

平成 19 年 12 月 1 日運用開始
 平成 28 年 3 月 25 日現在
 気 象 庁

桜島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

①噴火場所：昭和火口、南岳山頂火口、桜島山腹、周辺海域

②噴火の区分とその影響

噴火とは、火山現象として、火口外へ固形物（火山灰、岩塊等）を放出または溶岩を流出する現象である。しかし、桜島の場合、頻繁に噴火が発生し、時期によっては常時噴火している火山であるため、気象庁は、桜島特有のルールとして、昭和火口及び南岳山頂火口の噴火については、一定基準以上の噴火を「噴火」として計測しており、その基準に満たない噴火は、「ごく小規模な噴火」としている。「ごく小規模な噴火」は、「噴火に関する火山観測報」で通報する対象から除いており、火山情報等で示す噴火回数にも含めていない。

以降、特記なき限り、この定義により記述する。

噴火様式	火山現象	警戒が必要な範囲	
※	ごく小規模噴火	火山灰、小さな噴石、 <u>大きな噴石</u>	火口周辺
	(爆発的でない) 噴火	上記に加え、 <u>火砕流</u> 、降雨による土石流	火口から概ね 2km 以内
	爆発的噴火 (爆発)	上記に加え、空振	多くは、火口から概ね 2km 以内 (まれに 2km 以上)
山腹噴火 (大規模噴火を含む)	上記に加え、 <u>溶岩流</u>	ハザードマップに基づく	
海底噴火	上記に加え、 <u>サージ</u> 、 <u>津波</u>		

※ 1955 年以降の南岳山頂火口噴火及び 2006 年以降の昭和火口の噴火

- ・「大きな噴石」とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散するものであり、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到達することがある。空振も、警戒が必要な範囲を超えて広範囲に伝わる。降雨による土石流は、噴火が終息した後も継続することがある。
- ・噴火警戒レベルは、噴火に伴って発生し生命に危険を及ぼす火山現象（発生から短時間で火口周辺や居住地域に到達し、避難までの時間的猶予がほとんどない現象、上表の下線で示した現象）の危険が及ぶ範囲（警戒が必要な範囲）をもとに設定している。

③噴火の判定基準

昭和火口及び南岳山頂火口の噴火については、「爆発的噴火」（単に「爆発」と呼ぶこともある）の基準を次のように定めている。

・南岳山頂火口の爆発的噴火

南岳において噴火（噴煙量、噴煙の高さを問わない）が発生し、①②の条件を共に満たす場合には、これを爆発的噴火（または単に「爆発」）とする。

①爆発地震が観測されること。

②以下の、いずれかを満たすこと

A. 鹿児島地方気象台で爆発音を観測した場合

B. 鹿児島地方気象台で体感空振を観測した場合

C. 鹿児島地方気象台の遠望観測（目視またはカメラ）で大きな噴石の火口外への飛散を観測した場合

D. 東郡元(O点)空振計で3 Pa 以上、あるいは島内の横山(A点)、瀬戸の空振計のいずれかで10Pa 以上の空振を観測した場合(あみだ川の空振計は用いない)

・昭和火口の爆発的噴火

昭和火口において噴火（噴煙量、噴煙の高さを問わない）が発生し、①②の条件を共に満たす場合には、これを爆発的噴火（または単に「爆発」）とする。

①爆発地震が観測されること。

②以下の、いずれかを満たすこと

A. 鹿児島地方気象台の遠望観測（カメラ）で、水平距離で500m以上に大きな噴石の飛散を観測した場合

D. 島内の横山(A点)、瀬戸、あみだ川の空振計のいずれかで10Pa 以上の空振を観測した場合

ただし、噴煙に特に変化が見られない場合には爆発としない。

また、爆発に加え、次のような基準で「噴火」を計測している。

・噴煙量階級*3以上の火山灰を含む有色噴煙を伴う噴火

* 気象庁では噴煙量を噴煙の高さと幅から1～6の階級に分けて観測している。噴煙量階級3以上の噴煙は、噴煙の幅にもよるが、高さが概ね1,000m以上の噴煙に相当する。

つまり、爆発（的噴火）は、噴火の一種であり、噴火回数のほうが爆発回数よりも原則として多くなる。また、（爆発的でない）噴火は、噴煙が監視カメラ等で視認できる場合にのみ計測するため、悪天時には計測は困難であるのに対し、爆発的噴火は、空振計によって悪天時でも計測できる。

2 火山活動の時間的な推移

噴火警戒レベルの設定に当たっては、過去の噴火活動を参考に、想定される現象をもとにしている。桜島では、過去の噴火及びそれらの観測経験が豊富であるため、それをレベルの判定の参考としている。主なものを以下に示す。

大正噴火（1914年）など過去の大規模山腹噴火においては、噴火発生の数日前～前日から有感地震の多発・井戸水の水位や温度などに変化がみられた。昭和噴火（1946年）では、直前には顕著な前兆はみられなかったが、数年前から噴火活動の活発化がみられた。

南岳山頂噴火活動においては、A型地震の発生、BH型地震の多発、BL型地震の群発、C型地震・微動の発生が、噴火活動の活発化に先駆することがしばしばみられた。2006年から始まった昭和火口の最初の噴火活動開始前に、昭和火口の噴気・地熱の異常がみられた。その後が続いている個々の噴火に先駆して山体の膨張ひずみが観測されている。

また、近年の事例として、2015年8月15日には、A型地震の頻発と同時に山体の急激な膨張を示す地殻変動がみられたが、短時間で終息し、結果的に噴火には至らなかったことがある。

3 噴火警戒レベルの区分け

1955年以降の桜島の噴火は、南岳山頂火口もしくは昭和火口の噴火である。短い静穏期はあるものの、基本的に活発な噴火活動が継続しているため、噴火警戒レベル2（火口周辺規制）以上の活動とみなされる。

桜島では、現在のところ、常時それぞれの火口から概ね2km以内は立ち入り禁止となっているため、レベル2と3は、噴火の大きさや活発さで区分けしている。噴火活動が静穏な場合には、レベル2（警戒が必要な範囲はそれぞれの火口から概ね1km）とし、噴火活動が活発化すれば、爆発的噴火によって大きな噴石や火砕流が居住地に近いところまで達することがあるため、レベル3（警戒が必要な範囲はそれぞれの火口から概ね2km）としている。警戒が必要な範囲を超えて大きな噴石や火砕流が達するおそれがある場合、達した場合は、レベル4（避難準備）、レベル5（避難）とすることとしている。

一方、大正噴火等の大規模噴火に先駆したような地震活動の活発化があった場合には、その規模やその推移に応じてレベル4（避難準備）、レベル5（避難）とすることとしている。昭和噴火（1946年）のような溶岩の流出があった場合、溶岩流の流下状況に応じ、居住地域への影響を考慮した上で、レベル4（避難準備）、レベル5（避難）とする。

①レベル1（活火山であることに留意）

火山活動は静穏で、ほとんど火口内だけに影響が限定される噴出だけが想定される状態。ただし、前述のように、桜島の近年の活動では、噴火のおそれがない状態（レベル1）になったことはなく、現時点では、実質的には運用していない。

②レベル 2（火口周辺規制）

南岳山頂火口及び昭和火口の噴火活動が比較的静穏な状態。南岳山頂火口もしくは昭和火口から 1 km 以内に影響する噴火の可能性がある。

③レベル 3（入山規制）

南岳山頂火口もしくは昭和火口の噴火活動が活発な状態。南岳山頂火口もしくは昭和火口から 2km 以内に影響する噴火の可能性がある。大きな噴石や火砕流の到達距離が伸びた場合は、警戒が必要な範囲を居住地域に達しない範囲で広げることがある。

④レベル 4（避難準備）～ 5（避難）

南岳山頂火口もしくは昭和火口の噴火活動において、大きな噴石や火砕流の到達距離が伸びて、居住地域に達する可能性がある場合はレベル 4、達した場合はレベル 5 とする。

噴火活動の高まり、有感地震多発や顕著な地殻変動があり、居住地域に影響するようより大きな噴火が発生することが予想、もしくは切迫していると考えられる状態。溶岩流出が始まり、溶岩流が居住地域に達する可能性がある場合も同様とする。

4 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

【レベル 3】

（判定基準）

レベル 2 の段階で、昭和火口もしくは山頂火口で、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大きな噴石飛散 3 合目～ 4 合目の噴火発生。

②火砕流発生（到達距離 1.5km 以内）

③噴火の規模が大きくなり、噴火活動が活発化。

大きな噴石飛散 5 合目の噴火が任意の 24 時間に 4 回以上発生、もしくは、噴煙量階級 5（多量）以上の噴火発生

④火口直下の膨張を示す変化を観測（島内の伸縮計で火口直交方向成分が 1 日以内で 50 ナノストレイン 以上、もしくは島内傾斜計で 50 ナノラジアン以上の変動となると予想される）。

（引き下げ基準）

昭和火口および南岳山頂火口で噴火が 2 週間連続して発生しない、又は 1 ヶ月間継続的(10 日に 4～5 回)に発生する程度の活動であり、地震・微動の発生が少なく（地震・微動とも 1 日当たり概ね 10 回以下）、顕著な地殻変動は見られない状態になる。

（解説）

過去の観測データに基づき、桜島の噴火活動が活発になり、大きな噴石が火口から 1km を超える状態や火砕流が発生する状態はレベル 3 と判定できるように、それぞれ

の観測項目の閾値を設定している。桜島の場合は、レベル2でも常時火口から2kmが規制されているため、主に噴火の実況でレベルを引き上げる基準で運用している。

- ①爆発的噴火により、火口から1kmを超えて大きな噴石が飛散するのが確認された場合は、速やかに引き上げる。
- ②火砕流については発生した場合。
- ③火口から1kmを超えて大きな噴石が達しなくとも、それに準じた噴火が発生、多発した場合は、レベル3へ引き上げる。
- ④山頂火口や昭和火口の噴火では、個々の噴火に先駆して島内に設置されたひずみ計（伸縮計）や傾斜計で山体が膨張する変化が捉えられる。小さな変化の場合は、短時間で噴火が発生して膨張が元に戻ることが多いが、2014年1月からのように膨張が続く場合がある。大きな噴石の飛散距離や火砕流の到達距離をあらかじめ予測することは困難であるが、山体が膨張を示す大きな変化が見られた場合は、念のためにレベルを3に引き上げ、様子を見ることとしている。

レベル3からレベル2への引き下げについては、過去のデータを用いたシミュレーション結果を参考に、比較的静穏な状態に戻ったと判断される数値基準を設けている。その上で、噴火活動、地震活動、地殻変動などの現況に大きな異常がないことを見極めた上で、レベル引き下げを判断する。

【レベル3】（警戒が必要な範囲の拡大）

レベル3の警戒が必要な範囲は、火口から約2kmの範囲を原則としているが、大きな噴石や火砕流の到達距離が伸びた場合は、警戒が必要な範囲を居住地域に達しない範囲で広げることがある。

（判定基準）

レベル3の段階で、次のいずれかの現象が観測された場合、レベルは3に据え置いたまま、警戒が必要な範囲を拡大する噴火警報を発表する。

- ① 大きな噴石を2合目（2km以上）から2.4km以下に飛散させる爆発的噴火が発生
- ② 火砕流の流下が火口から1.5kmを超え、居住地域への接近が予想される。

（警戒が必要な範囲を元に戻す基準）

①については、警戒が必要な範囲を拡大後、大きな噴石を2合目以遠に飛散、②については火砕流の流下が1.5kmに達する爆発的噴火が3日間発生せず、かつ、①②とも火山活動にさらなる高まりが見られない場合、警戒が必要な範囲を火口から約2kmに戻す。

（解説）

- ①近年の昭和火口の爆発的噴火では、大きな噴石の飛散は火口から2km以内にとどまっている。しかし、南岳山頂火口の爆発では過去に2kmを超えて大きな噴石が

飛散したこともあり、今後、昭和火口も含めて大きな噴石が火口から **2km** を超えて飛散する可能性は否定できない。そのため、実況で、大きな噴石が火口から **2km** 付近に達した場合は、念のため警戒が必要な範囲を拡大することとしている。その上で、3日間同様の噴火が発生せず、さらなる活動の活発化が見られない場合は元に戻す。

- ②①の大きな噴石の考え方と同様、火砕流が火口から **1.5km** を超えて流下した場合は、その危険性を考慮して、警戒が必要な範囲を拡大、場合によってはレベルをさらに引き上げることとしている。なお、桜島の溶岩流の場合は流下速度が遅いため、溶岩の流出が始まった時点ではレベル **3** にとどめたままとする。

【レベル4】

(判定基準)

次のような現象が見られた場合に、4に引き上げる。

- ①火口から約 **2km** を超えて大きな噴石飛散

大きな噴石が **2km** を超えて **24** 時間以内に **3** 回飛散した場合、火口から **3km** を警戒範囲とする。

- ②火口から約 **2km** を超える火砕流が発生もしくはその可能性

次のいずれかで判断し、火砕流の流下の危険がある居住地域を警戒範囲とする。

- ・火砕流が発生して、到達距離が火口から **2km** を超えた場合。
- ・目視できる場合は、火砕流が発生し、到達距離が確認できない場合でも、噴煙量階級 **6** (きわめて多量) の噴煙が **10** 分以上続く。
- ・目視できない場合は、島内の傾斜計において、数時間に **1** マイクロラジアンの変動が予想される時。

- ③溶岩の流出により溶岩が居住地域に接近。

居住地域方面に流下し、居住地域まで **500m** の距離に到達した場合は、溶岩流の流下の危険がある居住地域を警戒範囲とする。

- ④大きな噴火が発生する可能性

2015 年 **8** 月 **15** 日のような顕著な地殻変動 (島内傾斜計で **1** 時間に **1** マイクロラジアン以上) を観測した場合は、火口から **3km** を警戒が必要な範囲とするが、桜島付近を震源とするマグニチュード **2** 以上の地震が **10** 回以上 (**12** 時間以内) 発生した場合は、山腹噴火の可能性が高まったとして、警戒範囲を全島対象とする。

(引き下げ基準)

①の場合は、大きな噴石を **2km** 以上に飛散させる爆発的噴火が **3** 日間発生しない状態に戻ればレベル **3** に引き下げる。②の場合も、同様の対応とする。③は、溶岩流の流下が居住地域到達前に停止し、居住地域に影響がないと判断されればレベル **3** に引

き下げる。④については、観測データに活動低下が認められ、2週間程度経過した場合にレベル3に引き下げることとする。

(解説)

レベル4（避難準備）は、現在の活動が活発化して、レベル3の警戒が必要な範囲（火口から約2km）を超えて大きな噴石や火砕流、溶岩流が到達、もしくは到達するおそれがある場合（①～③）と、マグマの貫入等によりさらに大きな噴火が発生するおそれがある場合④とに分かれる。

①や②については、大きな噴石や火砕流の到達距離は、あらかじめ予測することは難しく、実況により判断するが、火砕流の場合は、詳細がわからない状況でも、噴煙や地殻変動から、大きな噴火が発生してそのような火砕流が発生している可能性がある場合にレベルを引き上げる。③の溶岩流の場合は、時間的な余裕があるので、溶岩流が居住地まで500mの距離に到達した場合にレベルを引き上げる。

④の地震の多発や顕著な地殻変動は、マグマの貫入等を示すことが多く、さらに大きな噴火が発生するおそれがあるとして、レベル4に引き上げる。2015年8月15日の事例が直近では代表的な事例である。2015年8月15日は、短時間でマグマ貫入は終息したが、マグマ貫入がさらに継続、加速すれば、山腹噴火の可能性も高まるので、さらに警戒が必要な範囲を拡大することとなったであろう。（レベル5に至る可能性もある）。

①及び②については、レベル3の警戒が必要な範囲の拡大時と同様に、一定期間状況を見て、活動にさらなる高まりがなければ、レベルを元に戻すこととする。③の溶岩流については、溶岩流の状況を見て居住地に影響がないと判断すればレベルを元に戻すこととする。④については、地震活動や地殻変動の観測データに活動低下が認められ、一定期間を経過した場合にレベルを引き下げる。

【レベル5】

(判定基準)

次のいずれかの現象が観測された場合、レベル5に引き上げる。

①大きな噴石が火口から2.5km以上に飛散

大きな噴石が火口から2.5km以上に飛散した場合は、火口から概ね3kmを警戒範囲とする。

②火砕流が居住地近くに到達

居住地近く（居住地まで数百m）に到達した場合は、火砕流の流下の危険が切迫している居住地域を警戒範囲とする。

③溶岩流が居住地に接近

居住地付近（居住地まで概ね100m）に到達した場合は、溶岩流の流下の危険が

切迫している居住地域を警戒範囲とする。

④山腹噴火が発生もしくは切迫

山腹からの噴火が開始するか、極めて顕著な山体膨張（島内の傾斜計のいずれかで 100 マイクロラジアン）が観測され、大きな地震活動（マグニチュード 5 ならば 1 回、マグニチュード 4 ならば 2 回）が伴った場合は、大規模噴火発生の可能性が切迫していると考え、全島を警戒範囲とする。

（引き下げ基準）

①の場合は、大きな噴石を 2.5km 以上に飛散させる爆発的噴火が 3 日間発生しなければレベル 3 に引き下げる。②の場合も、同様の対応とする。③④については、噴火が発生しなかった場合は、観測データに活動低下が 2 週間以上続いた場合にレベル 3 に引き下げることにする。ただし、山腹噴火に至った場合は、新たにできた火口からの警戒範囲を定める事となり、当面はその火口から 3km、2km と徐々に警戒範囲を狭め、その範囲内に居住地域があるとレベル 3 への引き下げはできない。また、居住地域が溶岩流や火砕流に被災した場合は、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こととする。

（解説）

桜島の場合、最も火口に近い居住地域が約 2.5km の位置にある。そのため、現在の火山活動の延長線上で、大きな噴石がさらに遠方まで飛散した場合で居住地域に達した場合、あるいは異なる方位でも火口から 2.5km の距離まで達した場合はレベル 5 に引き上げる。最近の事例はないが、1986 年に南岳山頂火口の爆発で古里温泉に大きな噴石が直撃した事例等がこれに相当する。その場合、レベル 3 の警戒の必要な範囲の拡大時、レベル 4 と同様に、一定期間状況を見て、活動にさらなる高まりがなければ、レベルを元に戻すこととする。火砕流についても、同様の対応とする。

溶岩流については、居住地域に溶岩流が接近した場合にはレベル 5 とする。

山腹噴火については、それが発生した場合はもちろん、大正噴火の前日のような極めて顕著な地震活動（現在なら顕著な地殻変動も捉えられると推定される）があれば、事前にレベル 5 とする。地震活動や地殻変動の観測データに活動低下が認められ、一定期間を経過した場合には、レベルを引き下げるが、地元関係機関の防災対応状況等も勘案し、判断することとする。居住地域が溶岩流や火砕流に被災した場合は、それらの現象が終息した後も当該地域は避難が続くことになる。また、火口が居住地に近い場所に形成された場合も、避難が続くことになる。そのような場合には、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こととする。

なお、①および②は、レベル 3 からレベル 4 を経ずにレベル 5 となることもありうることに留意が必要である。

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て総合的に評価した上でレベルを判断することもある。

また、上記に示した基準は、過去のデータに基づき、桜島で想定される火山活動に基づいて定めている。火山活動が新たなステージになった場合など、火山活動の状況に応じて随時見直すこととする。

5 今後検討すべき課題

以上示した判定基準は、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。また、今後も、以下の各課題に引き続き取り組み、基準の改善を進める必要がある。

- (1) 大規模噴火に至るレベル4及び5の判定基準については、火山防災協議会における大規模噴火時の避難計画等防災対応の検討の中で、より細かい数値基準を設定していく必要がある。特に、海底噴火については、現在のところ明確な基準がなく、今後の課題である。
- (2) 桜島における火山学の進展を踏まえて、その知見を判定基準に取り込む検討を続ける必要がある。