

令和元年 7 月 30 日 運用開始
令和元年 7 月 30 日 現在
気 象 庁

神津島の噴火警戒レベル判定基準とその解説

1. 神津島火山の特徴と想定する噴火

神津島では、島内各所に過去の噴火でできた流紋岩質の溶岩ドームが十数個確認されているほか、火砕流や火砕サージ堆積物も島内に広く分布しており、流紋岩質マグマによる噴火活動が数千年に 1 回程度繰り返されてきたと考えられる。神津島の最新の噴火は 9 世紀（西暦 838 年）で、規模の大きな噴火が発生したことが知られており、火砕流・火砕サージの噴出及び火砕物降下につき、溶岩ドーム（天上山）を形成した。

これらのことから、神津島における噴火の特徴や、想定する噴火について、次のように整理した。

1-1. 特徴

- ① 一回の活動ごとに異なる場所から噴火する。
- ② 噴火地点は島内とは限らず、周辺の浅い海底の場合もありうる。
- ③ 流紋岩質マグマによる噴火活動で、爆発的なマグマ水蒸気噴火や、火砕サージや火砕流を生じることがある。火砕サージの到達距離は、838 年の天上山の噴火事例では 14km となっている。
- ④ マグマの噴出が継続して、溶岩ドームを形成することもある。

1-2. 想定する噴火

1-1 で挙げた特徴などをもとに、平成 29 年度伊豆諸島 6 火山防災協議会火山現象検討部会合同検討会において、神津島のハザードマップが作成された。このハザードマップを参考に、平成 30 年度と同検討会では、神津島の噴火警戒レベルにおける噴火場所や噴火に伴う火山現象及びその影響範囲が検討された。検討結果（合意事項）に従い、神津島の噴火警戒レベルでは、以下のような噴火を想定した。

① 想定する噴火場所（想定火口）

噴火前に詳細な火口位置（噴出地点）を推定することが困難であることから、平成 29 年度作成の神津島火山ハザードマップ、及び平成 30 年度伊豆諸島 6 火山防災協議会伊豆諸島火山防災協議会では、神津島の島内と周辺の浅い海域（水深 100m 以浅^{※1}）を、海上や島内に影響を及ぼす噴火が発生する可能性のある場所（想定火口域）として設定した（図 1）。

※1 「海域火山噴火の推進と表面現象について（東京大学地震研究所 2015）」、及び第 131 回火山噴火予知連絡会資料によると、火砕サージが発生する水深は 100m 以浅とされている。海面上まで影響が及ぶ噴火を対象とするため、水深 100m 以浅の周辺海域も想定火口域に加えた。

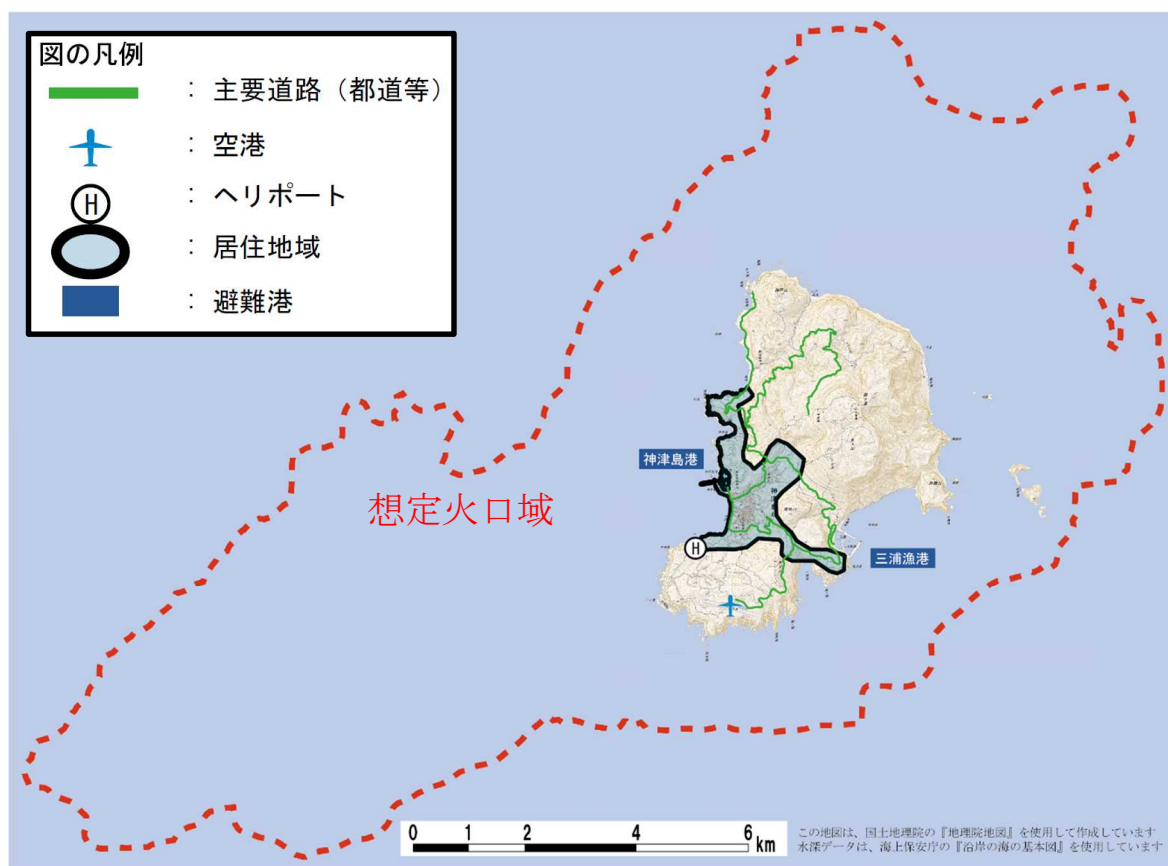


図1 想定火口域

神津島の噴火警戒レベルでは、赤点線内を想定火口域として設定した。赤点線は、神津島の島内と周辺の浅い海域（水深100m以浅）を包含する領域である。

②想定する噴火様式、及び火山現象とその影響範囲

過去の噴火履歴からマグマ噴火もしくはマグマ水蒸気噴火を想定した。想定する噴火について、表1にまとめた。影響範囲については、過去の実績から広範囲に及ぶと考えられる。

表1 噴火様式と火山現象

噴火様式	噴火場所	火山現象
マグマ水蒸気噴火 または マグマ噴火	浅い海域 島内	大きな噴石、火砕サージ、火砕流、 溶岩流、溶岩ドーム

2. 火山活動の時間的な推移

最新の噴火が9世紀であるため、噴火に至る活動推移の詳細が分かっていないこと、また、現在の火山活動は静穏な状態で、火山活動の高まりを観測した事例がないことから、一般的な火山学的知見や類似火山の例を参考に、マグマが上昇し、噴火に至る過程で観測され则认为られる現象を想定した。噴火の前駆現象や、噴火活動の推移と噴火に伴う火山現象は、図2に示すように整理される。

神津島では、粘性の高い流紋岩質マグマの活動が主であり、マグマの上昇に際しては活発な地震活動や地殻変動を伴うことが予想される。また、浅い海域における噴火発生前には、海水の変色域が現れる可能性もある。その後、噴火に至る場合は、活動の高まりを示すこれらの現象が確認されたごく近傍で噴火が発生すると予想される。

また、一連の噴火活動中において、噴火規模は一定ではなく、時間とともに規模や影響範囲が変化していくことが考えられる。

浅い海域で発生する噴火は、「噴火活動の開始時点（以降、「噴火初期段階」と呼ぶ）における火山現象の影響範囲は、噴火位置から最大2km※2程度と考えられる」という平成30年度伊豆諸島6火山防災協議会火山現象検討部会合同検討会での合意に基づき、噴火位置から最大2kmの範囲に影響が及ぶとした。その後は、時間とともに規模や影響範囲が変化していくと考えられる。

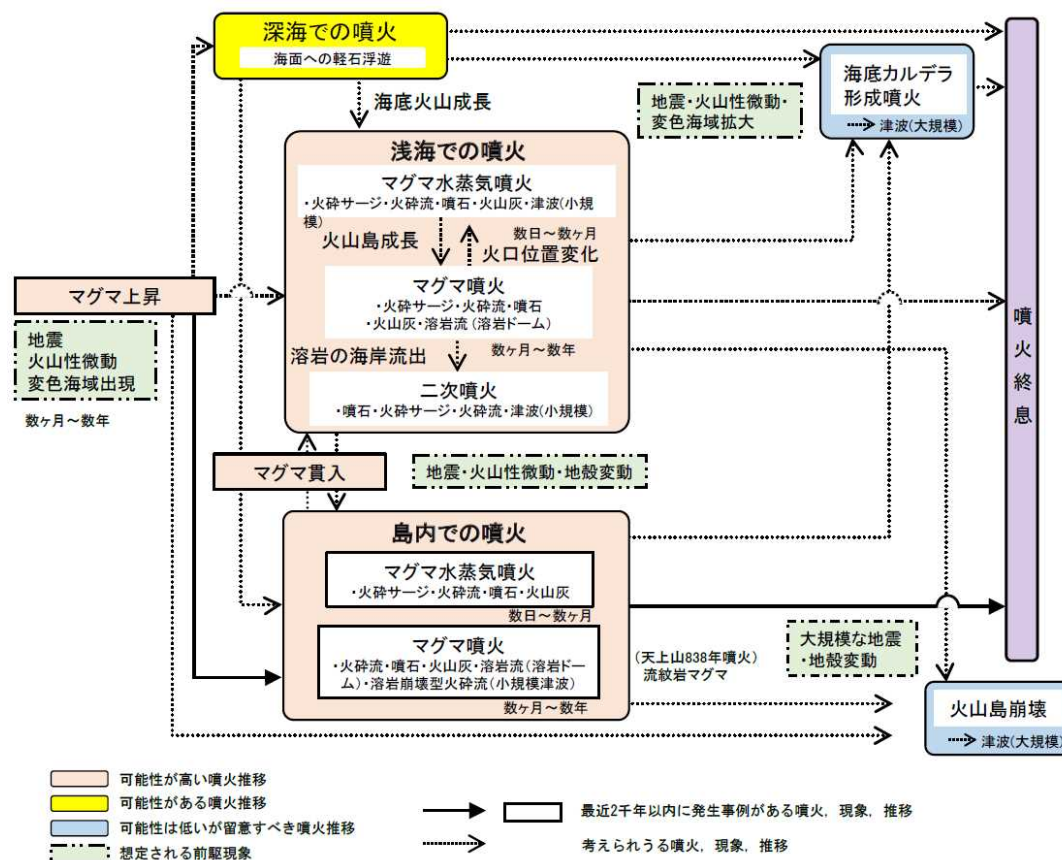


図2 神津島の噴火事象系統樹（神津島火山ハザードマップから引用）

※2 「100m以浅の海域における噴火活動の初期段階に限って言えば、火山現象（火砕サージ）の影響範囲は噴火地点から最大2km程度と考えられる」と、平成30年度伊豆諸島6火山防災協議会火山現象検討部会合同検討会で合意されている。その合意事項のもと噴火警戒レベルを設定している。

3. 噴火警戒レベルの考え方

3-1. 「噴火が予想される位置」と噴火警戒レベル

神津島では、想定火口域に島内と浅い海域が含まれ、島内と浅い海域で噴火警戒レベルを判定する考え方が異なる。

○「噴火が予想される位置」が島内の場合

浅部の地震活動や地殻変動など、火山活動の高まりを示す現象の位置が島内あるいは島に近い場合には、島内での噴火を想定する（図3-1(a)を参照）。島内で噴火が発生すれば、居住地域に影響が及ぶため、噴火発生の可能性を示すと考えられる現象の程度に応じて、噴火警戒レベルを判定することとする。

○「噴火が予想される位置」が浅い海域となる場合※³

浅部の地震活動や地殻変動など、火山活動の高まりを示す現象の位置が島から離れている場合には、浅い海域における噴火を想定する（図3-1(b)を参照）。噴火初期段階における影響範囲を、「噴火が予想される位置」から最大2kmと想定し、「噴火が予想される位置」に対応した影響範囲と島内および居住地域との位置関係から噴火警戒レベルを判定する。

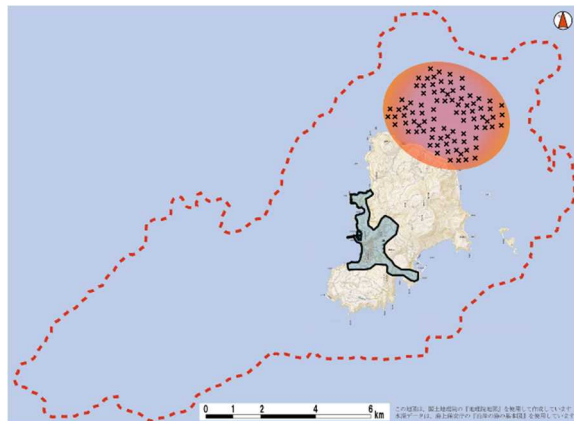
なお、噴火初期段階では噴火地点から最大2kmの範囲に影響が及ぶと、噴火発生前の時点では想定しているが、噴火発生後は、噴火規模や影響範囲が拡大する可能性があることから、実際の噴火による影響範囲を見極めながら噴火警戒レベルを判断する必要がある。

また、噴火発生前に、浅部の地震活動や地殻変動の火山活動の高まりを示す現象とともに顕著な変色域が出現した場合は、変色域の近傍で噴火が発生する可能性が考えられるので、「噴火が予想される位置」の領域を変色域付近に限定して、噴火警戒レベルを判定する（図3-2を参照）。

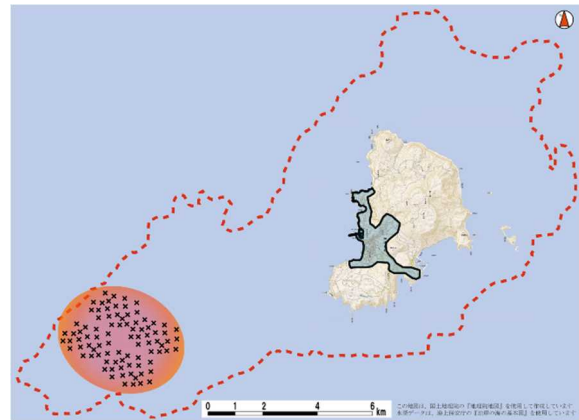
なお、神津島周辺海域で発生する地震の震源決定精度は、内陸の地震に比べて低くなることがある。さらに、観測点が島内に限定されているため、地殻変動源の推定が困難であることから、「噴火が予想される位置」の推定精度を十分に考慮する必要がある。

※3 噴火の影響が島内に及ぶものも含まれる。

(a) 「噴火が予想される位置」が
島内の場合



(b) 「噴火が予想される位置」が
浅い海域の場合



凡例  : 想定火口域

 : 居住地域

 : 地震活動や地殻変動など、活動の高まりを示す現象が認められる領域

図 3-1 浅部の地震活動、地殻変動など火山活動の高まりを示す現象が認められる領域と噴火警戒レベルとの関係（変色域の出現がない場合）

変色域の出現がない場合、浅部の地震活動、マグマ上昇を示す地殻変動、低周波地震など火山活動の高まりを示す現象が認められる領域を、「噴火が予想される位置」とみなす。

- (a) 島内に震源域が及ぶなど、火山活動の高まりを示す現象が認められる領域が島に近い場合は、島内での噴火を想定する。その現象の程度により、噴火警戒レベル 3 または 4 とし、噴火が切迫している場合には、噴火警戒レベル 5 とする。
- (b) 火山活動に高まりを示す現象が認められる領域が島から離れており、噴火初期段階で居住地域に影響が及ばない場合には、浅い海域での噴火を想定し、噴火警戒レベル 3 とする。

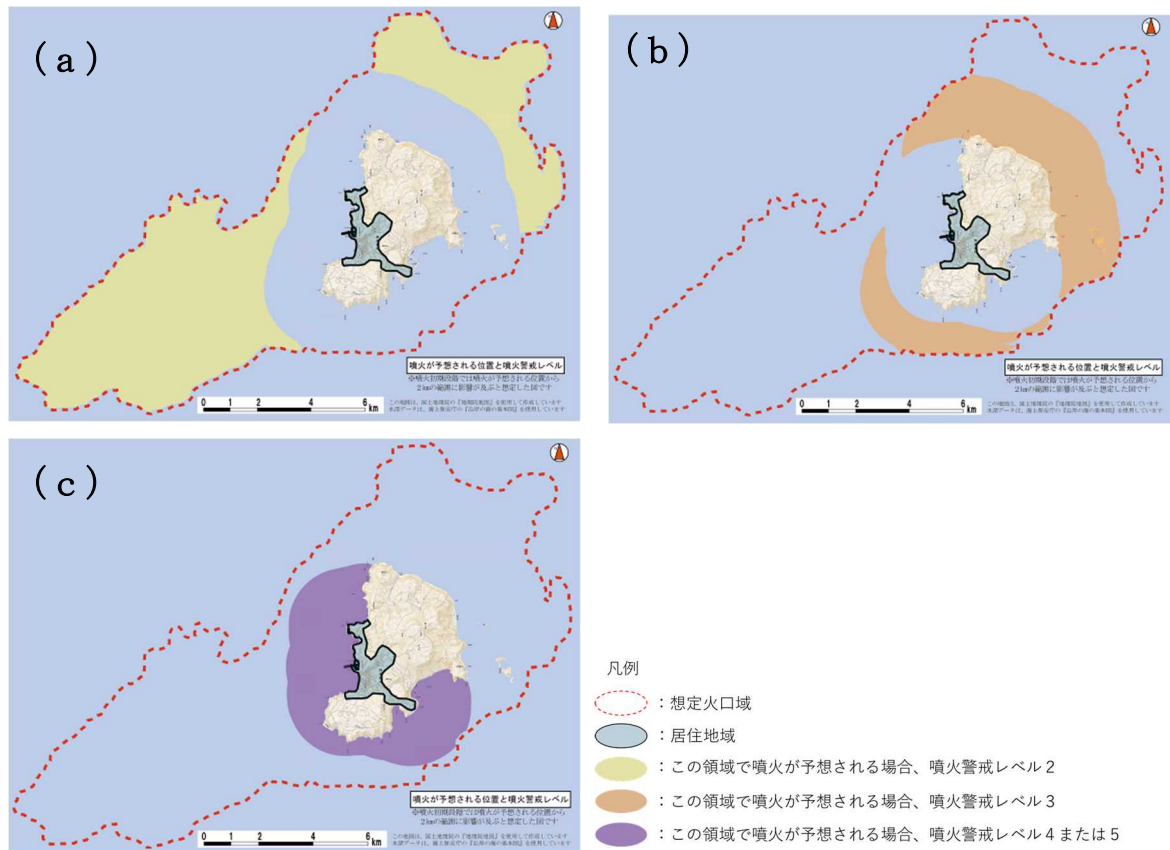


図 3-2 浅部の地震活動、地殻変動に加え、顕著な変色域が出現した場合の変色域が出現した領域と噴火警戒レベルとの関係（噴火初期段階の影響範囲を 2 km としたとき、「噴火が予想される位置」と対応する噴火警戒レベルを領域分けした図）

浅い海域における噴火発生前、海水の変色域が現れることがある。火山性地震の増加や地殻変動が観測されている中で、顕著な変色域が出現した場合、変色域付近を「噴火が予想される位置」とし、その位置と島内および居住地域との位置関係から噴火警戒レベルを判定する。

- (a) 島内に噴火の影響が及ばない領域
この領域（黄色の領域）での噴火が予想される場合、噴火警戒レベル 2 とする。
- (b) 居住地域に噴火の影響が及ばない領域
この領域（橙色の領域）での噴火が予想される場合、噴火警戒レベル 3 とする。
- (c) 居住地域に噴火の影響が及ぶ領域
この領域（紫色の領域）での噴火が予想される場合は噴火警戒レベル 4 とし、噴火が切迫している場合は噴火警戒レベル 5 とする。

3-2. 噴火警戒レベルの区分け

火山活動の状況により、次のように噴火警戒レベルを区分けした。

表2 噴火警戒レベルの区分け

噴火警戒レベル	島内での噴火を想定	浅い海域での噴火を想定
レベル1 (活火山であることに留意)	火山活動は静穏。	火山活動は静穏。
レベル2 (火口周辺規制)	顕著な噴気のみられ、その周辺では、突発的な噴出現象が発生するおそれがある。 島内で噴火が発生する可能性がわずかに認められる。	島から離れた浅い海域で、島内に影響しない程度の噴火の可能性はある。
レベル3 (入山規制)	島内で噴火が発生する可能性がやや高まっている。	浅い海域で、居住地域の近くまで影響を及ぼす噴火の可能性はある。
レベル4 (高齢者等避難)	島内で噴火が発生する可能性が高まっている。	浅い海域で、居住地域に到達するような噴火の可能性はある。
レベル5 (避難)	島内で噴火が切迫あるいは発生。	浅い海域で、居住地域に到達するような噴火が切迫あるいは発生。

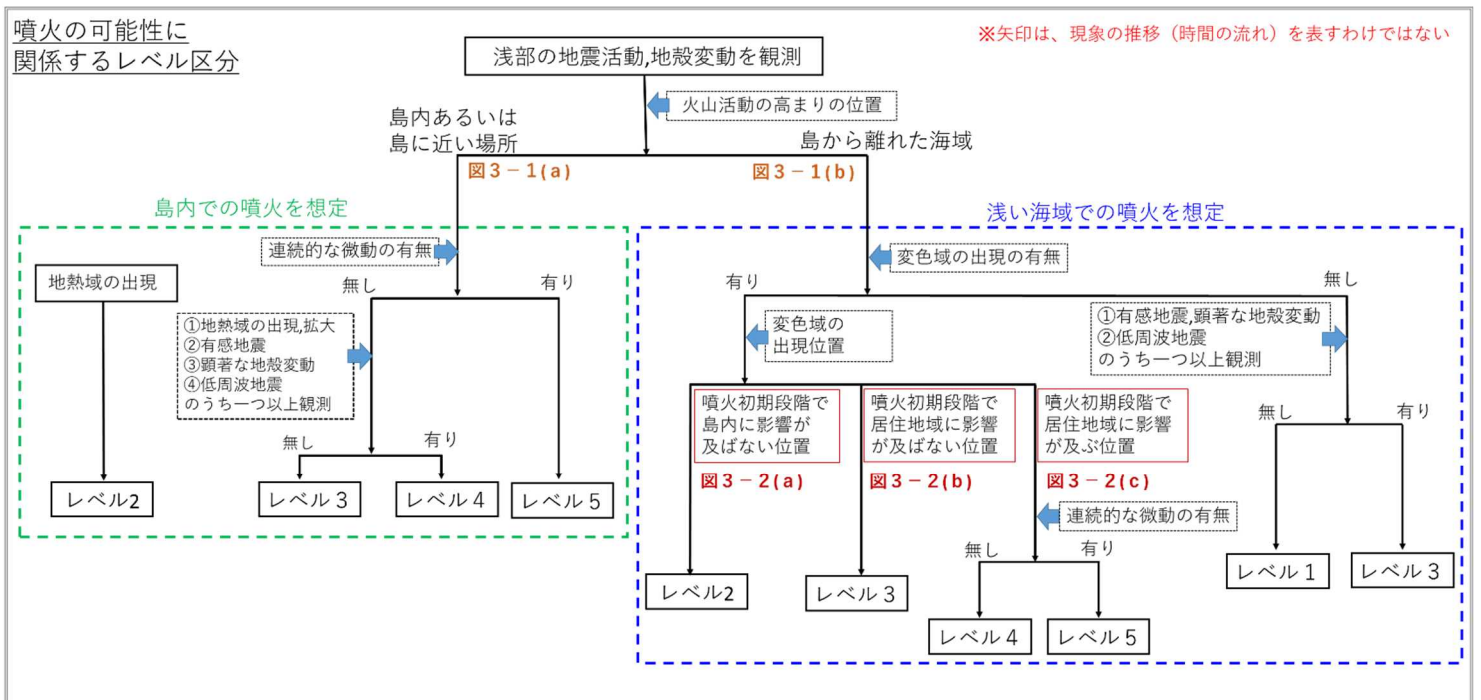


図4-1 火山現象の発現状況や「噴火が予想される位置」と噴火警戒レベル区分（噴火発生前）

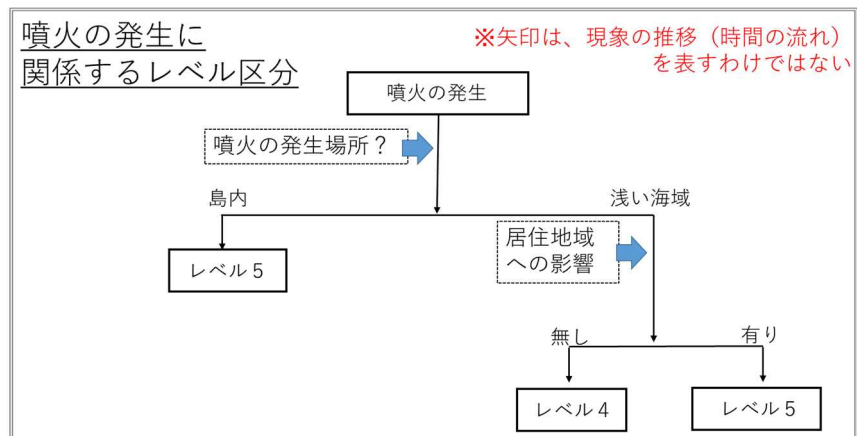


図4－2 噴火の発生場所・影響範囲と噴火警戒レベル区分（噴火発生後）

4. 噴火警戒レベルの判定基準とその解説

【レベル2】

(引上げ基準)

＜火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性＞

○島内における現象

・顕著な噴気や地熱域の出現

○浅い海域における現象（海岸から2 km 以上離れた場所での噴火を想定）

・顕著な変色域が出現し、その付近を震源とする浅い火山性地震の増加、地殻変動を観測（噴火が発生した際に、島内に影響が及ぶ可能性がない場合）

(引下げ基準)

上記のいずれの現象もみられなくなり元の状態に戻った、あるいは噴気や地熱活動については、活発化の傾向がないことが明らかになった段階でレベル1に引き下げる。

(解説：引上げ基準)

＜火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性＞

○島内における現象

他の多くの火山では、火山活動が高まると、顕著な噴気や地熱域が観測される場合が多い。地震活動やマグマ上昇に伴う地殻変動に先行して、噴気や地熱域が観測される可能性が考えられ、島内で噴火が発生する可能性がわずかに認められる状態にあると考える。

顕著な噴気や地熱域が観測された場合、顕著な噴気や地熱域周辺では、突発的な噴出現象が発生するおそれがあるのでレベル2に引き上げる。

○浅い海域における現象（海岸から2 km 以上離れた場所での噴火を想定）

海底から流出する熱水やガスが海水と反応して、噴火発生前に海面上に変色水が広がって現れること（変色域）がある。変色域が生成される要因には火山活動以外にもあるが、浅部の地震活動や地殻変動が観測される中で、顕著な変色域が出現した場合は、変色域付近を「噴火が予想される位置」とする。

「噴火が予想される位置」が図3-2(a)で示した領域に入る場合には、島内には影響を及ぼさない程度の噴火が噴火初期段階に発生することが予想されるので、レベル2に引き上げる。

(解説：引下げ基準)

レベル2からレベル1への引下げについては、上記のいずれの現象もみられなくなり元の状態に戻った段階で、レベル1に引き下げる。ただし、噴気・地熱活動は元の状態に戻るまで時間がかかる場合が多いので、拡大傾向がみられなくなった場合にレベル1へ引き下げるとした。

【レベル 3】

(引上げ基準)

<居住地域近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性>

○島内における現象

- ・島内を震源とする浅い火山性地震の増加と地殻変動を観測

○浅い海域における現象（居住地域から 2 km 以上離れた場所での噴火を想定）

次のいずれかが観測された場合

- ① 顕著な変色域が出現し、その付近を震源とする浅い火山性地震の増加、地殻変動を観測
（噴火が発生した際に、島内の居住地域以外に影響が及ぶ可能性がある場合）
- ② 震源の浅い有感地震が複数回発生するなど地震活動の規模の拡大とマグマ上昇を示す顕著な地殻変動を観測
- ③ 浅い低周波地震が多発

(引下げ基準)

上記で示した条件を満たさなくなり、火山活動に低下が認められた場合には、レベルを引き下げる。

(解説：引上げ基準)

○島内における現象

他の多くの火山の事例では、火山活動が高まると、浅部の地震活動の活発化や浅部の膨張を示す地殻変動が観測される場合が多い。島内の浅いところを震源とする火山性地震が増加し、かつ地殻変動が観測された場合は、島内で噴火が発生する可能性がやや高まっている状態にあると考え、レベル 3 に引き上げる。

○浅い海域における現象（居住地域から 2 km 以上離れた場所での噴火を想定）

次のいずれかを観測した場合は、レベル 3 へ引き上げる。

- ① 浅部の地震活動や地殻変動が観測される中で、顕著な変色域が出現した場合は、変色域付近を「噴火が予想される位置」とする。「噴火が予想される位置」が図 3-2 (b) で示した領域に入る場合には、居住地域には影響を及ぼさない程度の噴火が噴火初期段階に発生することが予想されるので、レベル 3 へ引き上げる。
- ② 変色域の出現がなくても、次の 2 つの条件をどちらも満たす場合は、居住地域に影響しない程度の噴火が予想されるので、レベル 3 へ引き上げる。
 - ・震源の浅い有感地震が複数回観測され、かつ火山活動による顕著な地殻変動を観測
 - ・震源域が明らかに浅い海域にあり（図 3-1 (b) を参照）、噴火しても居住地域に影響が及ばないと判断できる
- ③ 2000 年の有珠山の噴火事例など他の火山では、地震活動が高まる中で浅い低周波地震が発生した後に噴火に至った事例がある。浅い海域を震源とする浅い低周波地震が多発し（図 3-1 (b) を参照）、居住地域に影響しない程度の噴火が予想されるので、レ

ベル3へ引き上げる。

(解説：引下げ基準)

上記で示した条件を満たさなくなり、火山活動の低下が認められた場合には、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の発生の可能性が下がったとして、レベルを引き下げる。

【レベル4】

(引上げ基準)

＜居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性＞

○島内における現象

次のいずれかが観測された場合

- ① 神津島周辺を震源とする浅い有感地震が複数回発生するなど地震活動の規模の拡大とマグマ上昇を示す顕著な地殻変動を観測
- ② 浅い低周波地震が多発
- ③ 島内を震源とする浅い火山性地震かつ地殻変動、および浅い低周波地震を観測している状況下で、噴気や地熱域が拡大

○浅い海域における現象

次のいずれかが観測された場合

- ① 顕著な変色域が出現し、その付近を震源とする浅い火山性地震の増加、地殻変動を観測（噴火が発生した際に、島内の居住地域に影響が及ぶ可能性がある場合）
- ② 居住地域に影響しない程度の噴火が発生

(引下げ基準)

噴火が発生せず、上記のいずれの現象も観測されなくなった場合には、火山活動を評価した上で（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）、すみやかにレベルを引き下げる。

(解説：引上げ基準)

神津島の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火については、発生にいたる前兆現象などの詳細な記録がなく、不明である。そこで、一般的な火山学的知見及び他火山の事例も参考とした。

○島内における現象

次のいずれかを観測した場合は、レベル4へ引き上げる。

- ① レベル3よりも噴火の発生が差し迫ると、神津島周辺（島内とその周辺、図3-1(a)を参照）の浅部の地震活動がレベル3の状態よりもさらに活発になる、もしくは地殻変動の規模が拡大すると予想される。いずれかの現象が観測された場合、島内で噴火が発生する可能性が高まっている状態にあると考え、レベル4に引き上げる。

② 2000 年の有珠山の噴火など他の火山では、地震活動が高まる中で低周波地震が発生した後には噴火に至った事例がある。このことを踏まえ、島内（図 3－1（a）を参照）で低周波地震が多発した場合は、火山活動が高まっており、島内で噴火が発生する可能性が高まっている状態にあると考え、レベル 4 に引き上げる。

③ ①に達しない程度の地震活動かつ地殻変動、および②に達しない程度の低周波地震の発生を観測している状況下で、噴気や地熱域に拡大がみられる場合には、噴火が発生する可能性が高まっている状態にあると考え、レベル 4 に引き上げる。

○浅い海域における現象

次のいずれかが観測した場合は、レベル 4 へ引き上げる。

① 浅部の地震活動や地殻変動が観測される中で、顕著な変色域が出現した場合は、変色域付近を「噴火が予想される位置」とする。「噴火が想定される位置」が図 3－2（c）で示した領域にかかる場合には、居住地域に影響を及ぼす噴火が噴火初期段階に発生することが予想されるので、レベル 4 に引き上げる

② 図 3－2（a）（b）に示す領域で噴火が発生した場合は、その後、噴火規模や影響範囲が拡大する可能性を考え、レベル 4 に引き上げる。

（解説：引下げ基準）

居住地域に影響が及ぶ噴火が発生せず、上記のいずれの現象も観測されないなど、火山活動の低下が確認された場合は、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、居住地域への影響を評価した上でレベルの引下げを判断する。

【レベル 5】

（引上げ基準）

<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>

○島内における現象

次のいずれかが観測された場合

① 規模の大きな火山性微動が連続的に発生する、急激な地殻変動を観測するなど、噴火が切迫

② 噴火が発生

○浅い海域における現象

次のいずれかが観測された場合

① 規模の大きな火山性微動が連続的に発生する、急激な地殻変動を観測するなど、噴火が切迫

② 噴火を繰り返すなど、噴火の規模が拡大傾向

③ 居住地域に影響する噴火が発生

(引下げ基準)

該当する現象が観測されなくなった場合には、火山活動を評価した上で（必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ）、すみやかにレベルを引き下げる。

(解説：引上げ基準)

レベル4と同様に、神津島の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火については、詳細な記録がなく、不明である。そこで、一般的な火山学的知見及び他火山の事例も参考とした。

○島内における現象

次のいずれかを観測した場合は、レベル5へ引き上げる。

- ① 噴火の発生が切迫した状況では、浅部の地震活動がレベル4の状態よりも活発になり、有感地震が多発し、規模の大きな火山性微動が多発あるいは連続的に発生することが予想される。また、マグマの浅部への貫入時には、急激な地殻変動が予想される。いずれかを観測した場合はレベル5に引き上げる。
- ② 島内で噴火が発生した場合は、噴火の影響が居住地域に及ぶため、レベル5に引き上げる。

○浅い海域における現象

次のいずれかを観測した場合は、レベル5へ引き上げる。

- ① 噴火の発生が切迫した状況では、有感地震が多発し、規模の大きな火山性微動が多発あるいは連続的に発生することが予想される。また、マグマの浅部への貫入時には、急激な地殻変動が予想される。いずれかの火山活動の高まりを示す現象が観測され、図3-2(c)に示す領域での噴火が予想される場合には、レベル5に引き上げる。
- ② 噴火活動の規模が拡大傾向にある場合には、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫していると考え、レベル5に引き上げる。
- ③ 図3-2(c)に示した領域で噴火が発生した場合は、すみやかにレベル5に引き上げる。噴火初期段階では居住地域に重大な被害を及ぼさないとした浅い海域（図3-2(a), (b)の領域）においても、居住地域に影響が及ぶ噴火が発生すれば、すみやかに、レベル5に引き上げる。

(解説：引下げ基準)

レベル5からの引下げは、火山活動を評価し（必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ）、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。

(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。

火山の状況によっては、異常が観測されずに噴火する場合もあり、レベルの発表が必ずしも段階を追って順番通りになるとは限らない（レベル下げのときも同様）。

なお、レベルの引上げ基準に達していないが、その後、レベルを引き上げる可能性があるとは判断した場合には、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」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. 今後検討すべき課題

以上示した判定基準は、これまでの観測データ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、判定基準の改善を進める必要がある。

- （1）神津島の噴火活動については、地震計などの噴火時の観測データがないため、判定基準は類似火山の知見による表現に留まっている部分が多い。今後観測監視を継続し、必要に応じて観測強化を進め、現れる諸現象をよく分析していくことで、神津島の火山活動の理解を深めていく必要がある。よって、調査研究の進展から得られる新たな知見と、今後、神津島で得られた知見を反映させていくこと、または見直すことが重要である。
- （2）神津島は、アクセスに時間がかかるため、異常発生時の迅速な現地調査が困難である。現地の状況を迅速に把握するために、現地との連絡体制を強化する必要がある。
- （3）より具体的な防災対応の検討も踏まえつつ、必要に応じて噴火警戒レベルの改善を進める必要がある。

参考文献

- ・「海域火山噴火の推進と表面現象について」（東京大学地震研究所, 2015）
- ・「第 131 回火山噴火予知連絡会資料」（東京大学地震研究所, 2015）
- ・「神津島火山ハザードマップ」（平成 29 年度東京都作成）
- ・「新島火山の噴火災害予測図（解説）」（伊藤順一（1993）, 文部省科学研究費自然災害特別研究 計画研究「火山災害の規模と特性」報告書）
- ・「伊豆, 新島および神津島における噴火災害の要因分析」（伊藤順一（1999）, 地球, 21 巻, 417-423）