

平成 28 年 12 月 6 日運用開始
平成 31 年 3 月 14 日現在
気 象 庁

雲仙岳の噴火警戒レベル判定基準とその解説

1. 想定する噴火の規模、様式と現象

雲仙岳は、島原半島の中央部を東西に横断する雲仙地溝(幅約 9 km)内に山体の中心部があり、裾野まで含めると南北 25 kmの成層火山である。火山の西部は古期山体、中央部は東に開いた妙見カルデラの中に普賢岳等の最新期の溶岩ドーム群、さらに東に眉山溶岩ドームがある。岩石は安山岩・デイサイトである。

雲仙岳は、活発な火山活動を繰り返してきた。野岳(12～7 万年前)は、普賢岳の南方に形成された火山体で、その北側が山体崩壊により失われており、山体基部を構成する吹越溶岩、南方に広がる湯河内火砕流堆積物及び俵石岩屑なだれ堆積物、山頂部の野岳溶岩から構成される。妙見岳(4～2.7 万年前)は、野岳の崩壊地形の内側に形成された底径約 4 kmの安山岩の溶岩を主体とする火山体である。約 2 万年前の妙見岳山頂部の爆発による崩壊で、江丸岳、国見岳、妙見岳を外輪(カルデラ縁)とする径約 1.5 kmの妙見カルデラが形成された。妙見岳山頂部の爆発に伴って生じた山体崩壊堆積物(岩屑なだれ・土石流・泥流堆積物)の大半は、赤松谷に沿って島原湾に注いだと考えられる。普賢岳及び眉山(2.7 万年前～現在)はいくつもの溶岩流、溶岩ドーム及び火砕流堆積物からなり、その噴出位置は妙見岳の崩壊壁の内側だけでなく、崩壊壁の外側にも点在している。普賢岳溶岩が 3 つの溶岩円頂丘(風穴溶岩、普賢岳山頂溶岩、島ノ峰溶岩)を形成し、千本木溶岩等が噴出した。眉山溶岩円頂丘は雲仙火山中央部の形成とは別の活動として形成された。眉山は寛政の普賢岳の噴火活動(1792 年)に際して、南側の天狗山の東斜面が崩壊した。崩壊した山の部分($4.4 \times 10^8 \text{ m}^3$)は、瞬時に大規模な岩屑なだれとなり、市街地を襲い有明海に突入した。これにより、津波が有明海の沿岸を襲い、島原 9 千数百名、対岸の肥後・天草を合わせて、死者・行方不明者約 1 万 5 千名という日本で最大の火山災害となった。

有史後の火山活動としては、1663 年の寛文の噴火活動(古焼溶岩)、1792 年の寛政の噴火活動(新焼溶岩)、1990 年～1996 年の噴火活動(平成噴火)がある。寛文、寛政の噴火活動は、溶岩の流下と噴煙や噴気、降灰を主体とした活動様式であり、1990 年～1996 年の噴火活動は、水蒸気噴火の発生からマグマ噴火を経て、溶岩ドームの形成・崩落と火砕流の発生といった活動様式であった。今後も水蒸気噴火やマグマ噴火が発生するという活動を続けていくと考えられる。

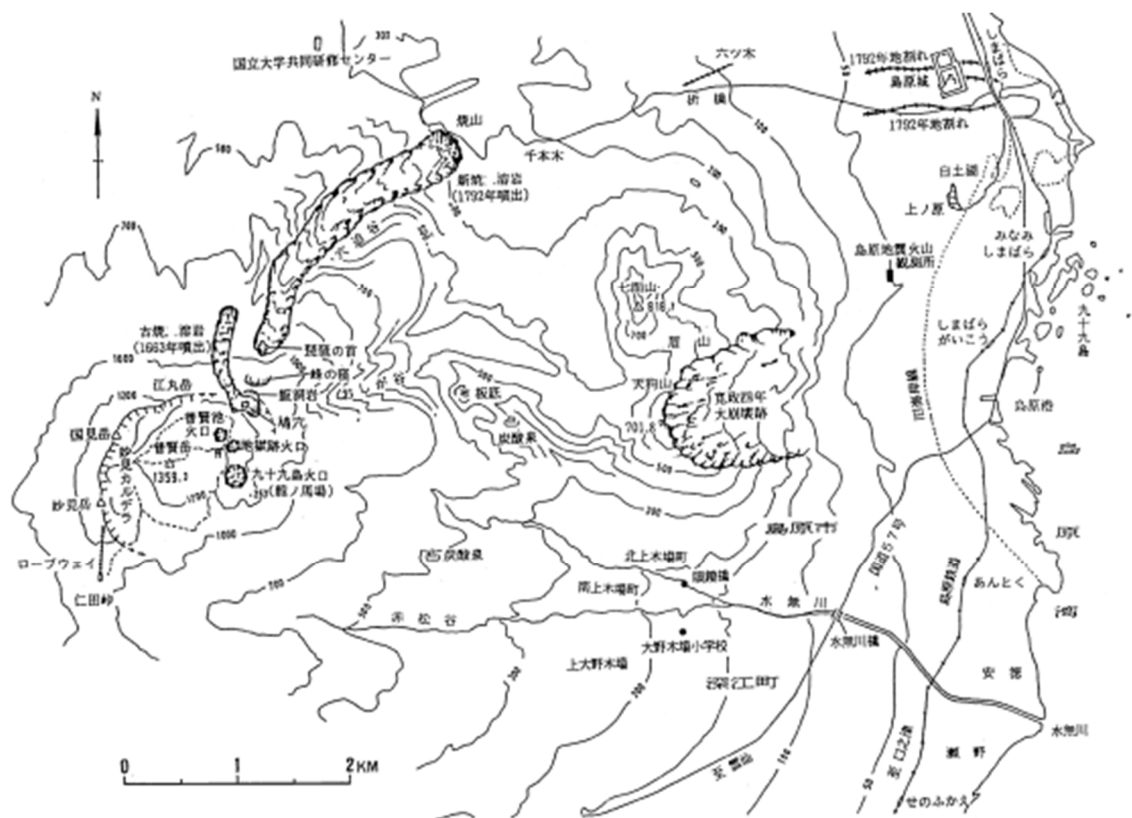


図1 1663年古焼溶岩、1792年新焼溶岩(太田, 1985)

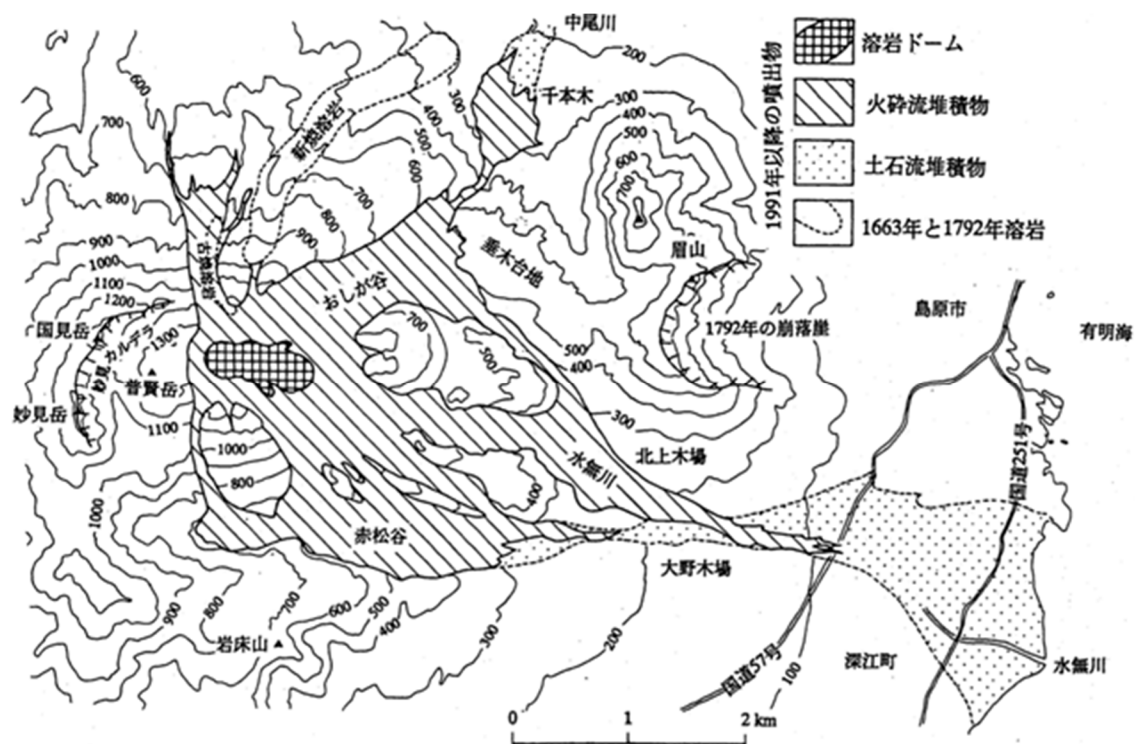


図2 火砕流堆積物、土石流堆積物の分布状況 1994年10月初旬
(九州大学理学部地球惑星科学科・他, 1994b)

① 噴火場所：雲仙岳

平成噴火により、平成新山山頂付近に溶岩ドームが形成され、現在の火道が塞がれた可能性が指摘されている。また、過去の噴火位置は1万年前以降、普賢岳周辺から眉山周辺の広い範囲に分布しているが、有史以降では普賢岳の周辺で発生している。このことから、噴火の発生する可能性が高い範囲として、既存火口の分布傾向などを踏まえ、普賢岳周辺（約2万5千年前から現在）で、ある程度の幅を持たせることとした。平成噴火の火口の移動範囲や過去の噴火における火口の移動範囲を参考に、まず、雲仙普賢岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会では、位置が比較的明瞭な火口位置から概ね500m程度を包括する範囲を想定した（緑破線）。それを踏まえ、雲仙岳火山防災協議会での噴火シナリオでは、位置が比較的明瞭な火口位置を包含する半径1.25km程度の円を想定火口域の範囲とした（赤線）。

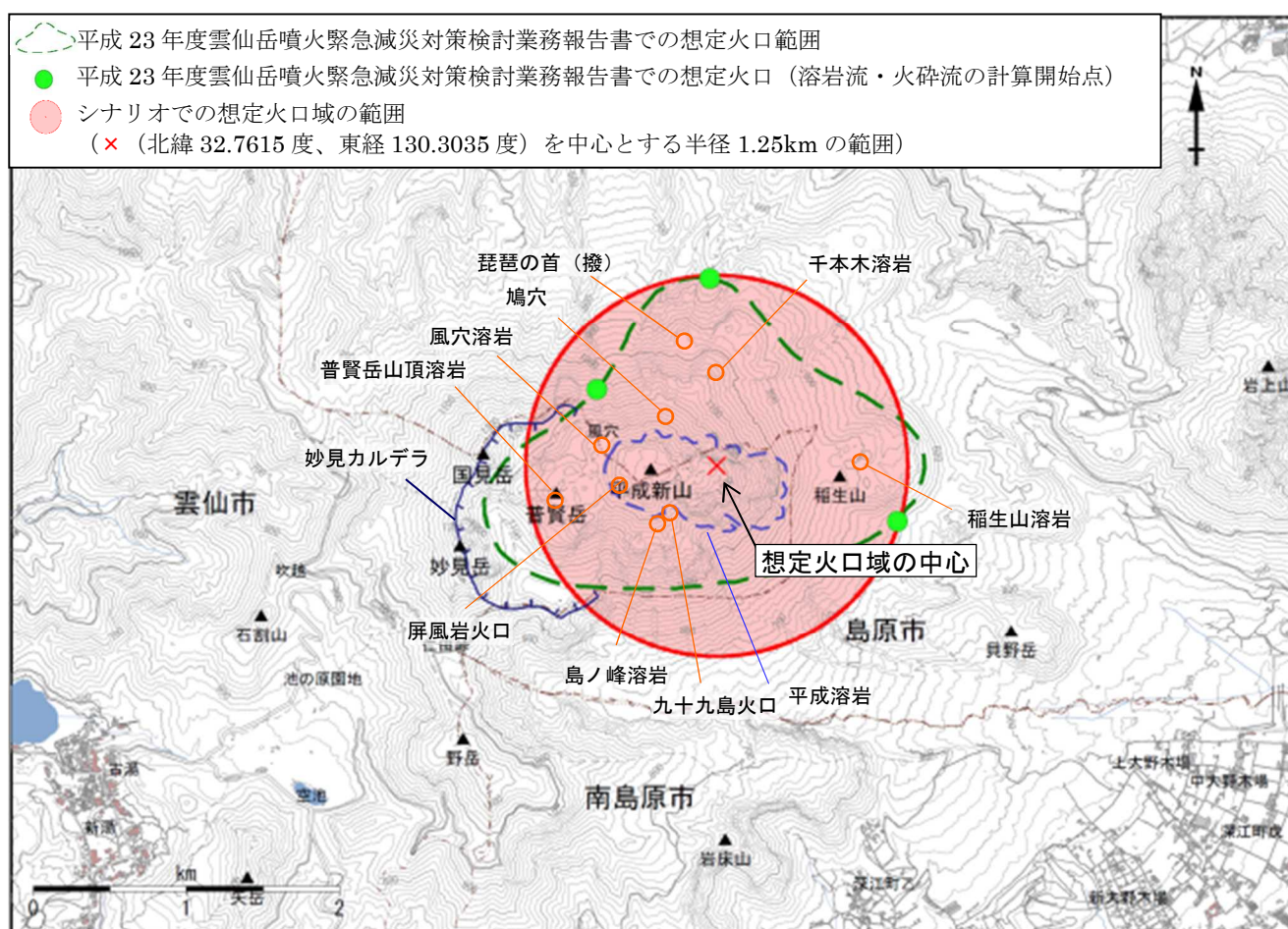


図3 想定火口域の範囲

○：過去の噴火における火口 青破線：溶岩ローブ

(国土地理院発行の『基盤地図情報』『基盤地図情報(数値標高モデル)』を使用した)

② 噴火の区分とその影響

噴火規模	火山現象	影響範囲
ごく小規模	降灰 小さな噴石	想定火口域の範囲内
小規模	上記に加え、大きな噴石、空振、火砕流	想定火口域の縁から概ね 500m 以内
小規模	上記に加え、溶岩流	想定火口域の縁から概ね 1 km 以内
中規模	同上	大きな噴石による影響範囲は想定火口域の縁から概ね 2 km 以内を原則とするが、火山活動の状況によっては概ね 3 km 以内または 4 km 以内。 火砕流、溶岩流による想定最大影響範囲。(図 4)

- ・噴火規模の表現は、火山学的な噴火の規模（噴出物量）とは異なり、大きな噴石、火砕流や溶岩流の到達する範囲（警戒が必要な範囲）を基準としている。
- ・火山灰や小さな噴石は、風に乗って警戒が必要な範囲を超えて広範囲に達することがある。空振も警戒が必要な範囲を超えて広範囲に伝わる。降雨による土石流に関しては、平成噴火において、噴火活動中は高温のものも認められ、噴火が終息した後も低温の土石流が継続したが、噴火警報（噴火警戒レベル）の対象外である。
- ・火砕流、溶岩流の警戒範囲の設定は図 4 に示すように発生源の位置や流下方向を考慮する必要がある。また、大きな噴石の警戒範囲と火砕流、溶岩流の警戒範囲はそれぞれ個別に考慮する必要がある。
- ・警戒範囲とは、火山活動の状況に応じて発生する火山現象の影響範囲をもとに気象庁が呼びかける警戒が必要な範囲をいい、立ち入りが規制される警戒区域は、警戒範囲を参考に自治体が設定する。



図4 雲仙岳の噴火警戒レベルと影響範囲

※ 想定火口域の範囲は、雲仙普賢岳火山噴火緊急減災対策砂防計画検討委員会の結果を踏まえて雲仙岳火山防災協議会で合意された半径1.25km程度の範囲としている。火砕流、火砕サージ及び溶岩流の影響範囲は国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所・他、2012を踏まえて雲仙岳火山防災協議会で合意された結果を採用している。想定される規模は、溶岩流は2億 m^3 （平成噴火実績）、火砕流は200万 m^3 （平成噴火時に複数回発生した規模）に基づいている（平成23年度雲仙岳噴火緊急減災対策検討業務報告書）。

※ 大きな噴石の警戒範囲と火砕流、溶岩流の警戒範囲はそれぞれ個別に考慮する必要がある。

※ 大きな噴石によるレベル5における警戒が必要な範囲は、想定火口域の縁から概ね2km以内を原則とするが、火山活動の状況によっては概ね3km以内または4km以内に拡大することがある。

※ 令和5年3月 雲仙岳の噴火警戒レベルのリーフレット更新に伴い、図の変更を行った。

レベル毎の警戒範囲については、想定火口域の縁から火山防災マップ作成指針（平成 25 年 3 月、内閣府ほか）も参考に設定し、噴火警報に応じた各関係機関の対応を予め定めておくことで、迅速な防災対応に寄与することを目的としている。

しかし、火口の位置が概ね安定した場合には、火山活動の状況とともに特定した火口位置からの警戒範囲と防災対応について、雲仙岳火山防災協議会において速やかに検討し、その結果を噴火警報に反映するとともに、防災対応の必要な範囲を絞り込むことが重要である。

2. 火山活動の時間的な推移

- ・ 平常時

弱い噴気の活動等、山体を震源とする火山性地震の発生、橘湾地下で A 型地震の発生。

- ・ 橘湾から山体への火山活動の移動

橘湾から島原半島への震源の移動、有感地震の発生、山体全体または一部の膨張を示す地殻変動

- ・ 山体浅部への火山活動の移動

山体浅部の局所的な膨張を示す地殻変動、山体浅部での火山性地震・微動増加、山体浅部を震源とする規模の大きな地震の発生、噴気量増加・地熱域の拡大

- ・ 小規模な水蒸気噴火が発生

火口の周辺で小さな噴石、降灰等

- ・ 山体浅部へのマグマ上昇

地震・微動の多発、規模の大きな地震の多発、急激な山体膨張の進行。

- ・ マグマ（水蒸気）噴火の発生、溶岩ドームの出現

火口から居住地域の近くまで大きな噴石、降灰等

- ・ 大きな噴石、火砕流、溶岩流が発生する可能性

大きな噴石、火砕流、溶岩流が居住地域に到達の可能性。

- ・ 大きな噴石、火砕流、溶岩流の発生

大きな噴石、火砕流、溶岩流が居住地域に到達または切迫。

- ・ 活動の終息

噴火活動の低下、地震活動の低下、熱活動の低下、山体の収縮等

ただし、現象はこの順番で起こるとは限らず、また前兆なく噴火が発生する場合もある。

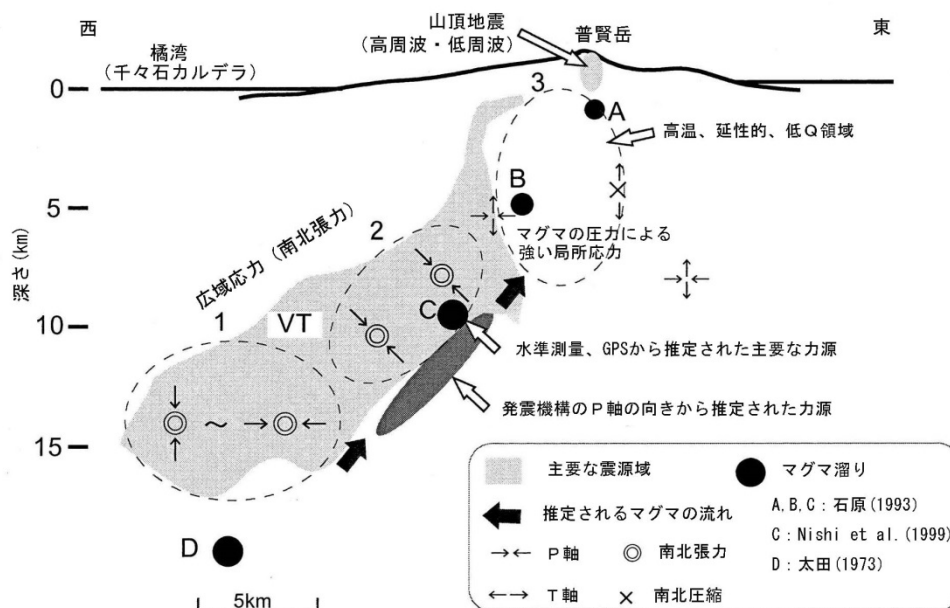


図5 1990～1996年雲仙岳噴火活動のマグマ上昇経路 (Umakoshi et al., 2001 を翻訳)

3. 噴火警戒レベルの区分け

① レベル1 (活火山であることに留意)

静穏な火山活動。想定火口域の範囲内で噴気活動が認められる程度。火山性地震の発生も少なく、火山性微動の発生もほとんどない状態。想定火口域の範囲内に影響する程度の噴出の可能性。

② レベル2 (火口周辺規制)

想定火口域の縁から概ね500m以内に影響する小規模噴火の可能性がある。噴気活動の高まりや地熱域の拡大、火山性地震の増加、火山性微動の振幅や継続時間の増大がみられ、火山活動が高まった状態。平成噴火では、水蒸気噴火の段階での影響が500m以内にとどまっており、そのような状態。

③ レベル3 (入山規制)

想定火口域の縁から概ね500mを超えて1km以内に影響する噴火の可能性がある。レベル2の現象に加え、より規模の大きい火山性地震の多発や傾斜計あるいはGNSS等に明瞭な地殻変動がみられたり、噴火規模の増大など、活発な火山活動。平成噴火では、マグマ噴火に移行してから影響が500mを超えるようになり、そのような状態。

④ レベル4 (高齢者等避難) から 5 (避難)

想定火口域の縁から概ね1km以上(居住地域)に影響を及ぼすような、レベル3の段階から噴火活動が更に活発化、あるいは活発化すると想定される顕著な地震活動、地殻変動などの異常現象が観測され、噴火の規模が更に拡大することが予想される状態。

4. 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

【レベル2】

(判定基準)

レベル1の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベル2に引き上げる。

① 火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性

次のいずれかが観測された場合

- ・ 山体を震源とする火山性地震の増加（地震回数が100回/日以上）
- ・ 火山性微動（継続時間100秒以上）の発生

以下の現象が複数項目観測された場合

- 上記の基準には達しない程度の火山性地震の増加
- 上記の基準には達しない程度の火山性微動の発生
- 浅い低周波地震の発生
- 山体浅部の膨張を示す地殻変動（傾斜計、GNSS、光波観測、干渉SAR解析等）
- 噴気地帯等の地熱域の拡大や噴気活動の活発化
- 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量の増加

② 火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生

- ・ 想定火口域の縁から概ね500m以内に大きな噴石飛散、火砕流、溶岩流

(引き下げ基準)

上記のレベル2への引き上げ基準に達しない活動が概ね1ヶ月続いたときを基本とするが、平穏時に戻る傾向が明瞭であると判断したときはレベル引き下げの期間を短縮する。ただし、平穏時に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル1に引き下げた後に活発化傾向に転じたことがわかった場合は、上記の基準に達していなくてもレベル2に戻る。

(解説)

1990年からの噴火活動では、1990年の噴火活動開始までの期間には、表面現象に特に大きな異常は認められない。1990年7月からの地震活動では震源が橘湾から島原半島内に移動するとともに11月17日の水蒸気噴火に至り、マグマ噴火（1991年5月20日の溶岩ドーム出現）へと経過した。

(判定基準)

① 火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性

- ・ 1990年6月までの震源の多くは橘湾であったが、7月下旬から橘湾の東部を震源とする地震が発生し始め、一部は島原半島内でも発生した。10月には地震回数の増加傾向が顕著となり、23日、31日に100回を超え、11月17日の噴火に至っている。活動活発化の傾向を把握するため、地震回数が100回/日以上を閾値とする。

- ・1990年7月4日、観測開始以来始めて火山性微動を観測した。その後、断続的に発生するようになり、9月までは継続時間が100秒以下であったが、10月以降100秒を超えるものが出現するようになり、11月17日の噴火に至っている。このことから継続時間が100秒を超える微動の発生を条件とする。

- ・「複数項目」の条件については、他火山の知見を参考にした。

② 火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生

- ・一般に突発的な噴火(特に水蒸気噴火の予測は困難)は完全に予測できるものではなく、火口周辺に降灰する程度のごく小規模な噴火等、想定火口域の縁から概ね500m以内に影響する現象が発生すればレベルを引き上げる。

(引き下げ基準)

レベル2からレベル1への引き下げについては、火山性地震や火山性微動等の過去事例により、当該レベルの現象が概ね1ヶ月程度見られなくなるなど、観測データに活動低下が認められた場合レベル1に引き下げる。また、平穏時に戻る傾向が明瞭である場合は、レベル引き下げの期間を短縮する。

なお、平穏時のレベルに戻る傾向が明瞭になったと判断してレベル1に引き下げたが、予想に反して活動活発化の傾向に転じた場合は、上記レベル2の判定基準に達していなくてもレベル2に戻す。

【レベル3】

(判定基準)

レベル1～2の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベル3に引き上げる。

① 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性

- ・噴火規模が拡大傾向で、
 - 大きな噴石が想定火口域の縁から概ね500mを超えて飛散する可能性
 - 火砕流、溶岩流が想定火口域の縁から概ね500mを超えて流下する可能性
- ・火山性微動(火砕流によるものも含む)の継続時間の増大(レベル2よりも継続時間長)
- ・山体浅部を震源とする火山性地震の急増、規模増大(レベル2よりも回数増加、規模大、あるいは有感地震の多発等)
- ・山体浅部の膨張を示す明瞭な地殻変動(レベル2よりも規模大を示す地殻変動)
- ・火山ガス放出量が大きく増加し急変

② 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生

- ・想定火口域の縁から概ね500mを超えて1km以内に大きな噴石飛散、火砕流、溶岩流

(引き下げ基準)

居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性でレベルを引き上げたが、火口

周辺に影響を及ぼす程度の噴火でおさまった、または、噴火せず、上記の現象が見られなくなった場合。居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生し、その後、噴火が発生しなくなる、もしくは、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火にとどまる活動が続いた場合、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も考慮して判断する。

(解説)

平成噴火では溶岩ドーム崩落の火砕流に伴い、影響範囲の拡大が見られた。レベル3の基準としては、主に溶岩ドーム出現前後の推移を参考にした。

(判定基準)

① 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性

- ・平成噴火では噴石の飛散を伴う噴火はあったものの、大きな噴石が500mを超えて飛散した記録はないが、可能性を考慮し、500m近くまで大きな噴石が飛散し、噴火の規模が拡大傾向にある場合はレベル3に引き上げることとする。
- ・寛文（古焼溶岩）の噴火活動では、溶岩が火口から1km流下した。平成噴火の活動では溶岩ドーム崩落に伴う火砕流の流下距離が伸び、次第に影響が広がった。溶岩流、火砕流の影響範囲が想定火口域の縁から500m近くまで拡大した場合にはレベル3に引き上げることとする。なお、影響範囲については火口の位置や流下方向に大きく依存することを考慮する。
- ・1991年3月後半から火山性微動の継続時間が長くなり、継続時間は10分を超えるようになった。5月12日からは発生回数が急増し、20日の溶岩ドーム出現に至っている。従って、このような火山性微動の活動が活発化した際には、マグマが地表付近まで迫っている状況が考えられるためレベル3に引き上げることとする。
- ・1991年5月10日頃から火山性微動と普賢岳山頂付近の浅い地震が増加し、雲仙岳測候所で有感となる地震が発生した。地震は次第に増加し、15日には一日に100回を超え19日には有感地震4回を含む198回となり、溶岩ドームの出現に至っている。また、平成噴火の一連の活動では山体浅部での地震活動の高まりと溶岩ドームの生成、成長を繰り返している。このように火山性地震の急増、規模増大の場合もマグマの地表面付近での活動の高まりが考えられるため、レベル3に引き上げることとする。
- ・地質調査所（現産業技術総合研究所）の観測では普賢岳-仁田峠第2展望所間の距離が1991年5月13日～20日までに一日あたり10cmの縮み傾向が続き、溶岩ドームの出現に至っている。このことから山体浅部の膨張を示す明瞭な地殻変動が観測された場合、マグマの地表面付近での活動の高まりが考えられるため、レベル3に引き上げることとする。
- ・平成噴火では、噴火によって大きな噴石が500mを超えて飛散した事例はないが、火山

ガス（二酸化硫黄）の放出量が大きく増加し急変した場合、大きな噴石の飛散を伴う噴火の可能性を考慮し、レベル3へ引き上げることとする。

② 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生

- ・レベル2における警戒が必要な範囲（想定火口域の縁から概ね500m以内）を超える大きな噴石の飛散や火砕流、溶岩流が確認された場合は、速やかにレベル3に引き上げる。

（引き下げ基準）

居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性でレベルを引き上げたが、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火でおさまった、または、噴火せず、上記の現象が見られなくなった場合はレベルを引き下げる。また、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生し、その後、噴火が発生しなくなる、もしくは、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火にとどまる活動が続いた場合、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も考慮して判断する。

【レベル4、5】

（判定基準）

レベル4

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性。

噴火規模が拡大傾向で、

- ・大きな噴石が想定火口域の縁から概ね1kmを超えて飛散する可能性
- ・火砕流、溶岩流が居住地域に到達する可能性

レベル5

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫あるいは発生

- ・大きな噴石、火砕流、溶岩流が居住地域に切迫あるいは到達

（引き下げ基準）

上記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえ、レベル引き下げや警戒範囲縮小を総合的に判断する。

（解説）

マグマ噴火の規模がさらに拡大し、規模の大きな火砕流の発生や溶岩の流出等により居住地域に重大な被害をもたらす場合も想定して、レベル4、5の判定基準を示した。

寛政（新焼溶岩）の噴火活動では、溶岩が火口から2.7kmまで流下した。

平成噴火では大きな噴石が500mを超えて飛散した記録はないが、可能性を考慮した。また、更なる噴火規模の拡大傾向が観測された場合は警戒範囲を想定火口域の縁から概

ね3 km 以内または概ね4 km 以内に拡大する。なお、警戒が必要な範囲を想定火口域の縁から概ね4 km 以内または概ね3 km 以内としている場合には、観測データに活動低下が認められ、大きな噴石がそれぞれ概ね3 km または概ね2 km を超えて飛散する可能性が低くなった場合には、警戒が必要な範囲を縮小する。

平成噴火では噴火活動の活発化・長期化に伴い、溶岩ドーム崩落による火砕流の影響範囲が特定方向に拡大していった。従って、火砕流、溶岩流の影響範囲は、図4に示すとおり発生源の位置により流下方向も考慮する必要がある。

また、大きな噴石の影響範囲と火砕流、溶岩流の影響範囲はそれぞれ個別に考慮する必要がある。

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た場合には、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、レベルの引き上げ基準に達しない程度の火山活動の高まりや変化が認められた場合（例えばレベル1の状況において、地熱域の拡大やレベル2の基準に達しない程度の火山性地震・微動の発生等）などには、臨時の「火山の状況に関する解説情報」を発表することで、火山の活動状況や警戒事項をお知らせする。

5. 今後検討する課題

以上で示した判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直していくこととする。特に、以下の各課題については、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) プリニー式噴火による影響範囲と山体崩壊

雲仙岳と良く似た粘性の高いデイサイト質のマグマによる噴火では、溶岩ドームの生成に先行して、大規模な「プリニー式噴火」を伴うことが知られている。雲仙岳では、軽石噴火を繰り返した形成初期の50～40万年前頃には「プリニー式噴火」が発生したと考えられるが、それ以降に発生した証拠は認められていない。

「山体崩壊」についても、よく知られている津波を伴った眉山崩壊以外にも、雲仙岳周辺では過去に発生した実績も認められている。しかし、岩屑なだれや津波をもたらす大規模な山体崩壊は火山噴火だけではなく、地震や大雨等の外力に伴って発生することや、崩壊箇所やその規模の想定も現時点では困難である。

このため、現時点では噴火警戒レベルの対象としていないが、稀な事象として、このような現象も起こりうることに留意するとともに、監視や対策についても、科学技術の進歩もふまえ、検討していく必要がある。

(2) 想定火口域の範囲外での噴火

有史以降の噴火は普賢岳の周辺で発生していることを考慮し、噴火の発生する可能性

が高い範囲として、噴火警戒レベルの想定火口域としているが、過去1万年まで考慮すると、普賢岳周辺から眉山周辺の広い範囲で噴火が発生していることから、将来、雲仙地溝内（特に地溝内東部の新期雲仙火山の山腹や山麓）で噴火が発生し、眉山のような溶岩ドームを形成することも否定できない。しかし、溶岩ドーム生成の可能性のある場所は地溝内全域に及び、範囲の限定が困難であることから、現時点で噴火警戒レベルの想定火口域とはしていないが、山腹や山麓に溶岩ドームが形成される場合には、有珠山などの事例から、噴火（溶岩ドーム出現）地点付近では地震活動と地盤変動が先行して観測されることも考えられる。

このため、万が一、このような現象が観測された場合、及び山腹や山麓において噴火が確認された場合には、予め定めている噴火警戒レベルとは区別して、予想される噴火場所（緯度、経度、地名等）、想定される現象や警戒範囲を示したうえで、噴火警報を発表することとする。このような場合、観測機器を設置し観測強化をするとともに、関係機関においては火山活動の推移と火山噴火予知連絡会等の議論に基づいた防災対応を速やかに検討する必要がある。