

箱根山の噴火警戒レベル判定基準とその解説

1 想定する噴火の様式、場所と現象

①噴火の様式とそれに伴う火山現象

箱根山の噴火警戒レベルにおいては、火山防災マップで想定されている、弾道を描いて飛散する大きな噴石（以下「大きな噴石」）、降灰、火砕流、火砕サージ、溶岩流、熱泥流を対象として設定されている。それらの現象に対して想定している影響範囲は水蒸気噴火（マグマが直接関与しない噴火）とマグマ噴火（マグマが直接関与する噴火）により、次の表のとおり区分している。

噴火の様式	火山現象	影響範囲
水蒸気噴火	大きな噴石	火山防災マップ作成時のシミュレーションにより、爆発力が弱い場合は火口から 700m、爆発力が強い場合は 1,500m としている。
	火砕サージ	火山防災マップと同様に他の火山における事例を参考に、火口から 600m の範囲としている。
	熱泥流	火山防災マップによると、発生する可能性が高いのは、大涌谷源頭部、冠ヶ岳北東及び北斜面、早雲山北斜面（須沢源頭部）及び駒ヶ岳東斜面（湯ノ花沢源頭部）である。熱泥流が発生した場合は、地形に沿って流下するため、沢沿いでは警戒が必要となる。
マグマ噴火	大きな噴石	水蒸気噴火に比べて規模が大きくなるため、飛散範囲も広がる。ここでは、2 km 程度としている。
	火砕流	影響範囲の見積もりには、噴出源や溶岩ドームの崩落の規模等を想定する必要があるため、現段階で具体的な想定は困難である。仮に大涌谷周辺で火砕流が発生した場合、影響範囲が火口から 10km 程度にまで及ぶ可能性もある。

なお、火山灰や風に流されて降る小さな噴石は噴火の規模にかかわらず遠方に達することもある。また、大涌谷においては、温泉供給施設などから固形物が噴出する場合もあることから、現象の規模が小さい場合は、火口の生成状況なども加味して噴火を判断する。

②噴火場所

有史以降噴火があったとみられる火口や、現在も活発な噴気活動が継続している大涌谷周辺を含む想定火口域（図1の赤楕円）。



図1 箱根山の噴火警戒レベルと影響範囲（赤楕円が想定火口域）

2 火山活動の時間的な推移

箱根山の火山活動については、箱根山火山対策連絡会議（当時）で検討したシナリオをもとに噴火警戒レベルの設定等が行われている。

大涌谷等で定期的な噴気活動がみられている。このほか、活発な地震活動を繰り返しており、2001年には駒ヶ岳直下の深さ約10km付近の膨張と浅部で鉛直方向の板状の開口割れ目が生じることによるとみられる地殻変動と地震活動が観測された。その後も2006年、2008～2009年及び2013年には小規模ながら地殻変動を伴う活発な地震活動が観測されている。これらの地震活動は地下深部からの流体供給が引き金になっているという見方もある。2015年にも同様の開口割れ目が生じたことによるとみられる地殻変動と地震活動が観測され、噴気活動も非常に活発となり、ごく小規模な噴火が発生し、最大約2km離れた地点で降灰を確認した。

過去のマグマ噴火としては、約8000年前の神山山頂付近の噴火、約5700年前の二子山溶岩ドームの噴火があげられる。最後に発生したマグマ噴火は約3200年前に神山で発生したもので、このときは、神山の北側が山体崩壊し、冠ヶ岳が形成されている。以降、水蒸気噴火が約3000年前、約2000年前、12世紀後半～13世紀の短い期間に3回の計5回確認されているが、噴出物からマグマが直接関与していることを示すような物質は見つかっていない。それぞれの噴火に伴う火山活動の時間的な推移はほとんどわかっていない。

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。一時的な地震増加がみられる。また、状況により想定火口域内に

とどまる噴出現象の可能性がある。活発な噴気孔付近では注意が必要。

②レベル 2（火口周辺規制）

地震活動や熱活動の活発化。山体の膨張を示す地殻変動等、状況により火口周辺（想定火口域内）に影響を及ぼす噴火の発生あるいはその可能性。

③レベル 3（入山規制）

地震活動や熱活動の更なる活発化。山体の膨張を示す地殻変動等、状況により居住地域の近く（想定火口域から 700m 以内）まで影響を及ぼす噴火の発生あるいはその可能性。

④レベル 4（高齢者等避難）

有感地震の多発や顕著な地殻変動等により、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）状態。

⑤レベル 5（避難）

規模の大きな火山性微動の発生等、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の発生が切迫している状態。

火砕流や溶岩流の発生など、居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生。

火口から約 2 km 以内に大きな噴石飛散、火砕サージ発生。

4 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

箱根山では、想定火口域から居住地域までの距離がかなり近く、噴火が発生した場合には、防災的な観点からその規模に応じて、それより 1 段階大きい噴火が発生する可能性があると考えてレベルを引き上げる。

【レベル 2】

（判定基準）

レベル 1 の段階で、蒸気井暴噴や過熱蒸気の出現、規模の小さな噴出現象等、地熱や噴気活動に高まりがみられ、以下の現象が複数項目観測された場合、レベル 2 に引き上げる。

<火口周辺（想定火口域内）に影響を及ぼす噴火の可能性>

- ①カルデラ内の地震多発（目安：日地震回数が前 30 日平均で 3 回以上）
- ②浅部の低周波地震の発生
- ③微小な火山性微動の断続的な発生
- ④地殻変動観測（湯河原体積ひずみ計、傾斜計、GNSS、干渉 SAR 解析）で活動活発化を示す変化

（引き下げ基準）

地震活動が活発化前の状態に戻り（目安：日地震回数が前 30 日平均で 0.3 回程度以下）、かつ体積ひずみ計や GNSS 等の地殻変動データの変化がほぼ停滞すれば、レベル

1に引き下げる。

(解説：判定基準)

箱根山ではカルデラ内での地震の多発が2～3年おきに繰り返されている。

2001年の活動においては、地震活動の活発化に加えて、顕著な地殻変動及び噴気の異常現象（いわゆる暴噴）がみられている。レベル2はこの2001年の活動を想定して設定されており、判定基準もこの活動の際に観測された現象を踏まえて設定している。すなわち、噴気の異常現象の発生を前提として、さらに次の各項目のうち複数項目を満たすような場合にレベル2への引き上げとして設定している。

- ① 1日あたり10回程度の地震回数は比較的頻繁に観測されることと、地震回数の増加が1～2日程度で終わる場合もあることを考慮し、過去事例を踏まえた上で、地震回数の多い状態がある程度継続するような事象を把握できるような目安を設定している。
- ②及び③浅部の低周波地震や微小な火山性微動の発生事例は非常に稀であることから、このような事象の発生はレベル上げを検討すべき項目として設定している。
- ④箱根山の火山活動の活発化においては、地殻変動がみられており、過去の地殻変動の事例を踏まえた項目として設定している。

(解説：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、噴気活動の収束までは長期間かかる場合が多いことから、これ以外の活動の高まりを示す活発な地震活動や地殻変動等が収まったと認められる場合としている。地震回数の低下については、その状態が安定したことを見極めるため、定常的な状態とみなせる月数回程度（目安：日地震回数が前30日平均で0.3回程度以下）となる場合としている。

なお、ここでいう地震回数とは、気象庁での計数基準（神奈川県温泉地学研究所設置の駒ヶ岳観測点から5km以内、深さ10km以内、マグニチュード0.2以上）を満たす地震の回数である（以下同じ）。

【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。

<居住地域の近く（想定火口域から700m以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性>

- ①傾斜変動を伴う火山性微動の発生
- ②多数あるいは継続時間5分を超える火山性微動の発生
- ③大きな噴石の飛散が想定火口内に留まるような噴火の発生
- ④小規模な熱泥流の発生

- ⑤浅部の低周波地震の増加
- ⑥地熱域の拡大や噴気活動の更なる増大

(引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなって概ね1か月程度経過後、レベル2に引き下げる。

(解説：判定基準)

- ①～③ここでは地震回数を基準とするのではなく、2015年の事例を踏まえ、規模が小さくとも噴火が発生した場合（ただし、大きな噴石が火口から約100m以内に留まるような非常に小さい規模の噴出現象を除く）や、その前駆現象と考えられる、6月29日07時32分頃から発生した傾斜変動を伴う継続時間約5分の火山性微動等の現象があればレベル3へ引き上げる。
- ④小規模な熱泥流の発生は、活動の更なる高まりとしてレベル3に引き上げる。
- ⑤～⑥レベル2へ引き上げたこれらの現象が、更に活発化した場合、レベル3に引き上げる。

(解説：引き下げ基準)

レベル3からレベル2以下への引き下げについては、2015年の事例を参考にした。このときは、6月29日から7月1日にかけてごく小規模な噴火が発生している。その後の7月21日には噴石等の飛散が火口から100m未満に収まる程度であるが大涌谷カメラで確認できる規模の噴出現象が観測された。少なくともこのような噴出現象が発生する状況ではレベル3を維持することが必要と考えられる。このことを踏まえ、レベル3に上げた後は少なくとも概ね1か月程度は継続しておくこととしている。

【レベル4】

(判定基準)

レベル1～3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に引き上げる。

<居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象の可能性>

- ①浅部でのマグマ活動を示すような低周波地震の多発あるいは傾斜変動
- ②非常に活発な地震活動（ごく浅い場所でマグニチュード2相当以上の地震が1時間あたり10回以上の割合で発生）
- ③想定火口域から700m近くまで達する大きな噴石の飛散

(引き下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、1～2週間程度経過した場合に、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て判断する。

(解説：判定基準)

- ①マグマ噴火を想定した場合には、桜島や霧島山新燃岳の噴火において噴火発生前に火口方向が上がる顕著な変化がみられた事例があることから、このような現象の発生を基準に加えている。
- ②マグマ噴火の可能性が高まっている場合を想定し、2015年の活発な地震活動での経験を基に、これを大きく超える状況とみなせる地震回数を基準としている。
- ③発生した噴火は居住地域へ影響を及ぼすものより規模が小さいものの、さらに規模の大きな噴火が発生する可能性があることから設定している。

(解説：引き下げ基準)

レベル4からの引き下げは、その引き上げとなった現象が収まった上で、ある程度の期間（1～2週間程度）経過して噴火の発生がないようであればレベル3へ引き下げることが望ましい。必要に応じて火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ判断することとする。

【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。

<居住地域に噴火による重大な災害を及ぼす現象が発生あるいは切迫>

- ①振幅の大きな火山性微動（二ノ平観測点上下成分で $500\mu\text{m/s}$ 以上）の発生
- ②火山性微動あるいは地震の顕著な多発を伴う、非常に大きな傾斜変動（二ノ平観測点で30分あたり $20\mu\text{rad}$ 以上など）の発生
- ③火砕流、火砕サージ、溶岩流の発生
- ④想定火口域から700m程度を超える大きな噴石の飛散

(引き下げ基準)

噴火が発生した場合には、噴火の終了後、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て判断する。

噴火が発生していないことが確認できた場合には、レベルを引き下げる。

(解説：判定基準)

小規模以上の噴火が発生したあるいは発生したとみられる場合に引き上げることを想定している。

- ①桜島等の噴火の際に観測している微動の振幅をかなり超えるような値を大きな変

化の目安として設定している。

- ②規模の大きな噴火が発生した可能性があるような急激かつ大きな地殻変動について、鉛直方向の板状の開口割れ目が生じたことを示す変化とみられる 2015 年 6 月 29 日にニノ平観測点等で観測された変化の数～十倍程度の大きな変化量を目安として設定している。
- ③及び④ 溶岩流の発生は本格的なマグマ噴火が始まったものと考えられる。また、火砕流や火砕サージについてはマグマ噴火に先行する水蒸気噴火に伴う場合も含めて居住地域まで影響が及ぶ可能性が非常に高いことから、噴石が実際に 700m 以遠に達するような噴火の発生を含めて、これらの現象をレベル 5 への基準として設定している。

(解説：引き下げ基準)

レベル 5 からの引き下げは、実際に噴火した場合には、その状況に応じて、火山噴火予知連絡会の検討結果も踏まえ対応することとする。噴火が発生していないことが確認できた場合には、振幅の大きな火山性微動の発生でレベルを引き上げた場合も含めて、観測データも確認しながら、可能な限り速やかにレベル 3（データの状況により噴火の可能性が引き続き非常に高まっている場合はレベル 4）に引き下げることをとする。

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は、それらを加味して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、箱根山で想定される火山活動で考える現象を過去のデータや他火山での事例等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。

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、噴気活動の活発化やレベル 2 の基準に達しない程度の地震活動の活発化等）などには、必要に応じて、臨時的「火山の状況に関する解説情報」を公表することで、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、現時点での知見や監視体制を踏まえたものである。近年の観測体制において、噴気の活発化までみられた事例が 2001 年と 2015 年の 2 例であり、まだ経験としては十分ではない。今後事例を積み重ね、地殻変動等について基準の定量化を進める必要がある。

また、火山活動による現象が新たな推移をたどる可能性もあり、今後随時見直しをしていくこととする。