

平成 28 年 12 月 6 日運用開始  
平成 28 年 12 月 6 日現在  
気 象 庁

## 霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）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

えびの高原（硫黄山）周辺では、約 9,000 年前の不動池の噴火以降、小規模なマグマ噴火や爆発的な水蒸気噴火が何度も生じ、それらは活動ごとに火口の位置を変えた。

硫黄山は 16～17 世紀頃の噴火で形成されたと考えられている。この噴火で、溶岩が硫黄山火口から北方へ 400m 程度流出し、山体が形成された。また、硫黄山火口から 2 km ほど離れたキャンプ場や六観音御池付近では、硫黄山から噴出されたと考えられる直径 20cm 以上の岩塊がみつかり、硫黄山形成時にはブルカノ式噴火を伴っていたと考えられている。硫黄山の最新の噴火記録は 1768 年で、硫黄山東火口から発生した。この噴火は、水蒸気噴火で 40 日ほど続いたとされている。

えびの高原（硫黄山）の火口から西方の 1～2 km 付近には、えびの高原の集客施設が存在する。また、居住地域は火口から 4 km 以遠に位置する。

これら過去の火山活動の特徴と居住地域の位置に基づき、想定する噴火場所とその影響について、以下のとおり区分した。

噴火場所：えびの高原（硫黄山）

噴火の区分とその影響

	噴火区分	主な噴出物の種類	警戒が必要な範囲
噴火	ごく小～ 小	降灰、 <u>大きな噴石</u>	概ね 1 km 以内
		降灰、 <u>大きな噴石</u> <u>火砕流（低温）</u>	概ね 2 km 以内
	中	降灰、 <u>大きな噴石</u>	概ね 4 km 以内
		<u>溶岩流</u> 、 <u>火砕流</u>	概ね 7 km 以内 (範囲内に居住地域あり)

ごく小：火口周辺に降灰する程度の噴火

- ・噴火区分の表現は、火山学的な噴火の規模（噴出物量）とは異なり、大きな噴石、火砕流や溶岩流の到達する範囲（警戒が必要な範囲）を基準としている。
- ・水蒸気噴火における大きな噴石の飛散範囲は、火山防災マップ作成指針（平成 25 年 3 月、内閣府ほか）や他の火山の水蒸気噴火の事例も参考に概ね 2 km 以内とした。
- ・中噴火における大きな噴石の飛散距離は、火山防災マップ作成指針（平成 25 年 3 月、

内閣府ほか)や2011年1月の霧島山(新燃岳)のブルカノ式噴火で飛散した最大の距離3.2kmも参考に4km以内とした。えびの高原(硫黄山)での事例では、大きさが約20cmの噴石が約2kmまで飛散している。

- ・火山灰や小さな噴石は、風に乗って警戒が必要な範囲を超えて広範囲に達することがある。空振も、警戒が必要な範囲を超えて広範囲に伝わる。降雨による土石流は、噴火が終息した後も継続することがある。
- ・噴火警戒レベルは、噴火に伴って発生した生命に危険を及ぼす火山現象(発生から短時間で火口周辺や居住地域に到達し、避難までの時間的余裕がほとんどない現象、上表の下線で示した現象)の危険が及ぶ範囲を基に設定している。

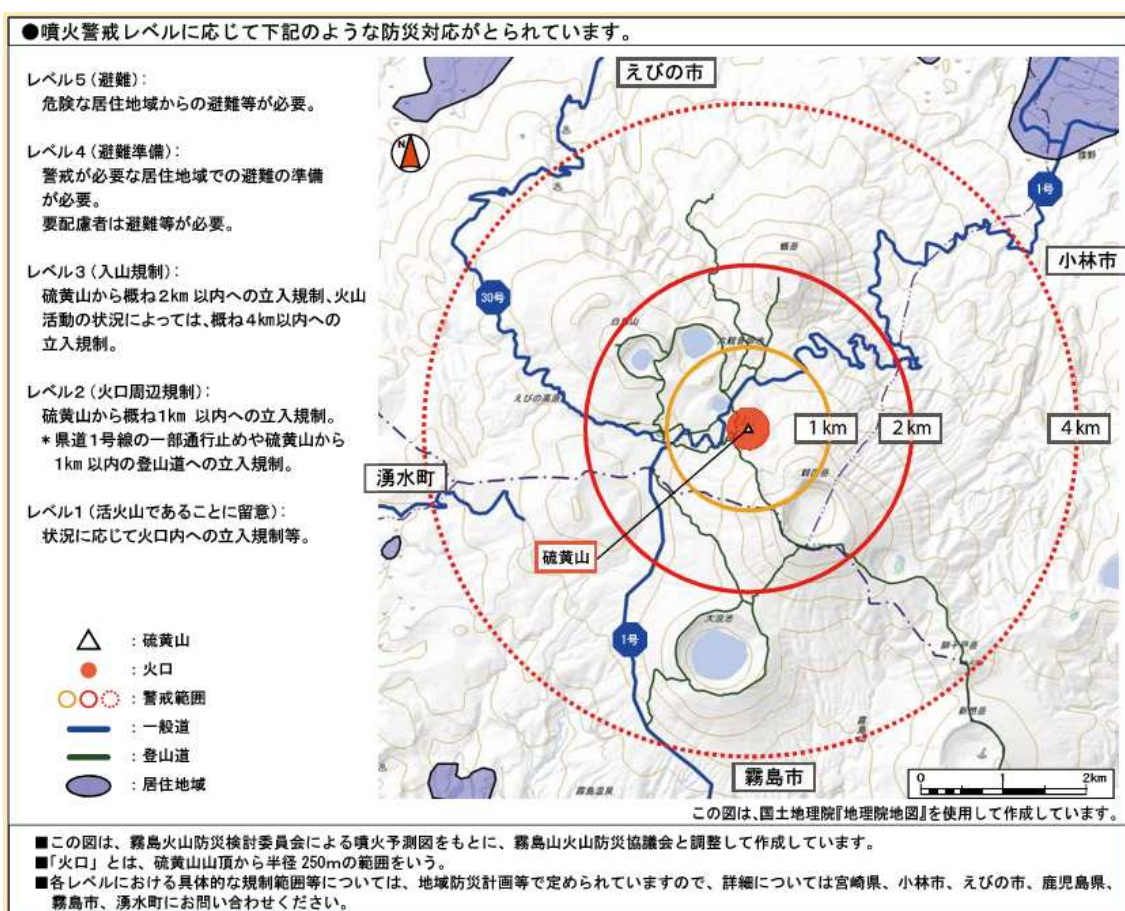


図1 霧島山(えびの高原(硫黄山)周辺)の噴火警戒レベルと影響範囲

## 2. 火山活動の時間的な推移

えびの高原(硫黄山)周辺で噴出物が周辺に堆積物として残るような規模の水蒸気噴火は3回発生し、最後の噴火は、1768年の小規模な水蒸気噴火で40日程継続したと考えられているが、時間的な推移はよく分かっていない。

地震観測を開始した2013年12月以降、火山性地震の増加や火山性微動の発生に加え、

弱い噴気や熱異常域の広がりは認められるものの、観測期間も短く、噴火の事例もない。

数十年～数百年の噴火休止後に噴火を開始した最近の事例をみると、その多くは水蒸気噴火から始まっている。例えば、雲仙普賢岳では約 198 年の噴火休止の後、1990 年に旧火口で水蒸気噴火が発生したのち、翌年の 1991 年 5 月からマグマ噴火に移行した。

えびの高原（硫黄山）周辺では、最新の噴火から約 250 年経過していること、長期にわたり噴気活動が継続していることから、新たに噴火活動を開始した場合には、水蒸気噴火から始まる可能性が高いと想定される。

これらのことから、霧島山（新燃岳）の 2008 年～2011 年の火山活動、1979 年以降、数回の水蒸気噴火が発生した御嶽山、及び熱異常域の拡大、噴気活動、地震活動の活発化後にごく小規模な水蒸気噴火が発生した箱根山の活動について、えびの高原（硫黄山）周辺と共通点多いと考えられることから、これらの火山における知見も参考にレベル判定基準を設定している。

### 3. 噴火警戒レベルの区分け

レベル 1（活火山であることに留意）

静穏な火山活動。火口及び火口周辺で噴気活動が認められる程度。火山性地震の発生も少なく、火山性微動の発生もほとんどない状態。状況により火口内に影響する程度の噴出の可能性。

レベル 2（火口周辺規制）

えびの高原（硫黄山）から概ね 1 km 以内に影響する小噴火の可能性がある。噴気活動の高まりや熱異常域の拡大、火山性地震の増加、火山性微動の振幅や継続時間の増大がみられ、火山活動が高まった状態。

レベル 3（入山規制）

えびの高原（硫黄山）から概ね 4 km 以内に影響する中噴火の可能性がある。レベル 2 の現象に加え、より規模の大きい火山性地震の多発や傾斜計あるいは GNSS 等に明瞭な地殻変動がみられるなど、活発な火山活動。

レベル 4（避難準備）から 5（避難）

レベル 3 の段階から噴火活動が更に活発化、あるいは活発化すると想定される顕著な地震活動、地殻変動などの異常現象が観測され、噴火の規模が更に拡大することが予想、もしくは切迫していると考えられる状態。

### 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、次の何れかの現象が観測された場合、レベル 2 に引き上げる。

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）

- ・火山性地震の増加（地震回数が 50 回 / 日以上）
- ・火山性微動の増加または規模増大（6 回 / 日以上あるいは継続時間 5 分以上または振幅 10  $\mu\text{m/s}$  以上の微動発生）

噴気地帯等の熱異常域の拡大や噴気活動の活発化みられ、かつ以下の現象が複数項目観測された場合

- ・上記の基準には達しない程度の火山性地震の増加
- ・上記の基準には達しない程度の火山性微動の発生
- ・浅い低周波地震の発生
- ・山体膨張を示す地殻変動（傾斜計、GNSS、干渉 SAR 解析）  
火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生
- ・火口周辺に降灰する程度のごく小規模な噴火

（引き下げ基準）

噴火の発生がなく、山体膨張や噴気の増加傾向がなくなり、地震・微動が平穏時のレベルに戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になる。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 に下げた後に増加傾向に転じたことがわかった場合は、左記の基準に達していなくてもレベル 2 に戻す。

（解説）

えびの高原（硫黄山）付近では、火山性地震の増加や火山性微動の発生に加え、弱い噴気や熱異常域の広がりは認められるものの、地震観測を開始したのは 2013 年 12 月からであり、観測期間が短く、噴火の事例もない。これらのことから判定基準の設定については、霧島山（新燃岳）の 2008 年～2011 年の火山活動、1979 年以降、数回の水蒸気噴火が発生した御嶽山、及び熱異常域の拡大、噴気活動、地震活動の活発化後に水蒸気噴火が発生した箱根山の活動等の知見を参考として、火山活動が高まっていると判断される期間について、レベル 2 以上に判定できるよう、それぞれの項目の閾値を設定した。

（判定基準）

火口周辺（火口から概ね 1 km 以内）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）

- ・霧島山（新燃岳）では、静穏な場合は、火山性地震の発生は少なく日回数も 10 回程度以下である。火山性地震の発生回数が徐々に増加または多発するようになると、火山活動の高まりが認められ、日回数が 100 回を超えるまたは、数日続いて噴火に至るケースがほとんどであった。しかし、日回数が 100 回を超えた場合を閾値とすると噴火までの日数が短くなることから防災対応が適切に取れる値を閾値とした。
- ・御嶽山の事例では、山頂部の観測体制が整っていなかった 1979 年の噴火も含め、噴火

に先行して火山性地震あるいは火山性微動が増加している。噴火とは直接関連しないと見られる火山性地震の増加事例は少なく、基準に照らして2例のみであり、しかも1日から数日間継続した程度である。2014年9月の御嶽山噴火では、火山性地震が2日間50回を超えた後、次第に減少して16日後に噴火に至った。なお、噴火前5日間の地震回数は3～10回/日であった(噴火前の1年間は0～7回/月)。

- ・箱根山では地震の多発は数年おきにみられるが、ほとんどの場合、地震活動に留まっているが、2001年や2015年には地震活動に加え、地殻変動、及び噴気の活発化がみられている。

えびの高原(硫黄山)周辺においても2016年以降、熱異常域や噴気域の拡大とともに、一時的に地震活動の活発化がみられている。このことから、箱根山の判定基準を参考に熱異常域の拡大や噴気活動の活発化がみられ、かつ、基準に達しない程度の火山性地震の増加、火山性微動の発生、浅い低周波地震の発生、山体膨張を示す地殻変動が複数項目観測された場合にも引き上げることとする。

- ・2015年の箱根山の事例では、噴気の異常現象、GNSSと湯河原鍛冶屋のひずみ計に変化がみられ、傾斜計においても火山活動によるとみられる変動が観測されている。さらに活動活発化時においては、衛星による干渉SAR解析により、大涌谷浅部での局所的な膨張現象が確認されている。

火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生

- ・一般に突発的な噴火(特に水蒸気噴火の予測は困難)は完全に予測できるものではなく、火口周辺に降灰する程度のごく小規模な噴火が発生すれば、レベルを引き上げる。また、大きな噴石が飛散する噴火では、念のため、レベルを3に引き上げることとする。

(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、地震・微動、地殻変動、噴気全てを考慮して、「噴火の発生がなく、山体膨張や噴気の増加傾向がなくなり、地震・微動が平常時のレベルに戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になる」としている。なお、平常時のレベルに戻る傾向が明瞭になったと判断してレベル1に下げたが、予想に反して増加傾向に転じた場合は、上記レベル2の判定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)

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。

居住地域の近くまで重大な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)

- ・火口から半径1km以内に大きな噴石飛散、火砕流、溶岩流等

- ・噴火の拡大傾向（火口から半径 1 km 以遠に大きな噴石の飛散が予想される）
- ・大きな火山性微動（レベル 2 よりも規模大あるいは継続時間長）
- ・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多）
- ・山体の膨張を示す明瞭な地殻変動（レベル 2 よりも規模大を示す地殻変動）  
居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生
- ・火口から半径 1 km ~ 3 km 以内に大きな噴石飛散、火砕流、溶岩流等

（引き下げ基準）

居住地域の近くまで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、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火でおさまった、または、噴火せず、上記の現象がみ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、その後、噴火が発生しなくなる、もしくは、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火にとどまる活動が続いた場合、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、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判断する。

（解説）

えびの高原（硫黄山）の噴火に伴う過去の観測データがないことから、1979 年以降、数回の水蒸気噴火が発生した御嶽山の噴火も参考にした。

（判定基準）

居住地域の近く（火口から概ね 2 km 以内、または火口から概ね 4 km 以内）まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性

- ・一般に突発的な噴火（特に水蒸気噴火の予測は困難）は完全に予測できるものではない。御嶽山の 2014 年の噴火においては、火山性微動、及び山体の膨張を示す明瞭な傾斜変動が観測されたのは、噴火の約 10 分前であった。このことから、火口周辺に大きな噴石の飛散や火砕流等が確認された時点で、その規模にかかわらず、速やかにレベル 3 に引き上げたうえで、活動状況に応じて警戒範囲（火口から概ね 2 km 以内、または火口から概ね 4 km 以内）を検討することとする。
- ・火口周辺に降灰する程度のごく小規模な噴火が断続的に発生するなかで、その規模の拡大がみられた場合はレベル 3 に引き上げることとする。
- ・御嶽山の 2014 年の噴火においては、噴火の約 10 分前ではあったが、顕著な火山性地震や火山性微動の発生、及び山体の膨張を示す明瞭な地殻変動が観測されている。  
居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生
- ・レベル 2 における警戒が必要な範囲（火口から概ね 1 km）を超える大きな噴石の飛散や火砕流、溶岩流等が確認された場合は、速やかにレベル 3 に引き上げる。

(引き下げ基準)

レベル2における警戒が必要な範囲(火口から概ね1km)を超えて、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性によりレベル3に引き上げたが、噴火の規模が火口周辺に影響を及ぼす程度に留まった場合、あるいは噴火しない場合で、かつ居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の切迫を示す現象がみられなくなったらレベルを下げる。

実際に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場合には、その後の噴火活動の状況をみて判断する。具体的には、噴火が発生しなくなる、あるいは、火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火にとどまる活動が続いた場合、レベル引き上げ後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、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レベルの引き下げを判断することとしている。

【レベル4、5】

(判定基準)

レベル4

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)

- ・更なる噴火の拡大傾向(火口から半径3kmを超えて火砕流、溶岩流等が到達)
- ・山体内に規模の大きな地震(有感地震を含む)が多発
- ・多量のマグマ上昇を示す顕著な地殻変動

レベル5

居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫、あるいは発生している(次のいずれかが観測された場合)

- ・火砕流、溶岩流等が居住地域に切迫 等
- ・火砕流、溶岩流等が居住地域に到達 等

(引き下げ基準)

各レベルに該当する現象が観測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踏まえ、総合的に判断する。

(解説)

これまでの調査研究結果から判断すると、えびの高原(硫黄山)の水蒸気噴火やマグマ噴火については、居住地域(火口から約4.7km)に重大な影響を及ぼす可能性は少なく、ほとんどはレベル3までの範疇の現象である。しかし、マグマ噴火の規模がさらに拡大し、規模の大きな火砕流の発生や溶岩の流出により居住地域に重大な被害をもたらす場合も想定して、レベル4、5の判定基準を示した。

しかし、えびの高原（硫黄山）の噴火については、その経過がよく分かっていないことから詳細な基準を設定することは現時点では困難であるが、経験がないような地震活動や地殻変動が観測され、大量のマグマの上昇が想定される場合や噴火の拡大で火砕流や溶岩流が居住地域の近くまで達した場合にはレベル4とし、その現象がさらに拡大した場合にはレベル5に引き上げることとする。

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、熱異常域の拡大やレベル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、臨時的「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。

#### 5. 今後検討する課題

以上で示した判定基準は、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、判断基準の改善を進める必要がある。

- (1) レベル3以上の判定基準については、他の火山の事例も参考にしながら、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、より具体的な数値基準を設定していく必要がある。
- (2) えびの高原（硫黄山）周辺においては、今後、広帯域地震観測、地磁気観測、傾斜計など観測体制が強化される。これら新たな観測項目を活用し判定基準に取り込む検討を行う必要がある。その際には、現象の組み合わせや閾値の設定など、客観的な基準を設定して噴火警戒レベルを運用する必要がある。特に、地殻変動や地磁気などは火山の活動状態を示す指標となることから、十分把握した上で監視に当たる必要がある。
- (3) えびの高原（硫黄山）の背後には、韓国岳の崩壊地形があり、えびの高原（硫黄山）の噴火や強い地震動などにより、規模の大きな崩落が発生した場合、県道を越えたのち、谷に沿って北東方向に流下する可能性もあることから、この現象の監視や対策についても検討する必要がある。