象に伴って噴火等表面現象の変化は確認されておらず、そのメカニズムはよくわかっていないが、何らかの火口直下での圧力増加とそれに伴う地震活動であった可能性がある。当時は、レベル2であったが、レベル1の段階であればレベルを引き上げるべき事例と考えられる。同様の事例は2004年にも観測されており（地震回数は約4時間で約70回）、これらを参考に、レベル2への引上げ基準を50回/24時間とした（2004年や2014年当時より現在は検知力が向上しているため、現在同様の現象があれば地震回数はこれより多くなる可能性がある）。火道が安定してきている現時点では、やや低周波地震の多発は、従来と異なり、熱水等流体の関与も疑われることから、高周波地震とあわせた回数を引上げ基準とした。やや低周波地震よりも低周波が卓越する地震（低周波地震）も頻度は低下しているが、やや低周波地震と同様に回数基準に含める。

また、これら山頂カルデラ直下の地震活動とは別に、カルデラの南西外側の深さ1～3 kmでも高周波地震が見られることが明らかになっている（図2）。カルデラ直下の高周波地震の数分の1程度の頻度であるが、今後、この領域の地震が多発した場合も注意を要することから、この領域の地震の回数も「山頂カルデラ付近の地震」としてレベル引き上げの基準に含めることとしている。なお、この領域は、2000年のマグマ貫入開始初期に地震が発生した領域であり（Ueda et al., 2005; Uhira et al., 2005）、山腹噴火へつながる可能性も否定できない。そのため、地震の震源の移動や地殻変動データの変化に注目して、山腹噴火へつながる可能性が見られれば速やかにレベル4や5へ引き上げることとしている（レベル4及び5への引き上げ基準は後述）。

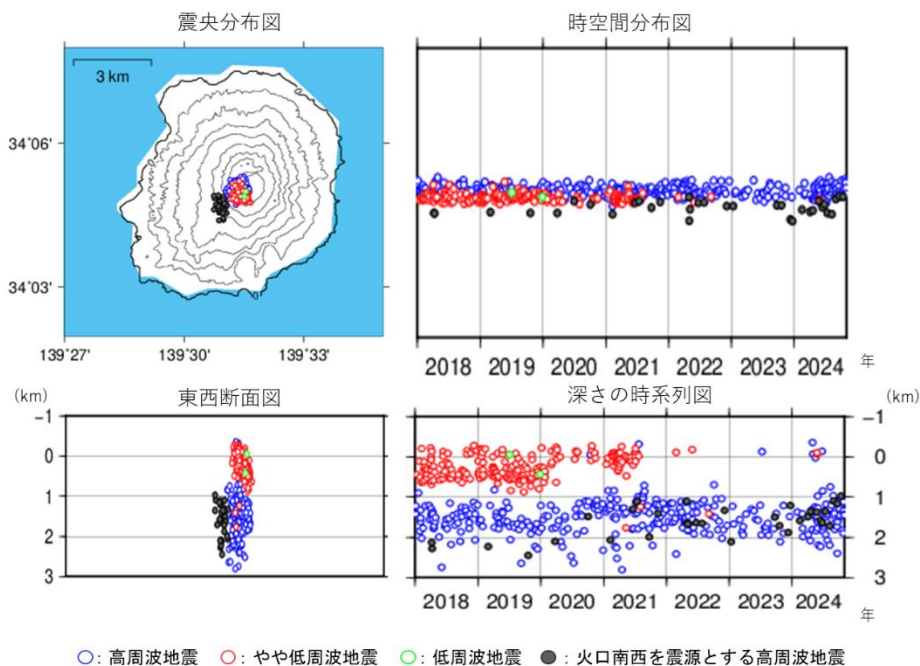


図2 三宅島の震源分布（2018年1月1日～2024年10月31日）。

- ・震源は、カルデラ直下の浅部（1 km 以浅）とより深いところ（深さ1～3 km）、及び、カルデラの外南西部（深さ1～3 km）に分布する。浅部の地震は、ほとんどやや低周波地震で、その他は高周波地震である。
- ・2024年4月から検測基準を引き下げた（雄山南西観測点上下動で6 $\mu\text{m/s}$ 以上から1.5 $\mu\text{m/s}$ 以上に変更）ため、決定される震源がやや増えている。

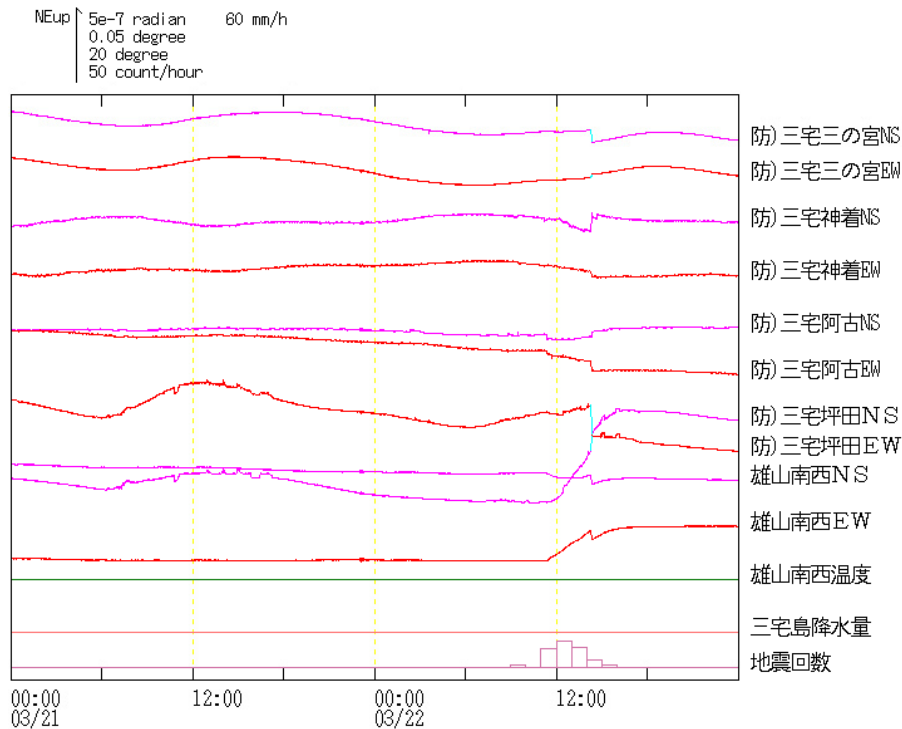


図3 2014年3月22日に観測されたカルデラ直下の地震多発に伴う傾斜変化。

- ・22日11時頃からの地震の増加に対応して、わずかな山頂方向上りを示す傾斜変動が観測された。また、14時20分頃の地震に対応して、ステップ状の変化が見られた。

(イ) 山頂カルデラ付近の火山性地震が定常的な活動とは違う場所で発生する場合は、これまでとは異なる状態になっている可能性があるためレベル2に引き上げる。三宅島での観測例がないため定量的基準を設定するのは難しいものの、目安として数日以上継続した場合とする。

(ウ) 1986年の伊豆大島の噴火に先立ち、7月から間欠的な火山性微動が観測され、10月27日に始まった火山性連続微動の振幅が次第に大きくなり、11月15日の噴火開始前には振幅が時々大きくなる現象が見られた。三宅島では間欠的な火山性微動や一時的ではあるが火山ガスの噴出に伴う火山性微動が発生している。伊豆大島と同じ玄武岩質火山である三宅島でも伊豆大島と同様の経緯をたどって山頂噴火に至る可能性も考えられるため、火山性微動が多発あるいは連続的に発生する状態が数日以上継続した場合はレベル2に引き上げる。

(エ) 1986年の伊豆大島の噴火開始の3日前(11月12日)には、三原山山頂火口中央火孔の南南東の内壁に新しい噴気が生じているのが発見された。三宅島においても山頂噴火に先立って類似の現象が観測される可能性はある。火口内を望む監視カメラなどにより、顕著な噴気活動の増大や地熱域の拡大を確認した場合はレベル2に引き上げる。

(オ) 2001 年以降、ごく小規模な山頂噴火を繰り返した時期がある。このような噴火は、カルデラ形成後の火道の不安定に起因した現象で、カルデラ外に大きな噴石を飛散するようなことはなく、山麓でよく観察すれば見つかる程度の少量の火山灰を降らせるだけのものではあった。そのため、平成 29 年公表の噴火警戒レベル判定基準においては、これらはレベル上げの対象としないとしてきた。しかし、最新のごく小規模な山頂噴火（2013 年 1 月）から 10 年以上を経過し、前述のように火道が安定してきていることを踏まえると、ごく小規模な噴火であっても新たな熱水等流体の関与が疑われ、その後噴火活動が拡大する可能性があるため、規模にかかわらず山頂カルデラ内で噴火が観測されればレベル 2 以上に引き上げることとする。

③ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（レベルを 2 に引き上げる前に、レベル 2 相当の噴火が発生）：**レベルを 2 に引上げ**

火山活動は予測が困難な面もあることから、噴火警戒レベルを 2 に引き上げる前に、山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生することも考えられる。

その場合は速やかに噴火警戒レベルを 2 に引き上げる。

【レベル 2 への引上げの判定基準】（山頂噴火）

山頂カルデラ縁近傍～雄山環状線内側まで大きな噴石が飛散

（解説：判定基準）

山頂カルデラ縁近傍～雄山環状線内側まで大きな噴石を飛散させる程度の噴火が発生した場合はレベル 2 に引き上げる。大きな噴石が雄山環状線を越えた場合はレベル 3 以上とする。

④ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生（レベルを 2 に引き上げた後、レベル 2 相当の噴火が発生）：**レベル 2 を継続**

噴火警戒レベルを 2 に引き上げた後、レベル 2 で想定した噴火（山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火）が発生した場合、噴火の影響範囲はレベル 2 で警戒すべき範囲の中に収まると考えられることから、レベル 2 を継続する。

⑤ 山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性がなくなる（噴火せずに活動が低下）：**レベルを 1 に引下げ**

噴火警戒レベルを 2 に引き上げた後、噴火が発生せずに、マグマが降下するなどして火山活動が低下していくこともある。その場合は、地震や火山性微動、熱活動の低下が見られると考えられる。2001 年以降に見られたようなごく小規模な噴火の可能性は残るとしても、

山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性がなくなったと判断できるまで活動が低下した場合は、噴火警戒レベルを1に引き下げる。

【レベル2からの引下げの判定基準】(山頂噴火)

レベル2引上げ基準のいずれの現象も見られなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル1に引き下げる。

⑥ 雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火の可能性が高まる (マグマの上昇) :

レベルを2から3に引上げ

噴火警戒レベルを2に引き上げた後も、噴火が発生しない状態のまま、地震活動や地殻変動がさらに高まっていくことも考えられる。この状況になると、レベル2で想定した噴火よりさらに規模の大きな噴火の可能性を考え、雄山環状線を越えて居住地域側まで影響する山頂噴火を想定する必要がある。そのため、噴火警戒レベルを3に引き上げる。

【レベル3への引上げの判定基準】(山頂噴火)

(ア) 山頂カルデラ付近の定常的な地震活動とは異なる場所で地震活動の増大

(イ) 山頂カルデラ付近を震源とする火山性連続微動の振幅の増大

(ウ) 山頂カルデラ付近の浅部の山体膨張を示す明瞭かつ急激な地殻変動が発生

(解説：判定基準)

三宅島では近代的な火山観測により山頂噴火を捉えた事例は、2000年のカルデラ形成噴火以外は存在しない。ここでは、伊豆大島の事例やマグマ水蒸気噴火あるいはマグマ噴火で想定される現象に基づいてレベル判断基準を設定した。

(ア) 前述のとおり、山頂カルデラ付近の定常的な地震活動とは異なる場所で地震が継続的に発生した場合はレベル2に引き上げるが、さらに活発化した場合は、より大きな噴火に前駆した活動である可能性も考えられることからレベル3に引き上げる。三宅島での観測例がないので定量的基準を設定するのは難しいものの、目安として震度1以上を観測する地震を伴うなどの地震規模の増大、あるいは群発状態になった場合とする。

(イ) 振幅の大きな火山性微動の発生は、山頂部でのマグマ水蒸気噴火やマグマ噴火との関連も考えられることからレベル3に引き上げる。2000年の噴火時に観測された事例を参考に山麓の観測点で $100 \mu\text{m/s}$ を超える連続微動が観測された場合を引上げの目安とする。

(ウ) 山頂カルデラ浅部へのマグマの貫入、あるいは地下深部から浅部への急激なマグマ上昇の可能性を想定し、レベル3に引き上げる。

- ⑦ 雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火の可能性が高まる（雄山環状線付近に影響を及ぼす噴火が頻繁に発生）：**レベルを2から3に引上げ**

噴火警戒レベルが2の状況で、発生している噴火が山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火であったとしても、雄山環状線付近まで影響する噴火が頻繁に発生するようになると、雄山環状線を越えて影響を及ぼす噴火が発生する可能性が高まったと考える。その場合は、雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火が想定されるとして、噴火警戒レベルを3に引き上げる。

【レベル3への引上げの判定基準】（山頂噴火）

雄山環状線付近まで頻繁に大きな噴石が飛散

（解説：判定基準）

レベル2で想定している噴火であっても、雄山環状線付近まで大きな噴石が飛散する噴火が頻発した場合、さらに大きな噴火へ移行する可能性があるためレベル3に引き上げる。

- ⑧ 雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火が発生（レベルを3に引き上げる前に、レベル3相当の噴火が発生）：**レベルを3に引上げ**

火山活動は予測が困難な面もあることから、噴火警戒レベルを3に引き上げる前に、雄山環状線を越えて居住地域側まで影響を及ぼす噴火が発生することも考えられる。その場合は速やかに噴火警戒レベルを3に引き上げる。

【レベル3への引上げの判定基準】（山頂噴火）

雄山環状線付近～山頂カルデラ縁から概ね2km以内まで大きな噴石が飛散

（解説：判定基準）

一般に火山噴火は確実に予測できるものではなく、明確な前兆なく噴火が発生することもある。雄山環状線より居住地域側まで影響を及ぼす噴火が突発的に発生した場合にはレベル3に引き上げることとする。雄山環状線付近～山頂カルデラ縁から概ね2km以内まで大きな噴石が飛散した場合をさす。

- ⑨ 雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火が発生（レベルを3に引き上げた後、レベル3相当の噴火が発生）：**レベル3を継続**

噴火警戒レベルを3に引き上げた後、発生した噴火が、レベル3で想定した噴火の範疇に収まるものであった場合は、レベル3を継続する。

- ⑩ 雄山環状線より居住地域側まで影響する山頂噴火の可能性がなくなる（噴火せずに、もしくは噴火の影響が雄山環状線内側に留まった状態で活動が低下）：**レベルを3から2に引下げ**

噴火警戒レベルを3に引き上げた後、噴火が発生せずに、もしくは噴火の影響が雄山環状線内側に留まった状態で、マグマが降下するなどして火山活動が低下していくこともある。山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性は残るとしても、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性がなくなったと判断できるまで活動が低下した場合は、噴火警戒レベルを2に引き下げる。さらに活動が低下した場合は、⑤のとおり、噴火警戒レベルを1に引き下げる。

【レベル3からの引下げの判定基準】（山頂噴火）

レベル3に引き上げ後、噴火しなかったか、噴火してもその影響が雄山環状線内側に留まった場合には、更なる活動の高まりが見られないことを確認してからレベル2に引き下げる。

（解説：引下げ基準）

レベル3の噴火の発生を想定して引き上げた⑥の（ア）～（ウ）の場合については、引き上げ後、想定したような規模の噴火が発生しなかった、すなわち、噴火しなかったあるいは噴火してもその影響が雄山環状線内側に留った場合には、更なる活動の高まりが見られないことを確認してからレベル2に引き下げる。

- ⑪ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が予想される（可能性が高まる）：**レベルを4に引上げ**

噴火活動が続く中で、発生する噴火の規模が大きくなる、例えば、大きな噴石が頻繁に雄山環状線を越えて飛散したり、噴煙の高度が高くなって居住地域に多量の降灰があったり、山頂付近で火砕流が発生したりする、もしくは山頂付近の山体膨張を示す明瞭な地殻変動が観測されたりすると、さらに大きな噴火、すなわち、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が予想される、もしくはその可能性が高まると考える。その場合は、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が予想される、もしくはその可能性が高まると考え、噴火警戒レベルを4に引き上げる。

【レベル4への引上げの判定基準】（山頂噴火）

（ア）噴煙柱が4,000m以上に達するような規模の大きなマグマ水蒸気噴火あるいはマグマ噴火が発生し、居住地域に多量の降灰（小さな噴石を含む）

（イ）雄山環状線付近～山頂カルデラ縁から概ね2km以内まで頻繁に大きな噴石が飛散

（ウ）山頂カルデラ及びその近傍に影響を及ぼす火砕流が発生

(エ) 噴火活動継続中に、山頂付近の山体膨張を示す明瞭な地殻変動が発生

(解説：判定基準)

三宅島の居住地域に重大な被害を及ぼす可能性のある山頂噴火については、過去の知見に乏しいので、噴火規模の増大を示唆するような現象を列挙している。

(ア) (イ) 噴火規模の増大あるいは更なる増大の可能性を示す。噴煙高度は 2000 年の活動や他の火山の事例を参考に設定した。なお、噴煙が確認できない場合も考慮し、2000 年の活動における規模の大きな噴火時の事例を参考とし、山麓の観測点で 10Pa を超える空振が観測され、かつ雄山北東観測点で $100 \mu\text{m/s}$ を超える火山性微動が観測された場合にレベルを引き上げる。

(ウ) 小規模ながらも火砕流が発生した場合はさらに規模の大きい火砕流を伴う噴火に発展する可能性があるため、レベル 4 に引き上げる。

(エ) 一般に噴火に伴い山体収縮の地殻変動が見られることがあるが、噴火中にさらに山体膨張の地殻変動が観測されれば、噴火がさらに激化するおそれがある。

⑫ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、もしくは切迫：レベルを 5 に引上げ

噴火活動が続く中で、発生する噴火の規模が大きくなる、例えば、大きな噴石が山頂カルデラ縁から 2 km を超える、火砕流が雄山環状線に達する、もしくは大量の火山ガスを継続的に放出し始めた場合は、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生している、もしくは切迫していると考え、噴火警戒レベルを 5 に引き上げる。

【レベル 5 への引上げの判定基準】(山頂噴火)

(ア) 山頂カルデラ縁から概ね 2 km を超えて大きな噴石が飛散

(イ) 雄山環状線付近に達する火砕流が発生

(ウ) 大量の火山ガスが継続的に放出

(解説：判定基準)

三宅島の居住地域に重大な被害を及ぼす山頂噴火については、過去の知見に乏しいので、そのような噴火を示唆するような現象を列挙している。

(ア) (イ) 2000 年 8 月のカルデラ形成に伴う規模の大きい噴火では、山麓まで大きな噴石が落下し (18 日)、また低温の火砕流が海岸に達した (29 日)。これらの噴火はカルデラ形成に伴う噴火ではあるが、今後発生する三宅島の山頂噴火においても類似した現象は発生し得ると考え、それらの噴火で観測された諸現象を参考に設定している。

(ウ) カルデラ形成に伴う規模の大きい噴火は 2000 年 9 月には一段落したが、その後山頂火口から多量の火山ガスを放出する活動に移行し、一時は火山ガス (二酸化硫黄) の放出量が 1 日あたり 5 万トンを超えた。

⑬ 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性がなくなる：レベルを3に引下げ

噴火警戒レベルが4もしくは5の状態、噴火の規模が小さくなるなど噴火活動が低下し、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性がなくなったと判断した場合は、噴火警戒レベルを3に引き下げる。

想定される状況としては、大きな噴石が雄山環状線を越えて飛散したり、噴煙の高度が高くなって居住地域に多量の降灰があったり、山頂付近で火砕流が発生したりすることが無くなる、もしくは山頂付近の山体膨張を示す明瞭な地殻変動が観測されなくなった場合が考えられる（レベル4の引上げ条件を満たさなくなる）。

【レベル4、5からの引下げの判定基準】（山頂噴火）

レベル4及び5の引上げ基準を満たさなくなった場合には、各関係機関の防災対応の状況も考慮して総合的に判断し、レベル3に引き下げる。

（解説：引下げ基準）

レベル4もしくはレベル5からの引下げは、居住地域に噴火による重大な被害を及ぼさないと判断した場合とするものの、各関係機関の防災対応の状況も考慮して判断する。レベル4からの引下げにおいては、レベル4への引上げ後も居住地域に重大な被害を及ぼさない噴火にとどまった場合となる。

⑭ 居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなる：レベルを2に引下げ

噴火警戒レベルが3、4もしくは5の状態、噴火の規模が小さくなるなど火山活動が低下し、居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなったと判断した場合は、噴火警戒レベルを2に引き下げる。

想定される状況としては、噴火してもその影響が雄山環状線内側に留まると判断された場合が考えられる（レベル3の引上げ条件を満たさなくなる）。

【レベル3からの引下げの判定基準】（山頂噴火）

レベル3の引上げ基準を満たさなくなった場合には、各関係機関の防災対応の状況も考慮して総合的に判断し、レベル2に引き下げる。

（解説：引下げ基準）

先ず火山活動が低下したことが観測により裏付けられることが必要であるが、これに加えて、各関係機関の防災対応の状況も考慮してレベルの引下げを判断することとする。

⑮ 噴火の可能性がなくなる、もしくは発生してもごく小規模な噴火に留まる：レベルを1に引下げ

火山活動が低下し、噴火の可能性が無くなる、もしくは発生してもごく小規模な噴火に留まることが判断された場合は、噴火警戒レベルを1に引き下げる。

想定される状況としては、地震・微動・熱活動の低下が考えられる。

【レベル2からの引下げの判定基準】（山頂噴火）

レベル2引上げ基準のいずれの現象も見られなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル1に引き下げる。

（解説：引下げ基準）

レベル2の段階で、レベル2の引上げ基準で示したいずれの現象も見られなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル1に引き下げる。

（2）山腹噴火

⑩ 山腹へのマグマの貫入（山腹噴火の可能性高まる）：レベルを4もしくは5に引上げ

過去の山腹噴火（1983年、1962年など）では、噴火の数時間前に山腹や山麓で顕著な地震活動が見られた。2000年の噴火では、陸上で噴火は発生しなかったものの、山腹や山麓、周辺の海域で顕著な地震活動や地殻変動が見られる中で、半日後に海底噴火が発生した。

山腹噴火が発生した場合は、居住地域へ重大な被害を及ぼす可能性が高い。これらのことから、山腹・山麓及び周辺海域での顕著な地震活動や地殻変動が見られた場合は、山腹噴火の可能性が高まったと考え、噴火警戒レベルを4もしくは5に引き上げる。

噴火場所が推定できない段階では（島のどちら側で噴火するか判断がつかない）レベル4とし、噴火場所が推定された場合は速やかにレベル5に引き上げる（6節参照）。

【レベル4引上げの判定基準】（山腹噴火）

（ア）山頂カルデラ外側～海岸付近において、火山性地震あるいは火山性微動がほぼ連続的に発生し始め、加えて地殻変動が観測された場合

（イ）山腹噴火の可能性は高いが、島のどちら側で噴火するか判断がつかない場合

（解説：判定基準）

過去の噴火履歴に基づき設定している。1962年、1983年、2000年の噴火では、噴火に前駆する地震活動が地震計で捉えられた。1962年は火山性連続微動の様相を呈していて、地震回数を算出するのが難しい。1983年の噴火前及び2000年の海底噴火前の地震発生数を比較すると、前者の場合は約80分間に約300回の地震が発生している。後者については、海底噴火の発生時刻が不明であるが、27日08時台に火山性微動が記録されていることから、仮に27日08時に海底噴火が発生したとすると、噴火前の約13.5時間に約4,000回の地震が発生したことになる。これらは山腹噴火の多様性やそれぞれの時代の観測

の質を反映したものである。1 時間あたりの発生数に換算すると 200～300 回程度に収まるが、山腹噴火に前駆する地震について 1 時間あたりに換算して何回以上というような回数基準を設定するよりは、山頂カルデラ外側から海岸付近において地震活動や地殻変動が発生していることを可及的速やかに把握し噴火警戒レベルを上げることが重要である。

(ア) 山頂カルデラ外側から海岸付近において、火山性地震あるいは火山性微動の連続的発生と地殻変動が確認された場合は直ちにレベル4に引き上げる。確認に必要な時間の目安は地震が始まってから 10～20 分程度と見られる(参考:1983 年 10 月 3 日の噴火に前駆する地震活動は 13 時 58 分頃から始まった。地震計記録では最初はごく小さい振幅で直ちに前駆地震と判断するのは難しかったが、徐々に振幅が大きくなり、14 時 25 分には阿古の住民から地震を感じているという通報があった)。震源決定、震幅分布、到達時刻差、地殻変動のパターンなどにより速やかに震源域を推定し、震源域が山腹に推定された場合は直ちにレベル5に引き上げる。

(イ) 噴火場所が島のどちら側か推定された場合は、速やかに避難を要することから、レベル5に引き上げる。

【レベル5引き上げの判定基準】(山腹噴火)

(ア) 多発する地殻変動を伴う浅部の火山性地震や火山性微動の発生場所、山腹～居住地域に地割れ等の顕著な地殻変動等から、島のどちら側で噴火するか噴火場所を判断できた場合

(解説:判定基準)

山腹噴火については過去の噴火履歴に基づき設定している。

(ア) 山腹噴火の前駆現象である浅い地震の震源域が山腹～居住地域に特定された段階。過去の山腹噴火では、ほとんどの場合前駆地震活動が発生している。1962 年の噴火の前駆地震活動は火山性連続微動と表現されているので、ここでは地震と火山性微動を併記している。1983 年の噴火の前駆地震活動は、当時は一観測点しかなかったこともあって、地震活動が始まってしばらくの間は、地震の多発とは認識できなかった。現在の多点の地震観測網によれば、より早い段階で震源域の推定が出来るであろう。2000 年噴火では、震源の移動とマグマの貫入の状況が良く対応していた。マグマ貫入による地震活動や地殻変動が進行して、山腹～居住地域に地割れ等の顕著な地殻変動が見られた場合には山腹噴火が切迫していると判断される。

⑰ 山腹噴火の発生: レベルを5に引き上げ

三宅島では、山腹～海岸付近で噴火が発生した場合、山腹～山麓ではマグマ噴火、海岸付近ではマグマ水蒸気噴火が発生することが多く、居住地域に重大な被害が発生する可能性が

極めて高い。そのため、山腹～山麓、海岸付近で噴火を確認した場合は、速やかに噴火警戒レベルを5に引き上げる。

【レベル引上げの判定基準】(山腹噴火)

山腹～海岸付近で噴火が発生

(解説：判定基準)

三宅島では、山腹～海岸付近で噴火が発生した場合、山腹～山麓ではマグマ噴火、海岸付近ではマグマ水蒸気噴火が発生することが多く、居住地域に重大な被害が発生する可能性が極めて高い。そのため、山腹～山麓、海岸付近で噴火を確認した場合は、速やかに噴火警戒レベルを5に引き上げる。

⑱ 噴火活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる：レベルを1に引下げ

三宅島の過去の山腹噴火は数日以内に収まっていることが多く、再発している事例も確認されていない(山頂噴火が発生している事例はある)。噴火活動が低下し、山腹で噴火が発生する可能性が無くなったと判断した場合は、噴火警戒レベルを1に引き下げる。

なお、三宅島の噴火では、噴火活動が低下しても、山腹・山麓及び周辺海域での顕著な地震活動や地殻変動が観測されることがあるが、震度1以上を観測する地震が頻発していても、噴火の可能性が無くなったと判断した場合はレベルを下げる。

【レベル4、5からのレベル引下げ基準】(山腹噴火)

山腹～海岸付近の噴火が観測されなくなった場合には、防災対応の状況も考慮して総合的に判断し、レベル1に引き下げる。

(解説：引下げ基準)

レベル5からの引下げは、居住地域に噴火による重大な被害を及ぼさないと判断した場合とするものの、防災対応の状況も考慮して判断する。

⑲ 火山活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる：レベルを1に引下げ

山腹や山麓で地震活動、地殻変動が活発になったが、噴火が発生せずに、これらの活動が低下し、山腹で噴火が発生する可能性が無くなったと判断した場合は、噴火警戒レベルを1に引き下げる。

【レベル4、5からのレベル引下げ基準】(山腹噴火)

噴火が発生しなかった場合、防災対応の状況も考慮して判断する。

(解説：引下げ基準)

山腹噴火が発生しなかった場合とするものの、防災対応の状況も考慮して判断する。

(3) 山頂噴火と山腹噴火が両方発生

三宅島では、噴火活動の中で山頂噴火と山腹噴火が両方発生した事例がある。1763年の噴火では山頂噴火に始まり山腹噴火に移行した。また、1940年や2000年の噴火では山腹噴火から山頂噴火に移行している。

これらの噴火は、山頂噴火が終了してから山腹噴火が発生、もしくはその逆であったが、山頂噴火が終了しない中に山腹噴火が発生したり、またはその逆が発生する可能性も考えられる。

このような場合、噴火警戒レベルは高い方を維持しつつ、警戒範囲でそれぞれの噴火の状況に即した対応を示す。次ページ以降に、火山活動とそれに合わせた警戒レベルの推移の例を示す。

表2 山腹噴火発生後、山頂噴火が発生した場合の噴火警戒レベル等の推移の例

火山活動の推移	山頂噴火の噴火警戒レベル	山腹噴火の噴火警戒レベル	三宅島の噴火警戒レベル	警戒が必要な範囲
マグマの蓄積	レベル1	レベル1	レベル1	山頂火口付近及び主火孔から500m以内
山腹噴火の可能性高まる (山腹へのマグマの貫入を確認)	↓	レベル1→4	レベル1→4	居住地域の境界から山頂側
山腹噴火の可能性高まる (噴火場所を推定)	↓	レベル4→5	レベル4→5	島の〇〇側の山腹から海岸付近
山腹噴火が発生	↓	レベル5	レベル5	島の〇〇側の山腹から海岸付近
山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性が高まる	レベル1→2	↓	レベル5	島の〇〇側の山腹から海岸付近、および雄山環状線から山頂側
山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生	レベル2	↓	レベル5	島の〇〇側の山腹から海岸付近、および雄山環状線から山頂側
噴火活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる	↓	レベル5→1	レベル5→2	雄山環状線から山頂側
雄山環状線付近に影響を及ぼす噴火が頻繁に発生	レベル2→3	↓	レベル2→3	居住地域の境界から山頂側
居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなる	レベル3→2	↓	レベル3→2	雄山環状線から山頂側
噴火の可能性がなくなる、もしくは発生してもごく小規模な噴火に留まる	レベル2→1	↓	レベル2→1	山頂火口付近及び主火孔から500m以内

表3 山頂噴火発生後、山腹噴火が発生した場合の噴火警戒レベル等の推移の例

火山活動の推移	山頂噴火の噴火警戒レベル	山腹噴火の噴火警戒レベル	三宅島の噴火警戒レベル	警戒が必要な範囲
マグマの蓄積	レベル1	レベル1	レベル1	山頂火口付近及び主火孔から500m以内
山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性が高まる	レベル1→2	↓	レベル1→2	雄山環状線から山頂側
山頂火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生	レベル2	↓	レベル2	雄山環状線から山頂側
山腹噴火の可能性高まる (山腹へのマグマの貫入を確認)	↓	レベル1→4	レベル2→4	居住地域の境界から山頂側
山腹噴火の可能性高まる (噴火場所を推定)	↓	レベル4→5	レベル4→5	島の〇〇側の山腹から海岸付近、および雄山環状線から山頂側
山腹噴火が発生	↓	レベル5	レベル5	島の〇〇側の山腹から海岸付近、および雄山環状線から山頂側
噴火活動が低下し、山腹噴火が発生する可能性がなくなる	↓	レベル5→1	レベル5→2	雄山環状線から山頂側
雄山環状線付近に影響を及ぼす噴火が頻繁に発生	レベル2→3	↓	レベル2→3	居住地域の境界から山頂側
居住地域近くまで影響する噴火の可能性がなくなる	レベル3→2	↓	レベル3→2	雄山環状線から山頂側
噴火の可能性がなくなる、もしくは発生してもごく小規模な噴火に留まる	レベル2→1	↓	レベル2→1	山頂火口付近及び主火孔から500m以内

(4) 留意事項

以上で示した基準のほか、これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データが得られて総合的に評価した上でレベルを判断することもある。

なお、火山活動に変化が見られ、活動状況や観測データの変化について伝える必要があると判断した場合は「火山の状況に関する解説情報」によりお知らせする。

特に、今後の活動の推移によっては噴火警戒レベルを引き上げる可能性があると判断した場合、または判断に迷う場合には、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」を発表する。例えば、レベル1の状況において、火山性地震が増加し引上げ基準には達していないもののこのまま増加するとレベル2の基準に達すると考えられる場合や、1940年の噴火前に見られたような人体に感じられる程度の地震や鳴動、海水温度の上昇等の異常が見られた場合、レベル2の状況において、噴火の規模が拡大する等が想定される。

また、三宅島の噴火では、火山活動が低下し噴火の可能性が低くなったとしても、山腹・山麓及び周辺海域での顕著な地震活動や地殻変動が観測されることがあることに留意が必要である。

6. 警戒が必要な範囲

噴火警戒レベルは、火山活動の状況に応じて「警戒が必要な範囲」を明示することとしている。

前述のとおり、三宅島の場合、レベル1であっても、火口内での噴出現象が突発的に発生する可能性があることから、山頂火口内及び主火孔から500m以内では火山灰噴出に警戒が必要である。

山頂噴火を想定する場合は、警戒を必要とする大きな噴石や火砕流等は全方位に影響することから、各レベルでの警戒が必要な範囲を以下のとおりとすることを原則とする。

レベル2：山頂火口周辺では噴火に対する警戒が必要。(2015年6月の警報解除までの火口周辺警報)

レベル3：山頂火口周辺から居住地近くまで噴火に対する警戒が必要。

レベル4・5：全島で噴火に対する警戒が必要。

一方、山腹噴火については、山頂噴火とは防災対応が異なることから、できるだけわかりやすく危険な地域を伝える必要がある。島のどの方向での噴火の危険があるかをある程度特定したレベル5の段階で、その方位を明示した上で警報を発表することとする。

(山腹の場合の例)

南～南西～西山腹では噴火に対する警戒が必要。加えて、その麓の海岸付近まで溶岩流に警戒が必要。

(海岸付近の場合の例)

南海岸～南西海岸～西海岸付近ではマグマ水蒸気噴火に警戒が必要。

ただし、山腹噴火の場合、いったん形成された火口が広がっていくことも多いので、その後の火山活動の変化に応じ、警戒が必要な範囲は適宜変更することとする。

また、山腹噴火が発生して、その火口位置が確定した場合は、新たに形成された火口をもとに警戒が必要な範囲を改めて定める必要がある。

なお、居住地域が溶岩流や火砕流により被災した場合は、当該現象が終息した後、関係機関等の対策を考慮しながら、必要に応じ、噴火警戒レベルの再設定を行う。

7. 改善経緯と今後の課題

三宅島では、2008年に噴火警戒レベルの運用を開始し、2017年には判定基準の精査・公表を行った。その後、噴煙活動や地震活動が低下するなど、三宅島の活動状況が変わり、三宅島に関する火山学的知見も新たに蓄積された。

これまでの地震回数の基準は、カルデラ形成の影響が残る地震活動の中で検討され決められたものであるが、地震活動はその後低下してカルデラ形成の影響が少なくなり、次の噴火に向けた新たな数値基準を検討する必要が出てきた。また、警戒が必要な範囲について、レベル4及び5については十分に整理されておらず、早急に整理する必要があった。さらに、2017年に策定された三宅島火山避難計画において、噴火の推移を示す噴火事象系統樹が示されたことから、噴火の推移を念頭に入れたレベルの解説（本文書）が必要かつ有効であると認識された。

これらのことから、令和6年度の改定では、レベル2の引上げ基準における地震回数を見直し、レベル4及び5における警戒が必要な範囲をわかりやすく整理し、噴火の推移を念頭に入れレベルの遷移を意識した構成として、よりわかりやすく記述した。

今般示した判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。特に、以下の各課題に引き続き取り組み、判断基準の改善を進める必要がある。

- (1) 今後も監視体制の強化を進め、順次判定基準の見直しに取り込んでいく必要がある。また、現在判定基準に明示していない火山ガスの放出量、地磁気等についても検討を続ける必要がある。
- (2) 山頂噴火については、過去の経験に乏しいことから、今後の監視で得られる知見を積み重ねて判断基準に反映させることが必要不可欠である。
- (3) 山麓の居住地域で高濃度の火山ガスが継続的に観測され、住民の生活に支障が出た場合には、避難が必要になる場合も考えられる。三宅村が実施しているガスモニタリン

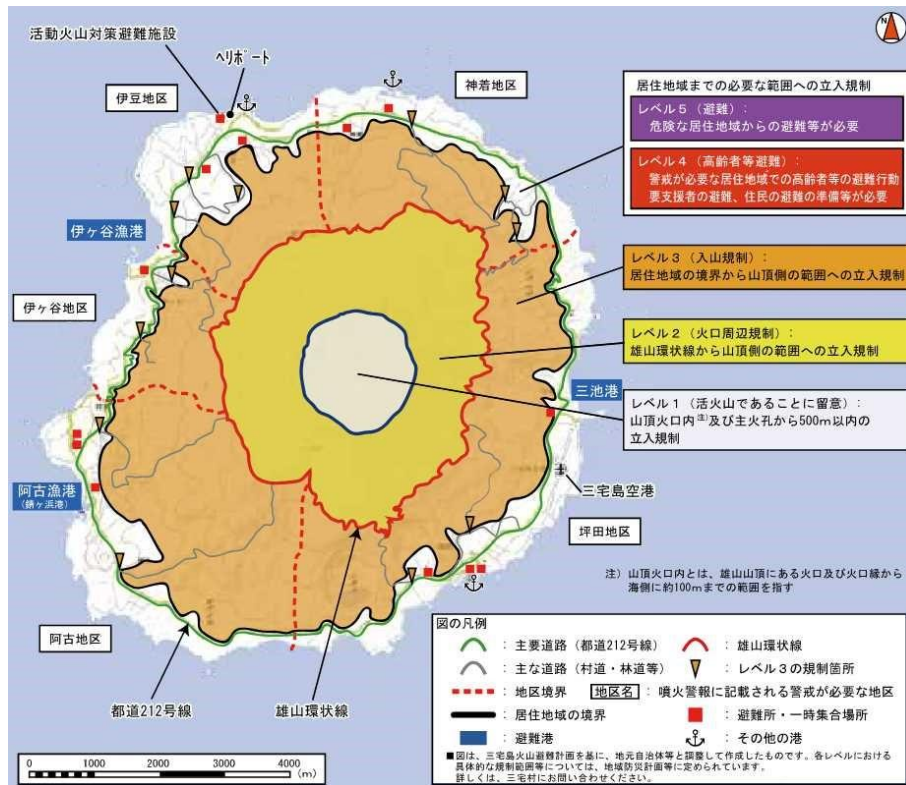
グや気象庁の火山ガス予報をどう組み合わせて防災対応をとるかについては、今後検討が必要である。

- (4) 視界不良等で噴煙が目視できない場合の噴火判定基準（地震・空振データ）について今後さらに検討する。

参考文献

- Amma-Miyasaka, M., Nakagawa, M. and Nakada, S. (2005) Magma plumbing system of the 2000 eruption of Miyakejima Volcano, Japan. *Bull. Volcanol.*, 67, 254-267.
- 下司信夫・嶋野岳人・長井雅史・中田節也 (2002) 三宅島火山 2000 年噴火のマグマ供給系. *火山*, 47, 419-434.
- Geshi, N. and Oikawa, T. (2016) Orientation of the Eruption Fissures Controlled by a Shallow Magma Chamber in Miyakejima. *Front. Earth. Sci.*, 4, 99. DOI:10.3389/feart.2016.00099.
- 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. *Planets and 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. G. R. : Solid Earth*, 126, e2021JB022034. <https://doi.org/10.1029/2021JB022034>
- 気象庁編 (2013) : 日本活火山総覧 (第 4 版) .
- 三宅村 (2008) 三宅島噴火災害の記録, 155P.
- 三宅村総務課・国際航業株式会社 (1994) 平成 5 年度三宅島火山噴火災害危険区域予測図作成業務報告書, P59.
- 新堀賢志・津久井雅志・川辺禎久 (2003) 最近 1 万年間における三宅島火山のマグマ供給系の進化. *火山*, 48, 5, 387-405.
- 津久井雅志・新堀賢志・川辺禎久・鈴木裕一 (2001) 三宅島火山の形成史. *地学雑誌*, 110, 2, 156-167.
- 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, doi:10.1111/j.1365-246X.2005.02602.x.
- 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, doi:10.1007/s00445-004-0405-3.
- Ushioda, M., Takahashi, E., Hamada, M., Suzuki, T. and Niihori, Kenji. (2018) Evolution of Magma Plumbing System in Miyakejima Volcano : Constraints From Melting Experiments. *J. G. R. : Solid Earth*, 123, 8615-8636. <https://doi.org/10.1029/2018JB015910>

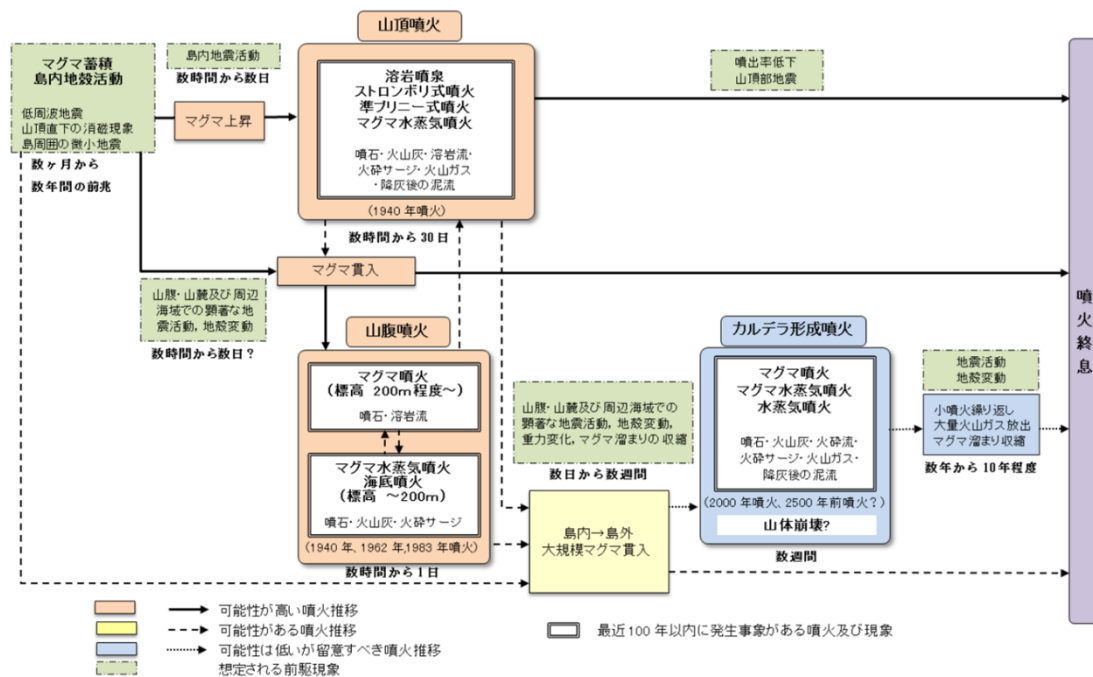
参考図



【参考図 1】

本文で引用した三宅島の山頂火口内の領域、雄山環状線の位置、及び居住地域の範囲を上図に示す。(気象庁ホームページ(三宅島の噴火警戒レベルリーフレット)より)

この図は、国土地理院「地理院地図」を使用して作成している。



【参考図 2】

三宅島の近年の噴火事例を基に、噴火の開始から終息に至る過程を整理した噴火事象系統樹。三宅島火山避難計画（令和5年）から引用。