

平成 28 年 7 月 26 日運用開始
平成 28 年 7 月 26 日現在
気 象 庁

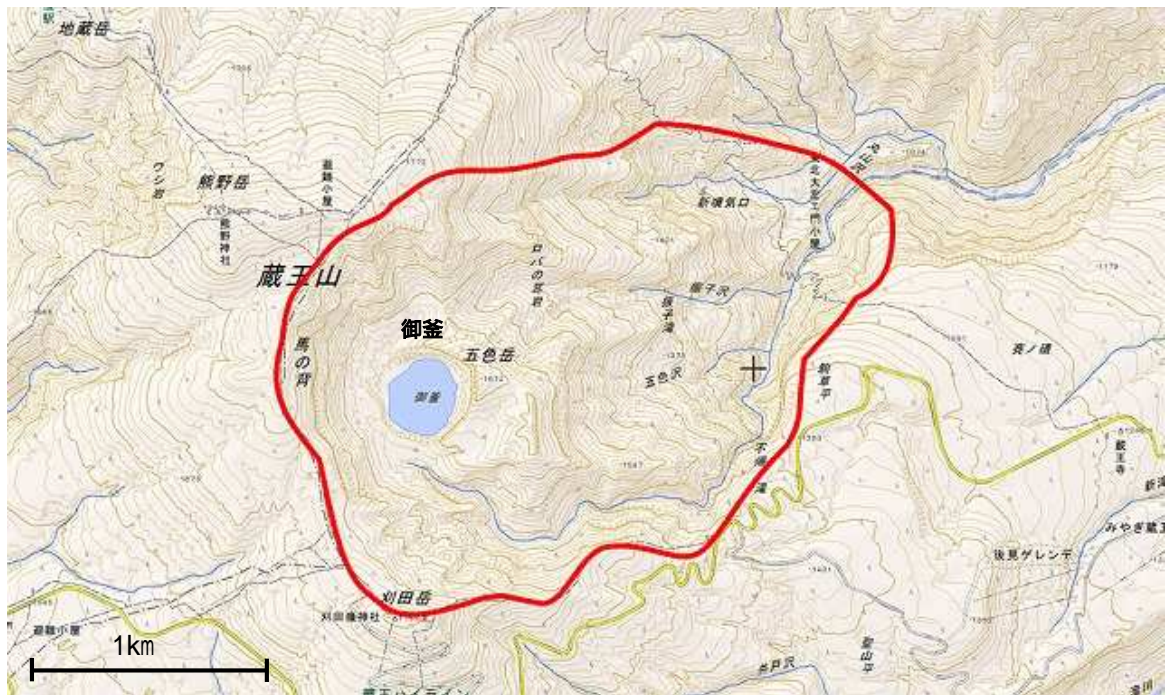
蔵王山の噴火警戒レベル判定基準とその解説

1 想定する噴火の規模、様式と現象

噴火場所

水蒸気噴火：馬の背カルデラ内（御釜を含む）

マグマ噴火：御釜



馬の背カルデラ（赤枠内）と御釜

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
馬の背カルデラ内（御釜を含む）	小規模な水蒸気噴火	大きな噴石 ：馬の背カルデラから概ね 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：馬の背カルデラから概ね 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」とは噴火により御釜の湖水が盛り上がり、流出して泥流となる現象であり、過去に何度か発生の記録がある。また過去に記録はないが、噴火に伴う側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ため、積雪期に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、またはそれらが予想される場合には融雪型火山泥流に留意する必要がある。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、2010年に観測機器による観測を開始してから、噴火は観測されていないが、有史以来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、2015年～2016年には噴火は発生しなかったが、火山性地震の多発、火山性微動の発生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がある。

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、活動状況により馬の背カルデラ内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：馬の背カルデラから概ね1.2km以内

火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生、あるいは発生する可能性がある状況。火山性地震や火山性微動の増加、わずかな地殻変動、噴煙（白色）や火山ガスの量の増加が観測される。御釜の湖水に変化（変色、湯気の発生等）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2km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、あるいは発生する可能性がある状況。観測される現象がレベル2よりも顕著であり、御釜周辺直下の浅い所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おそれがない場合（ある場合はレベル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、御釜の側壁を破壊するような噴火により湖水が流出し、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

「2 火山活動の時間的な推移」で述べたように、2010年に観測機器による観測を開始してから噴火が観測されたことはない。一方、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ことから、これらを踏まえ、判定基準を設定した。

なお、噴火が発生しないまま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】

判定基準及び引き下げ基準

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)

<噴火前>

地震活動の基準を満たし、かつ地殻変動の基準あるいは噴煙活動、火口付近の熱活動の基準を満たしている場合

地震活動の基準

- ・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
- ・火山性微動が多発あるいは連続的に発生

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

噴煙活動の基準

- ・噴煙、火山ガスの増加

火口付近の熱活動の基準：熱活動の活発化、次の項目のいずれかを満たす場合

- ・御釜の状態変化(変色、湯気、温度変化(温度上昇)、浮遊物等)

- ・新たな地熱地帯の発生、地熱地帯の拡大、噴気温度あるいは地温の上昇、温泉湧出

< 噴火後 >

小規模の噴火が確認された場合（事後の確認を含む）

噴火による影響が火口から概ね 1.2km を超えない場合

（引き下げ基準）

原則、判定基準のいずれの項目も基準以下となり、再び基準以上になる可能性が低くなった場合とする。ただし、地震回数については、定常レベル（日平均 1 回程度）に戻った段階とする。なお、レベル 1 に下げた後に活発化傾向に転じたことがわかった場合は、レベル 2 に上げる基準に達していなくてもレベル 2 に戻す。

解説

（判定基準）

< 噴火前 >

他の火山も含めた過去の噴火事例等を検討し、ほとんどの事例で地震活動、地殻変動、熱活動において、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、火山活動が活発化する際には地震活動を伴うことが多いことから、地震活動の基準を満たすことを必須としている。

地震活動の基準

- ・蔵王山では 2010 年の観測機器による観測開始以降の日別地震回数の最大が 44 回であり、日回数 30 回以上が 3 日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。
- ・火山性微動については、蔵王山で 2013 年以降に通常発生している程度（概ね数ヶ月に 1 度、2 ~ 3 回まとまって発生）より、発生頻度が上がった（もしくは連続的に発生した）場合を基準としている。

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。一般的には山体の膨張がみられる場合は噴火の可能性を考慮すべきである。
- ・ただし、蔵王山では、火山性微動の発生時などにおいて一時的に微小な変動がみられることがあるが、いずれも短時間で発生前の状態に戻っているため、基準として用いない。

噴煙活動の基準

- ・1949年、1962年、1966年など、過去の記録ではたびたび噴煙活動（白色）の活発化がみられている。噴煙（白色）や火山ガスの量が明らかに増えたと確認できた場合（新たに出現した場合を含む）に基準を満たすこととする。

火口付近の熱活動の基準

- ・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による熱活動の変化が考えられる。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噴火が発生した。一連の現象が火山活動の活発化の可能性は高く、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。
- ・現在、丸山沢などで地熱が高い領域が確認されているが、その領域の拡大や温度の上昇、新たな地熱地帯の出現、1966年の事例のように新たに温泉が噴出した場合などは火山活動の活発化と考えられ、基準を満たすこととする。

< 噴火後 >

火口周辺（馬の背カルデラから概ね 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 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。

なお、馬の背カルデラ内に影響が留まるような噴火であっても、その後に馬の背カルデラ外に影響を及ぼす噴火が発生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。

（引き下げ基準）

噴火の発生がなく、火山性地震、火山性微動、地殻変動、噴煙（白色）、火山ガス等の活動がいずれも基準以下となり、再び基準以上になる可能性が低くなったことを確認してレベル1へ引き下げることとする。なお、これらの他に、御釜の顕著な変化がみられなくなることも条件となる。ただし、平穏時に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル1に下げた後に活発化傾向に転じたことがわかった場合は、上記レベル2の基準に達していなくてもレベル2に戻す。

【レベル3】

判定基準及び引き下げ基準

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）

< 噴火前 > 地震活動の基準を満たし、かつ地殻変動あるいは火口付近の熱活動の基準

を満たした場合

地震活動の基準

- ・火山性地震の急増、規模の増大（レベル2の基準よりも振幅が大きい（現地有感を含む）あるいは回数が多い）

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

火口付近の熱活動の基準

- ・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

< 噴火後 >

以下の規模の噴火の発生

- ・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

（引き下げ基準）

判定基準のいずれの項目も基準以下となり、再び基準以上となる可能性が低くなった場合。

解説

（判定基準）

< 噴火前 >

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。

< 噴火後 >

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ない
- ・御釜の湖水の盛り上がりが見られず、側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ない

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< 噴火後 >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。

（引き下げ基準）

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約 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、火山噴火予知連絡会の検討結果などを参考に、火山活動が低下し当面再活発化のおそれがな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】

判定基準及び引き下げ基準

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)

< 噴火前 >

- ・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 の状態で、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

< 噴火後 >

- ・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

(引き下げ基準)

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)

< 噴火前 >

レベル 3 に引き上げられた後も、引き続き噴火が発生せずに活動の活発化が続いた場合、御釜の側壁を破壊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。

< 噴火後 >

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。

(引き下げ基準)

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)の消失により、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、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も考慮して慎重に判断する

【レベル5】

判定基準及び引き下げ基準

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。

(引き下げ基準)

- ・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。

(引き下げ基準)

- ・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<噴火前>のように、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。

(引き下げ基準)

噴火の規模や位置の判明後、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ないと判明した場合はレベル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。

(引き下げ基準)

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った場合には、たとえ泥流が発生しても居住地域に到達する可能性は低くなるため、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った場合はレベル3へ引き下げることとする。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、必要に応じて火山噴火予知連絡会での火山活動の検討結果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。

また、火山活動が急激に変化する場合もあり、レベルの発表が必ずしも段階を追って引き上がるとは限らない（引き下げるときも同様）。

6 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。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を踏まえて検討を進める必要がある。
- (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。