

平成 28 年 3 月 23 日運用開始
平成 29 年 9 月 25 日現在
気 象 庁

恵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

恵山の噴火活動は、数万年の時間スケールで見ると、爆発的噴火と火砕流噴出に始まり、溶岩ドームを形成、その後山体崩壊を起こし、最終段階で小規模な水蒸気噴火を繰り返す静穏期に至るといった噴火活動サイクルを繰り返してきたと考えられている。現在の恵山は、約 8000 年前に始まる噴火活動サイクルの中で、小規模な水蒸気噴火が繰り返し発生する静穏期にあって、100 年に 1～2 回の小規模な水蒸気噴火やそれに伴う火山泥流の可能性が指摘されている。

①噴火場所：2001 年公表の恵山火山防災マップ（以下、「防災マップ」）に示されている、8 つの想定火口（現在噴気活動が活発な X 火口（小地獄）と Y 火口（大地獄）を含む）（図 1 参照）

②噴火の区分とその影響（表 1）

噴火場所	噴火様式	影響範囲（図 1 参照）	噴火に伴う現象
X 火口、 Y 火口	水蒸気噴火	火口周辺 ・火口から 500m 以内（噴石）	<u>大きな噴石</u> 、小さな噴石、降灰、 空振、降雨による二次泥流
8 つの想 定火口	水蒸気噴火	居住地域の一部 ・火口から 1 km 以内（噴石） ・防災マップに示された泥 流の範囲	<u>大きな噴石</u> 、小さな噴石、降灰、 空振、 <u>火山泥流</u> 、降雨による二 次泥流
	水蒸気噴火 マグマ噴火	居住地域の広範囲 ・防災マップに示された火 砕流の到達範囲	<u>大きな噴石</u> 、小さな噴石、降灰、 空振、 <u>岩屑なだれ</u> 、 <u>火砕流</u> 、 <u>火 山泥流</u> 、降雨による二次泥流

- ・ 「大きな噴石」とは上空の風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する直径約 50cm 以上のものとする。
- ・ 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。降雨による二次泥流は、噴火が終息した後も継続することがある。

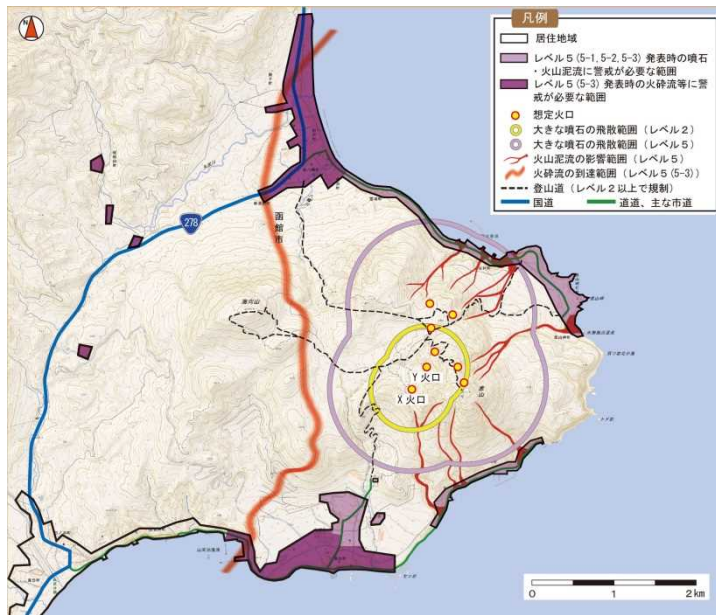


図1 恵山の想定火口（噴火警戒レベルリーフレットより）

2 火山活動の時間的な推移

現在の恵山は、小規模な水蒸気噴火が繰り返し発生する静穏期にあつて、100年に1～2回の小規模な水蒸気噴火やそれに伴う火山泥流の可能性が指摘されていることから、今後しばらくは恵山ドーム付近からの小規模な水蒸気噴火が発生する可能性が最も高いと想定する。地質調査等により明らかにされた過去1万年間に7回の噴火のうち2回は、有史以降（1846年、1874年）の小規模な水蒸気噴火とされているが、噴火活動に関する詳細な記録は残っておらず、地球物理学的観測データもない。そこで、恵山の最近の活動状況を踏まえつつ、近年、他火山において発生した水蒸気噴火に至る活動状況（地震活動、地殻変動、噴煙増加、地表面温度の上昇などの火山活動の高まり）も参考にする。

また、過去1万年間に2回（約8,000年前、約5,000年前）マグマ噴火が発生したとされていることから、マグマ噴火発生の可能性についても考慮する。

3 噴火警戒レベルの区分け

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（具体的には表1の下線で示した現象）の危険が及ぶ範囲を元に設定している。

恵山の山体は急峻であることや、想定火口から一番近い居住地域まで約800mと近く、桜島や浅間山等では火口周辺のみに影響が留まる程度の噴火でも、即座に居住地域の被害に繋がる可能性がある。そのため、レベルを設定するに当たっては、X火口、Y火口周辺（火口から500m以内）に影響を及ぼす噴火を除き、顕著な異常現象や噴火が発生した場合には、レベル4以上とすることを原則としている。

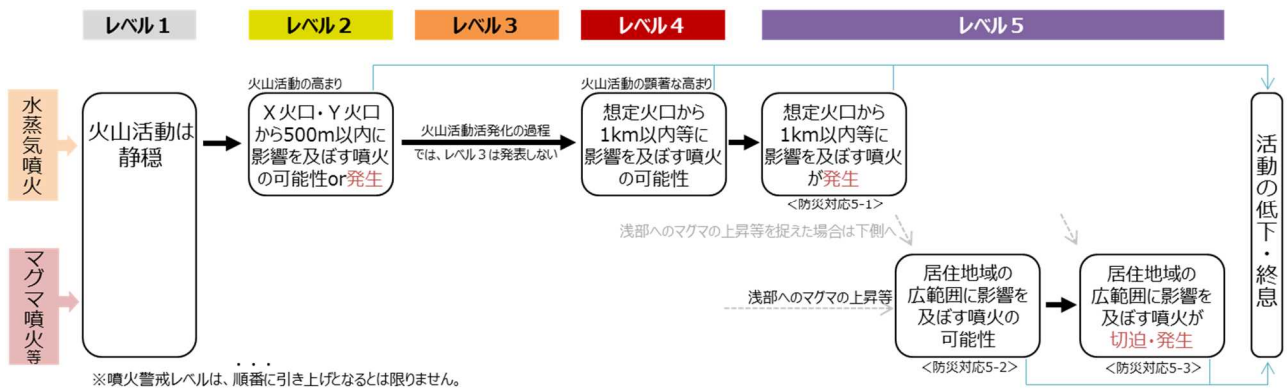


図2 恵山の噴火シナリオと噴火警戒レベルの概要

①レベル1（活火山であることに留意）

火山活動は静穏。（噴気温度は沸点程度、高度は100m程度と噴気活動は弱い。地震活動は、時々1日あたり10回程度の微小な火山性地震が発生することもあるが、通常は1日あたり数回以下と少ない状態）

②レベル2（火口周辺規制）

X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火が発生。または、地震活動や熱活動の高まり等が認められ、X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火の可能性がある。

③レベル3（入山規制）

レベル2相当を超える規模の噴火が発生した場合には、大きな噴石や火山泥流により居住地域に影響が及ぶ可能性があり、時間的な猶予がないことから噴火の発生が予想される火山活動活発化の過程では、レベル3は発表しない。

なお、噴火発生後に火山活動が低下し、レベル4、5からレベルを引き下げる過程で噴火の発生場所や影響範囲が確定した段階で、上述のレベル2で設定している影響範囲（X火口、Y火口から500m）より広い範囲（ただし居住地域は含まない）を警戒が必要な範囲としたレベル3を発表する場合がある。

④レベル4（高齢者等避難）

有感地震の発生や熱活動の活発化、噴火の繰り返し等が認められ、居住地域の一部（火口から1km以内）に重大な被害を及ぼす噴火が発生する可能性がある。

⑤レベル5（避難）

居住地域の一部（火口から1km以内）に重大な被害を及ぼす噴火が発生。

また、火山活動が拡大し、有感地震の多発や顕著な地殻変動等が認められ、居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火の可能性がある。さらに、居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火が切迫あるいは発生。

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、次の現象が観測された場合にレベル2に引き上げる。

<①X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火の可能性>

(次の現象が観測された場合)

- ・ 山体浅部を震源とする火山性地震の増加（任意の24時間で100回以上）

(次の4つの条件のうち2つ以上の条件を満たす場合)

- ・ 上記基準には達しない程度の火山性地震の増加した状態が継続
- ・ 山体浅部の低周波地震又は火山性微動がまとまって発生
- ・ 山体浅部のわずかな膨張を示す地殻変動
- ・ X火口、Y火口の噴煙（噴気）の増加又は地表面温度の上昇

<②X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火が発生>

(次のいずれかの現象が観測された場合)

- ・ 大きな噴石がX火口、Y火口から500m以内に飛散
- ・ 高さ数100m以下の有色噴煙を放出する噴火の発生（火口周辺への火山灰の噴出を含む）
- ・ 火山性微動が発生し、空振（柏野観測点で20Pa未満）を伴う場合〔視界不良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、上記①で示した条件を満たさなくなつてから概ね2ヶ月経過」した段階で、レベル1に引き下げる。

●解説

(判定基準)

①恵山における火山性地震の回数は、2005年の観測開始以降では任意の24時間に79回（2012年3月の事例）が最多だが、その時は噴火の発生はなかった。地震回数がこの事例を上回った場合には、X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火の可能性があると判断することとし、火山性地震が「任意の24時間に100回以上」を引き上げ基準とする。なお、火山性地震の増加に関しては、雌阿寒岳（2006年・2008年噴火）、御嶽山（2007年・2014年噴火）の各事例でも水蒸気噴火発生の前に観測されている。

また、火山性地震の増加のほか、他の火山の水蒸気噴火の事例において先駆現象として以下の現象（火山性微動、低周波地震、山体浅部の膨張を示す地殻変動、噴煙・噴気の増加や地表面温度の上昇）が観測されている。恵山においてこれらの現象が直接噴火に結びつくかどうかの知見がないこと、また、連続して観測できない項目もあることから、複数の項目が観測された場合の引き上げ基準とする。

- ・ 御嶽山（2007年噴火・2014年噴火）では低周波地震が観測された。また、御嶽山（2007年噴火）や雌阿寒岳（2008年噴火）では、火山性微動の増加が観測された。
- ・ 箱根山（2015年噴火）や御嶽山（2007年噴火・2014年噴火）では、傾斜観測やGNSS観測で山体膨張を示す変化が観測された。
- ・ 箱根山（2015年噴火）では、現地調査で大涌谷の温泉供給施設で蒸気が勢いよく噴出しているのが確認された。
- ・ 雌阿寒岳（2008年噴火）では、現地調査で噴気孔の温度上昇や地熱域の拡大が観測された。

②X火口、Y火口から500m以内に影響を及ぼす噴火が発生した場合は、レベル2に引き上げる。大きな噴石が両火口から500m以内に飛散したことを観測した場合のほか、高さ数100mの有色噴煙の放出（火口周辺への火山灰の噴出を含む）を観測した場合も基準とする。

また、視界不良で表面現象が確認できない状況も考慮し、火山性微動を観測した際に空振を伴う場合には、火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生したと推定してレベル2に引き上げる。ここでの空振の規模については、噴石が最大で500m程度到達するような噴火に伴う空振振幅について他火山の事例を参考に設定した。

（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、噴火がなく、①で示した条件を満たさなくなった場合に、概ね2ヶ月活動経過を見てレベル1に引き下げる。他火山（例えば、雌阿寒岳の2006年噴火や2008年噴火）において、地震が一時的に増加した後、一旦落ち着いてから1ヶ月程度経過して噴火した事例もあること、他の火山においても活動経過を見る期間は1～2ヶ月としている場合が多いことから、安全を見て概ね2ヶ月活動経過を見ることとする。

なお、①のうち第2項の複数条件によってレベルを引き上げた場合、全ての条件を満たさなくなる必要はなく、該当項目が1つになった場合に引き下げ条件を満たすこととする。また、地殻変動や熱活動の高まりは長く続くことがあるので、それらに拡大傾向がないことを確認する。

【レベル3】

（噴火の発生が予想される火山活動活発化の過程では、レベル3は発表しない。火山活動が沈静化し、噴火警戒レベル4、5からレベルを引き下げる過程で、火口の出現位置等の状況からレベル3を発表する場合がある（影響範囲が居住地にかからない場合））

【レベル4】

（判定基準）

次の現象が観測された場合に、レベル4に引き上げる。

<①居住地域の一部（火口から1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火の可能性>

（次のいずれかの現象が観測された場合）

- ・ X火口、Y火口から 500m以内に影響を及ぼす噴火が繰り返し発生
- ・ 火山性地震の急増、規模の増大（現地有感地震を含む）

（次の5つの条件のうち2つ以上の条件を満たす場合）

- ・ 火山性微動の継続時間又は振幅の増大
- ・ 山体浅部の膨張の拡大を示す地殻変動
- ・ 火山ガス放出量の増加
- ・ X火口、Y火口の噴煙の顕著な増大又は地表面温度の顕著な上昇
- ・ X火口、Y火口以外の火口等から明瞭な噴気が噴出

（引き下げ基準）

レベル4の段階で、想定した噴火には至らず、上記①で示した条件を満たさなくなり、火山活動の低下が認められた場合には、レベルを引き下げる。

●解説

（判定基準）

X火口、Y火口から 500m以内に影響を及ぼす噴火が繰り返し発生、もしくは各観測データ（地震活動、火山性微動、火山ガス放出量、噴煙活動や地表面温度）で火山活動の顕著な活発化が認められた場合、居住地域の一部（火口から1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火の可能性があると判断して、レベル4に引き上げる。また、X火口、Y火口以外の火口等から明瞭な噴気の噴出を観測した場合についても、火山活動拡大の可能性があるため、引き上げ基準とする。

（引き下げ基準）

想定した噴火には至らず、上記①で示した条件を満たさなくなり、火山活動の低下が認められた場合には、居住地域の一部（火口から1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火の発生の可能性が下がったとして、レベル4からの引き下げを行う。

【レベル5】

（判定基準）

次の現象が観測された場合に、レベル5に引き上げる（又はレベル5を切り替える）。

<①居住地域の一部（火口から1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火が発生>

（次のいずれかの現象が観測された場合）

- ・ 大きな噴石が火口から 500mを超えて 1 km 以内に飛散
- ・ 高さ 1,000m以上の有色噴煙を放出する噴火の発生
- ・ 火口から火山泥流の発生
- ・ 火山性微動が発生し、空振（柏野観測点で 20Pa 以上 40Pa 未満）を伴う場合〔視界

不良により表面現象が確認できない場合]

<②居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火の可能性>

(次のいずれかの現象が観測された場合)

- ・ 火口から 500m を超えて 1 km 以内に大きな噴石を飛散させる噴火が頻発
- ・ 規模の大きな地震（現地で有感地震相当以上）の多発
- ・ 山体浅部へのマグマ上昇を示す顕著な地殻変動
- ・ 火山ガス放出量の顕著な増加
- ・ 火口周辺の地表面温度の顕著な上昇域の拡大
- ・ 明瞭な火映の確認

<③居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火が切迫あるいは発生>

(次のいずれかの現象が観測された場合)

- ・ 溶岩ドーム形成を示唆する、ごく浅部での地盤の局所的隆起
- ・ 大きな噴石が火口から 1 km を超えて飛散
- ・ 高さ数 1,000m 以上の有色噴煙を放出する噴火の発生
- ・ 火砕流、岩屑なだれの発生
- ・ 火山性微動又は爆発地震が発生し、空振（柏野観測点で 40Pa 以上）を伴う場合 [視界不良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5の段階（①～③それぞれ）で、上記で示した条件を満たさなくなり、火山活動の低下が認められた場合には、火山活動を評価した上でレベル引き下げやレベル5の切り替えを行う。

●解説

(判定基準)

①居住地域の一部（火口から 1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火が発生した場合は、レベル5に引き上げる。大きな噴石が火口から 500m を超えて 1 km 以内に飛散、火口から火山泥流の発生を観測した場合のほか、高さ 1,000m 以上の有色噴煙の放出を観測した場合も引き上げ基準とする。

また、視界不良で表面現象が確認できない状況も考慮し、火山性微動を観測した際に空振を伴う場合にも、居住地域の一部（火口から 1 km 以内）に重大な被害を及ぼす噴火が発生したと推定してレベル5に引き上げる。ここでの空振の規模については、噴石が 500m～1 km 程度到達するような噴火に伴う空振振幅について他火山の事例を参考に設定する。

②居住地域の広範囲に重大な影響を及ぼす噴火の可能性がある場合は、レベル5に引き上げる（又はレベル5の切り替えによる警戒が必要な範囲の拡大を行う）。マグマがごく浅部まで上昇した際に観測されるものと考えられる現象（噴火の頻発、規模の大きな地

震の多発、顕著な地殻変動、顕著な火山ガス放出、顕著な地表面温度上昇域の拡大、明瞭な火映)を基準とする。

なお、有感地震の多発は、有珠山 1910 年噴火・2000 年噴火や桜島 1914 年噴火においても噴火前に観測されたが、これらの事例では、有感地震の回数が減少に転じて 1～2 日以内に噴火に至っており、この事実が火山活動の推移を見極めるのに役立つ可能性があるため、付記する。

また、この段階までに噴火が発生し、噴火による火山灰を採取できた場合には、構成粒子に新鮮なマグマ物質が含まれていないかどうかを確認し、その後の火山活動の推移を見極めるうえでの参考とする。

③居住地域の広範囲に重大な影響を及ぼす噴火の発生が切迫していると考えられる場合は、レベル 5 に引き上げる（又はレベル 5 の切り替えによる警戒が必要な範囲の拡大を行う）。有珠山 1943-45 年噴火や雲仙岳 1990-95 年噴火において溶岩ドーム形成（マグマ噴出）の直前に観測されたような、地盤の局地的隆起が認められた場合を基準とする。

居住地域の広範囲に重大な影響を及ぼす噴火が発生した場合は、レベル 5 に引き上げる（又はレベル 5 の切り替えによる警戒が必要な範囲の拡大を行う）。大きな噴石の火口から 1 km を超えての飛散や高さ数 1,000m 以上の有色噴煙を放出する噴火の発生、火砕流、岩屑なだれの発生を観測した場合を基準とする。また、視界不良で表面現象が確認できない状況も考慮し、火山性微動又は爆発地震を観測した際に大きな空振を伴う場合にも、居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火が発生したと推定してレベル 5 への引き上げ（又はレベル 5 を切り替えによる警戒が必要な範囲の拡大）を行う。

(引き下げ基準)

①～③において、それぞれ上記で示した条件を満たさなくなり、火山活動の低下が認められた場合には、火山活動を評価した上でレベル引き下げ（又はレベル 5 の切り替えによる警戒が必要な範囲の縮小）を判断する。

なお、上記②に関しては、想定した噴火には至らず、②で示した条件を満たさなくなったうえで、火山活動の低下を確認した場合、居住地域の広範囲に重大な被害を及ぼす噴火の発生の可能性が下がったとして、レベル 5 からの引き下げ（又はレベル 5 の切り替えによる警戒が必要な範囲の縮小）を行う。

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や知見が得られた場合は、それらを加味して評価を行っ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) 火口近傍のデータの活用等、新たな項目を判定基準に取り込む検討を続ける必要がある。
- (2) 恵山は有史以降の噴火の経験が乏しく、かつ観測期間が短く活動活発時の観測データが乏しいため、判定基準が定性的な表現に留まっている部分が多い。今後観測監視を継続し、必要に応じて観測強化を進め、現れる諸現象をよく分析していくことで、恵山の火山活動の理解を深めていく必要がある。その上で、調査研究の進展を見ながら新たな知見を反映して、今後も、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、または見直すことが重要である。
- (3) 現在の活動状況においては、X火口、Y火口からごく小規模な噴火が発生する可能性が高いと考えられるが、他の想定火口からの噴気活動が高まる等、活動状況に変化が生じた場合は、適宜判定基準を見直す必要がある。