

平成 19 年 12 月 1 日運用開始
令和元年 8 月 19 日現在
気 象 庁

浅間山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、様式と現象等

①噴火場所：現在の山頂火口

②噴火の区分とその影響

噴火様式		火山現象	影響範囲
ごく小規模な噴火		火山灰、小さな噴石	火口から概ね 500m以内
爆発的噴火	小噴火	上記に加え、 <u>大きな噴石</u> 、 <u>空振</u> 、 <u>小規模火砕流</u> 、 <u>融雪型火山泥流</u> 、 <u>降雨による土石流</u>	火口から概ね 2 km 以内
	中噴火		火口から概ね 4 km 以内
天仁天明クラスの噴火 (大規模な噴火)		上記に加え、 <u>火砕流</u> 、 <u>溶岩流</u> 、 <u>岩層なだれ</u>	ハザードマップに基づく

- ・噴火の規模表現は、火山学的な噴火規模（噴出物量）とは異なり、大きな噴石、火砕流の到達する範囲（影響範囲）を基準に設定している。
- ・中噴火については、マグマが直接関与する可能性が高い噴火で大きな噴石がまれに火口から 4km を超えたことがある（1938 年）。積雪期には、火砕流によって融雪型火山泥流が 4km を超えた領域に達することも想定されている。
- ・「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、風に乗って影響範囲を超えて広範囲に到達することがある。空振も、影響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、上表で下線で示した現象）の危険が及ぶ範囲をもとに設定している。

③噴火の規模判定基準

中噴火：追分空振計で 20Pa 以上の空振を伴う噴火

小噴火：追分空振計で 1～20Pa 未満の空振を伴う噴火、または、火口上 500m以上の高さの噴煙を伴う噴火

ごく小規模な噴火：上記の基準未満の噴火

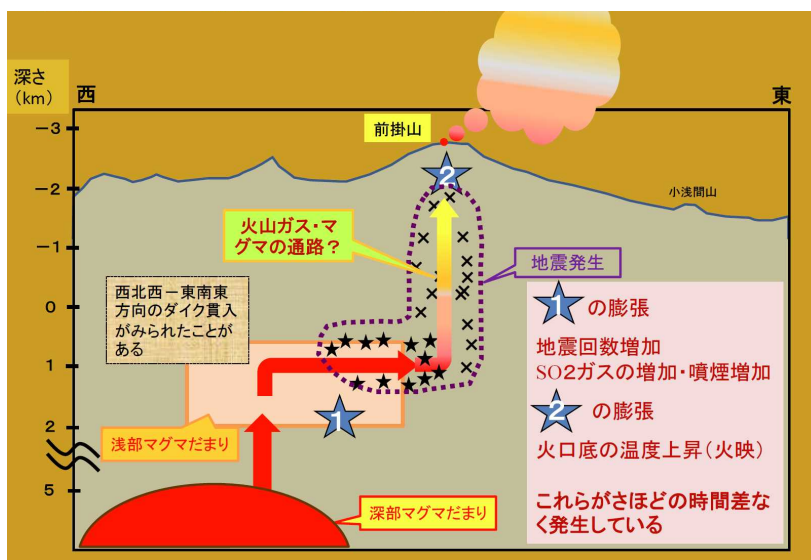
④「火山活動の高まりを示す変化」について

噴火警戒レベル判定基準表の中の「火山活動の高まりを示す変化」とは、レベル1の時と比較して噴煙量が増加、二酸化硫黄の放出量が増加、地震回数や微動回数が増加、山体の膨張を示す地殻変動が認められる等、噴火の可能性が高まってきていることを示す観測データの変化のことである。

2 火山活動の時間的な推移

浅間山の噴火警戒レベルの設定に当たっては、過去の噴火活動における時間的な推移から作成した噴火シナリオをもとにしている。

有史以降最大規模の天仁噴火（1108年）については、時間的な推移はよくわかっていないが、同様に大規模な噴火である天明噴火（1783年）については、中噴火が断続的に発生し、活発化した後に巨大な噴煙柱を上げる噴火に移行し、火砕流や溶岩流、岩屑なだれや泥流が発生したことが知られている。



火山活動から想定した浅間山内部の概略図

明治以降の爆発的噴火については、活動の盛衰に合わせて、様々な現象が観測されることが明らかになっている。噴煙量や火山ガス放出量の増加、火山性地震（B型地震）の漸増が現れたり、本格的な噴火活動に先駆して、数ヶ月程度前から、浅間山西麓の地下深部の膨張とA型地震の発生がみられることも明らかになってきた。また、噴火の1ヶ月程度前から特異な長周期地震の多発がみられたり、個々の噴火の数時間～1日前に山体浅部のわずかな膨張とBH型地震の多発がみられることが明らかになっている。

浅間山の噴火警戒レベルの判定基準の設定においては、これらの噴火に至るまでの中期的指標、短期的指標を組み合わせ、過去の観測データをもとにそれぞれの観測値の閾値やその組み合わせを定めている。

3 噴火警戒レベルの区分け

20 世紀以来の浅間山の噴火は、全てレベル 3（入山規制）までの活動であり、天仁天明クラスの噴火がレベル 4（高齢者等避難）、5（避難）に相当する。ただし、積雪期には、レベル 3 で想定している程度の噴火でも融雪型火山泥流が居住地に影響する可能性があるため、融雪型火山泥流想定レベル 4、5 も設定している。

①レベル 1（活火山であることに留意）

静穏な火山活動。状況により山頂火口中心から 500m 以内に影響するごく小規模な噴火の可能性はある。表面的に顕著な異常現象は見られないが、若干の火山性地震、微動の発生はありうる。

②レベル 2（火口周辺規制）

山頂火口から概ね 2 km 以内に影響する小噴火が発生もしくは、その可能性がある。観測データに火山活動の高まりを示す変化がみられない中でごく小規模噴火～小噴火が発生する。もしくは、噴煙量、二酸化硫黄放出量、火山性地震や微動回数の増加が見られ、火口内の顕著な温度上昇や微弱な火映現象が見られるなど観測データに火山活動の高まりを示す変化がみられている状態。

③レベル 3（入山規制）

山頂火口から概ね 4 km 以内に影響する中噴火が発生もしくは、その可能性がある。小噴火の発生やごく小規模噴火の継続的な発生、明瞭な火映現象が見られるなど活発な火山活動。近年知られるようになった噴火の数時間～1 日前に見られる山体浅部のわずかな膨張と BH 型地震の多発が同時に発生した場合は、「中噴火が切迫している」とする噴火警報を発表する。

④レベル 4（高齢者等避難）～5（避難）

レベル 3 の段階から、噴火活動がさらに活発化、あるいは活発化すると想定される地殻変動などの異常現象が観測され、天仁天明クラスの大規模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。

それとは別に、積雪期には、火砕流に伴って融雪型火山泥流が発生する可能性があるため、積雪期に火砕流を伴う噴火が発生した場合や、発生した可能性があるとして推定される場合には、火山泥流の可能性、発生を伝える噴火警報を発表する。

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観測データに火山活動の高まりを示す変化がみられない中で小噴火が発生

②噴煙量の増加

二酸化硫黄放出量 500 トン／日以上を継続的に観測 あるいは

日最大噴煙量が前1ヶ月平均で1.5以上（ただし、噴煙観測日数10日以上）

③火山性地震回数の増加

石尊観測点の日地震回数が前1ヶ月間平均で30回以上となり、噴煙量、火口温度等の観測データに高まりが見られる

④マグマ蓄積に伴う山体の膨張を示す地殻変動

GNSS 観測などによって浅間山西麓の地下深部を中心としたゆっくりとした膨張が観測され、噴煙量や地震活動などの観測データに高まりが見られる。

⑤ごく小規模な噴火が発生

⑥次のいずれかの現象のうち複数の現象が発生

- ・微動回数の増加（日10回程度）
- ・T型地震の増加（日5回程度）
- ・山麓の高感度カメラでのみ観測される微弱な火映、または山頂火口内で顕著な温度上昇
- ・噴煙や地震回数の増加（②③に達しない場合も含む）

（引下げ基準）

レベル2の段階で、上記の①～⑥の全ての現象が基準以下となって1ヶ月を経過し、その他の観測データにも高まりが見られない場合は、レベル1に引き下げる。

（解説）

浅間山の火山活動が高まった際に観測される異常現象について、過去の観測データに基づき、火山活動が高まっていると判断される期間について、レベル2以上に判定できるように、それぞれの観測項目の閾値を設定している。また、火山活動が高まっていないと判断される期間にごく小規模な噴火～小噴火が発生した場合もレベル2へ引き上げることとしている。

①2019年8月7日の小噴火の事例のように噴煙量、二酸化硫黄放出量、火山性地震や微動回数の増加や山体の膨張が見られず、火口内の顕著な温度上昇や微弱な火映現象も見られないなど火山活動の高まりがみられない中で小噴火が発生した場合は、マグマが直接関与する中噴火が発生する可能性は小さいと考えられる。このため、このような噴火の場合は、レベル2とする。

②最も定量的に観測できる二酸化硫黄放出量についての過去の観測データの解析結果によると、静穏時の二酸化硫黄放出量は100～200トン/日であるが、噴火活動期には1000トン/日を超える。二酸化硫黄放出量は連続観測できないこと、放出量は1日の間でも変動することから、一定期間経過して一時的な高まりではないことを確認した後に判断することとしている。二酸化硫黄放出量の観測は2002年以降しかないため、それ以前の観測データから噴煙量から判断する基準も併せて定めている。これについても、短期間の観測データには気象の影響等によるゆら

ぎがあるため、1ヶ月間の平均値を用いることとしている。

- ③火山性地震の活発化は浅間山ではしばしば見られるが、活動期に至る過程では火山性地震の回数が徐々に増加する。火山性地震についても、一時的な高まりではないことを確認するため、1ヶ月間の平均回数をもとに判断することとしている。しかし、地震回数の増加は必ずしも噴火につながらないケースも多いことから、噴煙量など他の観測データに高まりが見られるかどうかを判断して引き上げることとしている。
- ④2000年以降の中小噴火のほとんどは、浅間山西麓の地下深部や山頂火口浅部でゆっくりとした膨張の地殻変動が観測されている時期に発生しており、浅間山の火山活動をよく表す指標である。ただし、ごく小規模な噴火は膨張期以外でも発生していることに注意が必要である。なお、地殻変動の観測データにはノイズが多く含まれることなどから、単独の指標では判断せず、噴煙量など他の観測データに高まりが見られるか否かも加味して判断することとしている。
- ⑤上記基準を運用すれば、1960年代以降の噴火は、2019年8月7日の突発的な小噴火を除けばごく小規模なものも含めレベル2以上で発生することになる。しかし、一般的に突発的な噴火の発生は予測できない場合もあるため、微小なものも含め、火口からの火山灰噴出（噴火）が発生した場合は速やかに予測的にレベル2に引き上げ、その他の観測データも含めてその後の活動の経過を見ることとする。
- ⑥過去の活動期には火口底の温度上昇、高感度カメラでは、微弱な火映現象が見られる。あるいはT型地震と呼ばれる特異な火山性地震が見られることもある。しかし、火山性地震の増加と同様に静穏な時期にも発生することもあることから、他の観測データとあわせて判断する。過去の活動期のデータを参考に、それらと同程度の異常が複数項目に渡って観測された場合にレベルを引き上げる。これらの現象単独での基準でレベルを引き上げることはしない。

レベル2からレベル1への引下げについては、レベル上げの各判定基準を観測データが下回った場合を目安とするが、過去の観測データを用いたシミュレーション結果でみると、レベル上げの判定基準を下回った後も、しばらくの間は火山活動が不安定な状況が続き、短期間で再びレベル上げの判定基準に達することも多い。そのため、概ね1ヶ月程度観測データを監視し、様子をみた後に引き下げることとする。なお、突発的なごく小規模な噴火によりレベルを引き上げた場合は、その後の観測データに火山活動の高まりを示す傾向が認められなければ、1ヵ月を待たずにレベルを引き下げる。

【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。ただし、①については、レベル3の段階も含め、「中噴火が切迫している」とする火口周辺警報を公表する（特別な防災対応が必要な状況）。

①山体浅部での急激な膨張（地震急増を伴う）

傾斜計で山体浅部の急激な膨張を示す傾斜変動が観測され、ほぼ同時に（またはやや遅れて）BH型地震の回数が増加 または
傾斜計のノイズレベルが高く変化が判別できない場合は、BH型地震が石尊観測点で12時間に50回以上発生

②明瞭な火映の発生

肉眼で観測できる程度の明瞭な火映

③噴火の発生

中噴火の発生、または、火山活動の高まりがみられる中での小噴火の発生やごく小規模な噴火の継続的な発生

(引下げ基準)

レベル3の段階で、上記の②～③の全ての現象が判定基準以下となって1ヶ月（一連の活動で噴火が発生した場合は、概ね2ヶ月）を経過し、その他の観測データにも高まりが見られない場合は、レベル2に引き下げる。ただし、①については、現象が観測されなくなり、その他の観測データにも特段の異常が見られなくなって1日以内にレベルの切り替えを行う（「中噴火が切迫している」を削除、ただし、レベル3は維持する）。

(解説)

浅間山の中噴火の先駆現象について、過去の観測データに基づき整理し、それぞれの観測項目の閾値を設定している。

①2000年以降の活動期に、個々の中噴火の直前に傾斜計で山体浅部での急激な膨張が始まり、その後BH型地震が多発し始め、噴火に至ったケースが数多くある。そのような場合には、「中噴火が切迫している」とする火口周辺警報を公表する（特別な防災対応が必要な状況）。2000年以降の観測データによると、傾斜変化が始まってから数時間～1日強で噴火が発生、または噴火せずに収縮して傾斜計はもとの状態に戻っている。その場合、他の観測データに特段の高まりが見られないことを確認した上でレベル3の切り替え（②、③と同様に特別な防災対応は不要な状況となる）を行うこととする。

②過去の高感度カメラが整備されていない時代から、中噴火前に火映現象が肉眼で観測されている経験則がある。

③噴火活動が始まると一定期間噴火活動が続き、中噴火も発生する可能性が出てくるため、火山活動に高まりがみられない中での小噴火やごく小規模な噴火が単発

的に発生した場合を除き、レベル3に引き上げる。

レベル3からレベル2への引下げについては、レベル2→1の場合と同様、レベル上げの各判定基準を観測データが下回った後、一定期間観測データを監視し、火山活動の状況を見極めた後に引き下げることにする。経過を観察する期間は、レベル2→1の場合と同様概ね1ヶ月とするが、過去のデータを用いたシミュレーション結果では、一連の活動の中でレベル3相当の噴火が発生した場合は、2ヶ月見た方が頻繁なレベルの上げ下げを避けることが出来ることから概ね2ヶ月とする。

【レベル4、5】(積雪期の融雪型火山泥流)

(判定基準)

積雪期に、次のような現象が見られた場合に、それぞれ5または4に引き上げる。

- ①先端が概ね1kmを超える火砕流の発生(レベル5)
- ②追分地震計南北成分で100 μ m以上の爆発地震を伴い、かつ追分空振計で300Pa以上の空振を伴う噴火が発生(レベル4)
- ③融雪型火山泥流が居住地域に到達(レベル5)

(引下げ基準)

融雪型火山泥流の影響が居住地域に及んでいないことが確認された場合には、レベル3に引き下げる。居住地域に及んでいた場合には、影響範囲を把握した上で、警報の切り替えもしくはレベル3への引下げを行う。

(解説)

融雪型火山泥流は、噴火に伴い発生した火砕流が積雪を融かして発生する。浅間山では、噴火に伴って発生する火砕流の有無を監視し、火砕流の発生が確認された場合、または発生している可能性が高い場合に噴火警報を発表することとしている。数値シミュレーションによれば、居住地に到達する規模の融雪型火山泥流を発生させる火砕流は、小さくとも火口から2kmを超える規模のものであることから、安全係数をみて、1kmを超える火砕流が発生した場合にレベル5(火砕流発生)とする。また、視界不良で火砕流の有無を確認できない場合には、過去の火砕流を伴った中噴火で地震計や空振計により観測されたデータをもとに、同等の規模の噴火であることが推定された場合にレベル4(火砕流発生の可能性)とする。

以上の警報発表後、関係自治体・機関等からの情報提供、聞き取り等により居住地域に泥流の影響が及んでいないことが確認された場合には、レベル3に引き下げる。居住地域に及んでいた場合には、影響範囲を把握した上で、関係自治体・機関等と協議した上で、警報の切り替え(警戒の必要な範囲の縮小)もしくはレベル3への引き下げを行う。

なお、積雪期であるか否かの判断基準は、火山館、もしくは高峰高原ホテル付近に

において、積雪が概ね 50cm 程度となった場合とする。気象庁は、融雪型火山泥流に対する噴火警報・噴火警戒レベルの運用時期（積雪期）となった、あるいはなくなったことは、（警戒レベルに関わらず）あらかじめ関係機関に通報しておくこととする。

【レベル 4～5】（天仁天明クラスの噴火）

（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 4、5 に引き上げる。

①軽石噴火の発生

軽石を多量に含む噴火（準プリニー式あるいはプリニー式噴火）

②噴火継続中に山体内を震源とする有感地震多発

活発な噴火活動中に山体内を震源とする A 型地震が多発

③多量のマグマ上昇を示す顕著な地殻変動

従来観測されたことのないような規模（率）の山体膨張

（引下げ基準）

観測データに活動低下が認められた場合には、必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえながら、火山活動を評価した上で総合的に判断する。居住地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）

浅間山の過去の大規模な噴火、特に天明の大噴火時の先駆現象をもとに設定している。大規模な噴火は、噴火が頻発し、その規模が次第に大きくなって軽石噴火が発生することが知られていることから、噴火の発生状況を監視して準プリニー式あるいはプリニー式噴火に移行したと判断できた段階でレベル 4、5 に引き上げるものとしている。また、大規模な噴火は、大量のマグマが山体へ上昇することで発生すると考えられ、近年の観測では経験がないような地震活動や地殻変動が観測されると想定される。レベル 4 及び 5 からの引下げは、過去の観測経験がないことから、地元関係機関の防災対応状況等も勘案し、必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえながら判断する。居住地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（レベル 5）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。

以上で示した判定基準のほか、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。

5 今後検討すべき課題

以上示した判定基準は、現時点での火山学的知見や監視体制を踏まえたものであり、今後の状況に応じて随時見直すこととする。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) 大規模な噴火に至るレベル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、より具体的な数値基準を設定していく必要がある。
- (2) 融雪型火山泥流に関する判定基準のうち、特に悪天候時の判定基準（レベル4）は、検討を続ける必要がある。
- (3) 2019年8月7日のような明確な火山活動の高まりがみられない噴火について浅部での活動の変化を捉え判定基準（レベル2）に設定する必要がある。