

平成 28 年 7 月 26 日運用開始  
令和 6 年 3 月 14 日現在  
気 象 庁

## 蔵王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

#### ①噴火場所

水蒸気噴火：想定火口域（馬の背カルデラ内、御釜を含む）

マグマ噴火：御釜



想定火口域（赤枠内）と御釜

#### ②噴火の区分とその影響

噴火様式と噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲は下表のとおりである。

噴火場所	噴火様式	噴火に伴う現象及び警戒が必要な範囲
想定火口域 (御釜を含む)	小規模な水蒸気噴火	大きな噴石：想定火口域から概ね 1.2km 以内 御釜由来の泥流（御釜での噴火のみ）：濁川、松川流域の居住地域

	水蒸気噴火	<p>大きな噴石：想定火口域から概ね 1.2km 以内</p> <p>火砕流・火砕サージ：御釜から概ね 2 km 以内及び八方沢・濁川上流域</p> <p>御釜由来の泥流（御釜での噴火のみ）：濁川、松川流域の居住地域</p> <p>融雪型火山泥流：蔵王川、濁川、澄川、松川、須川流域の一部の居住地域</p>
御釜	マグマ噴火	<p>大きな噴石：御釜から概ね 3.5km 以内</p> <p>火砕流・火砕サージ：御釜中心から概ね 2 km 以内及び八方沢・濁川上流域</p> <p>御釜由来の泥流：濁川、松川流域の居住地域</p> <p>融雪型火山泥流：蔵王川、濁川、澄川、松川、須川流域の一部の居住地域</p>

(注)

- ・ 噴火に伴う現象については、噴火警報の対象とする現象について記述している。これらの現象以外の降灰、小さな噴石、空振、降灰後の降雨による土石流などは噴火警報で示す警戒が必要な範囲を越えて影響を及ぼす場合もあるので注意が必要である。
- ・ 「御釜由来の泥流」とは噴火等により御釜の湖水が溢流して泥流となる現象であり、過去に何度か発生した記録がある。また過去に記録はないが、噴火に伴う火口壁の崩壊による湖水の流出も想定している。噴火の規模にかかわらず、御釜または近傍で噴火が発生した場合は御釜由来の泥流の発生を特に考慮する必要がある。
- ・ 融雪型火山泥流は過去に発生した記録はないが、発生した場合は居住地域の広い範囲に影響を及ぼす可能性がある。そのため、積雪期は、雪を融かす要因となる火砕流・火砕サージの発生や高温の噴出物（噴石）の放出、熱水の流出に留意しておく必要がある。なお蔵王山では、水蒸気噴火での融雪型火山泥流も想定している。

## 2 火山活動の時間的な推移

蔵王山では、気象庁が 2010 年に計器による連続観測を開始して以降、噴火は発生していないが、有史以降では数十回の噴火が発生している。

噴火前に御釜の湖水の変化（沸騰、変色等）や火山ガスの激しい噴出があったことは過去の記録に記されており、特に 1940 年の噴火を含む 1939～43 年の火山活動の記録が詳細に残されている。また、2014 年～2015 年には噴火は発生しなかったが、2013 年に熱水などの移動を示唆する火山性微動が観測されたあと、火山性地震の多発や山体のわずかな膨張など、火山活動の高まりがみられた。

また地質調査によると、マグマ噴火に先行して水蒸気噴火が発生したことが確認されており、水蒸気噴火からマグマ噴火に移行する可能性もある。

### 3 噴火警戒レベルの区分け

各レベルで想定される火山活動の状況と火山現象ごとに警戒が必要な範囲を設定している。

#### ①レベル1（活火山であることに留意）

若干の火山性地震、あるいは微小な火山性微動が発生するものの、火山活動が静穏な状況である。ただし、活動状況により想定火口域で火山ガス等の噴出がみられる可能性がある。

#### ②レベル2（火口周辺規制）

**【警戒が必要な範囲】** 大きな噴石、火砕流・火砕サージ：想定火口域から概ね 1.2km 以内  
火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生する可能性がある、あるいは発生した状況。火山性地震の増加や、火山性微動の発生、わずかな地殻変動、噴気や火山ガスの量の増加、噴煙（有色）の発生が観測される。御釜の湖水に変化（変色、温度上昇等）がみられることもある。

#### ③レベル3（入山規制）

**【警戒が必要な範囲】** 大きな噴石：御釜から概ね 3.5km 以内  
火砕流・火砕サージ：御釜から概ね 2 km 以内および  
宮城県・・・濁川上流域  
山形県・・・八方沢上流域

火口周辺の広い範囲に影響を及ぼす噴火が発生する可能性がある、あるいは発生した状況。観測される現象がレベル2よりも顕著であり、想定火口周辺直下での膨張を示す明瞭な地殻変動が観測されることがある。

噴火が発生している状況では、積雪や御釜の湖水の状況から判断して、融雪型火山泥流（積雪期）または御釜由来の泥流の可能性が低い場合（高い場合はレベル4以上になる）。

#### ④レベル4（高齢者等避難）

**【警戒が必要な範囲】**  
融雪型火山泥流：宮城県・・・濁川、澄川、松川流域の一部の居住地域  
山形県・・・蔵王川、須川流域の一部の居住地域  
御釜由来の泥流：宮城県・・・濁川、松川流域の一部の居住地域  
融雪型火山泥流または御釜由来の泥流が発生すると予想される状況。

レベル3の状況で噴火が発生せず、さらに現象が活発化する場合には、噴火等により御釜の湖水が火口壁を破壊、あるいは溢流し、御釜由来の泥流が発生する可能性が高くなると考えられる。

#### ⑤レベル5（避難）

【警戒が必要な範囲】：レベル4と同じ

融雪型火山泥流及び御釜由来の泥流が発生、あるいは切迫している状況。

視界不良のため噴火の状況が特定できない場合に、これらの泥流への早期警戒のため、いったんレベル5に引き上げることがある。

なお、各レベルの警戒が必要な範囲は実際の火山現象による影響範囲に応じて縮小することがある。

#### 4 噴火警戒レベルの判定基準とその考え方

蔵王山では、計器による観測で噴火現象を捉えた経験はないが、過去には噴火前に火山活動の活発化を示す記録があり、2010年以降でも噴火は発生しなかったが火山活動の活発化が観測された事例も存在する。これらの事例を踏まえ、判定基準を設定した。

なお、噴火が発生していない状況であっても、地下での火山活動がより活発化する場合は、規模の大きな噴火が予想されるものとして順次レベルを上げていく。

噴火が発生した場合は、監視カメラ等の観測機器で火山現象の確認を行い、警戒が必要な範囲に応じてレベルを判定する。

#### 【レベル2】

##### ○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル2への引上げ及びレベル2からの引下げを行う。

(判定基準)

【火口周辺（想定火口域から概ね1.2km以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】

火山性地震の基準(①)を満たし、かつ火山性微動の基準(②)、地殻変動の基準(③)、熱活動の基準(④)のいずれかを満たしている場合

##### ① 火山性地震の基準

- ・火山性地震の増加（地震回数が50回以上／24時間、あるいは30回程度／24時間が数日連続）ただし、低周波地震を含む場合は基準未満でも検討

##### ② 火山性微動の基準

- ・火山性微動の発生（微小なものを除く）

##### ③ 地殻変動の基準

- ・GNSSや傾斜計で山体の膨張を示すわずかな地殻変動が観測された場合

##### ④ 熱活動の基準：熱活動の活発化、次の項目のいずれかを満たす場合

- ・噴気、火山ガスの増加
- ・御釜の状態変化（湖水の変色、温度上昇、浮遊物等）
- ・新たな地熱域の発生、地熱域の拡大、噴気温度あるいは地温の上昇、温泉湧出

【火口周辺（想定火口域から概ね 1.2km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】

- ・小規模の噴火が確認された場合（事後の確認を含む）

（引下げ基準）

上記のいずれの現象もみられなくなった、あるいは、地震活動が活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になり、地殻変動、噴気活動、熱活動等に活発化の傾向がみられなくなった場合。なお、活発化前の状態に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル 1 に下げた後に、再び火山活動が高まる傾向に転じたと判断した場合は、レベル 2 の引上げ基準に達していなくてもレベル 2 に戻す。

## ○ 解説

（判定基準）

【火口周辺（想定火口域から概ね 1.2km 以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】

他の火山も含めた過去の噴火等の事例のほとんどの場合で、地震活動、地殻変動、熱活動などの複数の異常現象がみられていることから、レベル 2 及びレベル 3 への引上げでは、複数の現象で基準を満たす場合としている。また、火山活動が静穏な状態から活発化に移行する際に火山性地震を伴うことが多いことを考慮し、レベル 2 引上げの条件として火山性地震の基準を満たすことを必須としている。

### ①火山性地震の基準

- ・2010 年の観測開始以降の日別地震回数の最多が 44 回であり、30 回以上が 3 日間以上続いたことがない。よって、これを超える回数を閾値に設定している。
- ・火山性地震のうち、低周波地震については、平成 26 年の御嶽山噴火の事例など発生回数が比較的少なくても注意が必要な現象であり、発生した場合は、火山性地震の回数の基準を満たしていなくても規模や発生頻度を検討のうえ地震活動の条件を満たすこととする。

### ②火山性微動の基準

- ・2010 年の観測開始以降、2013 年 1 月に熱水などの移動を示唆する火山性微動が観測されており、このような火山性微動が観測された場合は火山活動の活発化を示す可能性があるため基準として設定している。ただし、2013 年 1 月に火山性微動が発生した際は、火山性地震の増加など他の現象の発生がみられなかったことから、噴火警戒レベル 2 には相当しない。
- ・火山性微動のうち微小なもの（過去事例から計数基準点の坊平で概ね最大振幅 1.5  $\mu\text{m/s}$  以下）については除外するが、多発した場合はレベル上げの必要性を検討する。

### ③地殻変動の基準

- ・2014～2015 年にかけて、GNSS や傾斜計の記録でわずかな膨張を示す変動がみられた。このような山体の膨張がみられる場合は噴火の可能性を示す現象と考えられることから基準として設定している。

- ・ただし、長周期地震（周期が 10 秒程度の長い地震）の発生時などにみられることのある一過性の傾斜変動については、その一つ一つが必ずしも火山活動の高まりに対応していないため、地殻変動の基準として用いない。これらの一過性の傾斜変動は 2013 年から 2018 年にかけて時折みられたが、長いものでも数日から 10 日程度で収まっている。

#### ④熱活動の基準

- ・1949 年、1962 年、1966 年など、過去の記録ではたびたび噴気活動の活発化がみられている。噴気や火山ガスの量が明らかに増えたと確認できた場合（顕著なものが新たに出現した場合を含む）に基準を満たすこととする。
- ・火山活動の活発化を示すものとして、火口直下の浅い場所での熱水活動の活発化が考えられる。御釜では、1939 年 7 月に硫化水素臭を伴う気泡（火山ガスの湧昇）が湖面に現れ、微細な硫黄の粉末による湖面の白濁が観測された。同年 9 月には湖面の盛り上がり等がみられ、水温も上昇した。以降、より現象が激しくなり、1940 年 4 月には丸山沢で小規模な水蒸気噴火が発生した。一連の現象が火山活動の活発化を示している可能性は高く、1939 年の活動の初期段階にあるような湖面の変化がみられた場合にも基準を満たすこととする。一方、2014 年に発見された湖面の一部白濁の事例のように、継続性のない現象は基準とはしない。
- ・現在、丸山沢で地熱温度が高い領域が確認されており、1966 年には振子沢で噴気域の出現や温泉湧出などがみられた。これらの領域での熱的变化（噴気量の増大、地熱域の拡大、温度上昇など）が顕著な場合を基準とする。
- ・御釜周辺を含め、これまで確認されたことのない新たな場所で地熱・噴気出現や温泉の湧出等がみられた場合は、その状況等を考慮しながら基準を判断する。

#### 【火口周辺（想定火口域から概ね 1.2km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】

火口周辺（想定火口域から概ね 1.2km 以内）に影響を及ぼすような小規模な噴火が発生した場合には速やかにレベル 2 に引き上げることとする。「小規模の噴火」とは第 1 節の②で示した「小規模な水蒸気噴火」をいうが、噴火発生時に直ちに影響が火口周辺に限定されるかどうか判断できない場合はレベル 2 ではなくレベル 3 に引き上げ、その後の噴火状況を確認してからレベル 2 に引き下げるか検討する。

また、小規模な水蒸気噴火が発生しても、監視カメラだけでは検知できないことがあるため、規模の大きな微動等を観測した場合は、想定火口域外に影響を及ぼす可能性のある噴火が発生したと判断しレベル 2 に引き上げることがある。

なお、最初の噴火の影響が想定火口域内に留まるような小さい噴火であっても、その後想定火口域外に影響を及ぼす噴火が続発する可能性があるため、いったんレベル 2 に引き上げることとする。

#### （引下げ基準）

レベル 2 の引上げ基準で示したいずれの現象もみられなくなった場合、火山活動が

活発化前の状態に戻ったと判断して、レベル1に引き下げる。あるいは、地震活動については低下傾向が明瞭になった場合に活発化前の状態に戻ったと判断し、地殻変動、噴気活動、熱活動については、すぐに明瞭な低下傾向を示さないことがあるため、これらの変化が概ね停滞するなど活発化の傾向がみられなくなった場合は、活動活発化前の状態に戻る傾向が明瞭になったと判断して、これらを勘案してレベル1に引き下げる。

一方、レベル1に引き下げた後、期間を置かず再び活発化することは十分に起こり得ることであり、その場合には、レベル2の引上げ基準に達していなくともレベル2に戻すこととする。

なお、噴気活動、熱活動の状況については、監視カメラのほか、現地調査及び機上観測での目視観察及び赤外熱映像の観測等により判断を行う。

### 【レベル3】

#### ○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル3への引上げ及びレベル3からの引下げを行う。

(判定基準)

#### 【居住地域の近く（御釜から概ね3.5 km以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】

地震活動の基準(①)を満たし、かつ地殻変動(②)あるいは熱活動(③)の基準を満たした場合

##### ① 地震活動の基準

- ・火山性地震や火山性微動の急増、規模の増大（レベル2の基準よりも振幅が大きいあるいは回数が多い）

##### ② 地殻変動の基準

- ・GNSS や傾斜計で山体の膨張を示す明瞭な地殻変動が観測された場合

##### ③ 熱活動の基準

- ・御釜の温度上昇や湖面上昇、変色域の拡大の促進
- ・火映現象が観測されるなど熱活動のさらなる活発化がみられた場合

#### 【居住地域の近く（御釜から概ね3.5 km以内）まで重大な影響を及ぼす噴火が発生】

次の現象が観測された場合

- ・噴火規模や位置が噴火直後に判明し、明らかに融雪型火山泥流または御釜由来の泥流などが予想されない場合

※大きな噴石及び火砕流・火砕サージの到達範囲が火口から概ね1.2kmを超える場合

(引下げ基準)

上記に該当する現象が観測されなくなり、レベル2の状態に戻る傾向が明瞭になった場合。

なお、活発化前の状態に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル2に下げた後に、再び火山活動が高まる傾向に転じたと判断した場合は、上記の基準に達していなくても

レベル3に戻す。

○ 解説

(判定基準)

【居住地域の近く（御釜から概ね 3.5 km以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】

基準とする現象の種類や、複数の現象の発生が条件となることはレベル2の場合と同様だが、レベル2より顕著な異常現象を想定している。具体的には、地下浅部への熱水もしくはマグマの貫入・上昇による地震の急増や規模の増大、明瞭な地殻変動、マグマ上昇の熱による御釜の沸騰や湖面の盛り上がり、変色域の拡大などが想定される。

【居住地域の近く（御釜から概ね 3.5 km以内）まで重大な影響を及ぼす噴火が発生】

大きな噴石または火砕流・火砕サージを伴う噴火が発生した場合で、

- ・積雪が少なく融雪型火山泥流が発生する可能性が低い
- ・御釜の湖水の盛り上がりが見られず、火口壁の決壊も予想されず御釜由来の泥流が発生する可能性が低い

と判断される場合はレベル3に引き上げる（これらの泥流の発生が見込まれる場合はレベル4以上に引き上げる）。なおレベル2の解説のとおり、噴火発生時に直ちに火口周辺に影響が留まる噴火かどうか判断できない場合もレベル3に引き上げる。

(引下げ基準)

その後の火山活動の状況を見て判断する。具体的には、噴火しなかった場合、または噴火しても火砕流・火砕サージが発生せず、大きな噴石が火口から概ね 1.2km 以内の飛散でおさまっている場合などにおいて、観測データや現地調査の結果などを参考に、火山活動が低下し当面再活発化の可能性が低いと判断できた場合はレベルを2に引き下げる。

なお、レベルを2に引き下げた後に火山活動が活発化傾向に転じたことがわかった場合は、レベル3の基準に達していなくてもレベル3に戻す。

【レベル4】

○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル4への引上げ及びレベル4からの引下げを行う。

(判定基準)

【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性】

- ・火山活動の状況から、噴火した場合に御釜由来の泥流が発生すると予想される場合
- ・レベル3の状態、火山防災協議会等での検討により、積雪の状況から噴火した場合に融雪型火山泥流が発生すると予想される場合
- ・噴火開始後の火山活動の活発化により、融雪型火山泥流または御釜由来の泥流が予想された場合

(引下げ基準)

活動の変化により、融雪型火山泥流または御釜由来の泥流が予想されなくなった場



合

○ 解説

(判定基準)

レベル3に引き上げた後も、引き続き噴火が発生せずに活動の活発化が続いた場合、御釜の火口壁を破壊したり、火口壁を溢流するような噴火により、湖水が流出し泥流が発生する可能性が高くなる。このような場合は早期の防災対応をとる必要があることからレベル4に引き上げる。

融雪型火山泥流の発生の有無やその規模は、噴火の規模の他に、積雪の状況に依存する。レベル3の状況で、積雪量が増加した場合などは、火山防災協議会等で融雪型火山泥流が発生し得る積雪であるか検討した結果を踏まえ、レベル4に引き上げる場合がある。

噴火発生後、火山活動の活発化により融雪型火山泥流や御釜由来の泥流の可能性が出てきた場合はレベル4に引き上げる。ただし、火山活動や御釜の状態の変化が急激かつ顕著な場合はレベル4を介さずレベル5に引き上げる。

(引下げ基準)

火山活動の低下等により、影響範囲内の泥流の発生源（積雪や御釜の湖水）の減少により、該当する泥流が観測されなくなった、または予想されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら慎重に判断する

【レベル5】

○ 判定基準及び引下げ基準

以下の基準により、レベル5への引上げ及びレベル5からの引下げを行う。なお、レベル5は引き上げた状況により引き下げる基準が異なる。

【規模や位置が特定できない噴火が発生し、居住地域に重大な被害を及ぼすことが予想される】

(判定基準)

- ・レベル4の噴火前の状況で噴火が発生した場合

(引下げ基準)

- ・火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火でおさまった場合

【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】

(判定基準)

- ・融雪型火山泥流または御釜由来の泥流が発生、あるいは切迫している場合

(引下げ基準)

- ・融雪型火山泥流または御釜由来の泥流の発生が止まり、発生源（積雪や御釜の湖水）が減るなど、居住地域への影響の可能性が低くなった、またはなくなった場合

○ 解説

【規模や位置が特定できない噴火が発生し、居住地域に重大な被害を及ぼすことが予想される】

(判定基準)

レベル4の噴火により融雪型火山泥流または御釜由来の泥流の発生が予想される状況で噴火が発生した場合は、視界不良等で噴火の規模や位置が確認できなくても安全面を考慮（想定では御釜由来の泥流は約30分で居住地域に到達する）して直ちにレベル5に引き上げる。なお、レベル3以下であっても、噴火が発生し、泥流の発生が推定される場合は、レベル5に引き上げることもある。

(引下げ基準)

噴火の規模や位置が明らかとなり、御釜由来の泥流が発生していない、または今後発生する可能性が低いと判断した場合はレベル3に引き下げる。

ただし、積雪の状況により融雪型火山泥流の可能性がある場合はレベル4に引き下げる。

【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】

(判定基準)

融雪型火山泥流または御釜由来の泥流は短時間で居住地域に達するおそれがあることから、これらの泥流を引き起こすような噴火が切迫していると判断した場合にレベル5に引き上げる。

(引下げ基準)

火山活動状況に変化がない、あるいは低下している状態において、融雪型火山泥流または御釜由来の泥流が居住地域へ影響する可能性は、発生源（積雪や御釜の湖水）の状況により変化する。これらの泥流を引き起こす水の量が減り、たとえ泥流が発生しても居住地域に到達する可能性が低くなった場合は、レベル4以下に引き下げる。また、これらの泥流を引き起こす水がなくなる等で、泥流が発生する可能性が低くなった場合はレベル3へ引き下げることにする。いずれの場合も泥流の影響が予想される地域における防災対策（河川の除石、流域の洪水対策等）の状況などを考慮して慎重に判断する。

## 5 留意事項

- 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や知見が得られた場合は、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。
- 火山活動の状況によっては、異常が観測されずに噴火する場合もあり、レベルの引上げが必ずしも段階を追うとは限らない（引下げも同様）。
- レベル5からレベルを引き下げる場合には、原則としてレベル4ではなくレベル3に下げるものとする。

- ・レベルの引上げ基準に達していないが、今後、レベルを引き上げる可能性があるとは判断した場合、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」を公表する。また、現状、レベルを引き上げる可能性は低いと判断されたが、火山活動に変化がみられるなど、火山活動の状況を伝える必要があると判断した場合、「火山の状況に関する解説情報」を公表する。

## 6 改善経緯と今後検討すべき課題

観測開始以降火山性微動として観測していた震動現象には、火山性微動に類似した長周期地震等も含まれていた。大学等の先行研究をもとに熱水等の移動を示唆する火山性微動を判別できるようになったことを踏まえ、過去事例を再分類して火山性微動に関する再評価を行い、令和5年度に判定基準を見直した。今後も新たな知見や監視体制を踏まえた判定基準の見直しを随時行っていくこととするが、特に以下の各課題については、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) 蔵王山では、他火山と比べても多くの噴火記録が残されているが、時系列的な火山活動の変化の記録、特に前兆現象の記録が少ない。過去の記録をより詳細に精査していくと共に、他機関で行っている地質調査の成果等も踏まえて過去の活動の詳細について検討を進める必要がある。また、火山活動の活発化がみられた時期の浅部での微小な低周波地震活動に関する報告や、本項目冒頭に記した長周期地震等について、その詳細を更に調査すべきである。
- (2) 今後、火口近傍の地震計や傾斜計の観測データ等の蓄積による火山活動の知見の充実をはかり、判定基準の各項目について、より具体的な数値基準を設定していく必要がある。
- (3) 融雪型火山泥流の発生と規模は、噴火の状況の他に、積雪の状況に依存する。融雪型火山泥流が発生し得る積雪の条件について、火山防災協議会での検討を踏まえ、レベル4及びレベル5の定量的な判定基準を設定していく必要がある。