

氣 象 庁

日光白根山の噴火警戒レベル判定基準とその解説

1 想定する噴火の規模、様式と現象

日光白根山では過去 1 万年間に、周辺に堆積物を残すような噴火が少なくとも 6 回発生している。マグマ噴火は約 6000 年前、約 4000 年前、約 2400 年前に発生した。歴史時代の噴火はいずれも水蒸気噴火である。水蒸気噴火で最も規模の大きかったのは 1649 年噴火で、火山灰等堆積物は約 600 万 m^3 と推定されている。その後の 1872 年、1873 年及び 1889 年に発生した水蒸気噴火はいずれも小規模である。以上のことから、想定する噴火を、水蒸気噴火とマグマ噴火の 2 つに大きく分け、それぞれの噴火に伴って発生する現象を、過去の実績や他の火山の事例を参考に、以下のように想定した。

ケース1（水蒸気噴火）：大きな噴石、降灰、空振、土石流・泥流

ケース 2 (マグマ噴火): 大きな噴石、火砕流、融雪型火山泥流 (積雪期)、溶岩流、溶岩ドーム、降灰、空振、土石流・泥流

2 想定される噴火場所

日光白根山の過去 1 万年間の噴火発生場所は、いずれも山頂及びその周辺（白根山山頂・座禅山・血の池地獄付近）であるが、ここでは、近年の噴火履歴から現在の溶岩ドームである白根山山頂部（山頂から半径 500m）での噴火を想定した。

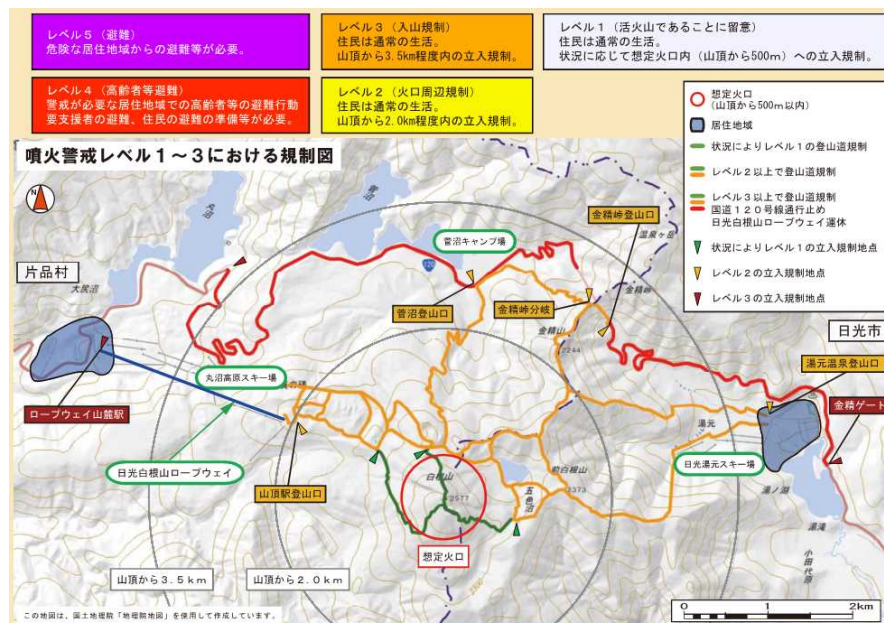


図1 日光白根山の噴火警戒レベルと影響範囲（赤円は想定火口）

3 想定される主な現象の影響範囲（表1）

○ケース1（水蒸気噴火）

- ・大きな噴石の影響範囲：過去の噴火での実績が不明なので、ここでは他の火山の事例を参考に、大きな噴石の飛散範囲を山頂から概ね半径 2km とした。

○ケース2（マグマ噴火）

- ・大きな噴石の影響範囲：他の火山の事例を参考に、大きな噴石の飛散範囲を山頂から概ね半径 3.5km とした。
- ・火砕流の影響範囲：火砕流は過去の噴火でも、まれにしか発生していないが、雲仙岳 1990-1995 年噴火のような溶岩ドーム崩落型の火砕流発生の可能性もあることから考慮に入れた。影響範囲については、今後検討する。
- ・融雪型火山泥流（積雪期）の影響範囲：過去の実績はないが、他の火山の事例から発生の可能性もあることから考慮に入れた。影響範囲については、今後検討される。
- ・溶岩流の影響範囲：過去の噴火では、山頂から北～北西方向に約 6km、東及び南方向に 1km 程度流下している。

○その他（ケース1、ケース2で共通）

- ・降灰の影響範囲：上空の風に左右され影響が広範囲に及ぶこともある。防災対応として、降灰予報の活用が有効である。
- ・土石流・泥流の影響範囲：噴火発生後の降雨による土石流・泥流については、低地や沢筋周辺に流下する可能性が高い。今後、シミュレーションを行うなどし、その結果を防災対策に活用する必要がある。

噴火場所	噴火様式	噴火に伴う現象 ※	影響範囲
山頂付近 (想定火口)	水蒸気噴火	噴石、降灰、空振、土石流・泥流	山頂から概ね半径 2km 以内の範囲 (大きな噴石の影響範囲)
	マグマ噴火	噴石、火砕流、融雪型火山泥流（積雪期）、溶岩流、降灰、空振、土石流・泥流、溶岩ドーム	山頂から概ね半径 3.5km 以内の範囲 (大きな噴石の影響範囲) と山頂から居住地域近くまでの低地や沢筋周辺 (火砕流の影響範囲)
			【積雪期】 山頂から概ね半径 3.5 km 以内の範囲 (大きな噴石の影響範囲) と山頂から居住地域近くまでの低地や沢筋周辺 (火砕流、融雪火山泥流の影響範囲)

※ 降雨による土石流・泥流のように、噴火終了後に二次的に発生する現象を含む。

※ 融雪型火山泥流については、泥流が流下する可能性の高い低地や沢筋周辺での防災対応を考える必要がある。

表1 噴火の区分とその影響

4 火山活動の時間的な推移

日光白根山は過去 1 万年間に、マグマ噴火が少なくとも 3 回発生しており、いずれも水蒸気噴火から移行している。歴史時代の噴火は、いずれも水蒸気噴火（1649 年、1872 年、1873 年、1889 年）であるが、噴火の前兆や噴火活動の推移に関する詳細な記録は残っていない。また、2010 年 12 月の火山観測開始以降の活動も静穏であり、噴火警戒レベル判定基準作成にあたっては、他の火山の活動事例を参考にした。

5 噴火警戒レベルの区分け

想定される噴火に伴う現象の影響範囲と山頂周辺の集客施設等の保全対象や山麓の居住地域の位置をもとに、噴火警戒レベルの各レベルを以下のように区分けした。

① レベル 1（活火山であることに留意）

静穏な火山活動。噴気や地熱活動はなく、山体周辺でときおり地震が発生する程度。状況によっては、微弱な噴気や地熱活動の出現、深部のゆっくりとした膨張を示す地殻変動、山頂浅部の地震活動のわずかな高まりがみられるなど、火山活動がわずかながらも高まり、想定火口（山頂から半径 500m）内に影響を及ぼす程度のごく小規模な噴火発生の可能性。

② レベル 2（火口周辺規制）

山頂から概ね半径 2km 以内に影響を及ぼす水蒸気噴火発生の可能性、あるいは発生した場合。山頂付近を震源とする火山性地震の多発や火山性微動の増加、噴煙量や火山ガス量の増加がみられるなど火山活動が高まった状態。浅部のゆっくりとした膨張を示す地殻変動が観測される可能性。

② レベル 3（入山規制）

山頂から概ね半径 2km～居住地域近くまで影響が及ぶマグマ噴火発生の可能性、あるいは発生した場合。水蒸気噴火発生後に、地震活動の活発化、火山ガス放出量の増大、噴出物中に新鮮なマグマの上昇を示唆する証拠が見つかるなどマグマ噴火へ移行する可能性がある状態。火山性地震の頻発や明瞭な地殻変動が観測され、マグマ噴火の発生が予想される状態。マグマ噴火が発生し、大きな噴石が山頂から 2km 付近に飛散する可能性。

③ レベル 4（高齢者等避難）～5（避難）

火砕流及び融雪型火山泥流（積雪期の場合）が居住地域まで到達するような噴火の可能性、もしくは切迫している状態。溶岩ドームが出現し、居住地域まで到達するような溶岩ドーム崩落型火砕流が発生する可能性。多量のマグマが上昇し、爆発的噴火などにより居住地域まで到達するような火砕流が発生する可能性。もしくは切迫していると考えられる状態。積雪期に融雪型火山泥流が発生する可能性、あるいは発生した場合。

6 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火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性（次のいずれかが観測された場合）

- ・火山性地震の多発（任意の1時間に20回以上となった場合、または任意の24時間で30回以上となった場合）
- ・火山性微動の増加、規模増大（継続時間の短い火山性微動が多発し、任意の24時間で継続時間の合計が10分以上、五色沢観測点上下動の最大振幅が $0.1\mu\text{m/s}$ 以上で継続時間10分以上の場合）
- ・噴気量や火山ガス量の増加
- ・想定火口（山頂から半径500m）内に影響する程度のごく小規模な噴火が1ヶ月に2回以上発生した場合

②火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生

- ・山頂から概ね500mから2kmの範囲に大きな噴石が飛散する噴火が発生
- ・噴煙高度が火口上数百mの噴火が発生
- ・空振を伴い、振幅が五色沢観測点上下動で $0.5\mu\text{m/s}$ 以上の火山性微動の発生（悪天により表面現象が確認できない場合）

(引き下げ基準)

レベル2の段階で、噴火の発生がなく、噴煙活動など表面現象が落ち着き、火山性地震や火山性微動の発生状況が平穏時の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル1に引き下げる。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、再び高まる傾向に転じたことがわかった場合は、上記レベル2に上げる基準に達していなくてもレベル2に戻す。

山頂から2km程度まで影響を及ぼす噴火が発生した後、噴火が発生しなくなった場合、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況も考慮してレベル1に引き下げる。

(解説)

(判定基準)

水蒸気噴火の先駆現象を判定基準として設定している。ここでは、御嶽山や霧島山（新燃岳）など水蒸気噴火を繰り返した火山の事例を参考にした。

①火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性（次のいずれかが観測された場合）

- ・御嶽山（1979年、2007年、2014年噴火）や霧島山（新燃岳）（2008年噴火）などでは、水蒸気噴火に先行して火山性地震の増加が観測された。なお、日光白根山は御嶽山に比べ、震動観測点が火口から離れており、御嶽山よりも値を低く設定している。

- ・御嶽山や霧島山（新燃岳）やそれ以外の火山でも、火山活動が比較的高まっている状況では、火山性微動が頻繁に観測された。
- ・他の火山では、噴煙量の放出量の増加が観測された事例がある。
- ・霧島山（新燃岳）では、2010 年 3 月 30 日、4 月 17 日とごく小規模な噴火を繰り返した後、5 月に小規模な水蒸気噴火をしている。

②火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生

- ・2014 年御嶽山噴火や 2010 年霧島山（新燃岳）噴火では、噴煙高度数百 m 以上上昇し、火口周辺に大きな噴石の飛散や数 cm 以上の降灰があった。
- ・2014 年御嶽山噴火や 2010 年霧島山（新燃岳）噴火などでは、噴火に伴い空振と火山性微動が観測された。

(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、他火山の水蒸気噴火の事例を参考としている。

【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 に引上げる。

- ① 山頂から 2km～居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火の可能性（次のいずれかが観測された場合）
 - ・水蒸気噴火を繰り返す
 - ・二酸化硫黄の放出量が概ね 1000 トン/日以上
 - ・噴火の噴出物の中にマグマが認められた場合
 - ・火山性地震の急増、規模増大（レベル 2 よりも規模大あるいは回数が多い）
 - ・マグマ貫入を示す明瞭な地殻変動
- ② 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火が発生
 - ・山頂から 2km 付近に噴石を飛散するマグマ噴火の発生。また、火砕流、溶岩流の流出、あるいは溶岩ドームの出現が確認された場合

(引き下げ基準)

山頂から 2km 以遠、居住地域の近くまでの範囲に重大な影響を及ぼす噴火の可能性でレベルを引き上げたが、影響範囲が山頂から 2km 付近にとどまる程度の噴火でおさまった、または、噴火の発生はなく、上記現象が見られなくなった場合。

居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生したが、その後、噴火の発生がない、もしくは、火口周辺のごく限られた範囲に影響を及ぼす程度の噴火にとどまり、活動の低下傾向が認められた場合、その時点の活動評価を基本に、防災対応の状況も踏まえてレベ

ルの引き下げを判断する。

(解説)

(判定基準)

マグマ噴火の先駆現象を判定基準に設定している。ここでは、2011 年霧島山（新燃岳）噴火などを参考にした。

① 山頂から 2km 以遠、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火の可能性（次のいずれかが観測された場合）

- ・日光白根山では、水蒸気噴火からマグマ噴火への移行が過去 3 回あったと推定されている。霧島山（新燃岳）では、2010 年 3 月から 7 月にかけて水蒸気噴火を繰り返したのち、2011 年 1 月にマグマ噴火活動に移行した。
- ・2011 年霧島山（新燃岳）噴火では、1 月 19 日にマグマ水蒸気噴火が発生し、1 月 26 日にマグマ噴火に移行する間、二酸化硫黄の放出量の観測は行われていないが、噴煙が青白く見えるなど、二酸化硫黄放出量の増加が示唆される現象が観測された。
- ・2011 年霧島山（新燃岳）のマグマ噴火では、それに前駆した噴火で、噴出物中に新鮮なマグマや軽石が確認された。
- ・1988 年の十勝岳など多くの火山で、マグマ噴火に前駆して地震活動の活発化が観測されている。
- ・1991 年の雲仙岳噴火や 1989 年の伊豆東部火山群噴火などでは、マグマ噴火発生前にマグマ貫入や上昇を示す地殻変動が観測された。

② 居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火が発生

- ・過去の噴火において、大きな噴石が飛散した観測事例はない。活発な噴火活動を繰り返す桜島の近年の噴火では、大きな噴石の飛散範囲は火口から概ね 3km 以内である。火砕流は過去の噴火ではまれにしか発生していないが、雲仙岳のように溶岩ドーム崩壊型、あるいは 1988-89 年十勝岳や 2014、2015 年口永良部島のように爆発的噴火に伴う火砕流発生の可能性もある。

【レベル 4 ～ 5】

(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 または 5 に引き上げる。

(レベル 4)

① 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性（次のいずれかが観測された場合）

- ・溶岩ドームが出現し、溶岩ドーム崩落型火砕流が居住地域にまで到達する可能性
- ・多量のマグマ貫入や上昇を示す顕著な地殻変動等や地震活動（従来観測されたことのな

いような規模)

(レベル5)

① 居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫または発生（次のいずれかが観測された場合）

- ・火砕流が居住地域にまで到達することの切迫または発生
- ・溶岩ドームが出現し、溶岩ドーム崩落型火砕流が居住地域にまで到達することの切迫または発生
- ・積雪期に融雪型火山泥流が居住地域に到達することの切迫または発生

(引き下げ基準)

活動状況などを勘案しながら、防災対応の状況も踏まえてレベルの引き下げを判断する。

(解説)

(判定基準)

日光白根山では、火砕流はまれにしか発生しておらず、その流下範囲を示した文献等もないが、雲仙岳 1990-1995 年噴火のような溶岩ドーム崩落型の火砕流や、1988-89 年十勝岳や 2014、2015 年口永良部島の爆発的噴火に伴う火砕流、それによる積雪期の融雪型火山泥流の可能性も考えられることから、これらの火山の例等を参考に設定した。

- ・1990-1995 年の雲仙岳噴火では、1991 年 5 月 20 日に溶岩ドームが出現し、数日後から溶岩ドームが崩落して火砕流が頻繁に発生しだし、6 月 3 日には流下距離が 5km を超えた。溶岩ドームが出現し、ある程度まで成長すると崩落と火砕流発生の可能性が高くなる。
- ・2000 年有珠山噴火では、マグマの貫入や上昇により、大きな地殻変動と活発な地震活動が観測された。
- ・積雪期に、溶岩ドームの崩落や爆発的噴火に伴い、ある程度の規模の火砕流が発生すると、融雪型火山泥流が発生し、居住地域に到達する可能性が考えられる。

(引き下げ基準)

活動の低下や積雪期がおわるなど、居住地域に影響する噴火の可能性を示す現象が見られなくなったらレベルを下げる。その時点の活動評価を基本に、防災対応の状況も考慮してレベルの引き下げを判断する。

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には、総合的に評価した上でレベルを判断す

ることもある。

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、噴気や地熱域が出現した場合またはレベル2の基準に達しない程度の火山性地震・微動の発生等）などには、臨時の「火山の状況に関する解説情報」を発表することで、火山の活動状況や警戒事項をお知らせする。

7 今後検討すべき課題

日光白根山は火山観測の歴史も浅く、火山活動について不明な点が多い。今後、新たな知見等が得られた場合は、随時、基準を見直していくこととする。特に、以下の課題については、引き続き取り組み、判断基準の改善を進める必要がある。

- ・日光白根山は、歴史時代の噴火の経験が乏しく、かつ観測期間が短い。また、火山活動も静穏なため、火山活動について不明な点が多い。そのため、判定基準は、他の火山の事例を参考にしたり、定性的な表現に留まっている部分もある。今後、観測を継続し、日光白根山の火山活動の知見を深めていき、判定基準の各項目の定量化を進める等より精緻化していくことが重要である。
- ・レベル4、5については、他の火山の事例などを参考にしながら、火山防災協議会における噴火時の避難計画等防災対応の検討の中で、想定される現象や影響範囲、数値基準を引き続き検討していく必要がある。